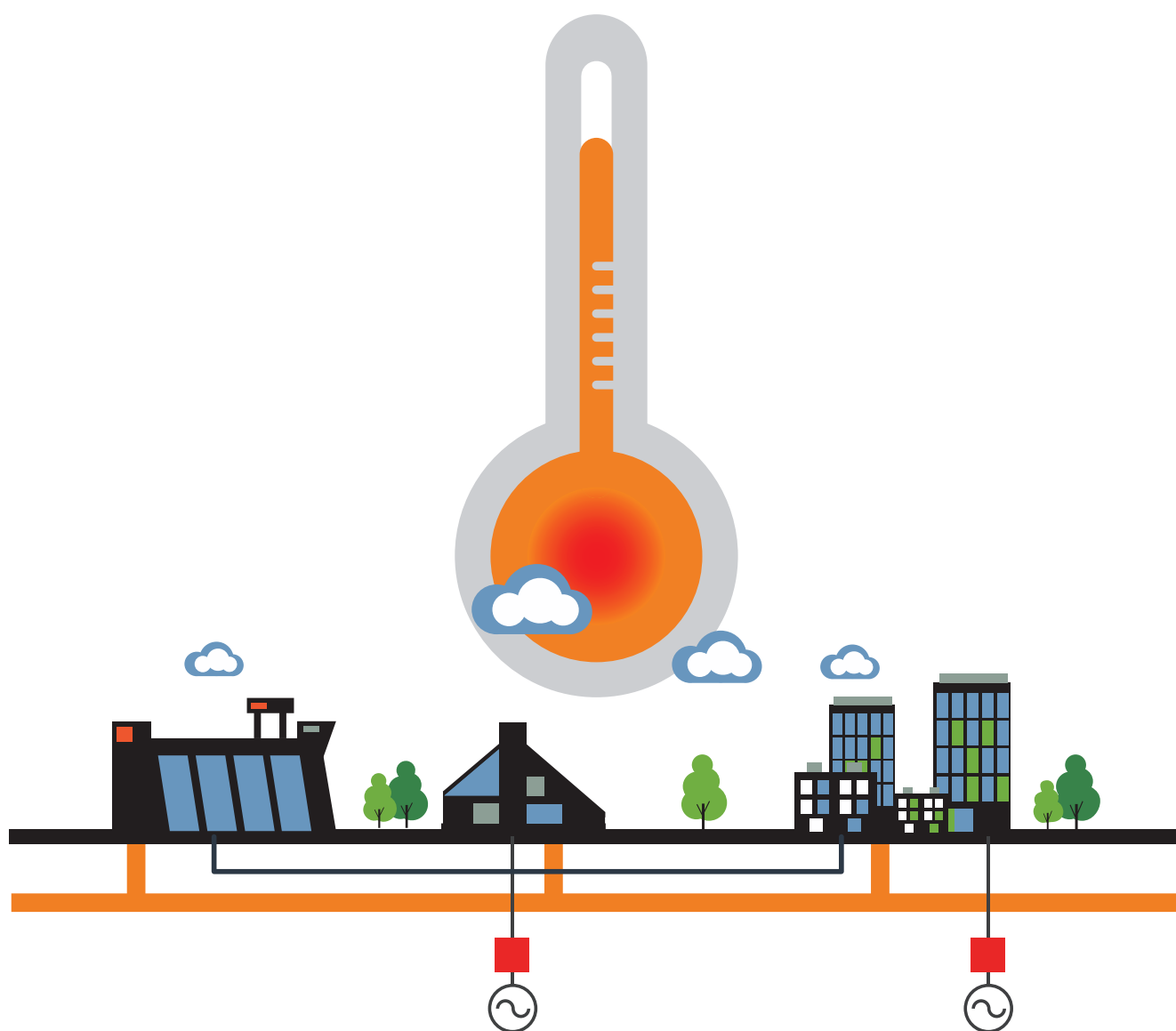


# EEN WARMTENET VOOR ZAVENTEM-ZUID? WARM AANBEVOLEN

VERKENNING VAN HET POTENTIEEL VOOR WARMTENETTEN  
IN ZAVENTEM-ZUID



**VLAAMS-  
BRABANT**

de provincie, jouw streekmotor

Een onderzoek in opdracht van de Provincie Vlaams-Brabant  
In samenwerking met de gemeente Zaventem  
Onderzoek: Kelvin Solutions  
Auteurs: Niels Wouters en Hartwin Leen

## **Colofon**

De studie werd uitgevoerd door Kelvin Solutions in opdracht van de provincie Vlaams-Brabant binnen het raamcontract 'Oriënterende warmtenetscreenings'. De opdracht werd begeleid door de dienst ruimtelijke planning van de provincie Vlaams-Brabant en door de afdeling Omgeving van de gemeente Zaventem.

Deze screening past in het optimalisatietraject voor de bedrijvenzone Zaventem-Zuid, een samenwerking tussen de gemeente Zaventem, de provincie Vlaams-Brabant, en Agentschap Innoveren en Ondernemen, met medewerking van Kamer van Koophandel Vlaams-Brabant en POM Vlaams-Brabant.

Tekstredactie en lay-out: Provincie Vlaams-Brabant

## **Verwijzing**

Wouters, Niels (2019). Een warmtenet voor Zaventem-Zuid? Warm aanbevolen! Verkenning van het potentieel voor warmtenetten in Zaventem-Zuid. Studieopdracht uitgevoerd door Kelvin Solutions in opdracht van provincie Vlaams-Brabant.

## Managementsamenvatting

### Zaventem-Zuid geschikt voor collectief warmtesysteem

Het provinciebestuur liet een oriënterende warmtenetscreening uitvoeren in de bedrijvenzone Zaventem-Zuid. Warmtevraag, warmteaanbod en mogelijke verbindingen tussen beiden zijn onderzocht om kansrijke zones voor de aanleg van warmtenetten op te sporen. Een oriënterende warmtenetscreening biedt een mooi vertrekpunt om een deel van de warmtevoorziening te vergroenen en om in te zetten op hernieuwbare energie.

De bedrijvenzone Zaventem-Zuid staat in voor **17% van het totale gasverbruik** van de gemeente Zaventem. De zone heeft enkele kenmerken die typisch de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem ondersteunen. Zo zijn er in het studiegebied verschillende mogelijke warmtebronnen aanwezig:

- Aanwezige datacentra zouden kunnen **restwarmte** leveren. Momenteel is continu 9 MW beschikbaar. Dit zou in de toekomst meer kunnen worden indien de aanwezige bedrijven verder zouden groeien. De beschikbare hoeveelheid restwarmte komt overeen met het warmteverbruik in de bedrijvenzone op jaarbasis. Ook als u rekening houdt met pieken in de warmtevraag in koudere periodes (dus een vraagprofiel afhankelijk van buitentemperatuur) zal naar verwachting een groot deel van de warmtevraag in het gebied opgevangen kunnen worden met restwarmte.
- De datacentra kunnen ook als een belangrijke partner optreden voor de opstart van het warmtenet met een **warmtekrachtkoppeling** (WKK) dankzij hun continue verbruik van elektriciteit.
- **Biomassa van lokale oorsprong** die al aanwezig is in het gebied kan instaan voor 5,6 GWh per jaar en vormt zo een aanvulling voor het opvangen van de piekvraag naar warmte met hernieuwbare energie.

Een verduurzaming van het bedrijventerrein lijkt mogelijk door in te zetten op een collectief warmtenet. In een project met een WKK kan typisch 20% van de primaire energie bespaard worden. Bij gebruik van restwarmte en biomassa kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot gereduceerd worden met 8.970 ton per jaar. Dat komt overeen met een reductie van 5,8% van de totale uitstoot van Zaventem, of het effect van 7 windturbines. Hiermee wordt voldaan aan 29% van de doelstelling naar CO<sub>2</sub> reductie uit het Burgemeestersconvenant 2020. Een warmtenet voor Zaventem-Zuid wordt dus warm aanbevolen!

### Werk maken van business case en investeringsbeslissing

In een volgende fase dient de warmtevraag verder gekarakteriseerd te worden. Bij de opmaak van een scenario voor de realisatie van het project kan de energiebalans tussen gekoppelde gebruikers en bronnen uitgewerkt en geoptimaliseerd worden doorheen de tijd. Dat kan de basis vormen voor de business case en investeringsbeslissing.

Die stappen zet u het best samen met mogelijke projectpartners in een gestructureerd traject. Door actief op zoek te gaan naar de win-win werkt u toe naar een **intentieovereenkomst**. Een niet-bindende, maar ook niet-vrijblijvende verklaring als basis voor verdere verdieping en uitwerking.

