



# Hernieuwbare warmtebronnen in de gemeente Utrecht

Rapportage

**GREENVIS**  
ENERGY SOLUTIONS



Gemeente Utrecht

**Wij maken duurzame  
warmte beschikbaar voor  
iedereen**



**Gemeente Utrecht**

**T.a.v. Vera Haaksma**

**Auteur**

**Daniël De Greef**

**0628 797 383**

**daniel.de.greef@greenvis.nl**

**Datum**

**24-12-2019**

**Gecontroleerd**

**Johan Verheij**

**Kenmerk**

**GV19091-GUT-R01-Hernieuwbare  
warmtebronnen Utrecht**

# Samenvatting

**Gemeente Utrecht wil haar gebouwen op termijn verwarmen met hernieuwbare warmtebronnen. Een mooie doelstelling die gepaard gaat met een hoop vragen en onzekerheden. Welke bronnen zijn er beschikbaar, wanneer kunnen deze worden ontsloten en hoe geschikt zijn ze voor de Utrechtse uitgangssituatie?**

In deze studie verkennen we de mogelijkheden van geothermie, aquathermie, restwarmte en andere warmtebronnen voor de gemeente Utrecht. We scheppen inzicht in de eigenschappen van deze bronnen en hoe ze samenhangen met meer innovatieve technieken en individuele oplossingen. We geven per buurt een 'menukaart' van warmtebronnen en -oplossingen en laten zien waar mogelijk spanning ontstaat in de capaciteit van bodemenergie in het eerste watervoerend pakket. Tenslotte combineren we de opgedane inzichten tot hoogover scenario's naar een duurzaam verwarmde stad Utrecht en formuleren we bondige conclusies en beleidsadviezen voor de gemeente.



Daniël De Greef



Johan Verheij



Jaap de Keijzer



Ewald Slingerland



# Managementsamenvatting

De gemeente Utrecht streeft ernaar om zo snel mogelijk klimaatneutraal te zijn. Om dit te realiseren moet ook de verwarming van de gebouwde omgeving volledig klimaatneutraal gebeuren. Bovendien heeft de gemeente met de Regionale Energiestrategie en de Transitievisie Warmte ook de plicht om hiervoor een door de gemeenteraad<sup>1</sup> vastgesteld plan in te dienen bij de Rijksoverheid. Dertig procent van de huidige warmtevraag is anno 2019 aangesloten op een warmtenet, waarvan de voeding nog voor een groot deel fossiel is ingevuld. Voor de overige 70 procent moet een alternatief voor de aardgasketel worden gerealiseerd. Deze studie focust op collectieve, duurzame warmtebronnen in Utrecht, hun eigenschappen, locatie en potentie en hoe ze overeenkomen met de eigenschappen, locatie en omvang van de warmtevraag.

Of er voldoende duurzame collectieve warmtebronnen beschikbaar komen om de stad Utrecht te verwarmen hangt in grote mate af van een aantal onzekere triggers. In theorie is de potentie voldoende, maar een aantal economische en organisatorische factoren verkleinen deze potentie. Dit komt doordat de haalbaarheid van ontsluiting onzeker is en doordat er voor de meeste bron-afnemer combinaties een mismatch is in locatie, temperatuur en jaarprofiel. Er is tenslotte ook een interactie tussen de ontwikkeling van de bestaande warmte-infrastructuur en de behoefte aan/beschikbaarheid van hoge temperatuur warmtebronnen: hoe groter het net hoe meer behoefte, en hoe groter de beschikbaarheid hoe waarschijnlijker dat het net aanzienlijk uitbreidt.

De grote kandidaten voor collectieve, hernieuwbare, hoge temperatuur warmtebronnen zijn (ultra)diepe geothermie, industriële restwarmte en zonthermie. Elk hiervan kent zijn onzekerheden en het advies luidt om deze onzekerheden zo snel mogelijk te verkleinen en vervolgens, indien ze haalbaar blijken, te sturen op snelle ontsluiting van deze warmtebronnen. Daarnaast moeten leerervaringen worden opgedaan om bronnen op midden en lage temperatuur (grote kandidaten: ondiepe geothermie<sup>2</sup> en thermische energie uit oppervlaktewater) te benutten en lokaal te koppelen aan warmte-afnemers. Na deze leerfase kan de grote technische potentie maximaal worden benut. Deze rapportage bevat per buurt een 'shortlist' van warmtebronnen gematch aan warmtevraagsegmenten (opgedeeld per temperatuur), die kan worden gehanteerd als startpunt voor de uitwerking van wijkuitvoeringsplannen.

Bodemenergiesystemen kunnen worden ingezet als seizoensbuffering voor duurzame lage of middentemperatuur warmtebronnen. Bij grootschalig gebruik hiervan zal er spanning ontstaan op het eerste watervoerend pakket, aangezien enkel dit pakket momenteel benut mag worden in Utrecht. Er dient spoedig maar doordacht een transparant beleid gevormd te worden omtrent het wel of niet beschikbaar maken van het tweede watervoerend pakket voor bodemenergiesystemen. Deze duidelijkheid zal de werkelijke beschikbare capaciteit hiervan aanscherpen en faciliteert de optimale inpassing ervan in de stad.

---

<sup>1</sup> In het geval van de RES: de parlementen van alle gemeenten binnen de regio, de overlappende waterschappen en de provincie.

<sup>2</sup> Geothermie tussen 250 m en 2.000 m onder maaiveld. Niet hetzelfde als bodemenergiesystemen of WKO.

# Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Managementsamenvatting</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Inhoudsopgave</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1 Warmte in Utrecht   | 3         |
| 1.2 Deze studie   | 3         |
| 1.3 Leeswijzer  | 4         |
| <b>2 Duurzame warmtebronnen in Utrecht</b>                                | <b>6</b>  |
| 2.1 Utrechtse collectieve warmtebronnen: factsheets                       | 6         |
| 2.2 Utrechtse collectieve warmtebronnen: samenvatting                     | 15        |
| 2.3 Warmtebronnen voor het bestaande HT warmtenet                         | 17        |
| 2.4 Vergroten van de dekkingsgraad: buffering, vraagreductie en stooklijn | 20        |
| <b>3 Buurtanalyse – vraag en aanbod</b>                                   | <b>21</b> |
| 3.1 Aanpak buurtanalyse   | 22        |
| 3.2 Vraag: behoefte aan warmte in 2040                                    | 22        |
| 3.3 Koppeling van vraag en aanbod   | 23        |
| <b>4 Bodemenergie: rol en capaciteit</b>                                  | <b>27</b> |
| 4.1 Rol van open bodemenergiesystemen                                     | 27        |
| 4.2 Potentiële tekorten aan bodemenergie in Utrecht                       | 27        |
| <b>5 Scenario's naar een duurzaam verwarmde stad Utrecht</b>              | <b>29</b> |
| 5.1 Scenario's voor het bestaande HT warmtenet                            | 29        |
| 5.2 Scenario's voor gebouwen buiten het HT-warmtenet                      | 30        |
| 5.3 Bijzondere gebieden: bedrijventerreinen                               | 31        |
| <b>6 Conclusies</b>   | <b>32</b> |
| <b>7 Aanpak en methode</b>  | <b>33</b> |
| 7.1 Opstellen bronnenoverzicht  | 33        |
| 7.2 Opstellen Vesta MAIS input data                                       | 36        |
| 7.3 Buurtanalyse – vraag  | 36        |
| 7.4 Buurtanalyse – aanbod   | 38        |
| <b>Referenties</b>  | <b>40</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Warmte in Utrecht

De gemeente Utrecht streeft ernaar om zo snel mogelijk klimaatneutraal te zijn. Om dit te realiseren moet de verwarming van de gebouwde omgeving volledig duurzaam gebeuren. Bovendien heeft de gemeente de opdracht om samen met de andere gemeenten van regio U16 een Regionale Energiestrategie (RES) in concept op te leveren op 1 juni 2020<sup>3</sup>. Tenslotte wil de gemeente eind 2020 een transitievisie warmte (TVW) afgerond hebben. Een eerdere verkenning vanuit de RES geeft aan dat duurzame, hoge temperatuur warmtebronnen in de regio schaars zijn en dat alle bronnen zullen moeten worden aangesproken. Om inzicht te krijgen in de werkelijke potentie van deze bronnen en alle randvoorwaardelijke eigenschappen om een duurzaam en robuust energiesysteem te creëren, is meer inzicht in en overzicht over deze bronnen van belang.

De gebouwde omgeving in de gemeente Utrecht heeft een jaarlijkse warmtevraag<sup>4</sup> van ca. 8,3 PJ. Hiervan wordt anno 2019 ruwweg 2,5 PJ (29%) voorzien vanuit het warmtenet van Eneco, met een EOR van 1,5<sup>5</sup> (dus 0,8 PJ fossielvrij). Het overgrote deel van de overige warmtevraag wordt ingevuld met individuele gasketels. Dit betekent dat ca. 7,5 PJ jaarlijkse warmtevraag (90%) nog fossiel ingevuld wordt.

## 1.2 Deze studie

De combinatie van de grote verduurzamingsopgave en de urgente opdrachten van de gemeente (TVW & RES) leidt tot de behoefte aan een helder overzicht van de potentie van duurzame warmtebronnen in gemeente Utrecht. Deze studie geeft invulling aan deze behoefte. Er wordt een brede selectie aan warmtebronnen meegenomen, en voor elke bron worden een aantal kwantitatieve en kwalitatieve eigenschappen gerapporteerd. De geformuleerde doelen van deze studie zijn:

- Doel 1: Een compleet en helder overzicht van beschikbare hernieuwbare warmtebronnen voor haar gemeente;
- Doel 2: Inzicht in de mogelijke toepassing van deze warmtebronnen in de verschillende buurten;
- Doel 3: Inzicht in waar bodemenergiecapaciteit voldoende al dan niet voldoende aanwezig is;
- Doel 4: Bruikbare input genereren voor een gemeentelijke analyse met het Vesta MAIS model.

De aanpak was als volgt. In de eerste fase zijn landelijke, regionale en lokale informatiebronnen over diverse warmtebronnen geïnventariseerd. Waar onvolledig of niet voldoende diepgaand hebben we getracht om de ontbrekende info aan te vullen door eigen analyse-stappen en/of contact te leggen met de partijen achter data, onderzoeken of projecten. We hebben hierbij de volgende partijen betrokken:

- Gemeente Utrecht (algemene informatie restwarmtemogelijkheden)

---

<sup>3</sup> Definitieve oplevering RES is 1 april 2021

<sup>4</sup> Bron: Door Greenvis berekende warmtevraag o.b.v. BAG gegevens (peildatum januari 2019) en kengetallen die gevalideerd zijn aan werkelijk gasverbruik.

<sup>5</sup> Bron: Door Bureau Controle en Registratie van Gelijkaardigheidsverklaring gecontroleerde verklaring Equivalent opwekkingsrendement warmtenet Eneco 'Utrecht en Nieuwegein' t.b.v. NEN 7120, referentie nr. 20191386GGRVUW

- Deltares (potentie warmte uit oppervlaktewater)
- Engie (projecten LEAN – diepe geothermie – en GOUD – ultradiepe geothermie)
- Eneco (project warmte uit RWZI Overvecht; locatie & eigenschappen huidige warmtenet)
- Universiteit Utrecht (locatie en eigenschappen huidige warmtenet)
- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (eigenschappen warmte uit oppervlaktewater, afvalwater en drinkwater)

Fase 2 ging dieper in op de koppeling tussen vraag en aanbod, de rol van bodemenergiesystemen en scenario's naar een duurzaam verwarmde stad Utrecht.

### 1.3 Leeswijzer

Het projectresultaat bestaat uit de voorliggende rapportage en een aantal bijlagen:

- Bijlage A: Vergelijkingstabel warmtebronnen
  - De korte omschrijvingen in sommige cellen van deze tabel worden uitgebreider beschreven in de factsheets in deze rapportage.
  - *GV19091-BijlageA-Vergelijkingstabel warmtebronnen.pdf*
- Bijlage B: Buurttabel met per buurt inzicht in warmtevraageigenschappen, bronopties en bodembehoefte
  - *GV19091-BijlageB-Buurttabel met warmtevraag, bronopties en bodembehoefte.pdf*
- Bijlage C: Input data Vesta model
  - *GV19091-BijlageC-VestaInputData.zip*
- Bijlage D: GIS data die in dit project is gegenereerd
  - *GV19091-BijlageD-GIS Data.zip*
- Bijlage E: Diverse ondersteunende kaarten
  - *GV19091-BijlageE01-Overzichtskaart\_Geothermie.pdf*
  - *GV19091-BijlageE02-Overzichtskaart\_LTA.pdf*
  - *GV19091-BijlageE03-Overzichtskaart\_Rest- en biowarmte.pdf*
  - *GV19091-BijlageE04-Overzichtskaart\_Aquathermie.pdf*
  - *GV19091-BijlageE05-Overzichtskaart\_BestaandeHTwarmtenet.pdf*
  - *GV19091-BijlageE06-Overzichtskaart\_PercentageStadswarmte.pdf*
  - *GV19091-BijlageE07-Overzichtskaart\_PrognoseHTwarmtenet.pdf*
  - *GV19091-BijlageE08-Overzichtskaart\_Nieuwbouw.pdf*
  - *GV19091-BijlageE09-Overzichtskaart\_TypeWarmtevraag.pdf*
  - *GV19091-BijlageE11-Bronoptie\_D.Geo en UDG.pdf*
  - *GV19091-BijlageE12-Bronoptie\_LTA.pdf*
  - *GV19091-BijlageE13-Bronoptie\_ACLW, DE, Nedal, And. RW.pdf*
  - *GV19091-BijlageE14-Bronoptie\_Koelwarmte.pdf*
  - *GV19091-BijlageE15-Bronoptie\_TEO.pdf*
  - *GV19091-BijlageE16-Bronoptie\_TEA.pdf*
  - *GV19091-BijlageE17-Bronoptie\_TED.pdf*
  - *GV19091-BijlageE21-Overzichtskaart\_OBES berekening gemeente.pdf*
  - *GV19091-BijlageE22-Overzichtskaart\_Bodemcapaciteit.pdf*

De rapportage is als volgt opgebouwd.

Hoofdstuk 2 gaat in op duurzame collectieve warmtebronnen in Utrecht. Dit hoofdstuk bevat per bron in de scope een factsheet die in een oogopslag de belangrijkste kwantitatieve en kwalitatieve eigenschappen

van deze bron weergeeft. Het betreft zowel eigenschappen die specifiek in Utrecht gelden (potentie en locatie) als algemene eigenschappen over het concept (SWOT-analyse en technische eigenschappen). De factsheet kan worden gezien als een meer gedetailleerde en visueel sprekendere versie van de vergelijkingstabel in Bijlage A. In hoofdstuk 2 wordt ook ingegaan op de hoogover match tussen vraag en aanbod per temperatuurregime (sectie 2.2.1) en de tijdlijnen van de verschillende bronnen (sectie 2.2.2), en wordt een 'sturingsmatrix' opgesteld die de gemeente kan helpen bij het bepalen van beleid (sectie 2.2.3). Hoofdstuk 2 bevat tenslotte nog een lijst met warmtebronnen voor het bestaande HT warmtenet (sectie 2.3) en concepten die het bereik van duurzame bronnen groter kunnen maken (sectie 2.4).

Hoofdstuk 0 legt de koppeling tussen vraag en aanbod door enerzijds de warmtevraag te analyseren en te segmenteren naar locatie, temperatuur en vermogen. Anderzijds wordt per buurt een 'menukaart' van bronopties opgesteld op basis van locatie en temperatuur. Deze menukaart kan een kickstart zijn voor verdere verkenning van de warmtetransitie in de buurten.

Hoofdstuk 0 beschrijft de rol van bodemenergie in het warmtesysteem en gaat in op de behoefte aan en capaciteit voor deze systemen voor elke buurt in de gemeente.

In hoofdstuk 5 verkennen we een aantal hoofdscenario's naar een duurzaam verwarmde gemeente Utrecht.

Hoofdstuk 6 'Conclusies' vat de belangrijkste inhoudelijke conclusies samen en reikt een aantal adviezen aan de gemeente aan.

Hoofdstuk 7 'Aanpak en methode' geeft onderbouwing van de gevolgde aanpak om te komen tot de gerapporteerde resultaten.



## 2 Duurzame warmtebronnen in Utrecht

### 2.1 Utrechtse collectieve warmtebronnen: factsheets

# Diepe en ultradiepe geothermie

Binnen de gemeentegrenzen van Utrecht lopen momenteel twee geothermie onderzoekstrajecten: LEAN en GOUD (samen 'Warmtebron Utrecht'). LEAN kijkt naar diepe geothermie met boringen tussen de 2 en 4 kilometer, dit biedt een potentieel uitzicht van 15 MW<sub>th</sub> per doublet. Voor het GOUD project ligt de diepte geraamd tussen de 5 en 7 kilometer. Beide technieken bevinden zich in een voorstadium van onderzoek. LEAN heeft in 2020 proefboringen gepland, voor GOUD is dit nog niet bekend.

## LOCATIE

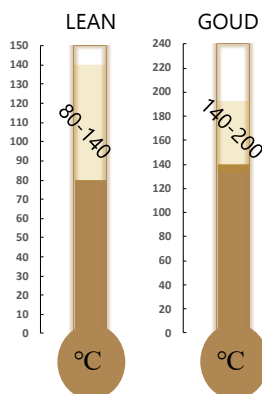
De zoekgebieden van zowel LEAN als GOUD zijn in de afbeelding hieronder weergegeven. Ook zijn de buurten aangegeven waar bovengronds voldoende beschikbare ruimte is om aanvullende boorlocaties te realiseren (zie technische eigenschappen). Hiervoor is stedelijkheid als maat voor beschikbare ruimte gehanteerd.



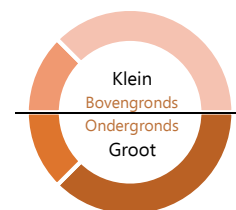
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- Beide geothermie bronnen bieden een **hoge aanvoertemperatuur** (> 80 °C). In het geval van ultradiepe biedt dit naast warmte ook andere benuttingsmogelijkheden (vb. elektriciteit).
- De **wamtelevering is constant**. Geothermie zal met name geschikt zijn om de **basislast** in te vullen.
- De bovengrondse **ruimtelijke impact** is tijdens exploitatie relatief klein. Tijdens realisatie is wel een significant site-oppervlak (grootteorde 0.5 tot 1 hectare per doublet) benodigd. De ondergrondse impact is groot (in de laag van onttrekking).

### Temperatuur



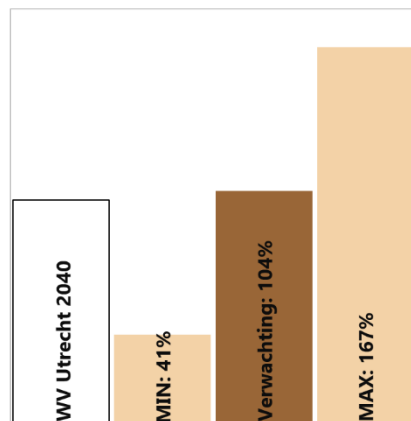
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

Om de totale technische potentie in te schatten is verder gekeken dan de projecten LEAN en GOUD. Als de ondergrond na proefboring geschikt blijkt, hangt de werkelijke potentie met name nog af van de hoeveelheid putten die gerealiseerd kan worden. Een realistische verwachtingswaarde voor de potentie van diepe en ultradiepe geothermie opgeteld is 7,9 TJ.

*Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.*



## SWOT ANALYSE

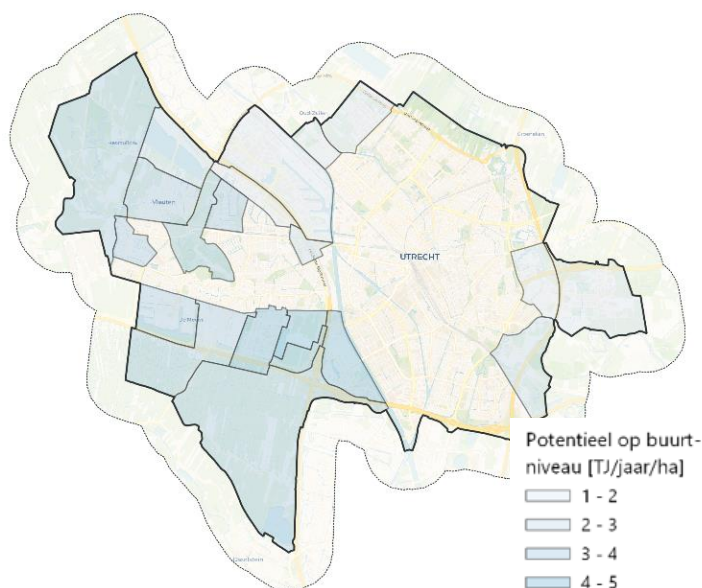
|        | Positief  | Negatief  |
|--------|---|---|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>COP:</b> Hoog rendement [1]</li> <li>▪ <b>Temperatuur:</b> Warmte en andere toepassingen mogelijk; direct leveren aan bestaande bouw [1]</li> <li>▪ <b>Economische potentie:</b> Hoge delta T, veel vermogen, lage kostprijs [1]</li> <li>▪ <b>Volwassen:</b> Volwassen techniek, vooral in GLT [1]; (niet voor ultradiepe)</li> <li>▪ <b>Ervaring:</b> Veel kennis bij Engie en Huisman vanuit buitenland [2]</li> </ul> | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Onzeker:</b> Potentie; permeabiliteit [1]</li> <li>▪ <b>Schaalgrootte:</b> Er is een grote schaalgrote nodig voor rendabel project (volloopriscio) [2]</li> <li>▪ <b>Financiering:</b> grote voorinvesteringen [1]</li> <li>▪ <b>Ervaring:</b> Nagenoeg geen precedenten in bestaande bouw [1]</li> </ul>  |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Technisch potentieel:</b> Gebieden zonder olie of gas in ondergrond [3]</li> <li>▪ <b>Kennis uit praktijk:</b> Proof of concept in bebouwde omgeving [1] [2]</li> <li>▪ <b>Locatie:</b> Nabij bestaand warmtenet [1]</li> <li>▪ <b>Subsidie:</b> SDE+/SDE++ (vanaf 2020) [1]</li> </ul>   | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Imago:</b> Publieke opinie [2]</li> <li>▪ <b>Organisatorisch:</b> complex vraagstuk [3]</li> <li>▪ <b>Contractering:</b> Meerdere vergunning trajecten (niet alle bekend) [4]</li> <li>▪ <b>Beleid:</b> SodM, beperkt risico [2]</li> <li>▪ <b>Concurrentie:</b> met andere basislastbronnen [2]</li> <li>▪ <b>Bijvangst:</b> risico op aardolie en -gas [1]</li> </ul> |
| Extern |   |   |

# Ondiepe geothermie (LTA)

Lage Temperatuur Aardwarmte (LTA) is een techniek die aardwarmte op dieptes tussen de 250 – 1500 meter onttrekt. De temperaturen van LTA variëren. Hoewel de techniek nagenoeg niet is toegepast op Nederlandse bodem, laten verschillende studies zien dat het potentieel aanzienlijk is. Voor de inzet van LTA zal in veel gevallen een warmtepomp nodig zijn om de benodigde temperaturen in de gebouwde omgeving te kunnen leveren (voor ruimteverwarming en/of tapwater).

## LOCATIE

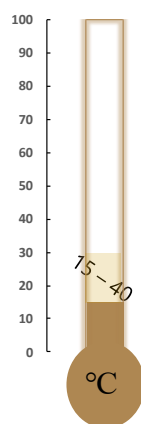
Op de afbeelding is op buurtniveau het potentieel voor LTA weergegeven, waarbij vier gradaties de hoeveelheid TJ per hectare per jaar laten zien. In buurten waar de stedelijkheid te hoog is, is uitgegaan van geen potentie omdat er geen ruimte is voor de realisatie van een bron.



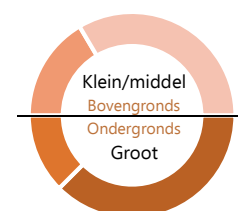
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- De temperatuur uitkoppeling is te laag voor het transportnet. Focus ligt op bestaand wijknet of een nieuw groot warmtenet. Schaalgrootte (+/- 3000 woningequivalenten) en snelle volloop van de afname zijn bij LTA belangrijk voor de financiële haalbaarheid van een project.
- De (bovengrondse) **ruimtelijke Impact** voor **realisatie** en **exploitatie** van de uitkoppeling is **klein/middel (afhankelijk van behoefte en eigenschappen warmtepomp)**. Ondergronds heeft de techniek impact in de laag van onttrekking.

### Temperatuur



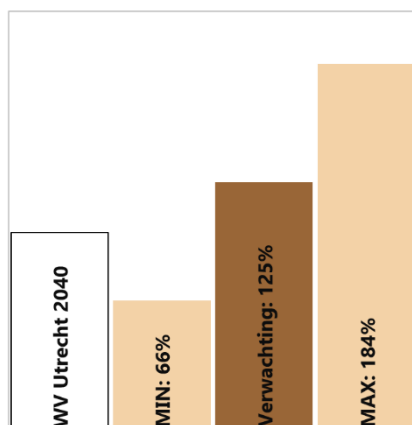
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

De gemiddeld verwachte warmteproductie bedraagt 9.500 TJ (5.000 - 14.000 TJ), dit behelst 125% (66-184) van de totale warmtevraag in de gebouwde omgeving van Utrecht. Het verwachte productievermogen bedraagt 600 MW<sub>th</sub> (range: 250 – 900; obv aanname 7 tot 20 bronnen per 10 km<sup>2</sup>), eigenschappen van de ondergrondse formaties zijn meegenomen.

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

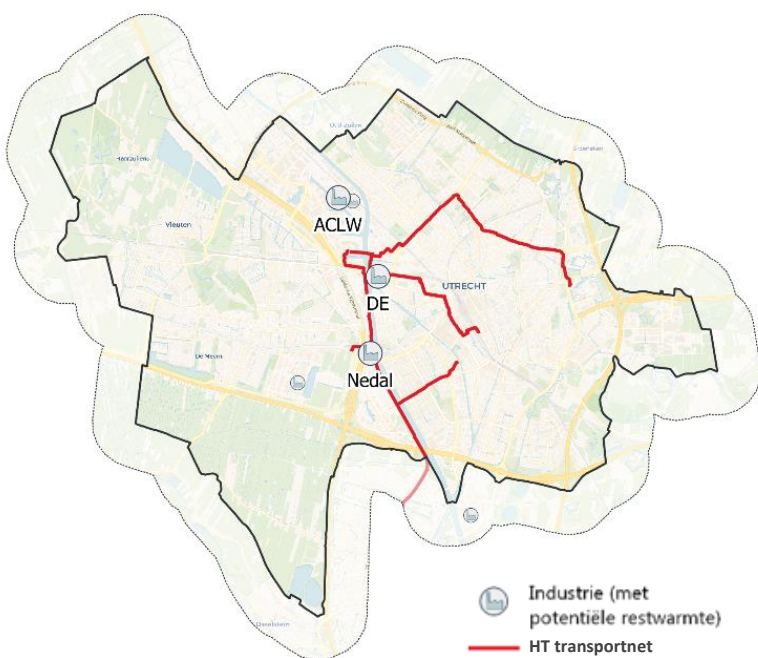
|        | Positief  | Negatief  |
|--------|---|---|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische combinatie:</b> Goed toepasbaar met LT verwarming [3]</li> <li><b>Technisch potentieel:</b> Groot [3]</li> <li><b>Locatie:</b> Locatie bron flexibel [3]</li> <li><b>Ruimtelijke impact:</b> Kleinschaliger dan diepe geothermie [3]</li> <li><b>Risico's:</b> Risico's kleiner t.o.v. diepe en ultradiepe geothermie [3]</li> </ul> | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Uitvoeringscapaciteit:</b> Bepaalde uitvoeringscapaciteit [3]</li> <li><b>Ervaring:</b> De techniek is onvolwassen; weinig boringen in Utrecht [3] [5]</li> <li><b>Zekerheid:</b> Veiligheidsrisico's lopen op met diepte; potentieel heeft lage zekerheid; minder geschikt voor utiliteit (voorbeeld: koudevraag) [3]</li> </ul>  |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ervaring:</b> Kostendaling door leercurves [1]</li> <li><b>Imago:</b> Geen diepe geothermie, geen industrie, relatief lokale toepassing [1]</li> <li><b>Technisch potentieel:</b> Gebieden zonder olie of gas in ondergrond [3]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [1]</li> </ul>  | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Waardering:</b> PEF elektra; BENG; PEF elektra landelijk gemiddeld [6]</li> <li><b>Organisatorisch:</b> complexe techniek [3]</li> <li><b>Beleid:</b> Twee vergunningsregimes: grens bij 500 m onder maaiveld [3]</li> <li><b>Economische potentie:</b> LTV vaak lage warmtevraagdichtheid [1]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ is beperkt, geen SDE++ &lt; 500 meter [1]</li> </ul> |
| Extern |   |   |

# Restwarmte (Douwe Egberts; Nedal & ACLW)

Binnen de gemeente grenzen van Utrecht zijn drie noemenswaardige restwarmtebronnen gevestigd: Douwe Egberts (DE), Nedal en de potentieel te bouwen asfaltcentrale Lage Weide (ACLW). Verder zijn er enkele overige restwarmtebronnen beschikbaar (vb. Van Heezik). In deze factsheet ligt vooral de focus op de drie benoemde restwarmtebronnen, omdat die de meeste potentie hebben. Met de komst van de SDE++ zijn restwarmtebronnen interessant voor de koppeling op een (eigen) warmtenet. Echter is de contractering een zwakte voor elke bron, omdat er vanuit de bedrijven vaak geen langdurige zekerheid kan worden geboden.

## LOCATIE

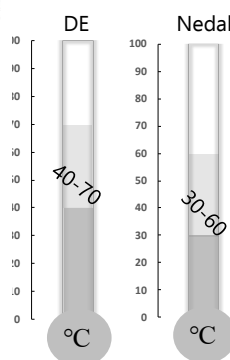
DE, Nedal en ACLW zijn op de afbeelding hieronder getoond. Aanvullend is het primaire leidingnet van Eneco weergegeven.



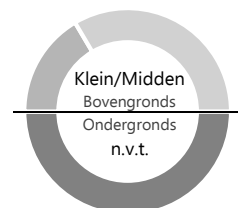
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- DE en Nedal hebben een te **lage temperatuur** voor het bestaande warmtenet van Eneco. Mogelijk kan de **retourleiding** of een nieuw lokaal warmtenet worden gevoed. ACLW biedt kansen voor het primaire warmtenet, echter is de preciese **uitkoppelingstemperatuur onbekend** (inschatting is wel hoge temperatuur), omdat de centrale nog gebouwd moet worden
- DE en Nedal zijn afhankelijk van het productieproces en dus **niet flexibel** inzetbaar. ACLW kan zowel als **basis- en pieklast** worden toegepast, waarbij de **biomassaverbranding** blijft leveren als er geen asfalt productie is (**flexibiliteit**).
- Er is geen ondergrondse **ruimtelijke Impact**. De bovengrondse uitkoppeling is **klein**, tenzij een centrale warmtepomp nodig is (**midden**).

### Temperatuur



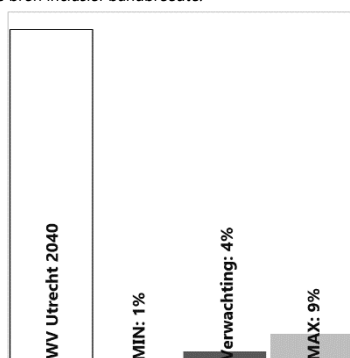
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

De hoeveelheid restwarmte bij DE en Nedal is niet nauwkeurig bepaald, maar o.b.v. grove data geschat op <50 TJ; en het vermogen op <5 MW<sub>th</sub>. De potentie van ACLW is veel groter en bedraagt 250 TJ (110 – 620), de onder- en bovengrens zijn bepaald o.b.v. de minimale productie uren resp. maximale draaiuren. Na realisatie is er 21 MW<sub>th</sub> opgesteld. Dit is 3,5% (1,5 – 8,0) van de totale warmtevraag.

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

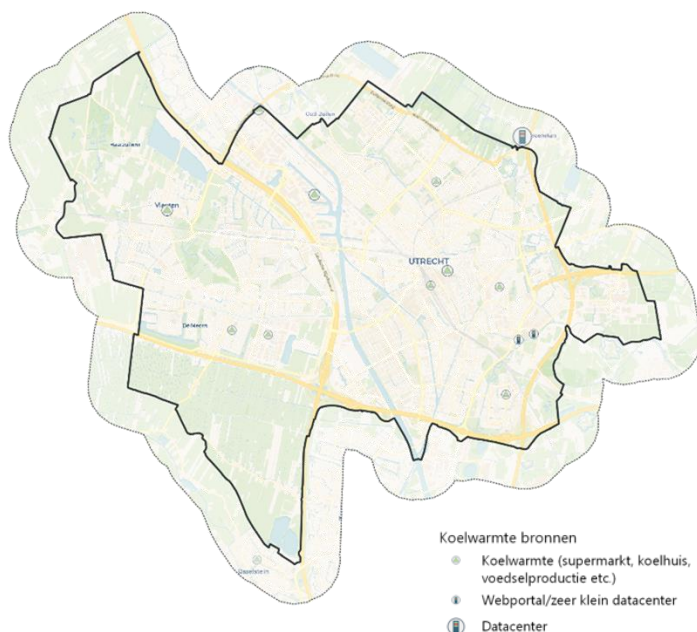
|        | Positief  | Negatief  |
|--------|---|---|
|        | <b>Sterktes</b>   | <b>Zwaktes</b>  |
| Intern | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Economisch potentie:</b> Intrinsiek goedkope warmte [1]</li> <li><b>Continuïteit:</b> Jaarprofiel is goed in te schatten [1]</li> <li><b>COP ACLW:</b> Hernieuwbare warmte (indien restproduct) [1]</li> <li><b>Economisch potentie ACLW:</b> In ontwerpfase rekening houden met uitkoppelen [1]</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Geografie:</b> Niet flexibele locatie, omringd door knelpunten [1]</li> <li><b>Concurrentie:</b> Interne efficiëntie verbeteringen i.r.t. verduurzaming [1]</li> <li><b>COP:</b> Invoeden bestaand warmtenet heeft temperatuursprong nodig [1]</li> <li><b>Contractering ACLW:</b> 12 jaar (SDE+ periode), geen lange leveringszekerheid &amp; moeilijke contractvorming [1] [4]</li> </ul> |
| Extern | <b>Kansen</b>   | <b>Bedreigingen</b>   |
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Geografie:</b> Locatie dichtbij warmtevraag; hoofdleiding Eneco [1]</li> <li><b>Imago:</b> Inzet biomassa i.c.m. restwarmte ACLW [1]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [1]</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Marktafhankelijk:</b> prijs &amp; duurzaamheid afhankelijk van ontwikkeling op de (asfalt) markt [1]</li> <li><b>Contractering:</b> Langdurige leveringszekerheid laag [4]</li> </ul>   |

# Koelwarmte & Datacenters

Koelwarmte en datacenters vormen een bron van laagwaardige restwarmte. Koelwarmte behelst met name (grotere) supermarkten en koel-/vrieshuizen. Deze kunnen vooral op buurtniveau een rol spelen in duurzame warmtevoorzieningen. In de gemeente Utrecht zijn drie kleine datacenters gelegen. Door hun constante jaarprofiel zijn zij interessant als restwarmtebron.

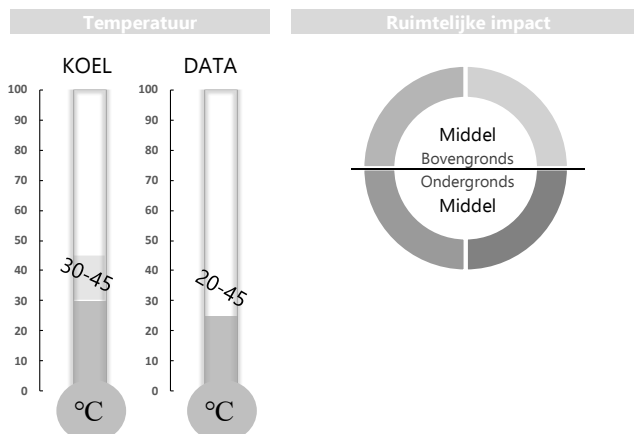
## LOCATIE

Binnen of nabij de gemeente Utrecht zijn er drie datacenters die potentie bieden om restwarmte te leveren (de grootste in het noordoosten net buiten de gemeentegrenzen). Voor koelwarmte zijn er 11 locaties weergegeven, waarvan één net buiten de gemeentegrens (IJsselstein).



## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

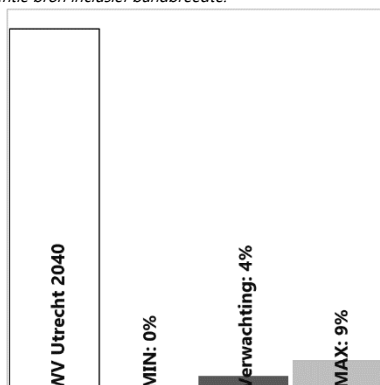
- Zowel koelwarmte als datacenters zijn **puntbronnen** met een **lage temperatuur**, dit maakt het met name geschikt voor een **nieuw lokaal** warmtenet.
- Er is een **constante warmtelevering**, dit betekent dat de bron optimaal als **basislast** kan worden ingezet.
- Zowel de boven- als ondergrondse **ruimtelijke impact** van het toepassen van deze restwarmte is **middelgroot**. Dit heeft te maken met dat in veel gevallen een warmtepomp nodig is voor het opwaarderen van de temperatuur. Soms is (ondergrondse) seizoensopslag voordelig.



## TECHNISCHE POTENTIE

Koelwarmte heeft een verwachte technische potentie van 280 TJ (bandbreedte 0-560 TJ). Dit is 0 – 7,5% van de totale warmtevraag. Het vermogen bedraagt 0-26 MW<sub>th</sub> (o.b.v. 6000 vollasturen). Voor datacenters is de verwachte technische potentie 75 TJ (30-120 TJ; obv de warmteatlas). Dit is 0,3 – 1,3% van de totale warmtevraag. Het vermogen bedraagt 1-4 MW<sub>th</sub> (o.b.v. 8760 vollasturen).