## ONDERZOEK WARMTENET ZAVENTEM-ZUID

**8.970 ton minder**  **PER JAAR**

**= HET EQUIVALENT VAN**

**29%**  
van de  
doelstellingen 2020  
van het  
burgemeestersconvenant

OF

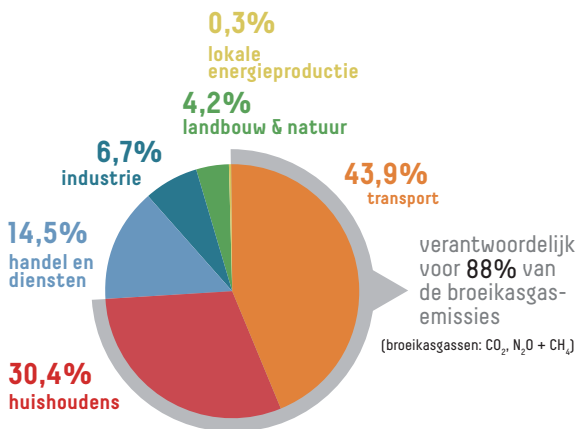
  
het planten van  
**450.000**  
bomen

OF

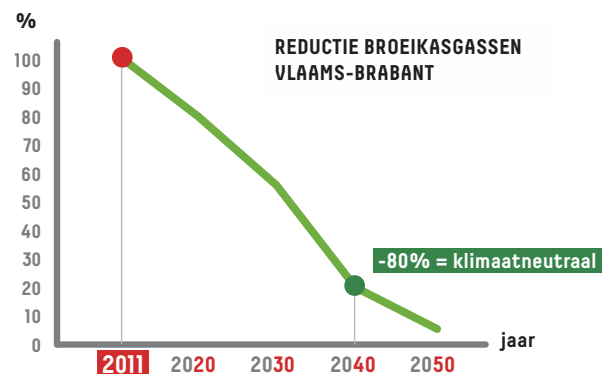
hernieuwbare energie  
geproduceerd  
door

**7**   
grote windmolens

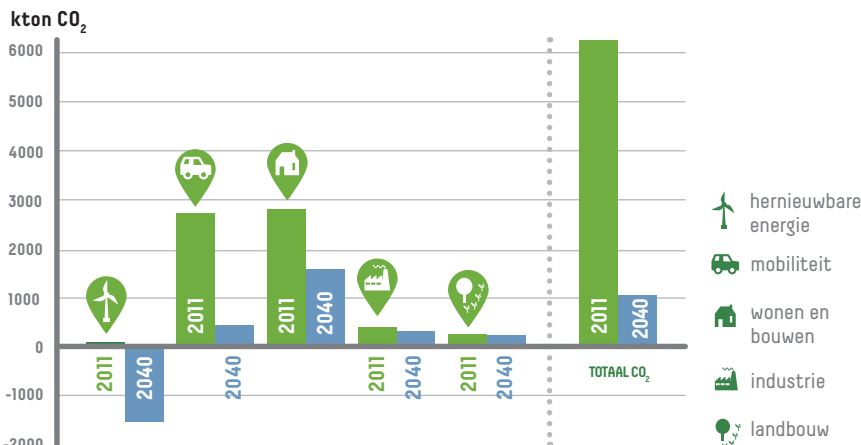
## VLAAMS-BRABANT KLIMAATNEUTRAAL - NULMETING 2011 EN AMBITIE



Totaal: 6.249.167 ton broeikasgasemissies (ton CO<sub>2</sub>)



### DOELSTELLINGEN CO<sub>2</sub>-REDUCTIE - VLAAMS-BRABANT KLIMAATNEUTRAAL



### POTENTIEEL CO<sub>2</sub> REDUCTIE VIA WARMTENETTEN IN VLAAMS-BRABANT

#### SCREENING AFGEROND

- Zaventem-Zuid >> 8.970 ton/jaar

#### IN ONDERZOEK

- Stedelijk gebied van Diest en Halle  
- Bedrijvencentres Lot en Drie Fonteinen in de Zennevallei



**VLAAMS-BRABANT**

de provincie, jouw streekmotor



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Achtergrond en doelstelling</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Studiegebied en plan van aanpak</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Warmtevraag binnen het studiegebied</b>	<b>10</b>
3.1	Informatie vanuit een verkennende gesprek . . . . .	11
3.2	Gegevens over nuttige warmtevragers vanuit open geografische data . . . . .	12
3.3	Inschatting van de warmtepotentie van bedrijven . . . . .	13
3.4	Warmtedichtheid op straatniveau . . . . .	14
3.5	Warmteverbruik per afnamepunt . . . . .	16
3.6	Warmtekaart Vlaanderen . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Warmteaanbod binnen het studiegebied</b>	<b>18</b>
4.1	Riothermie . . . . .	18
4.2	Biomassa . . . . .	19
4.3	Ondiepe geothermie . . . . .	20
4.4	Restwarmte . . . . .	22
4.5	WKK . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Shortlist: warmtenet potentieel Zaventem</b>	<b>23</b>
5.1	Toekomstige gemeentelijke ontwikkelingen- en werkzaamheden . . . . .	23
5.2	Potentiële concepten voor collectieve warmte en koude in Zaventem . . . . .	23
<b>6</b>	<b>Zonering &amp; distributie van warmte</b>	<b>26</b>
6.1	Verbruikszones . . . . .	26
6.2	Distributie . . . . .	26
<b>7</b>	<b>Analyse concepten</b>	<b>28</b>
7.1	Warmtenet met restwarmte . . . . .	28
7.1.1	Restwarmte als warmtebron . . . . .	28
7.1.2	Warmtepomp op basis van restwarmte . . . . .	29
7.1.3	Potentieel van restwarmte . . . . .	29
7.1.4	Mogelijke ontwikkeling . . . . .	31
7.2	Warmtenet met biomassa . . . . .	32
7.2.1	Warmte vanuit verbranding van biomassa . . . . .	33
7.2.2	Warmte vanuit de compostering . . . . .	33
7.2.3	Potentieel van biomassa, in aanvulling op restwarmte . . . . .	35
7.3	Warmtenet met WKK . . . . .	35
7.4	Koudenet . . . . .	37
<b>8</b>	<b>Samenvatting &amp; Conclusie</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>Mogelijke volgende stappen</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>Referenties</b>	<b>40</b>

## Lijst van figuren

Figuur 1	Onderzoeksgebied Zaventem . . . . .	9
Figuur 2	Mogelijke vragers en aanbieders op basis van een verkennende werksessie. . . . .	12
Figuur 3	Mogelijke warmtevragers op basis van 'Interessante plaatsen' . . . . .	13
Figuur 4	Inschatting van warmtepotentie van bedrijven . . . . .	14
Figuur 5	Warmtedichtheid op basis van de open verbruiksdata van Eandis . . . . .	16
Figuur 6	Warmteverbruik per afnamepunt . . . . .	17
Figuur 7	Snedevoor de gemeente Zaventem uit de Warmtekaart . . . . .	18
Figuur 8	Inschatting van de kansen voor riothermie . . . . .	19
Figuur 9	Inschatting van de kansen voor riothermie voor Zaventem. . . . .	20
Figuur 10	Inschatting van de kansen voor biomassa . . . . .	21
Figuur 11	Inschatting van de kansen voor ondiepe geothermie . . . . .	21
Figuur 12	Inschatting van de kansen voor restwarmte . . . . .	22
Figuur 13	Toekomstige ontwikkelingen Zaventem - Nossegem . . . . .	24
Figuur 14	Overzichtswaergave belangrijke elementen eerste fase van verkenning . . . . .	25
Figuur 15	Zonering van warmtevragers . . . . .	26
Figuur 16	Indicatieve trajecten voor distributieleidingen . . . . .	27
Figuur 17	Gesimuleerd vraagprofiel op uurbasis . . . . .	32
Figuur 18	Temperatuurverloop bij compostering . . . . .	34
Figuur 19	Biomeiller principeschema . . . . .	34
Figuur 20	Indicatieve leidingtrajecten bij koppeling aan biomassaketel . . . . .	36
Figuur 21	Traject voor een succesvol warmteproject . . . . .	39

## Lijst van tabellen

Tabel 1	Afstanden langs indicatieve trajecten . . . . .	28
Tabel 2	Overzicht energie uitwisseling zones langs indicatieve leidingtrajecten . . . . .	30
Tabel 3	Huidige situatie voor Zaventem en Zaventem-Zuid gebruikt als referentie . . . . .	30
Tabel 4	Parameters gebruikt in de simulatie van het potentieel van een project . . . . .	31
Tabel 5	Resultaten uit de simulatie van het potentieel van een project met restwarmte . . . . .	31
Tabel 6	Energie-inhoud houtsnippers . . . . .	33
Tabel 7	Resultaten uit simulatie van potentieel van project met restwarmte en biomassa . . . . .	35

## Woordenlijst

**BEO** Boorgat-energieopslag. 21

**COP** Coefficient of performance. 29, 31

**DNB** Distributienetbeheerder. 16

**DWA** Droogweerafvoer. 19

**GWh** Gigawattuur. 3, 21, 27, 29–31, 35, 38

**IE** Inwonersequivalenten. 19

**kWh** Kilowattuur. 10, 33

**KWO** Koude-warmteopslag. 21

**MWh** Megawattuur. 10, 20, 28, 30–33, 35

**SPF** Seasonal Performance Factor. 29, 31

**VEA** Vlaams Energieagentschap. 17, 18, 40

**VMM** Vlaamse Milieumaatschappij. 19, 40

**WKK** Warmtekrachtkoppeling. 3, 14, 22, 23, 36, 38

## 1 Achtergrond en doelstelling

De provincie Vlaams-Brabant nam in haar Klimaatbeleidsplan 2040 een sterk engagement om klimaatneutraal te zijn tegen 2040. Daarenboven ondertekenden 60 Vlaams-Brabantse gemeenten het burgemeesterconvenant.

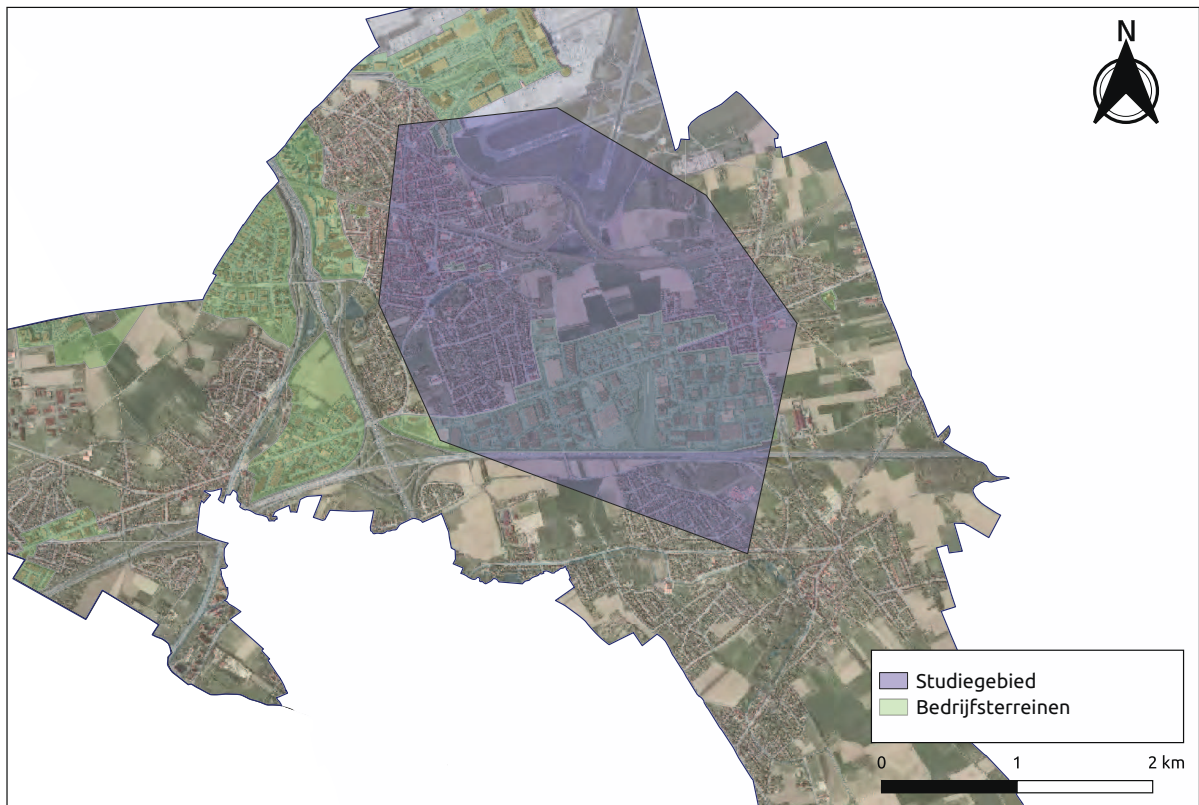
De klimaatstudie [1] en Energiekansenkaarten [2] opgemaakt op maat van de provincie bevestigen Europees referentie-studiewerk: collectieve warmte vormt een belangrijk, zelfs onmisbaar, puzzelstuk in de energietransitie. Belangrijke bronnen van warmte in de provincie zijn ondiepe geothermie, restwarmte, riothermie en biomassa. Warmtenetten zijn dan ook terecht opgenomen in het Klimaatactieprogramma 2016-2019 van de provincie [3] dat uitvoering geeft aan het Klimaatbeleidsplan 2040 [4].

In het licht daarvan wenst de provincie de gemeenten op haar grondgebied te ondersteunen bij het in kaart brengen van de potentie van warmtenetten. Dit gebeurt door het laten uitvoeren van *oriënterende warmtenetscreenings* in kader van een raamcontract. Een oriënterende warmtenetscreening is een snelle verkennende analyse van warmtevraag, warmteaanbod en mogelijke verbindingen tussen beiden. Het opzet is om snel en efficiënt kansrijke zones voor de aanleg van collectieve warmtesystemen te detecteren. Zo kunnen inzet en middelen vrij snel gefocust worden op mogelijk kansrijke projecten. Inzichten uit een oriënterende warmtenetscreening laten toe om binnen lopende of nog op te starten trajecten in te zetten op de maximale koppeling van ruimtelijke ontwikkelingen en de transitie richting duurzame warmte.

In december 2017 sloten de provincie Vlaams-Brabant en de gemeente Zaventem een samenwerkingsovereenkomst af voor de verbetering van de bedrijvzone Zaventem-Zuid, gelegen aan de E40. Doel van deze samenwerking is het uitwerken van een kwalitatief ruimtelijk kader voor de verdere ontwikkeling van deze bedrijvzone. Door het uitvoeren van een oriënterende warmtenetscreening voor de gemeente Zaventem willen de provincie en de gemeente bekijken hoe 'warmteplanning' mee ingezet kan worden in dit ruimtelijk kader en dit binnen de ruimere context van de gemeente (met inbegrip van de deelgemeenten Nossegem, Sterrebeek en Sint-Stevens-Woluwe).

## 2 Studiegebied en plan van aanpak

De oriënterende warmtenetscreening voor Zaventem startte vanuit de bedrijvzone Zaventem-Zuid. Deze zone is vooral gekend door de aanwezigheid van Ikea Zaventem en bedrijven zoals Asco, Toyota en Pfizer. Met een ontwikkeling die gestart is in de jaren 70 van de vorige eeuw, groeide Zaventem-Zuid doorheen de jaren op een eerder organische manier. Het lopende optimalisatietraject voor deze bedrijvzone wil verschillende uitdagingen aanpakken op een geïntegreerde manier. De verkenning naar kansen voor collectieve warmte wordt ingebed in een bredere strategische oefening, samen met de aanwezige bedrijven en de lokale overheden. De distributienetbeheerder voor aardgas en elektriciteit in het onderzoeksgebied is Fluvius (voormalig Eandis-gebied).



Bron: [www.geopunt.be](http://www.geopunt.be) (26 oktober 2018).

Figuur 1: Onderzoeksgebied Zaventem

Binnen het raamcontract doorloopt een oriënterende warmtenetscreening een vastgelegd stappenplan met twee grote fases.

Fase 1:

1. In kaart brengen van de warmtevraag binnen het studiegebied;
2. In kaart brengen van het warmteaanbod binnen het studiegebied;
3. Opmaak van een shortlist met een selectie van kansrijke clusters.

Fase 2:

4. Uitwerking van een technisch concept voor de geselecteerde kansrijke clusters. Een technisch concept is een mogelijk traject voor een collectief warmtesysteem, waarbij verschillende warmtevragers en -bronnen met elkaar verbonden kunnen worden. Dit traject wordt op een conceptueel niveau uitgewerkt.

Optioneel wordt in fase 2 een eerste stap gezet richting business case opbouw en samenbrengen van partners in een mogelijk warmteproject. Voor Zaventem werd gekozen om deze stap later uit te voeren, op basis van de uitgevoerde verkenning.

Om warmtevragers en –aanbieders in kaart te brengen werden verschillende gegevensbronnen

gecombineerd, zoals verkennende gesprekken met lokale administratie; (geografische) open (verbruiks)data; voorgaand studiewerk; interviews met bedrijven; etc. Daarbij werden zowel de bestaande situatie als geplande ontwikkelingen in overweging genomen.

Daarna werd voor een shortlist van mogelijke betrokkenen een stap verder gezet. Zo wordt op conceptueel niveau een mogelijk traject uitgewerkt voor een collectief warmtesysteem waarbij verschillende warmtevragers en -bronnen met elkaar verbonden kunnen worden. Bij dit indicatief tracé is nog niet in detail de ondergrond en haalbaarheid onderzocht, wel wordt inzicht gegeven in afstanden en de benodigde schaal van het project.

De warmtenetscreening vertrekt vanuit enkele uitgangspunten:

- Een hoge warmtevraag is cruciaal voor de haalbaarheid van een warmtenet. Deze warmtevraag kan op verschillende manieren berekend worden: als warmtedichtheid [aantal kWh per lopende meter straat of wegsegment] en als warmteverbruik per afnamepunt [kWh]. De mogelijke koppeling van voldoende warmtevragers, idealiter met een gespreid verbruiksprofiel, is de succesfactor voor een collectief warmtesysteem.
- De evaluatie van de warmtevraag in functie van de kansrijkheid voor een warmtenet gebeurt aan de hand van richtwaarden voor de lineaire warmtedichtheid [5][6]. Indien de warmtedichtheid lager is dan 1,8 MWh/m wordt collectieve warmte als niet-kansrijk geëvalueerd. Bij een warmtedichtheid hoger dan 3 MWh/m wordt een warmtenet als kansrijk geëvalueerd. Bij een warmtedichtheid voor een wegsegment tussen 1,8 en 3 MWh/m is de haalbaarheid afhankelijk van de context, zoals clustering van de vraag, aanwezigheid van kansrijke warmteaanbieder of nieuwe geplande ontwikkelingen.
- De vraag naar koude is complementair aan de vraag naar warmte. Koudevragers produceren restwarmte, die ingezet kan worden in een warmtenet. Voorbeelden zijn de koeling van servers in datacentra of van koelmachines in voedingsbedrijven.
- Na een conceptuele uitwerking van een kansrijk concept (fase 2) zijn de slaagkansen van het project in de eerste plaats afhankelijk van partners die elkaar vinden, van risico-beheersing en van de opbouw van een goede business case. Daarom wordt de technische uitwerking beperkt tot de informatie die de basis kan vormen van die eventuele volgende stappen.

### **3 Warmtevraag binnen het studiegebied**

Een voldoende hoge warmtevraag is cruciaal voor de haalbaarheid van een warmtenet. Om een duidelijk beeld te krijgen van het potentieel voor een collectief warmtesysteem in een specifiek gebied worden verschillende gegevensbronnen en screeningsmethodieken gecombineerd. Elke invalshoek wordt gekenmerkt door typische sterkten en zwakten. Door het combineren van deze invalshoeken wordt een zo volledig mogelijk beeld nagestreefd.