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

|        | Positief   | Negatief  |
|--------|--|---|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Continuïteit:</b> Constant profiel [1]</li> <li>▪ <b>Economisch potentie:</b> Elektra gebruik vanuit datacenters [1]</li> <li>▪ <b>Technisch potentieel:</b> Geschikt als WKO regeneratie bron (koelwarmte); toekomstbestendig [1]</li> <li>▪ <b>Ruimtelijke impact:</b> Lokale oplossing [1]</li> </ul>   | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>COP:</b> Relatief lage aanvoertemperatuur [1]</li> <li>▪ <b>Contractering:</b> In het algemeen een moeilijke contractvorming [1]</li> </ul>  |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Imago:</b> Duurzaam concept [1]</li> <li>▪ <b>Zekerheid:</b> Toekomst minder supermarkten, wel groter; stabiele markt [1]</li> <li>▪ <b>COP:</b> Lucht naar vloeistof koelen (hogere koeling temp datacenter) [1]</li> <li>▪ <b>Koudeprijs DC:</b> Datacenters bereid te betalen voor koeling uit warmtenet (= beleid Dutch Datacenter Association) [1]</li> <li>▪ <b>Subsidie:</b> SDE++ [1]</li> </ul> | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Concurrentie:</b> Eigen hergebruik van restwarmte (koelwarmte) [1]</li> <li>▪ <b>Concurrentie:</b> Koelen met drinkwater (datacenters), dit maakt gebruik restwarmte niet mogelijk [1]</li> <li>▪ <b>Zekerheid:</b> Toekomst van datacenters [1]</li> </ul> |
| Extern |  |   |

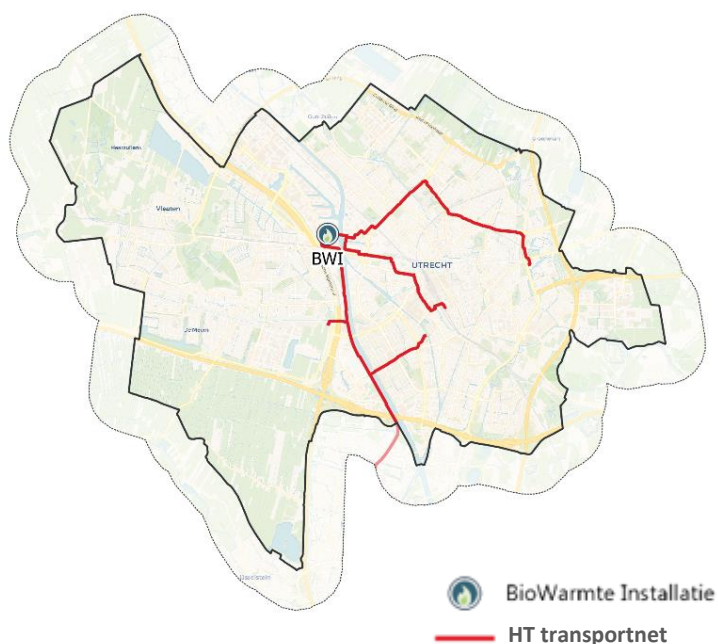


## Biomassacentrale (warmtenet Eneco)

Warmte uit biomassaverbranding is een volwassen technologie, maar er hangen voorwaarden aan de duurzaamheid ervan op grote schaal. Binnen de gemeente Utrecht wordt biomassa toegepast om het warmtenet van Eneco te voeden. Het totaal opgestelde vermogen na realisatie van fase 2 bedraagt 60 MW<sub>th</sub> en de bron bevindt zich op het industrieterrein Lage Weide. Het financieel toekomstperspectief voor biomassa is vooral afhankelijk van hoe de subsidieregeling en andere hoogwaardige duurzame bronnen zich ontwikkelen. Biomassa is dan wel fossielvrij, de duurzaamheid ervan dient sterk te worden bewaakt, om te voorkomen dat er alsnog milieu- en klimaatschade optreedt.

### LOCATIE

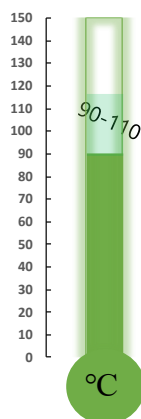
De biomassacentrale bevindt zich op het industrieterrein de Lage Weide waar de biomassawarmte wordt ingevoedt op het transportnet van Eneco. Op de afbeelding hieronder is ook het primaire transportnet van Eneco weergegeven.



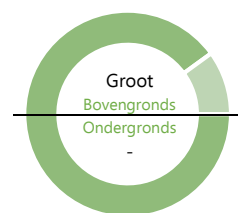
### TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- De invoeding van Biowarmte is geschikt voor het **transportnet** vanwege de **hoge temperatuur** en de **locatie** van de bron.
- Biowarmte kan technisch prima fungeren als basis- én pieklast. Anno 2020 is inzet als basislast voor een exploitant gunstiger vanwege de **SDE+ subsidie** die veel vollasturen belooft. Als deze regeling in de toekomst verdwijnt/wordt afgebouwd is er minder incentive, zal de bron vaker **flexibel** als pieklast worden ingezet.
- De (bovengrondse) **ruimtelijke impact** van nieuwe centrales is **groot**. Ondergronds is er geen ruimtelijke impact.

#### Temperatuur



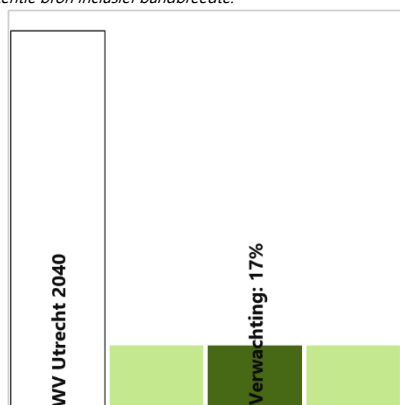
#### Ruimtelijke impact



### TECHNISCHE POTENTIE

De warmteproductie uit biomassa na realisatie van de 2<sup>e</sup> fase van de BWI bedraagt 1300 TJ. Het vermogen is dan 60 MW<sub>th</sub> (6000 vollasturen). Er is geen extra biomassapotentie meegenomen, omdat de potentie van al het lokaal beschikbaar resthout nagenoeg gelijk is aan de productie van de BWI (bron: Nationaal Georegister).

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



### SWOT ANALYSE

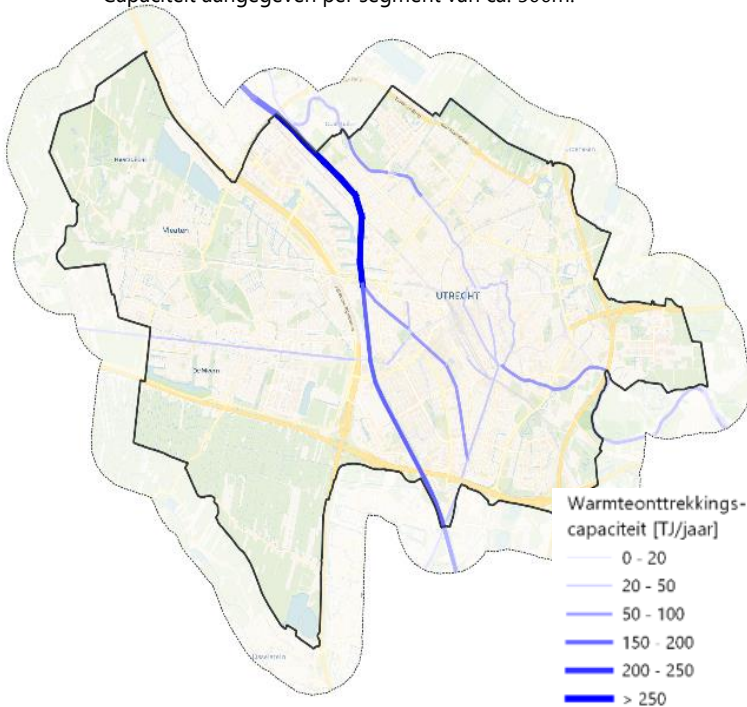
|        | Positief  | Negatief  |
|--------|---|---|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Continuïteit:</b> Flexibele productie [1]</li> <li><b>Technisch potentieel:</b> Hoge temperatuur – breed inzetbaar; volwassen technologie [1]</li> <li><b>Langdurige levering:</b> Fase 1 Eneco reeds operationeel [1]</li> </ul> | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Waardering:</b> Duurzaamheid afhankelijk van volledige supply chain [1]</li> <li><b>Ruimtelijke impact:</b> Groot (installatie plus hulpsystemen, impact op verkeer voor aanvoer van brandstof, ..) [1]</li> </ul> |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [1]</li> </ul>  | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Imago:</b> Duurzaamheid staat ter discussie (negatieve media aandacht) [1]</li> <li><b>Financiering:</b> Prijs van biobrandstof [1]</li> </ul>  |
| Extern |   |   |

# Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)

In de Nederlandse delta is veel oppervlaktewater beschikbaar. In theorie overtreffen thermische mogelijkheden van dit water de totale warmtevraag van Nederland. Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is met name interessant voor gebieden waar de warmtevoorziening ingevuld kan worden met temperaturen lager dan 70 °C. Belangrijke eigenschappen zijn de zeer lage brontemperatuur (12 – 20 °C) en de noodzaak van seizoensbuffering (met name WKO) om de techniek efficiënt in te zetten in de winter.

## LOCATIE

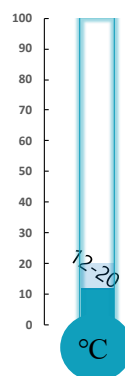
In Utrecht bieden met name het Amsterdam-Rijnkanaal en het Merwedekanaal relatief veel potentie voor energie uit oppervlaktewater op grote collectieve schaal. Andere waterlichamen zijn kleiner en meer verspreid door de gemeente. Capaciteit aangegeven per segment van ca. 500m.



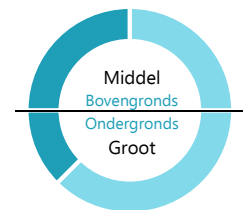
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- TEO is met name geschikt voor het leveren van **basislast** warmte, vanwege de gelijkmatige afgifte en omdat het dimensioneren van een warmtepomp voor piekaanvoer relatief duur is.
- Het voeden van een HT transport-/distributienet met TEO (+ seizoensopslag) is vanwege de **lage temperatuur** suboptimaal, maar technisch gezien wel mogelijk. Nieuwe, **lokale netten** met TEO bieden als primaire energiebron mooie kansen.
- Meerdere systemen kunnen met elkaar verbonden worden tot een groter systeem.
- De (bovengrondse) **ruimtelijke impact** is **middelgroot** (afhankelijk van te leveren vermogen); er is een significant ondergronds opslagvolume noodzakelijk en een industriële warmtepomp is in de meeste gevallen nodig.

### Temperatuur



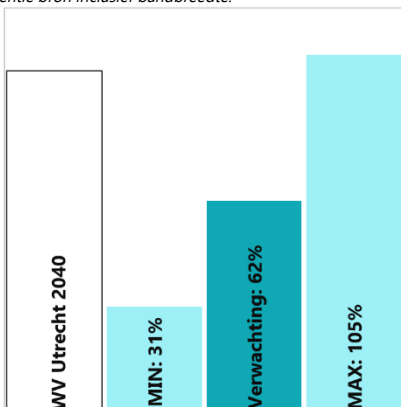
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

De potentie van TEO is 4700 TJ (2350 – 7950). Waarbij het Amsterdam-Rijnkanaal en Merwedekanaal 4700 TJ (435 MW<sub>th</sub>) bijdragen en de rest van de significante wateren 3250 TJ (300 MW<sub>th</sub>). Het maximale vermogen is 735 MW<sub>th</sub> (220-740), bepaald o.b.v. 3000 vollasturen.

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

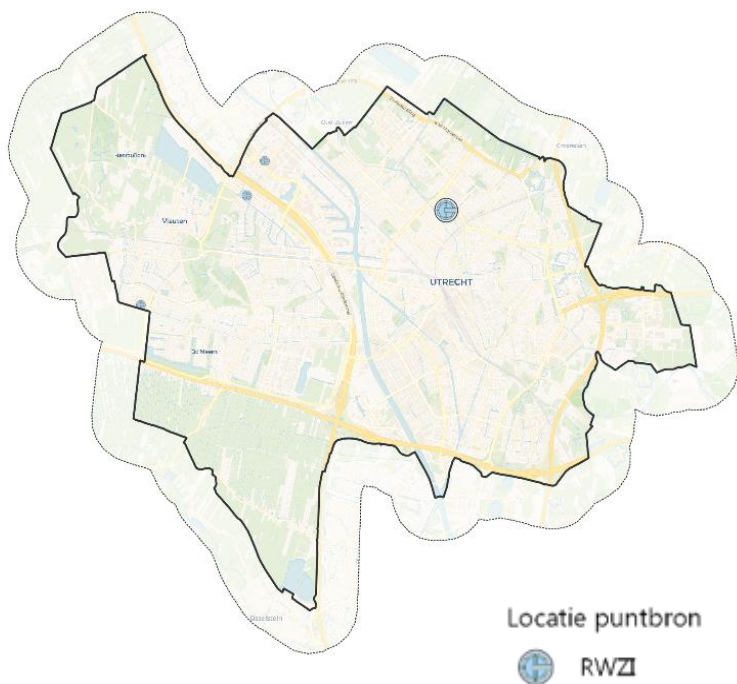
|        | Positief   | Negatief   |
|--------|--|--|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ecologie:</b> Gunstig voor ecologie [7]</li> <li><b>Adaptatie:</b> Positieve invloed hittestress stedelijk gebied [7] [8]</li> <li><b>Theoretische potentieel:</b> Groot [9]</li> <li><b>Waardering:</b> Intrinsiek duurzame warmte [7] [1]</li> </ul> | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische potentieel:</b> Onzeker [7]</li> <li><b>Technische combinaties:</b> Combinatie met seizoensbuffering noodzakelijk [1]</li> <li><b>Ervaring:</b> Weinig voorbeelden als bron wijkverwarming [7] [1]</li> <li><b>Geografie:</b> Niet mogelijk in waterwingebieden [1]</li> <li><b>COP:</b> Veel hulpenergie nodig voor toepassing op MT of HT [7]</li> </ul> |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische combinaties:</b> Te koppelen aan koude levering [3]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [8]</li> </ul>  | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ervaring:</b> Potentiële exploitanten nog weinig ervaring [1]</li> <li><b>Financiering:</b> (nog) geen breed geaccepteerd &amp; gekend verdienmodel [7]</li> <li><b>Beleid:</b> Er zijn nog geen wetten, enkel richtlijnen [1]</li> </ul>  |
| Extern |  |  |

# Thermische Energie uit Afvalwater (TEA)

Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) is een relatief nieuwe techniek die energie benut uit het riool, rioolgemalen, persleidingen en rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). In theorie voorziet het potentieel in Utrecht de huidige warmtevraag voor 6%. Een belangrijke eigenschap voor deze techniek is de zeer lage brontemperatuur (8 – 20 °C). De wijk Overvecht zal op korte termijn starten met de levering van TEA op het wijknet van Eneco (niet op het transportnet).

## LOCATIE

In Utrecht zijn in de Meern, Overvecht, Leidsche Rijn en Maarssebroek RWZI's te vinden. De locatie Overvecht zal volgend jaar van start gaan met het invoeden van restwarmte op het bestaande wijknet.

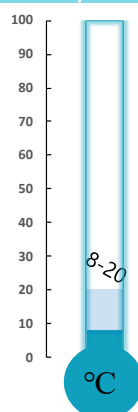


Locatie puntbron  
RWZI

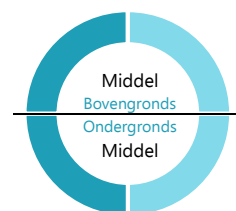
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- TEA is met name geschikt voor het leveren van **basislast** warmte, vanwege de gelijkmatige afgifte en omdat het dimensioneren van een warmtepomp voor piekafvoer relatief duur is.
- Vanwege de **lage temperatuur** is TEA niet geschikt voor het voeden van een transportnet (hogere temperatuur dan wijknet). Wel kan het gekoppeld worden aan (bestaande) wijknetten of een nieuwe, **lokaal warmtenet**.
- De (bovengrondse) **ruimtelijke impact** is **middelgroot** (centrale warmtepomp vaak noodzakelijk); soms is seizoensopslag een voordeel en een industriële warmtepomp in de meeste gevallen nodig.

### Temperatuur



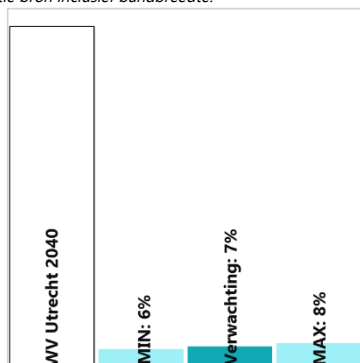
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

De verwachte potentie is ca. 500 TJ (440-570), dit is gelijk aan het potentieel uit de RWZI Utrecht. De bovengrens is berekend door ook de andere, kleinere RWZI's in Utrecht mee te nemen. Het verwachte vermogen is 31 MW<sub>th</sub> (31-40), bepaald o.b.v. 4000 vollasturen [10].

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

|        | Positief  | Negatief  |
|--------|---|---|
| Intern | <b>Sterktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Waardering:</b> Intrinsiek duurzame warmte [1]</li> <li><b>Continuïteit:</b> Temperatuur ook in de winter geschikt voor onttrekking [1]</li> <li><b>Theoretische potentieel:</b> Groot [1] [8]</li> <li><b>Langdurige levering:</b> Warmte langjarig beschikbaar [7]</li> </ul> | <b>Zwaktes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Robuustheid:</b> Onbekend hoe TEA over het jaar levert (back up nodig?) [7]</li> <li><b>Ervaring:</b> Weinig ervaring als bron wijkverwarming [7]</li> <li><b>COP:</b> Energie nodig om warmte uit het afvalwater te halen [7]</li> <li><b>Technische limiet:</b> toegestane warmte-onttrekking vóór RWZI is beperkt wegens negatieve invloed op zuiveringsproces [8]</li> </ul> |
|        | <b>Kansen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische combinaties:</b> Te koppelen aan koude levering [7] [1]</li> <li><b>Technische combinaties:</b> Meerdere bronnen op warmtenet aan te sluiten [7] [1]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [8]</li> </ul>  | <b>Bedreigingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ervaring:</b> Potentiële exploitanten nog weinig ervaring [7]</li> <li><b>Financiering:</b> (nog) geen verdienmodel [7]</li> <li><b>Beleid:</b> Er zijn enkel richtlijnen, nog geen wetten [1]</li> </ul>   |
| Extern |   |   |

# Thermische Energie uit Drinkwater (TED)

Thermische Energie uit Drinkwater (TED) is naast TEA en TEO een derde vorm van aquathermie. Bij de afkoeling van het drinkwater komt namelijk warmte vrij die vervolgens kan worden ingezet in de gebouwde omgeving. Echter zijn er momenteel weinig projecten gerealiseerd die deze techniek toepassen. De potentie voor de gemeente Utrecht is relatief groot in vergelijking met andere gebieden, vanwege het doorkruisen van de WRK leiding van Nieuwegein naar duinen (NH). Schattingen voor landelijk potentieel liggen op 1.4% van de huidige warmtevraag in de gebouwde omgeving (4 – 6 PJ).

## LOCATIE

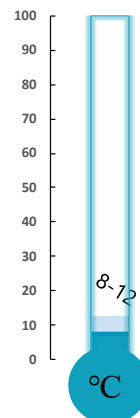
De belangrijkste potentiële bron voor TED is de drievoudige leiding van Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK). Onderstaande kaart laat de locatie zien van deze drinkwaterleidingen die door de gemeente liggen.



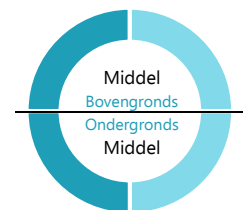
## TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- TED is met name geschikt voor het leveren van **basislast** warmte, vanwege de gelijkmatige afgifte en omdat het dimensioneren van een warmtepomp voor piekaanvoer duur is.
- Vanwege de **lage temperatuur** is TEA niet geschikt voor het voeden van een transportnet. Wel kan het gekoppeld worden aan (bestaande) wijknetten; nieuwe, **lokale energiesystemen** bieden als primaire energiebron mooie kansen.
- De (bovengrondse) **ruimtelijke impact** is **middelgroot** vanwege de waarschijnlijke noodzaak aan een warmtepomp; gezien de lage temperatuur in de winter is (ondergrondse) seizoensopslag noodzakelijk.

### Temperatuur



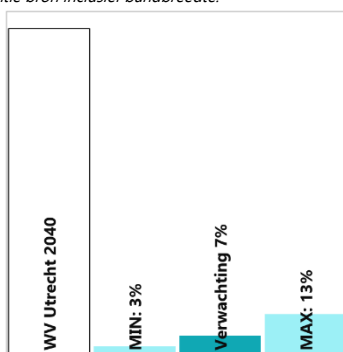
### Ruimtelijke impact



## TECHNISCHE POTENTIE

De verwachte potentie is ca. 500 TJ (250-1000), berekend o.b.v. data van Waternet en een werkingsperiode van 4 maanden (bandbreedte 2-8 maanden). Het maximale vermogen is 48 MW<sub>th</sub> (obv de som van drie waterleidingen in Utrecht; gemiddelde debieten (m<sup>3</sup>/uur) en 5 °C uitkoeling water).