Voor de verkenning van de warmtevraag binnen het onderzoeksgebied werden de volgende gegevensbronnen en screeningsmethodieken gebruikt:

1. Informatie vanuit een verkennend gesprek;
2. Gegevens over nuttige warmtevragers vanuit open geografische data;

3. Inschatting van de warmtepotentie van bedrijven;
4. Berekening van de warmtedichtheid op straatniveau op basis van open verbruiksdata van de distributienetbeheerder;
5. Berekening van het warmteverbruik per afnamepunt op basis van open verbruiksdata van de distributienetbeheerder;
6. Warmtekaart Vlaanderen[7]

Voor elke stap wordt kort de methodiek toegelicht en het resultaat op kaart getoond.

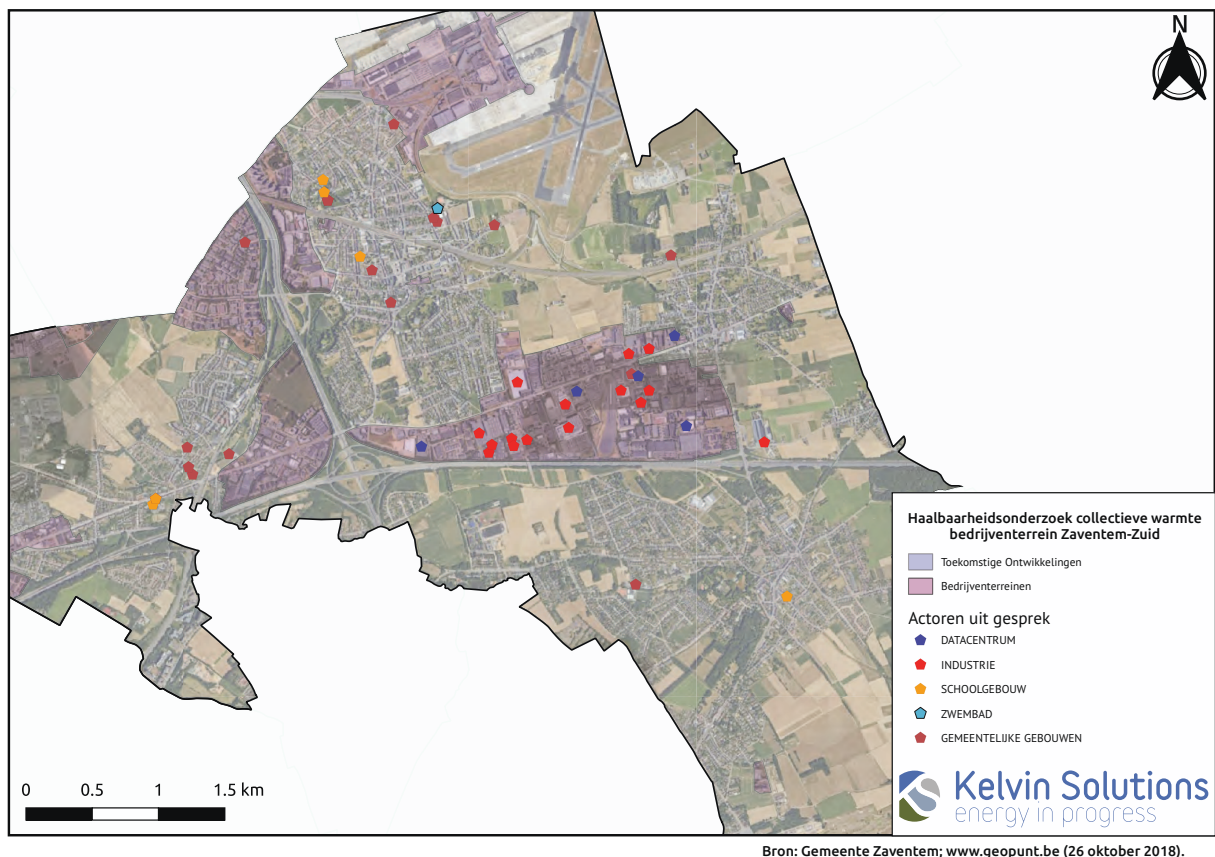
### **3.1 Informatie vanuit een verkennende gesprek**

Eén van de meest nuttige invalshoeken bij een warmtescreening is de dialoog met mensen die de regio kennen. Typisch gaat het hierbij om gemeentelijke ambtenaren, als geen ander bekend met het reilen en zeilen in hun gemeente.

Voor Zaventem werd een werksessie georganiseerd met de gemeente en de provincie. In deze werksessie werden een aantal bedrijven, scholen en nuttige plaatsen geïdentificeerd waarvan men overtuigd is dat deze actoren als gebruiker (zowel vragers als aanbieders) een nuttige bijdrage kunnen leveren aan de ontwikkeling van een mogelijk warmtenet. Ook geplande ontwikkelingen werden in kaart gebracht (Figuur 2).

Deze methodiek is erg krachtig omdat deze toelaat om op een relatief korte tijd de belangrijkste actoren in kaart te brengen. Een zwakte is de beperkte diepgang en het feit dat de informatie terugvalt op subjectieve beoordelingen van de werkgroepleden.





Figuur 2: Mogelijke vragers en aanbieders op basis van een verkennende werksessie. De nieuwe, geplande locatie van het zwembad is weergegeven.

### 3.2 Gegevens over nuttige warmtevragers vanuit open geografische data

Agentschap Informatie Vlaanderen stelt via Geopunt ([www.geopunt.be](http://www.geopunt.be)) geografische (ruimtelijke) data open beschikbaar. Deze is vrij toegankelijk en voor iedereen bruikbaar. De Geopunt databank bevat een gegevenslaag 'Interessante plaatsen' [8] (Figuur 3).

Vanuit deze data laag worden mogelijke gebruikers van nuttige warmte geselecteerd op basis van openbaar/publiek karakter of energie intensieve activiteiten en volgens volgende categorieën weergegeven:

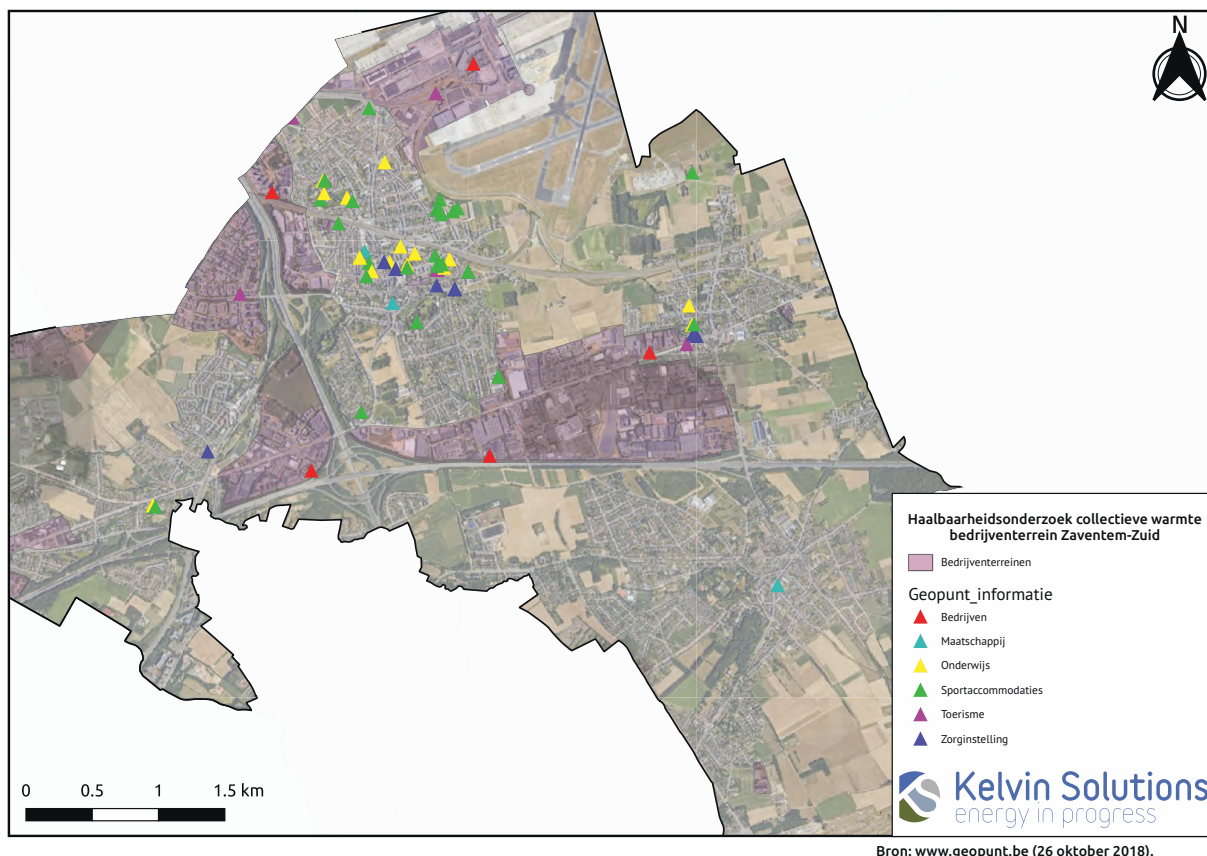
- Energie-intensieve bedrijven
- Maatschappelijke gebouwen
- Sportaccommodaties
- Onderwijsinstellingen
- Zorginstellingen
- Toerisme

Energie-intensieve bedrijven kunnen een interessant warmtevraagprofiel hebben of kunnen



voor een relatief hoge warmtedensiteit zorgen, wat een individuele oplijsting rechtvaardigt. Voor gebruikers met een semi-openbaar karakter kan aangenomen worden dat de besluitvorming rond aansluiting op een warmtenet anders gebeurt dan bij private actoren.