Dekkingsgraad warmtevraag (prognose 2040) door technische potentie bron inclusief bandbreedte.



## SWOT ANALYSE

|        | Positief   | Negatief  |
|--------|--|---|
|        | Sterktes   | Zwaktes   |
| Intern | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Geografie:</b> In drinkwatergebieden wel mogelijk (WKO niet) [1]</li> <li><b>Waardering:</b> Intrinsiek duurzame warmte [1]</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische potentieel:</b> Laag [7]</li> <li><b>COP:</b> Veel energie nodig om warmte uit het water te halen [11]</li> <li><b>Continuïteit:</b> Temperatuur ook in winter geschikt voor onttrekking [12]</li> <li><b>Regionale bron:</b> Gemeente-overstijgende aftemming nodig (via Waternet en PWN).</li> </ul> |
| Extern | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Technische combinaties:</b> Te koppelen aan koude levering [1]</li> <li><b>Subsidie:</b> SDE++ [8]</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ervaring:</b> Potentiële exploitanten nog weinig ervaring [7]</li> <li><b>Financiering:</b> (nog) geen verdienmodel [1]</li> </ul>  |
|        | Kansen   | Bedreigingen  |



## 2.2 Utrechtse collectieve warmtebronnen: samenvatting

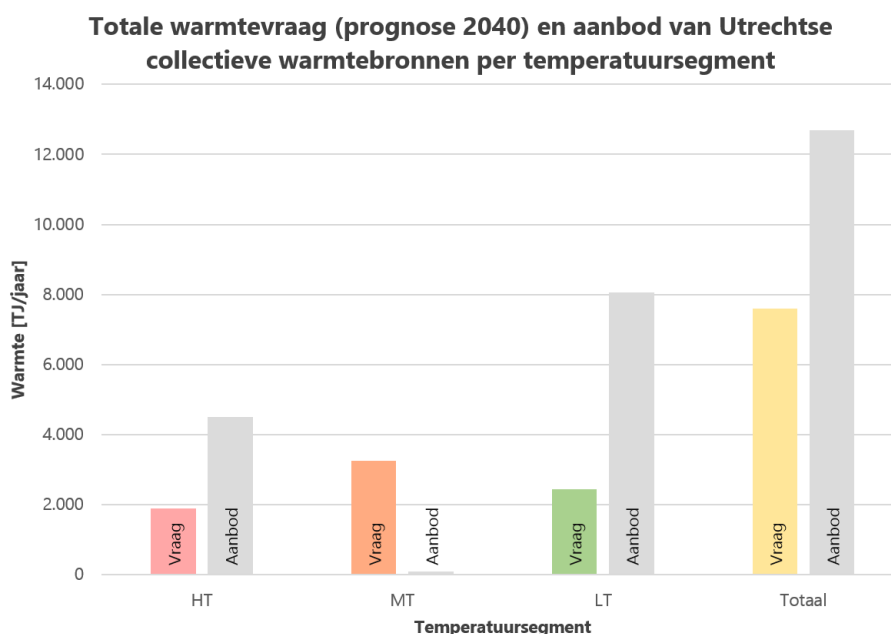
In de factsheets is ingezoomd op kwantitatieve en kwalitatieve eigenschappen per bron. Om een helder beeld te krijgen van het totale technische potentieel van alle bronnen en de beschikbaarheid van de bronnen in de tijd, volgt hieronder een korte samenvatting.

### 2.2.1 Totaal technisch potentieel warmteaanbod

De technische potenties van alle bronnen uit de factsheets zijn bij elkaar opgeteld en opgedeeld in 3 temperatuursegmenten. Voor deze segmenten zijn de temperatuur in de tabel hieronder als grens gebruikt.

| Brontemperatuur | Benaming |
|-----------------|----------|
| > 70°C          | HT       |
| 50 tot 70 °C    | MT       |
| < 50 °C         | LT       |

De prognose van de warmtevraag voor 2040 is ook opgesplitst in deze temperatuursegmenten. De uitgangspunten voor de opsplitsing van de warmtevraag in de 3 verschillende temperatuursegmenten worden verder toegelicht in hoofdstuk 3.2.



*Figuur 1. Totaal van warmtevraag van de gebouwde omgeving (prognose 2040) en totaal potentieel warmteaanbod van alle Utrechtse collectieve warmtebronnen per temperatuursegment. Het totaal van warmteaanbod is gebaseerd op de getallen in de factsheets (en bijlage A), er is hier uitgegaan van de ondergrens van de bandbreedte van de technische potentie. In gunstige gevallen is een hoger technische potentie dus mogelijk. Let wel op dat deze visualisatie nog geen rekening houdt met de match tussen vraag en aanbod op gebied van locatie, temperatuur en profiel. Deze match maken we later in de buurtanalyse wel.*

Het aanbod van MT-bronnen in bovenstaand figuur is erg laag doordat er een vrij krappe temperatuurrange is gebruikt voor dit segment. Dit betekent echter niet dat de MT-warmtevraag niet kan worden voorzien met collectieve warmtebronnen binnen de gemeente Utrecht. Het is bijvoorbeeld goed mogelijk om een LT-bron i.c.m. een elektrische warmtepomp in te zetten om te voorzien in MT-warmtevraag. Zie voor een verdere toelichting hiervan ook sectie 3.3.3.

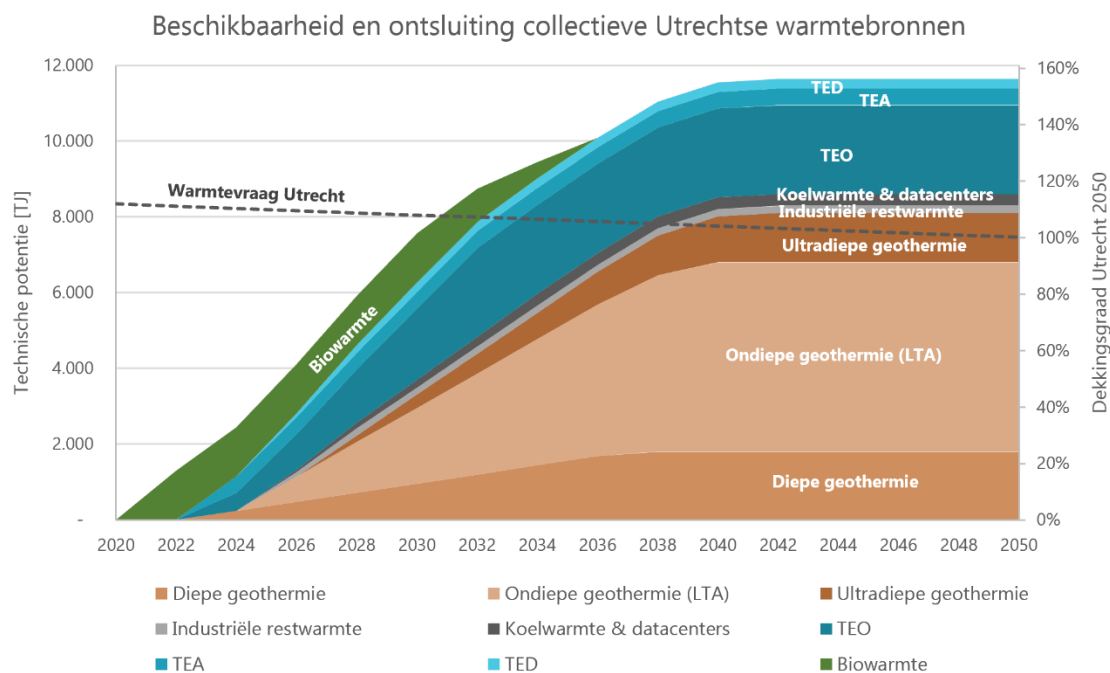
Een belangrijker opmerking over productie (TJ's in een jaar) versus vermogen (MW's opgesteld vermogen) is: voldoende productie betekent niet automatisch voldoende vermogen, vanwege een mogelijke (en in veel gevallen reële) mismatch van piekvraag en -aanbod (cfr. winterpiek). Er moet dus nog iets extra 's gebeuren: extra piekbronnen (zie ook sectie 2.3), buffering en/of isolatie (zie ook sectie 2.4). Het



kwantitatief maken hiervan is een analysestap die nog gemaakt dient te worden en buiten de scope van dit onderzoek valt.

### 2.2.2 Wanneer komen de bronnen beschikbaar?

Deze warmtebronnen zullen op verschillende momenten en met variërende opschaaftijden in de toekomst beschikbaar komen in de toekomst. Om een beeld te geven bij een realistische evolutie volgt hieronder een tijdlijn waarin de verschillende potentiële Utrechtse collectieve warmtebronnen terugkomen. Het uitgangspunt is dat de deal-breakers niet plaatsvinden en dat de gemeente vanaf 2020 binnen haar invloedssfeer maximaal regie gaat uitvoeren om deze bronnen beschikbaar te maken. Deal-breakers zijn bijvoorbeeld een negatieve uitkomst van de geothermische proefboringen of het niet bereiken van een levercontract met restwarmtebronnen.



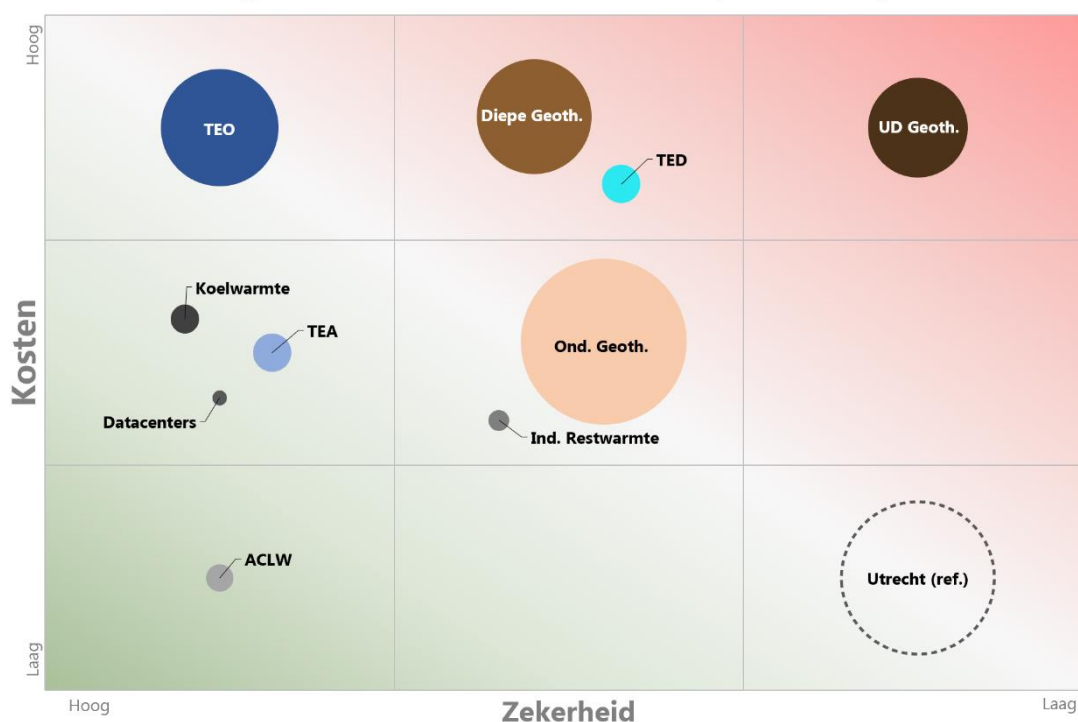
*Figuur 2. Indicatieve tijdlijnen voor het beschikbaar komen van de verschillende Utrechtse collectieve warmtebronnen. Er is uitgegaan van de ondergrens van de bandbreedte van de technische potentie. In gunstige gevallen is een hoger technische potentie dus mogelijk. Let wel op dat deze visualisatie nog geen rekening houdt met de match tussen vraag en aanbod op gebied van locatie, temperatuur en profiel. Er wordt m.a.w. vanuit gegaan dat bijv. seizoensbuffering zoals WKO optimaal gebeurt zodat de volledige potentie van TEO benut kan worden. Deze match maken we later in de buurtanalyse wel.*

Deze tijdlijnen zijn opgebouwd uit een combinatie van informatie uit onderzoeken/interviews en aannames op basis van de expert judgement van Greenvis. In het geval van Biowarmte is de prognose dat deze langzaam zal worden uitgefaseerd na het aflopen van de SDE+ subsidie in resp. 2030 en 2032.

### 2.2.3 Sturingsmatrix Utrechtse warmtebronnen

Op basis van de verzamelde informatie uit deze studie kan een sturingsmatrix voor de Utrechtse warmtebronnen worden gevuld. Hierin is in een oogopslag duidelijk hoe de verschillende bronnen zich tot elkaar verhouden op gebied van kosten, zekerheid en schaal. Grote warmtebronnen die nog onzeker zijn (rechtsboven) verdienen op basis van deze afweging bijzondere aandacht van de gemeente.

### Sturingsmatrix - kwalitatief overzicht van kosten, zekerheid en potentie



Figuur 3. De grootte van elke 'cirkel' schaal met het technische potentieel<sup>6</sup> van deze warmtebron. Alle bronnen zijn beoordeeld op kosten (laag-gemiddeld-hoog) en zekerheid (laag-gemiddeld-hoog). Alle bronnen die in eenzelfde vakje van het 3x3 grid vallen hebben dezelfde beoordeling gekregen (discrete, dus geen continue, assen). De kosten slaan op totale systeemkosten om de warmte op een bruikbaar temperatuurniveau te brengen voor de meeste gebouwen. Afkortingen: UD Geoth.: Ultradiepe geothermie. TEO: Thermische energie uit oppervlaktewater. TED: TE uit drinkwater. TEA: TE uit afvalwater; ACLW: Asfaltcentrale Lage Weide.

### 2.3 Warmtebronnen voor het bestaande HT warmtenet

Het bestaande HT net levert jaarlijks 2.450 TJ aan warmte in Utrecht. De voeding van dit net is nu nog grotendeels fossiel en zal op termijn fossielvrij moeten worden. Het voeden met duurzame bronnen kan op twee manieren:

- Primair, op zeer hoge temperatuur (90 - 110 °C). In dit geval wordt de warmte beschikbaar gemaakt voor alle gebouwen aangesloten op alle secundaire netten.
- Secundair, op hoge temperatuur (ca. 70-75 °C). In dit geval wordt de warmte beschikbaar gemaakt voor alle gebouwen aangesloten op secundaire net waarop wordt ingevoed. Indien de temperatuur van de bron voldoende hoog kan worden gemaakt, is het ook mogelijk om in de andere richting primair in te voeden (zoals bij de warmtepomp bij RWZI Overvecht zal gebeuren).

Bronnen die geschikt zijn voor het invoeden op het bestaande HT net zijn:

<sup>6</sup> Om precies te zijn: met de vierkantswortel van de gemiddelde verwachtingswaarde van de technische potentie. Er is gekozen voor de vierkantswortel-schaling omdat anders de kleinste bronnen slecht zichtbaar zouden zijn.

Tabel 1: Lijst van bronnen die mogelijk geschikt zijn voor het voeden van het bestaande HT warmtenet. Bronnen met een sterretje (\*) zijn opgenomen in de factsheets en de vergelijkingstabel in bijlage A.

| Bron   | Technische potentie                     | Temperatuur | Gesch. voor basis/piek |
|--|---|-------------|------------------------|
| <b>Diepe en ultradiepe geothermie<sup>7,*</sup></b>              | 3.000-13.000 TJ                         | HT          | Basis                  |
| <b>Asfaltcentrale Lage Weide*</b>                                | 110 – 620 TJ                            | HT          | Basis & piek           |
| <b>Biowarmte*</b>  | 1.300 TJ                                | HT          | Basis & piek           |
| <b>Thermische energie uit afvalwater (RWZI OV)<sup>8,*</sup></b> | 440 – 570 TJ                            | LT          | Basis                  |
| <b>Zonthermie</b>  | 5.000 – 25.000 TJ <sup>9</sup>          | HT          | Basis en piek          |
| <b>Elektrische boilers (P2H)</b>                                 | Erg afhankelijk van elektriciteitsmarkt | HT          | Piek                   |
| <b>HT warmtepompen (P2H)</b>                                     | Niet bepaald                            | HT          | Basis                  |
| <b>Duurzaam gas (biogas/waterstof)</b>                           | Erg onzeker                             | HT          | Piek                   |

Om de winterpiek en/of kortere onderbrekingen in de warmtetoevoer (bijv. wolken bij zonthermie) te overbruggen kan inzet van grootschalige HT buffering erg aantrekkelijk zijn. Hoe aantrekkelijk hangt af van de eigenschappen van de uiteindelijke bronnenmix.

Hieronder bespreken we een aantal warmtebronnen die in Utrecht (nog) geen specifieke rol spelen, noch een bijzondere omstandigheden kent. Daarom worden ze meer in hun algemeenheid besproken.

### 2.3.1 Zonthermie

Zonthermie levert voornamelijk warmte gedurende de zonnige periodes vanaf circa april t/m september. Er zijn twee hoofdtypen collectoren, vlakke platen en vacuumbuizen. In grote veldopstellingen worden veel vlakke platen gebruikt (bijv. in Almere in het project Zoneiland), deze zijn goedkoper maar presteren ook minder. Vacuumbuizen worden veel voor zonneboilers bij huishoudens toegepast, deze kosten meer maar leveren ook meer warmte op. Met name in de winter of in situaties met bewolking of mist geeft een vacuümbuis zonnecollector een hoger rendement dan een vlakke plaat collector. De toepassing van de zonnewarmte bepaalt mede de keuze voor het type collector; voor het verwarmen van (de ruimtes in) een woning is de vacuümbuis de beste oplossing. Terwijl een vlakke plaat collector juist in de zomer een hogere warmteopbrengst heeft.

Op het niveau van huishoudens kan zonthermie zeker een bijdrage leveren in combinatie met een boilervat, vooral door warm tapwater te produceren gedurende circa vier tot zes maanden per jaar. Op straat- of buurtniveau zijn concepten als centrale seizoensbuffering (HoCoSto) in combinatie met

<sup>7</sup> Voor diepe Geothermie zijn er ca. 6 doubletten nodig om de huidig aangesloten warmtevraag op het HT warmtenet te voorzien (2500 TJ warmtevraag), er wordt dan 55% van de verwachte potentie benut. Voor ultradiepe Geothermie zijn er ca. 4 doubletten nodig en 74% van de verwachte potentie benut.

<sup>8</sup> Puur energetisch gezien lijkt deze bron niet heel aantrekkelijk om als primaire voedingsbron in te zetten gezien de lage temperatuur. Technisch kan het wel.

<sup>9</sup> Erg grofstoffelijk bepaald op basis van uitgangspunt 250 TJ/jaar/km<sup>2</sup> voor stedelijk gebied, waarvan 200 TJ/jaar/km<sup>2</sup> voor zonnenvelden en 50 TJ/jaar/km<sup>2</sup> voor zon op dak. Bron uitgangspunten: ervaringsgetallen Greenvis uit andere projecten.

decentrale zonnecollectoren kansrijk alleen als de benodigde ruimte voor de buffering gevonden kan worden en het dakkoppervlak beschikbaar is.

De bijdrage van zonthermie als duurzame bron in de stad Utrecht is waarschijnlijk beperkt. Er is een behoorlijke oppervlakte nodig en concurrentie met zonnepanelen voor diezelfde oppervlakte. Financieel gezien is het plaatsen van zonnepanelen (PV) over het algemeen aantrekkelijker.

### 2.3.2 Power-to-heat (P2H): Elektrische boilers en warmtepompen

Bij power-to-heat wordt er warmte geproduceerd met tijdelijke overschotten aan hernieuwbare elektriciteit. Dit vervangt aardgas of andere fossiele bronnen bij het verwarmen van huizen en kantoren. Elektrische boilers en warmtepompen zijn zeer goed in staat om stroomoverschotten snel op te vangen. Hierdoor kan de lokale spanning op het elektriciteitsnet stabiel worden gehouden. De geproduceerde warmte is direct te gebruiken of op te slaan in warmtebuffers.