De nuttige plaatsen zijn hoofdzakelijk gelokaliseerd in het bewoonde centrum van Zaventem. Een groot aantal warmtevragers bevindt zich op een as tussen de sportaccommodaties in het noorden van Zaventem en het industriegebied Zaventem-Zuid. Ter hoogte van de noordelijk gelegen sportaccommodaties worden nog bijkomende ontwikkelingen voorzien.



Figuur 3: Mogelijke warmtevragers op basis van 'Interessante plaatsen', beschikbaar op Geopunt.

### 3.3 Inschatting van de warmtepotentie van bedrijven

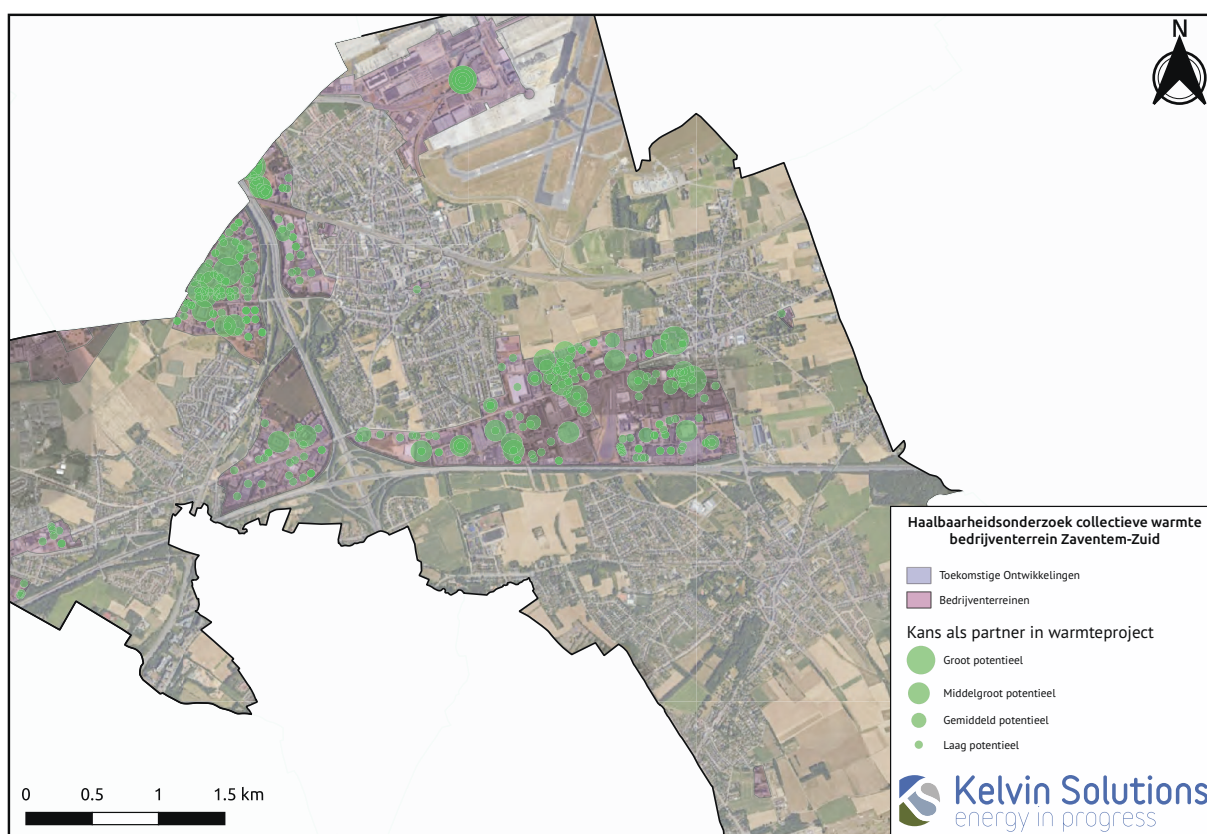
Ook niet-energie-intensieve bedrijven kunnen een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van een collectief warmtesysteem.

Om een beeld te krijgen van de overige, niet-energie-intensieve, bedrijven in de regio wordt de warmtepotentie geschat. Een overzicht van alle bedrijven in de regio wordt bekomen vanuit Kruispuntbank ondernemingen. Op basis van publiek beschikbare informatie (activiteiten, grootte, ...) wordt voor elk bedrijf een kwalitatieve inschatting gemaakt van de kans op positieve bijdrage aan een collectief warmteproject. Deze kwalitatieve waardering geeft mee richting in de zoektocht naar mogelijke kansrijke partners en locaties voor een collectief

warmtesysteem. Het onderzoeken van effectieve kansen kan zo gericht en efficiënt gebeuren in een volgende stap.

Voor Zaventem worden kansrijke groepen van bedrijven teruggevonden in drie industriezones, namelijk Zaventem-Zuid, Keiberg en Zaventem-Noord (Figuur 4).

In het studiegebied zijn verschillende datacentra aanwezig. Datacentra zijn grote koudevragers voor het koelen van servers (proceskoeling). Hun koudevraagprofiel is constant en gespreid over het volledige jaar. Daarnaast zijn het ook grote constante elektriciteitsverbruikers, wat hen een mogelijk interessante partner maakt voor een warmtekrachtkoppeling (WKK).



Bron: Kruiispuntbank van Ondernemingen economie.fgov.be; www.geopunt.be (26 oktober 2018).

Figuur 4: Inschatting van de warmtepotentie van bedrijven op basis publiek beschikbare data en kengetallen

### 3.4 Warmtedichtheid op straatniveau

Eandis stelt open verbruiksdata ter beschikking van de gemeenten waarin zij actief is als distributienetbeheerder (DNB) voor aardgas en elektriciteit. Omwille van privacy wordt dit energieverbruik geclusterd tot op straatniveau wanneer het publiek beschikbaar gesteld wordt. Zaventem behoort tot het (voormalige) werkingsgebied van Eandis waardoor zowel de aardgas- als elektriciteitsgegevens geraadpleegd kunnen worden.

De literatuur geeft typische richtwaarden aan voor de kansrijkheid van een warmtenet in functie

van lineaire warmtedichtheid [5][6]. Een hoge jaarlijkse warmtevraag leidt tot een energie-intensiever potentieel traject voor een warmtenet. Daarbij is de benodigde investeringskost zeer sterk afhankelijk van de af te leggen afstand. Mogelijke trajecten voor een warmtenet volgen typisch de wegen. En in die zin is de warmtevraag per lopende meter straatlengte, ook wel lineaire warmtedichtheid genoemd, een goede indicator voor de mogelijke rendabiliteit en kansrijkheid van een project.

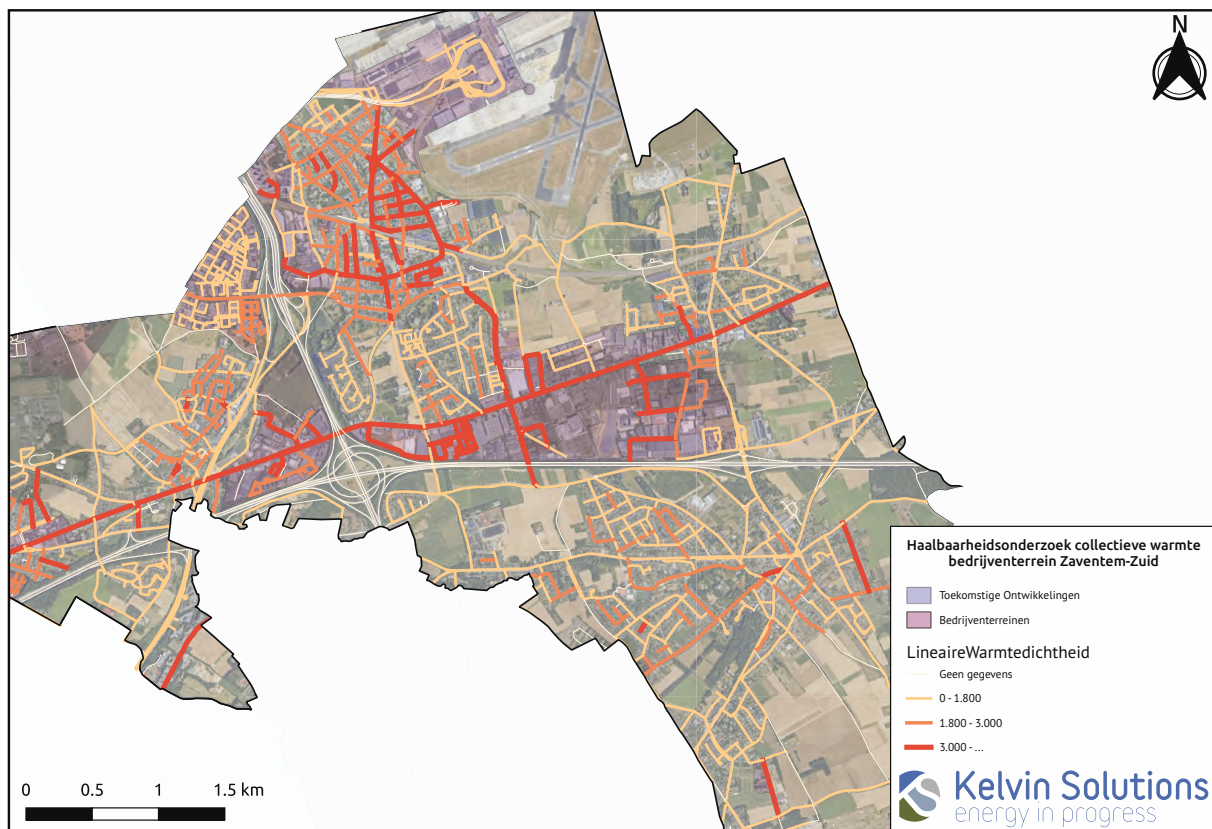
Het is belangrijk om aan te geven dat bij een evaluatie op basis van gasverbruiken geen aandacht wordt gegeven aan de rendementen van typische verwarmingswaterketels. Daarnaast worden mogelijke gebruikers van elektrische en/of stookolie verwarming niet opgenomen.