Er zijn in de basis twee typen systemen; met een warmtepomp of met een elektrische spiraal. Warmtepompen leveren vooral efficiënt warmte uit elektriciteit, met als bron vaak omgevingswarmte zoals bodemwarmte of thermische energie uit (buiten)lucht. Een typisch rendement is 1 deel elektriciteit levert 4 delen nuttige warmte. Aan de andere kant zijn simpele elektrische boilers (grote waterkokers) goedkoop en eenvoudig te installeren. Deze boilers hebben een rendement van (iets minder dan) 1, ofwel de elektriciteit wordt (bijna) 1-op-1 omgezet in warmte. Met goedkope stroomoverschotten kunnen deze zeer voordelig warmte produceren. Hierbij is het belangrijk dat er een tariefstructuur bestaat die het mogelijk maakt goedkope elektriciteit te kunnen gebruiken. Daarnaast kan de elektrische boiler met gemiddelde elektriciteitsprijzen ook worden ingezet als piekvoorziening in warmtenetten. De positieve impact van warmtepompen en boilers (naast elektrische accu's) op de stabiliteit van het elektriciteitsnet is het grootst als ze zijn aangesloten op laag- of middenspanningsnetten.

Eneco ziet een belangrijke rol weggelegd voor power-to-heat. In Den Haag willen ze in het tweede kwartaal van 2020 een elektrodeboiler in gebruik nemen in warmtenet Ypenburg (zie <https://www.eneco.nl/over-ons/projecten/elektrodeboiler-wkc-ypenburg>).

Als zich in de toekomst vaker lage (of zelfs negatieve) elektriciteitsprijzen voordoen, ontstaat concurrentie met o.a. grote industriële elektriciteitsvragers zoals aluminium- of chloorfabrieken, productie van waterstof (in elektrolyzers) en andere vormen van opslag van elektriciteit.

### 2.3.3 Warmte uit asfalt

Warmte uit asfalt is gebaseerd op warmtecollectoren die in het asfalt zijn verwerkt. Bij een zogenoemde asfaltcollector of wegcollector wordt water door een wegdek gevoerd via een buizensysteem. Het water neemt de zonnwarmte op en voert deze af, waardoor het wegdek afkoelt. Net als bij andere technieken waarbij vooral in de zomer warmte wordt geproduceerd, wordt typisch de warmte opgeslagen in een bodemopslagsysteem. Via het buizensysteem kan in de winter ook warm water worden gebruikt om het wegdek te verwarmen waardoor de weg of andere gronden zoals sportvelden en parkeerterreinen sneeuw- en vorstvrij blijven.

Er kunnen drie verschillende typen worden onderscheiden: Buizen in beton (bib-collector), Buizen in asfalt (bia-collector) of Water in zeer open watervoerend asfaltbeton (zowab-collector). De warmteopbrengst van een asfaltcollector is afhankelijk van een aantal factoren:

- De in- en uit-tredetemperatuur van het koelmedium: hoe hoger de gewenste temperatuur, hoe minder energie er per m<sup>2</sup> kan worden gewonnen;
- De hoeveelheid water die door de collector stroomt (het debiet)
- De diepte waarop de warmtewisselaar wordt geplaatst: de energieopbrengst neemt met ca. 5% afneemt als de warmtewisselaar dieper ligt;
- Het type collector.

Bij een uittredetemperatuur van circa 20 graden Celsius levert een buizencollector per m<sup>2</sup> asfalt circa 0,5 GJ per jaar. Dat betekent dat voor een gemiddelde nieuwbouwwoning (ca. 25 GJ per jaar) ongeveer 50 m<sup>2</sup> asfalt nodig is. Ter illustratie: de totale weglengte in de gemeente Utrecht van provinciale wegen en Rijkswegen ca. 125 km <sup>(10)</sup>. Met een gemiddelde wegbreedte van 7,5 meter geeft dat een theoretische warmteopbrengst goed voor ca. 18.750 nieuwe woningen. Bij vervanging of aanleg van kleine delen van het asfalt is de ordegrrootte enkele tientallen tot honderden woningen.

Aandachtspunten hierbij zijn o.a. dat de nieuw te bouwen of vervangen weg of parkeerterrein dicht bij het afzetgebied van warmte moet liggen en dat bij de aanleg een groot aantal partijen (Rijkswaterstaat, provincie, gemeente en private partijen) op één lijn moeten zitten.

Vooralsnog lijkt er geen subsidiemogelijkheid middels de SDE++ voor 2020 te komen, op basis van het conceptadvies van PBL medio 2019.

## 2.4 Vergroten van de dekkingsgraad: buffering, vraagreductie en stooklijn

Trias energetica (een generiek raamwerk om een energiezuinig ontwerp op te bouwen) zegt: (1) beperk het energieverbruik; (2) zet duurzame bronnen maximaal in; (3) waar nodig, zet fossiel efficiënt in. Doelstelling (2) is de primaire focus van deze studie en sectie 2.4.1 Buffering. Doelstellingen (1) en (3) worden kort aangestipt in secties 2.4.2 Isoleren en klimaateffecten en 2.4.3 Stooklijn.

### 2.4.1 Buffering

Warmtebuffering kan op hoofdlijnen op twee manieren: korte-termijn- en lange-termijnbuffering. Korte-termijnbuffering heeft als doel om de inzet van piekopwek te verlagen door warmte voor ca. 24-48 uur op te slaan. De standaard hiervoor zijn buffervaten zoals opgesteld in Diemen. Momenteel wordt heel concreet onderzocht of er vier buffervaten van 5.000 L aan het bestaande HT-warmtenet in Utrecht kunnen worden gekoppeld. Meer experimentele varianten zijn een kleine variant van de 'Warmtebatterij' (zie volgende paragraaf) en benutting van ruimte onder civiele structuren zoals snelwegen (mogelijk voorbeeldproject: verbreding A27).

Lange-termijnbuffering, of seizoensbuffering heeft als doel om warmte uit de zomer op te slaan voor gebruik in de winter en zo de piekopwek voor het grootste deel of volledig overbodig te maken. De standaard hiervoor is warmte-koude opslag (WKO). Meer hierover in hoofdstuk 3.3.4. Innovatieve concepten zijn o.a. Ecovat, HoCoSto, de 'Warmtebatterij' en het Mijwater concept. Ongeacht het concept zijn warmtebuffers vooral interessant omdat ze de inzet van duurzame (basis-) warmtebronnen kunnen vergroten.

### 2.4.2 Isoleren en klimaateffecten

Doordat bestaande gebouweigenaren isolatie-maatregelen nemen en door klimaatverandering, zal de warmtevraag afnemen. Dit vergroot de potentiële dekkingsgraad van de huidige bronnen en leidingen. Een vaak gebruikt percentage voor de jaarlijkse warmtevraagreductie is 1% per jaar, maar dit kan lokaal sterk verschillen<sup>11</sup>. Uitgaande van dit percentage zal de warmtevraag in gemeente Utrecht in 2040 met 19% gedaald zijn t.o.v. 2019. Het bereik van de huidige warmte-infrastructuur verhoogt daarmee van 12% naar 15% van de gemeente (niewbouw niet meegerekend). Beleidsmatige instrumenten zoals een opgelegde isolatie-standaard (cfr. Klimaatakkoord) en subsidies voor schilmaatregelen kunnen een versterkend effect hierop hebben. De kostenefficiëntie hiervan dient te worden afgewogen t.o.v. andere beleidsmaatregelen en kent typisch een steeds kleiner wordende 'return on investment'.

---

<sup>10</sup> Bron: Utrecht Open Data (<https://utrecht.dataplatform.nl/#/data/cb64c936-c25a-4174-8752-60559263a87c>)

<sup>11</sup> In het Klimaatakkoord staat dat er aan een standaard voor isolatie van bestaande bouw wordt gewerkt, maar deze is nog niet gepubliceerd.



### 2.4.3 Stooklijn

De huidige transportinfrastructuur van Eneco is ontworpen op een aanvoertemperatuur van 140 °C, maar wordt momenteel in pieksituaties nooit gevoed met warmte hoger dan 110 °C. Er is technisch gezien dus nog ruimte om het temperatuursverschil tussen aanvoer en retourleiding in pieksituaties te vergroten. Dit betekent dat ook het transportvermogen van de bestaande leidingen nog vergroot kan worden. De grote onbekende is hierbij de oorsprong van duurzame warmte van 140 °C. Dit kan mogelijk worden ingevuld wanneer de geothermieprojecten LEAN en GOUD succesvolle uitkomsten hebben.

### 2.4.4 Warmteverliezen: een belangrijk tegengesteld effect

Wanneer collectieve warmtebronnen worden benut en met een transport- en/of distributiesysteem worden gekoppeld aan warmteafnemers, moet rekening worden gehouden met warmteverliezen. De definitie van warmteverlies die hier gehanteerd wordt is *“het percentage van de jaarlijks bij de opwekker geproduceerde warmte dat in de keten van uitkoppeling, opslag, transport, distributie en aflevering wordt afgestaan aan de omgeving en dus niet nuttig gebruikt wordt”*. Het warmteverlies in een warmtenet is afhankelijk van een aantal factoren zoals:

- De temperatuur van het medium in de aanvoer- en retourleidingen;
- De temperatuur en samenstelling van de omliggende bodem;
- De diepteligging van de leidingen;
- De afstand tussen de aanvoer- en retourleidingen;
- De totale lengte van de leidingen;
- De diameters van de leidingen;
- De isolatieklasse van de leidingen en of de isolatie nog in intacte staat is;
- De stilstand of doorstroming van het water in de leidingen.

Uitgaande van gemiddelde aannames in Nederland (bodem, isolatieklasse, representatief warmtenet met primaire en secundaire deelnetwerken, gemiddelde mix van afnemers), is de belangrijkste drijvende factor voor het warmteverlies de gemiddelde temperatuur van het medium. Een grove berekening levert de volgende warmteverliespercentages op:

Tabel 2: Relatieve warmteverliezen op jaarbasis van bron tot voordeur voor verschillende temperatuurregimes in een warmtenet. De waarden gelden voor een nieuw warmtenet dat is aangelegd volgens de huidige standaarden.

| Temperatuurregime<br>[aanvoertemp (ΔT)] | Warmteverlies op jaarbasis<br>Bron tot voordeur<br>[GJ verloren/GJ opgewekt] |
|---|--|
| <b>110 °C (30 °C)</b>                   | 21%  |
| <b>90 °C (20 °C)<sup>12</sup></b>       | 18%  |
| <b>70 °C (20 °C)</b>                    | 13%  |
| <b>50 °C (20 °C)</b>                    | 8%   |
| <b>20 °C (8 °C)</b>                     | 2%   |

<sup>12</sup> Het bestaande HT warmtenet van Eneco heeft een transportnet van 90-110 graden en een distributienet van 70-75 graden. Er zijn geen meetgegevens bij Greenvis bekend over de verliezen in het net. De bestaande infra is echter niet nieuw (hoewel op plekken wel vernieuwd), bijgevolg is de isolatiewaarde in de loop der tijd afgenomen. Hierdoor is het werkelijk warmteverlies hoger dan de 18% die wordt gegeven voor een nieuw net met een gemiddelde van 90 graden voor transport en distributienet.

## 3 Buurtanalyse – vraag en aanbod

In dit hoofdstuk zullen we de resultaten beschrijven van de uitgevoerde buurtanalyse. Dit hoofdstuk bevat een zeer beknopte beschrijving van de aanpak en een overzicht van de belangrijkste resultaten. In Hoofdstuk 7 zullen we uitvoeriger ingaan op de gehanteerde aanpak bij de verschillende stappen in de buurtanalyse.

### 3.1 Aanpak buurtanalyse

#### Warmtevraag

Op basis van data van bestaande bouw en nieuwbouwprognoses van de gemeente is een inschatting gemaakt van de warmtevraag per buurt in 2040. De berekende warmtevraag is daarna opgesplitst naar 3 verschillende temperatuurniveaus op basis van bouwjaren, en 2 vermogenssegmenten (basis- en pieklast) op basis van standaard waarden.

#### Warmteaanbod

Per buurt is gekeken welke in kaart gebrachte warmtebronnen (uit hoofdstuk 2) mogelijk ingezet kunnen worden om de buurt in de toekomst te voorzien van warmte. Dit is gedaan door te kijken naar de locatie van de bron, stedelijkheid van de buurt en aanwezigheid van grote barrières (snelweg, kanaal etc.). Hierbij is bewust nog geen keuze gemaakt welke bronnen de voorkeur hebben boven andere.

#### Vraag-aanbod match

Tenslotte is er per buurt een lijst gemaakt van potentiële warmtebronnen. Hierbij is er een opsplitsing gemaakt van de bronnen in de 3 verschillende temperatuurniveaus waarin ook de warmtevraag is opgesplitst én een opsplitsing in basis- en piekbronnen.

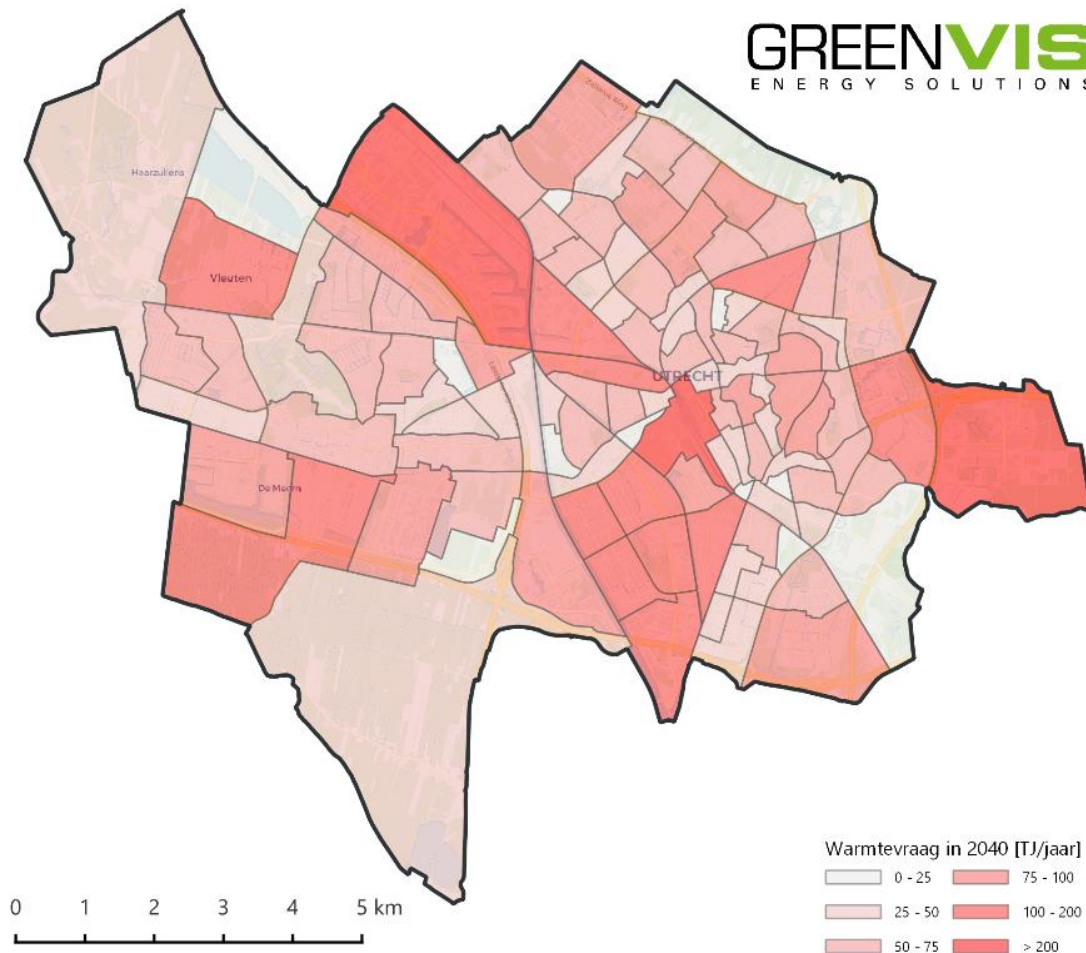
### 3.2 Vraag: behoefte aan warmte in 2040

De prognose van de warmtevraag in 2040 is 7.600 TJ per jaar voor alle gebouwen binnen de gemeente Utrecht. De verdeling hiervan per buurt is geïllustreerd in Figuur 4.

Op basis van het bouwjaar van gebouwen is een inschatting gemaakt van de behoefte aan afgiftetemperatuur voor de verwarming ervan. Van de totale warmtevraag is 1.900 TJ op hoge temperatuur, 3.250 TJ op midden temperatuur en 2.450 TJ op lage temperatuur.

*Tabel 3: Categorisering van behoefte aan aanvoertemperatuur in het afgiftesysteem op basis van bouwjaar. In de praktijk zijn deze grenzen niet zo hard omdat daadwerkelijke bouwstijlen (in tegenstelling tot bouwnormen) eerder geleidelijk en niet discreet veranderen. Voor deze studie hebben we onderstaande grenzen aangenomen, met de belangrijke voetnoot dat het dus gaat om aannames over het gemiddelde, aangezien er geen objectieve scherpe grenzen bestaan.*

| Periode bouwjaar                       | Behoefte aanvoertemperatuur afgiftesysteem | Benaming |
|--|--|----------|
| Tot en met 1939                        | > 70°C                                     | HT       |
| 1940 tot en met 1999                   | 50 tot 70 °C                               | MT       |
| Vanaf 2000 (dus ook nieuwbouw na 2019) | < 50 °C                                    | LT       |



*Figuur 4: Geprognostiseerde warmtevraag per jaar in 2040, per buurt.*

Per gebouw kan hiervan uiteraard afgeweken worden om verschillende technische, persoonlijke en economische factoren, maar het geeft een globaal beeld. Het resultaat hiervan is getoond in bijlage E09.

Tenslotte is ook een inschatting gemaakt van de aandelen basislast en pieklast warmtevraag voor de verschillende temperatuursegmenten.<sup>13</sup> Het doel van duurzaam verwarmen is om alle zes warmtevraagsegmenten (drie temperatuurregimes HT, MT en LT; twee vermogenssegmenten: basislast en pieklast) duurzaam in te vullen.

### 3.3 Koppeling van vraag en aanbod

In dit hoofdstuk maken we de koppeling tussen vraag en aanbod. Hierbij maken we een aantal techno-economische afwegingen waardoor opties kunnen afvallen. Dit gebeurt met name op basis van temperatuur en locatie. Een getalmatige, techno-economische optimalisatie van warmte-oplossingen per buurt is expliciet geen onderdeel van dit onderzoek.

<sup>13</sup> Basislast warmtevraag is het gedeelte van de warmtevraag dat voor een groot deel van het jaar de warmtebehoefte dekt. In de koude wintermaanden is de warmtebehoefte echter tijdelijk hoger voor een relatief korte periode. Deze warmtevraag heet de pieklast warmtevraag. Elk gebouw en dus elke buurt heeft een basislast warmtevraag en pieklast warmtevraag.

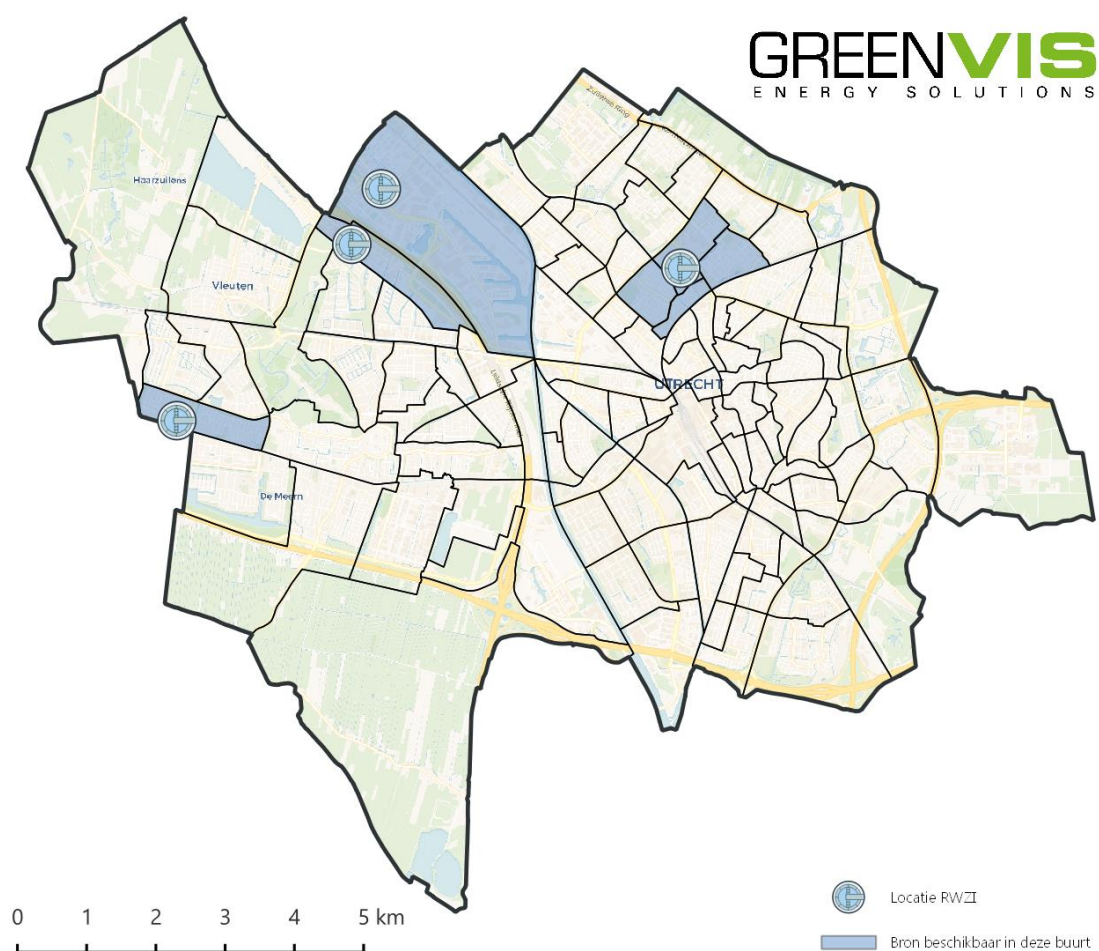
### 3.3.1 'Buurtperspectief'

Het perspectief dat wordt aangenomen is het 'buurtperspectief': welke opties zijn er in deze buurt om de gebouwen aardgasvrij te verwarmen in 2040. Dit kunnen individuele (lucht-warmtepomp), klein-collectieve (open bodemenergiesysteem zoals WKO) of regionaal-collectieve opties zijn (zoals het bestaande HT warmtenet). In geval van het bestaande HT-net is het voor de buurt zelf niet van belang hoe dit net gevoed wordt, dat is iets wat op hoger, regionaal niveau geregisseerd moet worden.

### 3.3.2 Locatie-gebonden bronopties per buurt

Alle potentiële warmtebronnen die in hoofdstuk 2 staan beschreven zijn locatie-gebonden. Dat wil zeggen dat iedere bron maar in een bepaald aantal buurten kan worden toegepast als lokale bron. Per buurt is inzichtelijk gemaakt welke warmtebronnen allemaal beschikbare zijn als lokale bron op basis van de locatie.

Om een idee te geven wat het resultaat is van deze locatie-match, zijn in de figuur hieronder de locaties van de RWZI's weergegeven en de buurten waarin de bron 'thermische energie uit afvalwater (TEA)' behoort tot de bronopties. Voor iedere warmtebron is een vergelijkbare kaart gemaakt, deze kaarten zijn te vinden in bijlagen E11-E17.



Figuur 5: Voorbeeld van een kaart waarin locatie-gebonden warmtebronnen worden toegekend als 'bronoctie' aan bepaalde buurten. In de bijlagen staan soortgelijke kaarten voor alle bestudeerde warmtebronnen.

### 3.3.3 Menukaart voor verdere buurtverkenning

De lijst met bronopties per buurt die tot stand is gekomen door de locatie-match, is nog verder verfijnd door ook een temperatuur-match te maken, op basis van de onderstaande matrix. Combinaties met een vinkje (al dan niet tussen haakjes) zijn opgesomd in de kaart

| Bron →<br>Gebruik ↓                               | HT bron<br>> 70 °C | MT bron<br>50 – 70 °C | LT bron<br>< 50 °C |
|---|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Primaire voeding<br>bestaande HT net<br>(> 90 °C) | ✓                  | X                     | X                  |
| HT Warmtevraag<br>70 – 90 °C                      | ✓                  | (✓)                   | X                  |
| MT Warmtevraag<br>50 – 70 °C                      | X                  | ✓                     | (✓)                |
| LT Warmtevraag<br>< 50 °C                         | X                  | X                     | ✓                  |

Wanneer een bron een lagere temperatuur heeft dan de warmtevraag, moet deze mismatch overbrugd worden door ofwel extra isolatiemaatregelen, ofwel een temperatuursprong van de warmte d.m.v. een elektrische warmtepomp. Afhankelijk van de grootte van de mismatch zijn deze combinaties geel, oranje of rood aangegeven. Wanneer een bron een hogere temperatuur heeft dan de vraag, is de match niet ideaal omdat minder hoogwaardige warmte ook volstaat voor deze vraag en hoogwaardige warmte schaars is.

Groene cellen betekenen een ideale match en zijn opgenomen in de menukaart per buurt. Combinaties waarbij de brontemperatuur één stap (LT -> MT of MT -> HT) lager is dan de vraag zijn ook opgenomen en apart benoemd. Deze combinaties zijn mogelijk, maar duurder. Alle andere combinaties zijn technisch wel mogelijk maar economisch onwenselijk vanwege extra isolatie- of elektriciteitskosten of onnodig inzetten van hoogwaardige warmte.

De resultaten van de buurtanalyse zijn samengevat in een overzichtstabel waarin per buurt is weergegeven wat de prognose is van de warmtevraag in 2040, hoe deze warmtevraag is verdeeld over de drie beschreven temperatuurregime's en wat per temperatuurregime de lokale bronopties zijn. Dit overzicht is de menukaart per buurt. In buurten waar geen bronopties vermeld staan voor een bepaald temperatuursegment, zijn uiteraard nog steeds een aantal generieke warmte-oplossingen beschikbaar. Deze staan beschreven in sectie 3.3.4.

Tabel 4: Ingekorte versie van de tabel in Bijlage B. In deze tabel wordt per buurt de warmtevraag en opbouw ervan getoond, alsook de lokale bronopties voor het invullen van elk warmtevraag-segment. Op deze manier heeft elke buurt een 'menukaart' met een aantal lokale warmtebronnen, die uitgebreid wordt met de Generieke warmtebron-opties (zie sectie 3.3.4)

| Buurtidentificatie |                                 | Warmtevraag (2040)      |                |   | Bronopties                                 |                           |  |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|---|--|---------------------------|--|
| Buurtcode          | Buurtnaam                       | Totale warmtevraag [TJ] | HT, MT, LT [%] | HT basis  | MT basis                                   | LT basis                  |  |
| BU03440613         | Hoog-Catharijne NS en Jaarbeurs | 332,3                   |                | Bestaand HT-net   | LT-bronnen: KoelW., TEO                    | KoelW., TEO               |  |
| BU03440112         | Oog in Al                       | 63,7                    |                | Bestaand HT-net   | LT-bronnen: TEO                            | TEO                       |  |
| BU03440433         | Wittevrouwen                    | 99,2                    |                | Bestaand HT-net   | LT-bronnen: TEO                            | TEO                       |  |
| BU03440912         | Terwijde-West                   | 52,7                    |                | D.Geo, UDG, Bestaand HT-net                             | LT-bronnen: LTA, TED                       | LTA, TED                  |  |
| BU03440133         | Bedrijventerrein Lageweide      | 337,6                   |                | D.Geo, UDG, ACLW, Bestaand HT-net   MT-bronnen: And. RW | And. RW   LT-bronnen: LTA, KoelW., DC, TEO | LTA, KoelW., DC, TEO, TEA |  |



### 3.3.4 Generieke warmte-oplossingen

Een aantal warmte-oplossingen zijn op de meeste plekken altijd een te overwegen optie (al dan niet afhankelijk van toekomstige technologische ontwikkelingen). Deze oplossingen zijn generiek omdat ze niet of in beperkte mate afhankelijk zijn van locatie en omstandigheden. Elk van deze oplossingen kan in bepaalde situaties de optimale oplossing zijn, maar kent zijn nadelen en onzekerheden. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze oplossingen.

Tabel 5: Lijst van generieke warmte-oplossingen.

| Oplossing  | Collectiviteit<br>(I)ndiv./K(lein-coll.)/G(root-coll.) | Afgifte-temperatuur | Met name gesch. voor basis/piek | Nadelen   |
|--|--|---------------------|---------------------------------|---|
| <b>Lucht-warmtepomp</b>                                | I/K  | LT/MT               | Basis & piek                    | Geluidshinder, ruimtebeslag, rendement              |
| <b>Bodem-warmtepomp (GBES<sup>14</sup>)</b>            | I/K  | LT/MT               | Basis & piek                    | Initiële investering, ruimtebeslag (aanleg)         |
| <b>Zonthermie i.c.m. HT buffering</b>                  | K  | HT                  | Basis & piek (buffer)           | Onvolwassen technol., ruimtebeslag (buffer)         |
| <b>WKO met drycooler + warmtepomp</b>                  | K/G  | LT/MT               | Basis & piek (buffer)           | Geluidshinder, ruimtebeslag bodem (zie Hfstk 3.3.4) |
| <b>Verbrandingsketels op duurzaam gas<sup>15</sup></b> | I/K/G  | HT                  | Piek                            | Beschikbaarheid erg onzeker                         |

### 3.3.5 Combinatie warmte- en koudevraag

Koudevraag is vanuit een ander perspectief hetzelfde als een warmte-overschot. Door in de zomer warmte te onttrekken uit gebouwen met een koelbehoefte en deze warmte op te slaan in de bodem (zie hoofdstuk 0), kan 's winters deze warmte worden gebruikt om dezelfde en/of omliggende gebouwen te verwarmen. Daarom is het lokaal verbinden van koude- en warmtevraag energetisch efficiënt. In de praktijk is nog wel elektrische hulpenergie nodig om de opgeslagen op benutbare temperatuur te brengen middels een (centrale of gebouwgebonden) warmtepomp. Gebouwen met een typisch relatief hoge koudevraag zijn kantoren, panden met verzorgingsfunctie en nieuwbouw-woningen.

<sup>14</sup> GBES: Gesloten bodemenergiesysteem. Verwant met OBES: open bodemenergiesysteem, besproken in hoofdstuk 0.

<sup>15</sup> Groengas, biogas of waterstofgas

## 4 Bodemenergie: rol en capaciteit

In een toekomstig duurzaam warmtesysteem is wellicht een belangrijke rol weggelegd voor bodemenergiesystemen, ook wel warmte-koude opslag genoemd. Op hoofdlijnen zijn er twee varianten: gesloten en open bodemenergiesystemen (afgekort GBES, respectievelijk OBES). GBES is met name in individueel en klein-collectief verband een volwassen techniek en wordt genoemd als generieke warmte-oplossing in sectie 3.3.4. OBES wordt vanaf ca. 100-200 woningequivalenten toegepast en kan gekoppeld worden aan groot-collectieve systemen met meerder OBES bronnen. OBES doubletten zijn erg waardevol voor het bufferen van warmte die niet het hele jaar door beschikbaar is. Dit hoofdstuk gaat over de potentie van en mogelijk tekort aan OBES capaciteit in Utrecht. In Utrecht mag enkel het eerste watervoerende pakket (WVP1) worden benut, wegens gevaar op verontreiniging van WVP2. De onderzoeksvraag in dit deel van de studie luidt:

*“Is de capaciteit aan bodemenergie in Utrecht toereikend wanneer bodemenergiesystemen een heel grote rol gaan spelen in het energiesysteem?”*

### 4.1 Rol van open bodemenergiesystemen

OBES is een veelzijdige warmte-koude opslag technologie waarbij zowel warmte als koude kan worden geleverd en opgeslagen. In het ideale geval is er ongeveer evenveel warmte- als koudevraag waardoor het systeem op jaarbasis in balans is. Is dit niet het geval, dan spreekt men van een onbalans. In Nederland betreft dit in veel gevallen een warmtetekort. In dat geval is er een ‘regeneratiebron’ nodig. Deze kan bestaan uit zomerwarmte uit de lucht (m.b.v. dry-coolers, ca. 2 maanden per jaar) of uit oppervlaktewater (m.b.v. een tegenstroomapparaat of TSA, ca. 4 maanden per jaar). Beide hebben het nadeel dat ze enkel in de zomermaanden voldoende warm zijn om óf rechtstreeks te gebruiken, óf de warmte OBES bron te regenereren. Alternatieven waar dit nadeel niet of minder speelt zijn afvalwaterstromen, drinkwater en lage temperatuur restwarmtebronnen.

Uiteraard kunnen MT en HT warmtebronnen ook worden gebruikt om de onbalans op te vangen. Echter is de waarde hiervan in veel gevallen hoger voor toepassing bij gebouwen die deze temperatuur nodig hebben.

### 4.2 Potentiële tekorten aan bodemenergie in Utrecht

Op basis van het dikteprofiel van WVP1, boringsvrije zones en fysische aannames is een inschatting gemaakt van de capaciteit aan bodemenergie in elke buurt: hoeveel warmte (uitgedrukt in GJ/jaar) kan maximaal in de bodem worden opgeslagen? Deze data is weergegeven in bijlage E21. De totale opslagcapaciteit in de gemeente is ca. 3.900 TJ/jaar<sup>16</sup>. Anderzijds is gekeken naar de behoefte van bodemenergie, i.e. behoefte aan LT-buffering in elke buurt in een scenario waarin alle gebouwen met MT en LT behoefte op een OBES systeem worden aangesloten. Deze behoefte is berekend op basis van data en eigenschappen van bestaande bouw, nieuwbouw, en uitgangspunten.

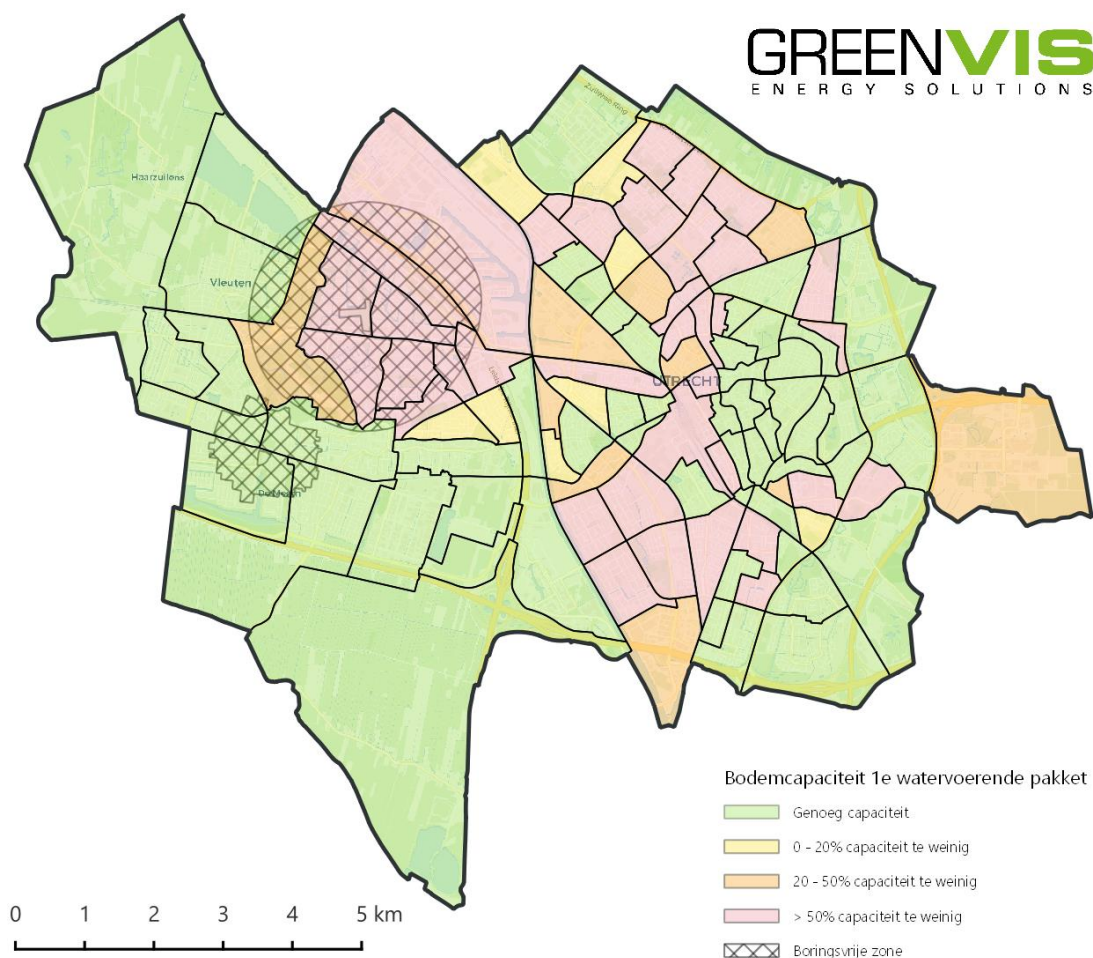
Figuur 6 en bijlage E22 (meer detail) tonen per buurt het mogelijk tekort aan bodemenergiecapaciteit in dit scenario. Sommige buurten kunnen in dat geval het tekort (deels) opvangen door het inzetten van een lokaal beschikbare LT warmtebron. Voor andere buurten met een tekort geldt dat het technisch onhaalbaar is om alle gebouwen met MT en LT warmtevraag te koppelen aan een OBES systeem. Voor tenminste een deel van deze gebouwen blijven de volgende opties over:

- Een generieke, individuele/klein-collectieve warmte-oplossing zoals lucht-warmtepomp.

---

<sup>16</sup> Uitgangspunt: 1400 draaiuren per jaar.

- HT warmte inzetten voor LT/MT warmtebehoefte gebruik makende van een lokale HT warmtebron (indien beschikbaar) of het HT warmtenet (indien beschikbaar).
- Mogelijkheden onderzoeken om OBES-systemen verder te verdichten om zo het potentieel van de ondergrond beter te benutten.
- Het tweede watervoerend pakket (WVP2) benutten om OBES toe te kunnen passen.



*Figuur 6: Deze figuur laat zien in welke buurten er tekorten zullen ontstaan in de bodemcapaciteit in het eerste watervoerende pakket in het volgende scenario: alle LT- en MT-warmtevragers binnen de buurt worden gekoppeld aan open bodemenergiesystemen, er is geen duurzame basisbron beschikbaar in de winter, de capaciteit van het eerste watervoerende pakket wordt maximaal benut en het tweede watervoerende pakket wordt niet gebruikt.*

Een voorbeeld van een buurt waarin de opties erg beperkt zijn is Nieuw Hoograven-Noord (deze is ook als voorbeeld genomen in sectie 3.3.3), met een warmtevraag van ca. 1000 woningequivalenten, voornamelijk MT. Wanneer alle MT/LT gebouwen op een OBES gekoppeld worden is er een tekort aan capaciteit in het WVP van ca. 60%. Er zijn geen nabij gelegen lokale warmtebronnen en het bestaande HT-warmtenet ligt er (nog) niet.

# 5 Scenario's naar een duurzaam verwarmde stad Utrecht

Over uiterlijk 30 jaar wordt Utrecht volledig klimaatneutraal verwarmd. Een aantal factoren hebben een bijzonder grote invloed op hoe dit toekomstbeeld eruit zal komen te zien. Hieronder een overzicht van mogelijke scenario's naar een duurzaam verwarmde stad Utrecht.