Bij de berekening van de warmtedichtheid is het belangrijk om een goed zicht te hebben op het eigenaarsstatuut van de wegsegmenten (publiek/privaat). Over privaat domein is het aannemelijk dat efficiënter gewerkt kan worden, of dat een traject om gebouwen te verbinden anders kan ingevuld worden (en dus niet de volledige straatlengte als basis zou dienen voor trajectlengte).

Tot slot is op te merken dat het totale verbruik van een straat uitgemiddeld wordt over de totale lengte. Zo zijn eventuele interessante puntverbruiken op specifieke locaties niet zichtbaar: zij gaan op in het straatgemiddelde.

Er kan dan ook geconcludeerd worden dat straten die op basis van deze evaluatie van warmtedichtheid nu reeds als kansrijk worden aangemerkt, zeker verdere aandacht verdienen. Andere zones kunnen bij verdere analyse alsnog interessant blijken, bijvoorbeeld bij de analyse van het warmteverbruik per afnamepunt (paragraaf 3.5).

Voor Zaventem komt het industriegebied Zaventem-Zuid uit deze methodiek naar voor als zeer kansrijk (Figuur 5). De Sterrebeekstraat kan een interessante doorsteek richting het centrum van Zaventem vormen. In het centrum zelf is een kansrijke zone aangeduid waarvan de kansen bepaald worden door de context (oranje).



Bron: Gemeente Zaventem; BAC; Open data 2018 Fluvius; www.geopunt.be (26 oktober 2018).

Figuur 5: Warmtedichtheid [gasverbruik in kWh per lopende meter] op basis van de open verbruiksdata van Eandis. Rode straten zijn het meest kansrijk voor de ontwikkeling van een warmtenet, voor oranje straten zijn de kansen afhankelijk van de context. Voor de gele straten worden kansen lager ingeschat.

### 3.5 Warmteverbruik per afnamepunt

Het berekenen van het warmteverbruik per afnamepunt is een complementaire methodiek om te werken met de publieke data van de DNB.

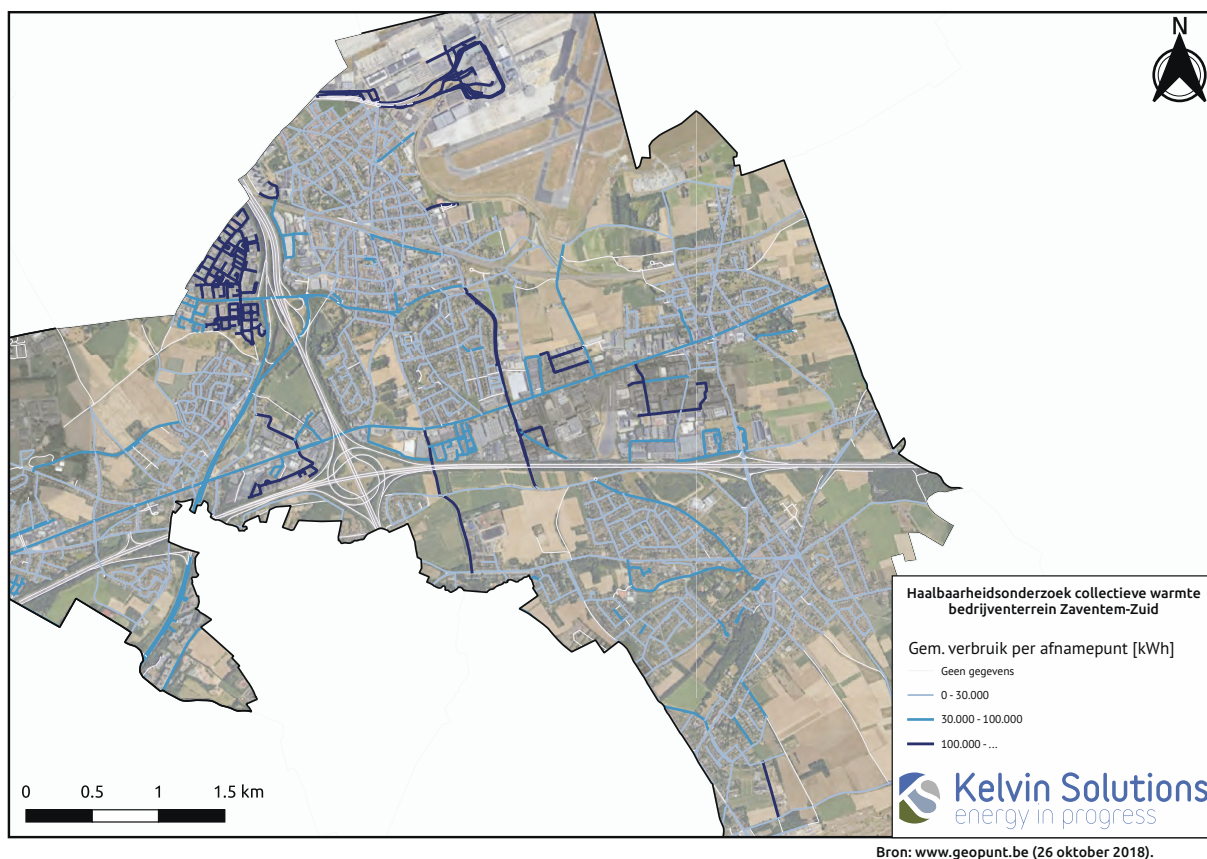
Een nadeel van de voorgaande analyse is het uitmiddelen van het verbruik. Bij wegsegmenten met grote verbruiksverschillen tussen verbruikers of met grote weglengtes waarbij het verbruik slechts in één zone geconcentreerd is, leidt deze evaluatie tot een lagere inschatting van de kansen voor deze wegsegmenten. Een meer volledig beeld wordt bekomen wanneer ook het warmteverbruik per afnamepunt geëvalueerd wordt.

Een analyse van het warmteverbruik per afnamepunt bevestigt de kansen voor het industriegebied Zaventem-Zuid en de Sterrebeekstraat met een hoog verbruik per afnamepunt (Figuur 6). Verder is er op basis van het warmteverbruik per afnamepunt nog een kleine verbruikscuster aanwezig op het industriegebied Keiberg (Imperiastraat).

Een hoog verbruik verspreid over een klein aantal afnamepunten geldt als een indicator voor een grotere kansrijkheid van een collectief systeem. Er zijn immers minder partijen betrokken



die overtuigd dienen te worden, en de kosten om aan te sluiten zijn lager.



Figuur 6: Warmteverbruik per afnamepunt [kWh] op basis van de open verbruiksdata van Eandis. Hoe donkerder de straatsegmenten gekleurd zijn, hoe hoger het warmteverbruik per afnamepunt en hoe hoger de kansen voor een warmtenet.

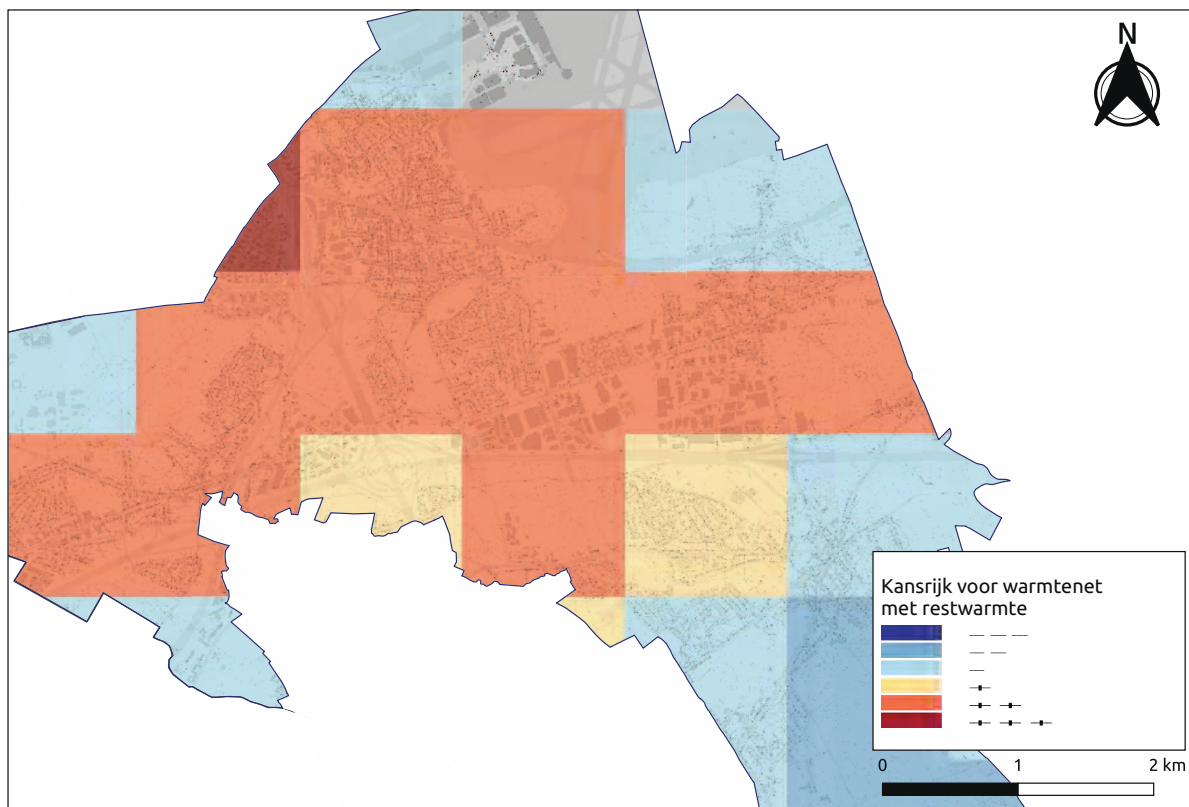
### 3.6 Warmtekaart Vlaanderen

De 'Warmtekaart Vlaanderen' is opgemaakt door Vito in opdracht van het Vlaams Energieagentschap (VEA). Deze warmtekaart geeft voor gridcellen van 300m op 300m aan waar zich kansrijke regio's bevinden voor de inzet op warmte.