## 5.1 Scenario's voor het bestaande HT warmtenet

Voor de toekomst van het bestaande HT warmtenet is de beschikbaarheid van duurzame HT warmtebronnen van fundamenteel belang. De potentie van deze bronnen zijn op dit moment nog erg onzeker (geothermie, zonthermie, duurzaam gas of power-to-heat) of klein (ACLW).

Zonthermie, duurzaam gas en power-to-heat concurreren met andere toepassingen van dezelfde oppervlakte (zon), brandstof (duurzaam gas) of elektriciteit (power-to-heat). De beschikbaarheid van geothermie, waar concurrentie geen of weinig rol speelt, heeft een sterke invloed de waarde van zonthermie, duurzaam gas en power-to-heat voor de gemeente Utrecht. De hoofdscenario's voor het voeden van het bestaande HT warmtenet bestaan dan ook uit variaties op de beschikbaarheid van geothermie.

### 5.1.1 Scenario: Diepe en ultradiepe geothermie blijken haalbaar en schaalbaar

Indien zowel diepe als ultradiepe geothermie haalbaar blijken kan het bestaande HT warmtenet op termijn betrekkelijk goedkoop en erg duurzaam gevoed worden met HT warmte. In dat geval is het waarschijnlijk dat het warmtenet sterk groeit om zoveel mogelijk gebouwen met HT en MT warmtevraag te bedienen, waarbij ook tussengelegen LT-warmtevragers kunnen worden meegenomen (er is namelijk een 'overvloed' aan duurzame HT warmte). Voor de pieklast kan HT-seizoensbuffering<sup>17</sup> in combinatie met centrale ketels op duurzaam gas en/of power-to-heat centrales worden ingezet. Bijkomend voordeel in dit scenario is de mogelijkheid tot cogeneratie van warmte en elektriciteit uit ultradiepe geothermie, waardoor ook gebouwen die niet aan het warmtenet zijn aangesloten met deze duurzame elektriciteit verwarmd kunnen worden (middels warmtepompen).

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Trigger voor dit scenario | Haalbaarheid diepe en ultradiepe geothermie duidelijk aangetoond.   |
| Advies voor gemeente      | Inzetten op snelle ontsluiting van deze hoogwaardige potentie, bestaand HT warmtenet aanzienlijk uitbreiden, regionale dialoog voeren over samenwerking voor maatschappelijk optimale benutting van geothermie. |

### 5.1.2 Scenario: Diepe geothermie blijkt haalbaar, ultradiepe geothermie niet

In dit scenario is de potentie aan duurzame warmte op hoge temperatuur minder groot in vergelijking met scenario 5.1.1. Diepe geothermie zou echter voldoende warmte kunnen leveren om de huidige aangesloten warmtevraag op het HT warmtenet te voorzien (zie paragraaf 2.3, Tabel 1 voor een technische toelichting). Verregaande uitbreiding van het HT net is niet vanzelfsprekend omdat duurzame HT warmte mogelijk niet voldoende warmte beschikbaar is of moet concurreren met andere toepassingen van oppervlak (zonthermie vs. zon-PV), brandstof (waterstof/biogas) of elektriciteit (power-to-heat). Dezelfde piekbronnen/buffers kunnen worden ingezet voor de pieklast als in scenario 5.1.1.

<sup>17</sup> Beschikbare technieken als EcoVat, HoCoSto of de warmtebatterij zijn momenteel nog kleinschalig en nog niet technologisch volwassen. Pas over 5-10 jaar kan dit mogelijk grootschalig worden ingezet.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Trigger voor dit scenario | Haalbaarheid diepe geothermie duidelijk aangetoon, ultradiep niet haalbaar.  |
| Advies voor gemeente      | Inzetten op snelle ontsluiting van diepe geothermie en HT/MT restwarmtebronnen, bestaand HT net beperkt of niet uitbreiden, regionale dialoog voeren over samenwerking voor maatschappelijk optimale benutting van geothermie. |

### 5.1.3 Scenario: Zowel diepe als ultradiepe geothermie blijken onhaalbaar

In dit scenario wordt de het duurzaam voeden van het bestaande HT warmtenet aanzienlijk moeilijker, duurder of onzekerder. Opties hiervoor zijn dan nog grootschalige zonthermie, HT warmtepompen met LT/MT warmtebronnen, of, tegen de meeste prognoses in, grote hoeveelheden duurzaam gas die beschikbaar gemaakt kunnen worden voor de gebouwde omgeving.

In dit scenario (schaarste HT warmtebronnen) is het aan te raden om nog meer in te zetten op isolatie zodat de temperatuurbehoefte van de gebouwde omgeving omlaag kan en meer bronnen inzetbaar worden. Het is tenslotte niet ondenkbaar dat in dit scenario de huidig aangesloten jonge gebouwen op termijn worden losgekoppeld zodat de schaarse HT warmte optimaal kan worden ingezet bij HT warmtevragers. Voor deze gebouwen kan bijvoorbeeld een nieuw, (klein-)collectief systeem op lagere temperatuur in de plaats komen). Aangezien er minder gebouwen gevoed zullen worden met het HT net, zullen klein-collectieve oplossingen vaker worden ingezet en wordt de benutting van en mogelijke spanning op bodemenergie groter. In dit scenario kan het nodig zijn om het tweede watervoerend pakket benutbaar te maken om meer seizoensopslag van warmte mogelijk te maken en daarmee meer gebouwen in klein-collectieve systemen te kunnen voeden.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Trigger voor dit scenario | Duidelijkheid dat er geen succesvolle realisatie/exploitatie van diepe of ultradiepe geothermie haalbaar is.  |
| Advies voor gemeente      | Inzetten op snelle ontsluiting HT/MT restwarmtebronnen, warmteproductie uit biomassa langer behouden en mogelijk uitbreiden, bestaand HT niet uitbreiden of juist verkleinen. |

## 5.2 Scenario's voor gebouwen buiten het HT-warmtenet

Hoe deze gebouwen verwarmd zullen worden hangt voornamelijk af van ontwikkelingen in de prijzen en de markt voor individuele en klein-collectieve oplossingen voor de verschillende temperatuurregimes.

### 5.2.1 Scenario: Ontwikkeling nieuw(e) warmtenet(ten) op lagere temperatuur

Afhankelijk van de (verwachting van de) ontwikkeling van het bestaande HT net, kan een interessante clustering van MT/LT warmtevraag in combinatie met geschikte bronnen leiden tot nieuwe warmtenetkansen. Mogelijke geschikte bronnen zijn ondiepe geothermie, thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED), en LT/MT restwarmte.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Trigger voor dit scenario | Beslissing van gemeente om nieuwe warmtenet aan te leggen.  |
| Advies voor gemeente      | Proactieve, regisserende en misschien wel exploiterende rol innemen, om het maatschappelijke belang zo goed mogelijk te borgen. |

### 5.2.2 Scenario: Maximaal gebruik van bodemenergie

Wanneer klein-collectieve systemen gebaseerd op bodemenergiesystemen een grote bijdrage gaan leveren aan de opgave, zal er op sommige plekken in de stad grote spanning komen op het eerste watervoerend pakket, tenzij het tweede watervoerend pakket beschikbaar wordt gemaakt. De rol van de

gemeente ligt hier vooral in het faciliteren (regelgeving en vergunningen) van oplossingen<sup>18</sup> en informeren van bewoners.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Trigger voor dit scenario | Bottom-up en/of top-down beslissing voor grote delen van gemeente om bodemenergie in te gaan zetten. Afhankelijk van meerdere factoren.                                     |
| Advies voor gemeente      | Snel helderheid bieden over beschikbaarheid tweede watervoerend pakket; soepele en transparante vergunningstrajecten nieuwe systemen (i.s.m. provincie en omgevingsdienst). |

### 5.2.3 Scenario: Voornamelijk individuele, bovengrondse oplossingen

Dit scenario vergt het minste regie vanuit de gemeente en is met afhankelijk van de ontwikkelingen van de producten (individuele warmtepompen, pelletkachels, HR-ketels op duurzaam gas) en energiedragers (elektriciteit, biomassa, duurzaam gas) die individuele oplossingen mogelijk maken. Voor buurten die deze oplossingsrichting volgen, is het raadzaam om de transitie op natuurlijk tempo te laten plaatsvinden.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Trigger voor dit scenario | Bottom-up en/of top-down beslissing voor grote delen van gemeente om individueel, bovengrondse oplossingen in te gaan zetten. Afhankelijk van meerdere factoren. |
| Advies voor gemeente      | Informeren van bewoners en coördineren van deze transitie bij grotere gebouwen is daarbij de hoofdtaak van de gemeente.  |

### 5.3 Bijzondere gebieden: bedrijventerreinen

Voor bedrijventerreinen is de optimale duurzame warmteoplossing maatwerk afhankelijk van de precieze mix van bedrijven. Proceswarmte (200 °C tot +1000 °C) vereist hoogwaardige energiedragers zoals duurzaam gas (verbranding) of elektriciteit (o.a. ovens). Mogelijk is warmteuitwisseling tussen bedrijven kansrijk. Als na interne optimalisatie en onderlinge warmteuitwisseling nog een netto warmteoverschot bestaat, is er sprake van echt duurzame restwarmte die ingezet kan worden in een warmtenet.

Bij een grote oppervlakte aan kantoorruimte op een bedrijventerrein is bodemenergie een aantrekkelijke oplossing, gezien de relatief grote koudevraag van een kantoor.

|                      |   |
|----------------------|---|
| Advies voor gemeente | Aparte strategie opstellen voor het verduurzamen van bedrijventerreinen i.s.m. (collectieve vertegenwoordigers van) de bedrijven. |
|----------------------|---|

---

<sup>18</sup> Finaal is de provincie hiervoor bevoegd.



## 6 Conclusies

De invulling van het duurzaam verwarmen van de Utrechtse gebouwde omgeving kent twee deelopdrachten: gebouwen die aangesloten zijn/zullen worden op het bestaande HT warmtenet en andere gebouwen. De omvang van deze deelopdrachten is rechtstreeks aan elkaar gelinkt. Deze studie legt zich toe op collectieve warmtebronnen die middels het bestaande HT warmtenet of nieuwe warmte-infrastructuur gedistribueerd kan worden.

Om het bestaande HT warmtenet duurzaam te voeden zijn duurzame HT warmtebronnen nodig. De grootste kandidaten hiervoor (diepe en ultradiepe **geothermie**) zijn onzeker tot erg onzeker. De exploratie hiervoor loopt nu al (LEAN en GOUD). Wanneer uit de eerste proefboringen blijkt dat deze bronnen haalbaar zijn, adviseren we de gemeente om vol in te zetten op de snelle ontsluiting van hun grote en hoogwaardige potentie.

Andere grote warmtebronnen zijn **thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)** en **ondiepe geothermie**, beschikbaar op lage of middentemperatuur. Deze bronnen zijn technologisch minder risicovol/onzeker maar staan nog in de kinderschoenen. Landelijk (ondiepe geothermie) en binnen de gemeente (TEO) lopen proeftuinprojecten, en het lijkt erg aannemelijk dat deze bronnen (met name TEO) een grote rol gaan spelen in de toekomstige warmtevoorziening. Snel leren en snel toepassen lijkt hier de juiste route.

**Restwarmtepotentie** in Utrecht is beperkt. De grootste bestaande restwarmtebronnen zijn in beeld en eerdere gesprekken hebben nog niet tot invoeden op het bestaande HT net geleid. Als op korte termijn alsnog bestuurlijk commitment kan worden vastgelegd bij de bronnen, kunnen dit 'quick-wins' zijn in de warmtetransitie. In het grote plaatje is het ontsluiten van deze bronnen echter van gering belang voor de volledige gemeente.

**Warmte uit afvalwater (TEA)** en **drinkwater (TED)** hebben beide een niet te verwaarlozen potentie. Echter, het grootste aandeel van TEA is geconcentreerd bij RWZI Overvecht, waar de warmte vanaf 2020 uitgekoppeld zal worden. TED heeft echter nog meer actie vanuit te gemeente (met als eerste stap contact leggen met de partijen achter de WRK-leiding, Waternet en PWN) en de benutting hiervan dient regionaal te worden afgestemd, aangezien de bron gedeeld wordt door meerdere gemeenten.

Deze uitkomsten naar de capaciteit van **bodemenergiesystemen** kunnen aanleiding zijn om het beleid omtrent het tweede watervoerend pakket aan te passen zodat deze juridisch benutbaar wordt. Gezien de mogelijk lange doorlooptijd van het opstellen van vergunningsregels voordat hiervoor daadwerkelijk vergunningen kunnen worden verleend, is het raadzaam om spoedig een beleid te vormen.

# 7 Aanpak en methode

In dit hoofdstuk lichten we de gevolgde aanpak en methoden toe om tot de gerapporteerde resultaten te komen.

## 7.1 Opstellen bronnenoverzicht

Om de gegevens in het bronnenoverzicht (Bijlage A) in te vullen is de volgende aanpak gevolgd.

Voor de kwantitatieve data (potentie en temperatuur) hebben we in aflopende volgorde van voorkeur de volgende methoden gebruikt:

- Bestaande data uit gepubliceerde studies (landelijk of regionaal);
- Combinatie van open data met gepubliceerde kengetallen
- Combinatie van open data met generieke Greenvis kengetallen

Voor de SWOT analyse hebben we de volgende bronnen combineerd

- Kwalitatieve beschrijvingen in gepubliceerde studies
- Input van gesproken partijen in dit project (HDSR en Engie)
- Ervaring en kennis van Greenvis

Voor de eigenschappen 'Met name geschikt voor basislast/peiklast' of 'Met name geschikt voor bestaand/nieuw warmtenet' is rekening gehouden met de volgende eigenschappen om een onderbouwde inschatting te maken:

- Basislast/peiklast
  - Beschikbaarheid van exploitatiesubsidie zoals SDE+ (+)
  - Flexibiliteit van de inzet van de bron (bijv. kosten en tijdseffecten)
  - Verhouding tussen variabel CAPEX-kengetal (€/kW) en variabel productie-kengetal (€/GJ). Een hoge CAPEX en een lage variabele productiekost resulteren in geschiktheid voor basislast (bijv. geothermie). Een lage CAPEX en een hoge variabele productiekost resulteren in geschiktheid voor peiklast (bijv. conventionele gasketel)
- Bestaand/nieuw warmtenet
  - Locatie
  - Kwaliteit van de warmte (temperatuurniveau)

Ruimtelijke impact is niet onder één categorisering te vatten en bevat o.a. de volgende aspecten

- Bovengrondse elementen (installaties, buizen, pompen, warmtepompen, regeltechniek, ...) en ondergrondse elementen (bijv. beïnvloed gebied binnen aquifers, warmtestraal van WKO-bronnen)
- Zuivere uitkoppelinginstallatie en hulpsystemen om warmte op juiste temperatuur te brengen voor een eventueel warmtenet (industriële warmtepomp en toebehoren)

Hieronder gaan we per bron in op de gehanteerde uitgangspunten om te komen tot de gerapporteerde resultaten. Enkel wanneer data niet rechtstreeks uit gepubliceerde studies is overgenomen geven we hier verdere toelichting.

### 7.1.1 Diepe geothermie

Omdat tijdens de realisatie van een diepe geothermie bron het ruimtebeslag groot is, is in de berekening van het technisch potentieel aangenomen dat er alleen in buurten met een lage stedelijkheid<sup>19</sup> (stedelijkheid 4 of 5) een dergelijke bron gerealiseerd kan worden.

Er is aangenomen dat in dit gebied met lage stedelijkheid minimaal 1 doublet per 10 km<sup>2</sup> en maximaal 4 doubletten per 10 km<sup>2</sup> kan worden gerealiseerd (schatting Greenvis). Het gemiddeld vermogen per doublet is 15 MW<sub>th</sub> (Engie)

Met bovenstaande aannames is achtereenvolgens berekend wat het aantal doubletten; het vermogen en de potentie voor de gemeente Utrecht is. Om het potentieel te berekenen is op basis van het berekende vermogen aangenomen dat een geothermie bron het hele jaar door 24 uur per dag warmte produceert.

---

<sup>19</sup> De stedelijkheid is per buurt bepaald door het CBS, hierbij is gekeken naar de adressendichtheid (aantal adressen/km<sup>2</sup>) binnen de buurt. Buurten met stedelijkheid 4 of 5 hebben minder dan 1000 adressen per km<sup>2</sup>.

### 7.1.2 Ultradiepe geothermie

Omdat tijdens de realisatie van een ultradiepe geothermie bron het ruimtebeslag groot is, is in de berekening van het technisch potentieel aangenomen dat er alleen in buurten met een lage stedelijkheid<sup>19</sup> (stedelijkheid 4 of 5) een dergelijke bron gerealiseerd kan worden.

Er is aangenomen dat in dit gebied met lage stedelijkheid minimaal 0,5 doublet per 10 km<sup>2</sup> en maximaal 2 doubletten per 10 km<sup>2</sup> kan worden gerealiseerd (schatting Greenvis). Het gemiddeld vermogen per doublet is 20-25 MW<sub>th</sub> (Engie)

Met bovenstaande aannames is achtereenvolgens berekend wat het aantal doubletten; het vermogen en de potentie voor de gemeente Utrecht is. Om de potentie te berekenen is op basis van het berekende vermogen aangenomen dat een geothermie bron het hele jaar door 24 uur per dag warmte produceert.

### 7.1.3 Ondiepe geothermie (LTA)

Omdat tijdens de realisatie van een LTA bron een boorsite van 30x30 meter nodig is, is in de berekening van het technisch potentieel aangenomen dat er alleen in buurten met een matige tot lage stedelijkheid<sup>19</sup> (stedelijkheid 3-5) een dergelijke bron gerealiseerd kan worden.

Er is aangenomen dat in dit gebied met lage stedelijkheid minimaal 7 doubletten per 10 km<sup>2</sup> en maximaal 20 doubletten per 10 km<sup>2</sup> kan worden gerealiseerd. Deze hoge dichtheid kan gerealiseerd worden door meerdere formaties afwisselend te benutten (zie onder)

In de berekening van de technische potentie zijn de volgende formaties meegenomen: Maassluis, Oosterhout en Breda. Voor iedere formatie is gerekend met de gemiddelde temperatuur uit onderzoeksresultaten van IF technology (2012).

Het vermogen per doublet is berekend door het debiet te vermenigvuldigen met de  $\Delta T$ . De  $\Delta T$  is berekend als het verschil tussen de gemiddelde temperatuur en het uitgangspunt dat de retourtemperatuur 8 °C is.

Met bovenstaande aannames is achtereenvolgens berekend wat het aantal doubletten, het vermogen en de potentie is binnen de gemeente. Om de potentie te berekenen o.b.v. het berekende vermogen is aangenomen dat een geothermie bron het hele jaar door 24 uur per dag warmte produceert.

### 7.1.4 Douwe Egberts restwarmte

Omdat er geen kwantitatieve data over de hoeveelheid beschikbare restwarmte bekend is, hebben we een inschatting van de restwarmte gemaakt op basis van het verbruik. Hierbij is aangenomen dat circa 25% van het energieverbruik uiteindelijk als restwarmte overblijft. Om het vermogen van de bron te bepalen is de hoeveelheid restwarmte gedeeld door het aantal vollasturen<sup>20</sup>. Uit eerdere studies is gebleken dat het aantal vollasturen voor deze specifieke bron erg laag is, daarom hebben wij aangenomen dat er 3000 vollasturen zijn.

### 7.1.5 Nedal restwarmte

Omdat er geen kwantitatieve data over de hoeveelheid beschikbare restwarmte bekend is, hebben we een inschatting van de restwarmte gemaakt op basis van het verbruik. Hierbij is aangenomen dat circa 25% van het energieverbruik uiteindelijk als restwarmte overblijft. Om het vermogen van de bron te bepalen is de hoeveelheid restwarmte gedeeld door het aantal vollasturen<sup>21</sup>. In deze studie hebben we aangenomen dat er 6000 vollasturen zijn.