Omwille van de grote afmetingen van de gridcellen is deze kaart niet bruikbaar als basis voor een gedetailleerde screening. Deze kaart kan wel de basis vormen voor een algemene indruk van de kansen voor warmte binnen een bepaalde regio. Het beeld van de Warmtekaart Vlaanderen bevestigt de kansen voor warmte die uit voorgaande analyses naar boven kwamen. Het bedrijventerrein Zaventem-Zuid wordt als kansrijk beschouwd.

De Warmtekaart Vlaanderen beschouwt ook een gedeelte van de industriezone Keiberg als zeer kansrijk, maar bovenstaande analyses van de warmtenetscreening schatten de kansen voor het deel Keiberg gelegen in de gemeente Zaventem eerder middelmatig in. Mogelijk is dit toe te wijzen aan relatief hoge leegstand met een (tijdelijk) lager verbruik tot gevolg [9]. De gegevens op basis van verbruik per afnamepunt lijken dit te bevestigen. Bij een wijziging van

gebruik van de zone, zou ook de kansrijkheid voor collectieve warmte opnieuw geëvalueerd kunnen worden.



Bron: [www.geopunt.be](http://www.geopunt.be) (26 oktober 2018).

Figuur 7: Snede voor de gemeente Zaventem uit de Warmtekaart opgemaakt door Vito in opdracht van VEA

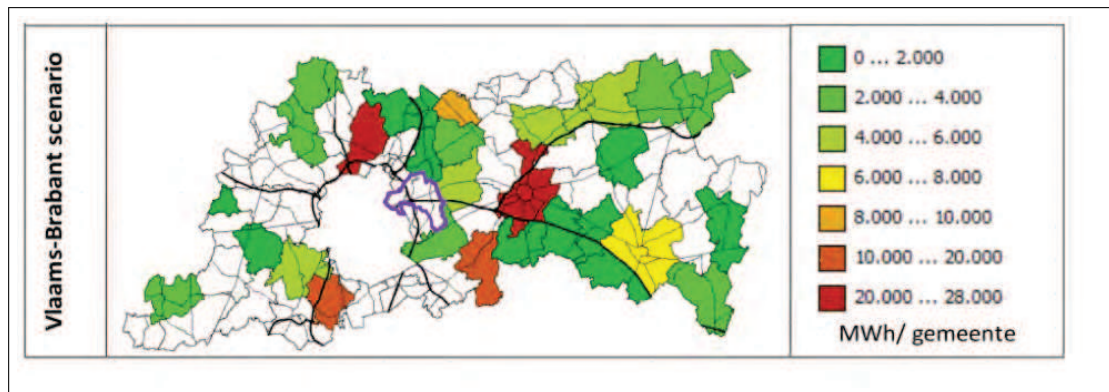
## 4 Warmteaanbod binnen het studiegebied

Naast een vraag voor warmte heeft een collectief warmtesysteem ook een warmtebron nodig.

In dit hoofdstuk wordt nagegaan welke duurzame en/of hernieuwbare warmtebronnen beschikbaar zijn en potentieel hebben om geïntegreerd te worden in een mogelijk warmtenet. De basis van deze analyse van het warmteaanbod is de Energiekansenkaart, een studie uitgevoerd door VITO in opdracht van de provincie Vlaams-Brabant [2]. De resultaten van deze studie worden verder aangevuld met meer gedetailleerde informatie.

### 4.1 Riothermie

Riothermie omvat de recuperatie van warmte uit afvalwater, bijvoorbeeld vanuit rioleringscollectoren. Voor de gemeente Zaventem wordt geen potentieel voor riothermie ingeschat in de Energiekansenkaart (Figuur 8)[2].



Figuur 8: Inschatting van de kansen voor riothermie binnen de provincie Vlaams-Brabant (bron: Energiekansenkaart [2])

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) voerde recent meer gedetailleerd studiewerk uit rond riothermie in Vlaanderen [10]. De droogweerafvoer (DWA) is daarbij bevestigd als belangrijk kengetal, er is immers nood aan voldoende en continu debiet om als warmtebron te fungeren. De studie van VMM stelde vast dat een minimumdiameter van DN300 en een minimum debiet van 10 l/s vereist zijn bij droogweerafvoer om een volwaardig riothermie project te kunnen realiseren. Deze richtcijfers komen overeen met een riolering voor ongeveer 6.000 inwoners of 2.400 wooneenheden, gerekend aan 2,4 inwonerequivalent (IE) per wooneenheid. Op basis van deze vuistregel kan in praktijk gestart worden met de zoektocht naar riothermie projecten bij gemeentes met minstens 10.000 inwoners.

Zaventem heeft voldoende inwoners, maar de locatie van de transportleiding waarbij voldaan wordt aan bovenstaande vuistregels, lijkt niet gunstig gelegen tegenover Zaventem-Zuid (Figuur 9). In een mogelijk scenario verder in de toekomst, met een bredere uitrol van collectieve warmte buiten Zaventem-Zuid, kan riothermie misschien wel een rol spelen.

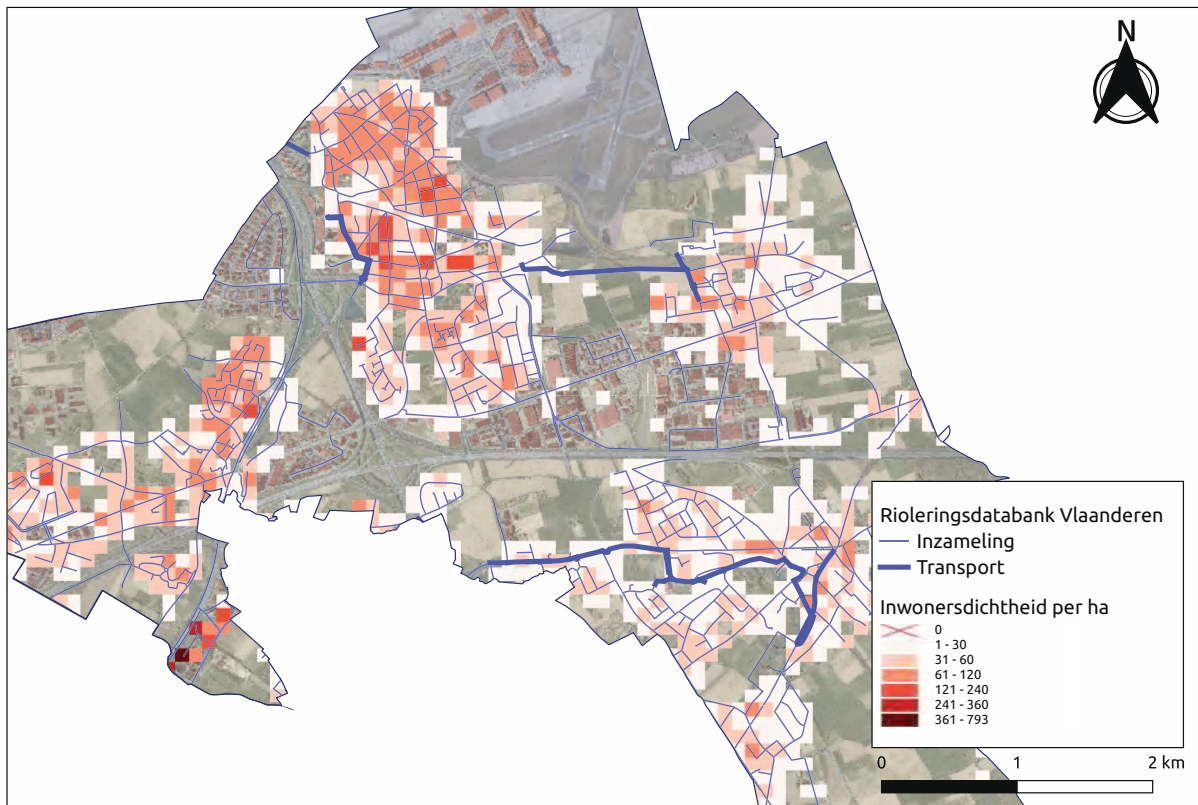
Voor een warmteproject met bestaande gebruikers, wordt een hoog temperatuur niveau verwacht om bestaande verwarmingsinstallaties aan te kunnen sluiten. Het temperatuurverschil tussen warmtebron en gebruikstemperatuur dient overbrugd te worden door een warmtepomp. Hoe groter dat verschil, hoe lager het rendement van die warmtepomp, en hoe lager de rendabiliteit van een bijhorend warmteproject.

Gezien de te overbruggen afstand, en aangezien er (rest-)warmtebronnen beschikbaar zijn op een hogere basistemperatuur, wordt riothermie niet weerhouden als optie voor warmtelevering in deze oriënterende warmtenetscreening.