### 7.1.6 Asfaltcentrale Lage Weide

Voor de verwachte potentie van de Asfaltcentrale Lage Weide (ACLW) is de hoeveelheid restwarmte genomen uit de uitgangspunten van de gezamenlijke base case met Eneco. Voor de berekening van de ondergrens zijn alleen het aantal uren met asfaltproductie gebruikt. Voor de bovengrens het totaal aantal uren op een jaar min 3 weken downtime. Het vermogen van 21 MW<sub>th</sub> is overgenomen uit de gedeelde uitgangspunten.

### 7.1.7 Andere industriële restwarmte

Om een inschatting te maken van de hoeveelheid beschikbare restwarmte bij overige industrie/grote bedrijven binnen de gemeente Utrecht, is gebruik gemaakt van de bij de gemeente bekende (energie)verbruiksgegevens. Er is

---

<sup>20</sup> Het effectief aantal uren dat een bron op vol vermogen warmte produceert.

<sup>21</sup> Het effectief aantal uren dat een bron op vol vermogen warmte produceert.

aangenomen dat 20% van de ingaande energie uiteindelijk restwarmte wordt. Vervolgens zijn alle hoeveelheden restwarmte opgeteld met de volgende voorwaarden:

- De bron is niet van de UU of het UMC;
- De bron heeft meer dan 5 TJ restwarmte beschikbaar;
- Nedal en Douwe Egberts worden apart beschouwd, dus hier niet meegenomen.

Om vervolgens het totale vermogen te berekenen is aangenomen dat een bron die aan bovenstaande voorwaarden voldoet gemiddeld 6000 vollasturen heeft.

### 7.1.8 Koelwarmte

Een inschatting voor de hoeveelheid koelwarmte binnen de gemeente Utrecht is gemaakt op basis van de warmteatlas<sup>22</sup>. Om de potentie in te schatten zijn alle koelwarmtebronnen binnen gemeente Utrecht geselecteerd en is het veld 'TJ\_CondWar (30-45)' opgeteld voor alle bronnen, onder voorwaarde dat deze hoeveelheid meer dan 5 TJ is.

Om vervolgens het totale vermogen te berekenen is aangenomen dat een bron die aan bovenstaande voorwaarde voldoet gemiddeld 6000 vollasturen heeft.

Bovengenoemde aanpak is de beste manier om een inschatting te maken van de potentie van deze categorie bronnen. Hierbij is de genoemde bovengrens in het bronnenoverzicht (bijlage A) allicht een overschatting, omdat het heel moeilijk te bepalen is wat de juiste randvoorwaarden zijn.

### 7.1.9 Datacenters

Een inschatting voor de hoeveelheid koelwarmte uit datacenters binnen de gemeente Utrecht is gemaakt op basis van de warmteatlas<sup>22</sup>. Om de potentie in te schatten is het veld 'Schatting DataCentra Warmte (<30 °C)' gebruikt.

Om vervolgens het totale vermogen te berekenen is aangenomen dat een datacenter het hele jaar door 24 uur per dag warmte produceert.

### 7.1.10 Uitbreiding biomassa

Het is bekend dat Eneco de biomassacentrale Lage Weide uit gaat breiden tot 60 MWth. Om te berekenen hoeveel potentie er is voor biomassa binnen de gemeente, is aangenomen dat dit de enige significantie biomassa bron is. Daarnaast is voor de berekening van de totale warmteproductie aangenomen dat een biomassa circa 6000 vollasturen heeft.

### 7.1.11 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

De potentie voor Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is gebaseerd op recentelijk ontvangen data van Deltares. Deltares heeft een inschatting gemaakt voor de hoeveelheid warmte die te onttrekken is uit oppervlaktewater, waarbij rekening is gehouden met de lucht- en watertemperatuur, regelgeving m.b.t. uitkoeling, oppervlakte van de waterloop etc.

Voor de verwachting van de potentie is aangenomen dat alleen warmte uit het Amsterdam-Rijnkanaal en Merwedekanaal wordt onttrokken. Voor de bovenwaarde is aangenomen dat alle warmte uit oppervlaktewater wordt onttrokken en voor de ondergens dat 50% van de beschikbare warmte in het Amsterdam-Rijnkanaal en Merwedekanaal wordt onttrokken.

Voor de berekening van het vermogen is aangenomen dat de gemiddelde TEO bron 300 vollasturen heeft per jaar. Ter vergelijking: in het ontwerp van IF voor 'Smart Polder Merwedekanaalzone' is gerekend met 3200 vollasturen.

### 7.1.12 Thermische energie uit afvalwater (TEA)

De berekening van het potentieel van Thermische energie uit afvalwater (TEA) is grotendeels gebaseerd op onderzoeken van Deltares en STOWA uit 2018. Het vermogen is berekend door de hydraulische capaciteit te vermenigvuldigen met het toegestane temperatuurverschil voor uitkoeling ( $\Delta T$  van 5 °C). Vervolgens is aangenomen dat een TEA bron gemiddeld 4000 vollasturen per jaar heeft om het vermogen te berekenen.

---

<sup>22</sup> De warmteatlas is een openbare dataset met inschattingen van het warmteaanbod voor heel Nederland, beschikbaar gesteld door RVO.

### 7.1.13 Thermische energie uit afvalwater (TED)

De berekening van het potentieel van TED is gebaseerd op de met ons gedeelde online kaart van Waternet (Omgevingswarmtekaart).

## 7.2 Opstellen Vesta MAIS input data

De instructies om de bronnen toe te voegen aan het Vesta MAIS-model zijn te vinden in het document 'Instructies input Vesta MAIS-model' (zie bijlage lijst). Echter biedt dit document niet de argumenten voor bepaalde keuzes die zijn gemaakt in de input data. Hieronder is per type bron een compacte beschrijving gegeven die de vertaling tussen de techno-economische analyse uit fase 2 van dit project en de input voor Vesta MAIS maakt.

### Midden temperatuur

Vesta MAIS leest de midden temperatuur bronnen (>70 graden) in vanuit een .csv file. Vanuit deze file worden de bronnen aan een categorie gelinkt (vb. STEG). Vesta MAIS gebruikt voor elke categorie default rekenwaardes (bijvoorbeeld voor MWcapaciteit of de vollastfactor). Wanneer er andere waardes (meer realistisch of praktijk gerelateerd) bekend zijn, kunnen deze aan het .csv bestand worden toegevoegd. Voor bronnen waarvoor wij specifieke inschattingen konden maken (o.a. op basis van de resultaten van dit project) hebben we de default waarden aangepast. Vesta MAIS hanteert vervolgens deze waardes als input. De bronnen die zijn meegenomen zijn:

- Update van bestaande locaties in Vesta MAIS (waaronder: Eneco HWC-locaties)
- Restwarmtebronnen (Nedal, Douwe Egberts, Biowarmte centrale Lage Weide, Asfaltcentrale Lage Weide)
- WOS-locaties van het Eneco warmtenet

### Lage temperatuur

Voor lage temperatuur bronnen geldt hetzelfde principe als voor MT-bronnen. Echter zijn hier naast de default categorieën (vb. Datacenter of supermarkt) twee nieuwe categorieën toegevoegd. Namelijk TEDUtrecht en WOSUtrecht. De reden hiervoor is dat beide type bronnen andere default waardes hanteren dan de bestaande categorieën (zie document 'instructies input Vesta MAIS-model' voor een gedetailleerde uitleg). De bronnen die zijn meegenomen zijn:

- WOS-locaties van het Eneco warmtenet
- TED-locaties van de drie WRK-leidingen van waternet
- Update van bestaande locaties in Vesta MAIS (waaronder: RWZI, gemalen, supermarkten en overig)

### Diepe Geothermie

Geothermie is in Vesta MAIS toegevoegd als shapefile bestand. Omdat de code en opbouw van het model te complex is om een nieuwe bron toe te voegen is ervoor gekozen om de default geothermie kaart laag aan te passen. Zodat voor de gemeente Utrecht ook het diepere segment voor geothermie wordt meegenomen als potentieel. De kaart bevat 6 classificaties (0 tot en met 5), waarbij 0 refereert naar onbekend potentieel en 5 refereert naar > 20MW. De shapefile is zo opgebouwd dat het werkt met blokjes van één vierkante kilometer. Gezien het berekende potentieel voor (ultra) diepe geothermie is een inschatting gemaakt naar het thermische beschikbaar vermogen per vierkante kilometer (op buurt niveau) voor de gemeente Utrecht. Omgerekend zit dit potentieel op classificatie 2 (wat betekent dat een goede indicatie is gemaakt voor een beschikbaar vermogen van > 5 MW).

Zoals bekend is er voor geothermie gekeken naar de stedelijkheid van de buurten. De buurten met een stedelijkheid van >4 hebben classificatie 2 gekregen. Waar de omliggende buurten een classificatie 1 hebben gekregen. LTA is niet meegenomen in het potentieel. De argumentatie hiervoor is beschreven in het document 'instructies input Vesta MAIS-model'.

### Thermische Energie uit Oppervlaktewater

TEO heeft net als geothermie dezelfde structuur in de doorrekening van Vesta MAIS. Een shapefile zorgt voor een ruimtelijk inzicht in het landelijke potentieel. De data in de shapefile is echter anders opgebouwd. Hier is letterlijk één polygoon over heel Nederland getekend. De gebieden die worden gedekt voor het polygoon bieden potentie voor TEO. De bestaande TEO kaart is aangepast voor de gemeente Utrecht en de default waardes die Vesta MAIS gebruikt voor de doorrekening zijn niet aangepast.

## 7.3 Buurtanalyse – vraag



In deze paragraaf beschrijven we hoe de vraag van de gehele gebouwde omgeving is bepaald. Hoe vervolgens deze vraag is opgesplitst naar de drie temperatuurniveau's (HT/MT/LT) en de twee vermogenssegmenten (basis-/pieklast).

Als basis voor de berekening van de warmtevraag is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) gebruikt (peildatum: januari 2019). De warmtevraag van ieder adres binnen de gemeente is berekend aan de hand van de de bruto vloeroppervlaktes, gebruiksfuncties en energielabels. Hierbij zijn onderstaande kengetallen gebruikt voor vermogens en warmtevraag voor achtereenvolgens utiliteiten en woningen. Een belangrijke opmerking bij de gebruikte kengetallen is dat deze getallen op pand niveau sterk kunnen afwijken door niet juist geregistreerde energielabels, extreem gebruik etc. Maar op buurtniveau zijn de getallen wel nauwkeurig doordat ze gebaseerd zijn op daadwerkelijk gemeten gasverbruiken op PC5 niveau.

Tabel 6. Gebruikte kengetallen voor warmtevraag en vermogen van utiliteiten.

| Functie                          | Warmtevraag<br>totaal     | Vermogen<br>CV      | Vermogen<br>tap     |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
|                                  | [MJ/m <sup>2</sup> /jaar] | [W/m <sup>2</sup> ] | [W/m <sup>2</sup> ] |
| <b>bijeenkomstfunctie</b>        | 175                       | 81                  | 0                   |
| <b>celfunctie</b>                | 650                       | 16                  | 128                 |
| <b>gezondheidszorgfunctie</b>    | 553                       | 70                  | 82                  |
| <b>industriefunctie</b>          | 230                       | 53                  | 0                   |
| <b>kantoorfunctie</b>            | 385                       | 96                  | 20                  |
| <b>logiesfunctie</b>             | 411                       | 96                  | 128                 |
| <b>onderwijsfunctie</b>          | 239                       | 58                  | 26                  |
| <b>overige gebruiksfunctie</b>   | 173                       | 40                  | 0                   |
| <b>pand in gebruik zonder VO</b> | 173                       | 40                  | 0                   |
| <b>sportfunctie</b>              | 381                       | 112                 | 20                  |
| <b>winkelfunctie</b>             | 278                       | 68                  | 0                   |

Tabel 7. Gebruikte kengetallen voor warmtevraag en vermogen van woningen.

| Energie<br>label | Warmtevraag totaal        | Vermogen<br>CV      | Vermogen<br>tap |
|------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|
|                  | [MJ/m <sup>2</sup> /jaar] | [W/m <sup>2</sup> ] | [kW]            |
| <b>A</b>         | 219                       | 33                  | 26              |
| <b>B</b>         | 265                       | 42                  | 26              |
| <b>C</b>         | 319                       | 54                  | 26              |
| <b>D</b>         | 409                       | 73                  | 26              |
| <b>E</b>         | 436                       | 79                  | 26              |
| <b>F</b>         | 442                       | 80                  | 26              |
| <b>G</b>         | 442                       | 80                  | 26              |

De kentallen voor warmtevraag zijn gebaseerd op daadwerkelijk gemeten gasverbruiken op PC5 niveau. Bij woningen is het tapvermogen gebaseerd op een standaard CW4 warmwaterklasse. Bij woningen is het CV vermogen gebaseerd op 1300 vollasturen per jaar.

Vervolgens is de berekende warmtevraag (en het benodigd vermogen) opgedeeld naar de 3 temperatuurniveau's (HT/MT/LT), hierbij zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Tabel 8. Uitgangspunten opsplitsing warmtevraag naar temperatuurniveau.

| Periode bouwjaar                          | Behoefte aanvoertemperatuur<br>afgiftesysteem | Benaming |
|---|---|----------|
| Tot en met 1939                           | > 70°C  | HT       |
| 1940 tot en met 1999                      | 50 tot 70 °C                                  | MT       |
| Vanaf 2000 (dus ook<br>nieuwbouw na 2019) | < 50 °C                                       | LT       |

Daarna is het aandeel basis- en pieklast van de warmtevraag en het vermogen bepaald aan de hand van de onderstaande uitgangspunten.

Tabel 9. Uitgangspunten opdeling warmtevraag en vermogen naar basis- en pieklast.

| Temperatuurniveau + warmtevraag/vermogen | Aandeel in warmtevraag/vermogen |
|--|---------------------------------|
| <b>HT warmtevraag</b>                    | Basislast: 70%   Pieklast: 30%  |
| <b>HT vermogen</b>                       | Basislast: 30%   Pieklast: 70%  |
| <b>MT warmtevraag</b>                    | Basislast: 80%   Pieklast: 20%  |
| <b>MT vermogen</b>                       | Basislast: 40%   Pieklast: 60%  |
| <b>LT warmtevraag</b>                    | Basislast: 90%   Pieklast: 10%  |
| <b>LT vermogen</b>                       | Basislast: 60%   Pieklast: 40%  |

Tenslotte zijn de berekende gegevens per adres gesommeerd voor alle adressen binnen een buurt om de warmtevraag en het benodigde vermogen van de gehele buurt te bepalen.

## 7.4 Buurtanalyse – aanbod

Hieronder beschrijven we voor iedere potentiële warmtebron hoe we hebben bepaald voor welke buurten de betreffende bron als nieuwe lokale bron ingezet zou kunnen worden. Bij deze bepaling zijn de belangrijkste factoren: de locatie van de bron, de stedelijkheid van de buurt en de aanwezigheid van barrières.

De barrières die zijn meegenomen zijn: de snelwegen, de waterlinieweg, het Amsterdam-Rijnkanaal en het Merwedekanaal.

### 7.4.1 Diepe en ultradiepe geothermie

De bronnen diepe en ultradiepe geothermie zijn aan iedere buurt met stedelijkheid 4 of 5 toegekend als lokale warmtebron. Vervolgens is gekeken welke buurten grenzen aan een buurt met stedelijkheid 4 of 5 zonder dat er een grote barrière tussen de buurten aanwezig is. Aan deze buurten zijn de bronnen diepe en ultradiepe geothermie ook toegekend als potentiële lokale warmtebron.

### 7.4.2 Ondiepe geothermie (LTA)

De bron ondiepe geothermie is aan iedere buurt met stedelijkheid 3, 4 of 5 toegekend als lokale warmtebron. Vervolgens is gekeken welke buurten grenzen aan een buurt met stedelijkheid 3, 4 of 5 zonder dat er een grote barrière tussen de buurten aanwezig is. Aan deze buurten is de bronnen ondiepe geothermie ook toegekend als potentiële lokale warmtebron.

### 7.4.3 Asfaltcentrale Lage Weide (ACLW)

De Asfaltcentrale Lage Weide is alleen aan de buurt waar hij gepland is, toegekend als lokale warmtebron. Dit betekent dus dat de ACLW alleen als lokale bron is meegenomen voor industrieterrein Lage Weide.

### 7.4.4 Douwe Egberts, Nedal en andere industriële restwarmte

De industriële restwarmtebronnen zijn als lokale warmtebron toegekend aan de buurt waar ze in staan en de dichtstbijzijnde omliggende buurten. Hierbij is ook rekening gehouden met de aanwezigheid van barrières. De aanpak is gehanteerd voor zowel Douwe Egberts, Nedal, als de andere industriële restwarmtebronnen.

### 7.4.5 Koelwarmte

De koelwarmtebronnen zijn alleen als lokale warmtebron toegekend aan de buurt waar ze in staan. Onder koelwarmtebronnen vallen alle bronnen met lage en midden temperatuur restwarmte (datacenters, supermarkten, koelhuizen etc.).

### 7.4.6 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

De bron 'thermische energie uit oppervlaktewater' is toegekend aan alle buurten die grenzen aan water waarvan de warmtepotentie inschatting van Deltares ten minste 20 TJ/jaar per segment<sup>23</sup> is.

#### 7.4.7 Thermische energie uit afvalwater (TEA)

Voor het toekenen van de bron 'thermische energie uit afvalwater' is gekeken naar de locatie van de RWZI's binnen de gemeente Utrecht. Aan iedere buurt waar zich een RWZI in bevindt, is TEA als lokale bronoptie toegekend. Voor RWZI Overvecht is een uitzondering gemaakt, gezien de grote capaciteit van deze bron. Hierbij is gekeken naar aangrenzende buurten zonder grote barrière ertussen en aan deze buurten is TEA ook als lokale bronoptie toegekend.

#### 7.4.8 Thermische energie uit drinkwater (TED)

De bron 'thermische energie uit drinkwater' is toegekend als lokale bronoptie aan alle buurten waar de KWR-leiding onderdoor loopt. Een uitzondering is gemaakt voor de buurten 'Haarzuilens en omgeving' en 'Maximapark'. In deze buurten is de afstand tussen de KWR leiding en het warmtevraagcluster zo groot dat de bron TED hier niet als lokale bron is meegenomen.

---

<sup>23</sup> Om een inschatting te kunnen maken van de potentie heeft Deltares alle wateren opgeknipt in segmenten van ca. 500m lengte.

# Referenties

- [1] Greenvis, Interviewee, *Expert judgement*. [Interview]. September 2019.
- [2] Engie, Interviewee, *Algemene kennis restwarmte bronnen*. [Interview]. 2019.
- [3] B. Schepers, T. Scholten , G. Willemsen , M. Koenders en B. de Zwart, „CE Delft & IF Technology; Weg van gas - Kansen voor de nieuwe concepten LageTemperatuurAardwarmte en Mijnwater,“ 2018.
- [4] g. U. Vera Haaksma, Interviewee, *Algemene kennis restwarmte bronnen*. [Interview]. 2019.
- [5] K. Hellebrand , R. J. Post en B. in 't Groen , „IF Technology; Kansen voor Ondiepe Geothermie voor de glastuinbouw,“ 2012.
- [6] J. Eneco, Interviewee, *Algemene kennis restwarmte bronnen*. [Interview]. 2019.
- [7] W. H. d. S. Rijnlanden, Interviewee, *Algemene kennis restwarmte bronnen*. [Interview]. 2019.
- [8] STOWA, „Handreiking Aquathermie - Hoe gaan we verder met TEO en TEA?,“ 2018.
- [9] K. Kruit, B. Schepers , R. Roosjen en P. Boderie, „Deltares & CE Delft; Nationaal potentieel aquathermie - Analyse en review van de mogelijkheden,“ 2018.
- [10] STOWA, „Portfolio Thermische Energie uit Afvalwater; waardevolle lessen uit de praktijk,“ Amersfoort, 2018.
- [11] KWR, „De rol van de drinkwatersector in de energietransitie,“ Maart, Nieuwegein , 2018.
- [12] Waternet, „Omgevingswarmte kaart,“ 2019.
- [13] Deltares, „Nationaal potentieel van aquathermie,“ Delft, 2018.