## 4.2 Biomassa

Biomassa omvat in deze screening alle organisch materiaal dat afkomstig is van planten en/of dieren, bruikbaar als energiebron. Biomassa is beschikbaar in diverse vormen:

- vaste stoffen (oa. brandhout);
- vloeistoffen (biobrandstof);



Bron: VMM; www.geopunt.be (26 oktober 2018).

Figuur 9: Inschatting van de kansen voor riothermie voor Zaventem.

- gassen (biogas).

Afhankelijk van de gebruikte materialen en technieken kan biomassa instaan voor de levering van warmte, elektriciteit of de combinatie van beide.

De duurzaamheid van het gebruik van biomassa als warmtebron wordt bepaald door de lokale beschikbaarheid en het initieel doel van de biomassa. Zo wenst de provincie Vlaams-Brabant niet in te zetten op energiegewassen, maar wel op het gebruik van reststromen, zoals bermmaaisel of snoeihout afkomstig van houtkantenbeheer.

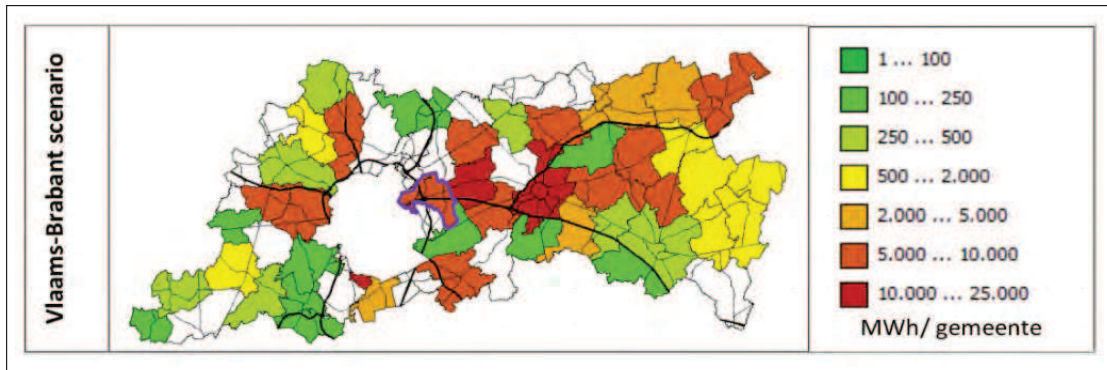
De gemeente Zaventem heeft een potentieel voor warmte uit biomassa tussen de 5.000 –10.000 MWh [2]. Daarnaast ligt in Zaventem minstens één bedrijf dat in de biomassa sector actief is. Lokale biomassa zou dus een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan een warmtenet. Deze optie wordt meegenomen in de verdere evaluatie.

### 4.3 Ondiepe geothermie

Geothermie omvat alle technologieën die gebruik maken van warmte uit de bodem.

Twee vormen van geothermie worden onderscheiden: diepe geothermie en ondiepe geothermie. Diepe geothermie maakt gebruik van warmte op een diepte groter dan 500m. De

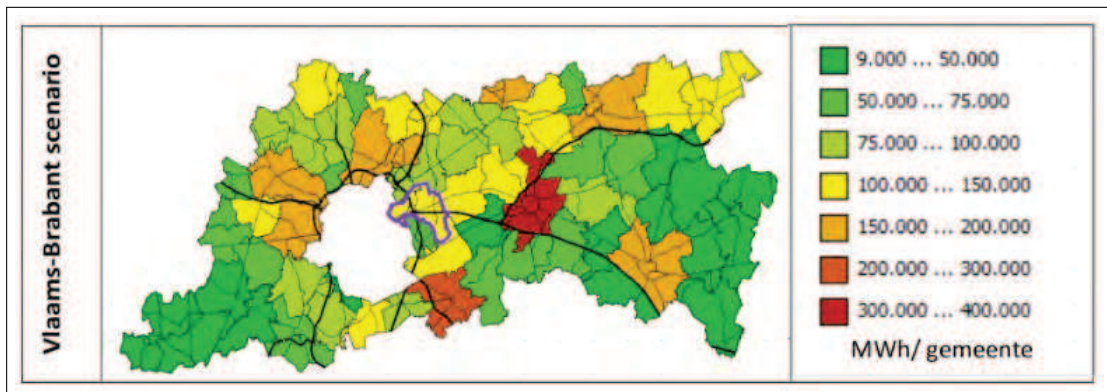




Figuur 10: Inschatting van de kansen voor biomassa binnen de provincie Vlaams-Brabant (bron: Energiekansenkaart [2])

mogelijkheden voor diepe geothermie zijn eerder beperkt in de provincie Vlaams-Brabant.

Ondiepe geothermie maakt gebruik van warmte op een diepte tussen 10m en 200m. De temperatuur is relatief constant, maar ook relatief laag, bijvoorbeeld tussen 11 en 13°C. De gemeente Zaventem heeft een gemiddeld potentieel van 100.000 tot 150.000 GWh voor ondiepe geothermie (Figuur 11)[2]. Bij de bepaling van dit potentieel werden zowel de geologische omstandigheden als beschikbare onbebouwde ruimte bij bebouwde percelen meegenomen, en dat voor verschillende technologieën (open bronsysteem (bijvoorbeeld koude- en warmteopslag - KWO) of een gesloten bronsysteem (bijvoorbeeld boorgatenergieopslag - BEO)) meegenomen.



Figuur 11: Inschatting van de kansen voor ondiepe geothermie binnen de provincie Vlaams-Brabant (bron: Energiekansenkaart [2]).

Net zoals bij gebruik van riothermie, is ook bij ondiepe geothermie een warmtepomp noodzakelijk om bestaande verwarmingsinstallaties aan te kunnen sluiten. Gelet op de beschikbaarheid van restwarmtebronnen op een hogere basistemperatuur, wordt geothermie niet verder opgenomen in de evaluatie.

#### 4.4 Restwarmte

Restwarmte is in de meest algemene zin de warmte die samenhangt met de reststromen van lucht, uitlaatgassen, vloeistoffen... die de grenzen van een proces of faciliteit verlaten en zo het omgevingsmilieu binnenkomen. Door het Vlaams Energie Agentschap (VEA) wordt restwarmte gedefinieerd als proceswarmte die vrijkomt uit een proces dat niet tot doel heeft warmte, elektriciteit of mechanische energie te produceren en dat niet stuurbaar is in functie van de warmtevraag.

Voor de gemeente Zaventem werd geen potentieel aan restwarmte ingeschat in de Energiekansenkaart [2]. Daarbij werd specifiek gekeken naar restwarmtebronnen uit elektriciteitsproductie; afvalverbrandingsinstallaties; niet-WKK-biogas- of -biomassa-installaties; en industriële processen met een temperatuur boven 120 °C.



Figuur 12: Inschatting van de kansen voor restwarmte binnen de provincie Vlaams-Brabant (bron: Energiekansenkaart [2])

Het potentieel van restwarmte uit industriële processen op temperaturen >120 °C lijkt beperkt. Wel worden in Zaventem-Zuid een aantal industriële bedrijven gedetecteerd die vanuit hun activiteit een restwarmtepotentie ter beschikking hebben. De temperatuur is daarbij lager dan 120 °C, maar wel nog bruikbaar voor een warmtenet (Figuur 4). In hoofdstuk 7 wordt het effectief potentieel van deze bedrijven verder onderzocht.

#### 4.5 WKK

Warmtekrachtkoppeling (WKK) is een technologie waarbij gelijktijdig warmte en elektriciteit geproduceerd wordt met behulp van een motor of turbine. Dit kan op basis van een fossiele brandstof (typisch aardgas) of met hernieuwbare brandstof (biogas of biomassa). Een WKK op fossiele brandstof is op zich dus geen hernieuwbare technologie. Toch biedt de technologie kansen in de transitie naar duurzame warmte: een WKK kan ervoor zorgen voor de eerste clustering van warmtevraag op een rendabele manier. Door een goede ruimtelijke inplanting van deze installatie kan zowel lokale elektriciteit als duurzame warmte geproduceerd (en gebruikt) worden. Ondertussen kan verder gezocht worden naar een meer duurzame energiebron voor de WKK en/of voor het warmtenet om op termijn een verdere stap te zetten in de verduurzaming van aangesloten gebruikers.

Bepalend in dergelijk scenario is de koppeling met een grote elektriciteitsverbruiker. In de bedrijvzone Zaventem-Zuid zijn verschillende grote elektriciteitsverbruikers terug te vinden. Ook de luchthaven in het noorden van de gemeenten heeft een project lopend rond de installatie van een WKK.

Een WKK lijkt een mogelijke optie als warmtebron en wordt meegenomen in de verdere analyse.

## **5 Shortlist: warmtenet potentieel Zaventem**

Op basis van de bovenstaande screening naar warmtevraag en warmteaanbod en kennis over toekomstige gemeentelijke ontwikkelingen- en werkzaamheden wordt toegewerkt naar een shortlist van kansrijke concepten voor een collectief warmtesysteem in Zaventem. De uitwerking van technische concepten in fase 2 focust op deze shortlist.

Naast vraag en aanbod, wordt daartoe stilgestaan bij de context.

Op basis van de verschillende stappen zoals gezet in fase één van de verkenning, wordt een shortlist gemaakt voor potentieel dat verder onderzocht zal worden.

### **5.1 Toekomstige gemeentelijke ontwikkelingen- en werkzaamheden**

De slaagkans voor een collectief warmtesysteem stijgt indien investeringskosten beperkt kunnen worden. Dit kan bijvoorbeeld door de integratie van de aanleg van een warmtenet in andere geplande ontwikkelingen, zoals een heraanleg van de wegenis, riolering of openbaar domein.

Aangezien het zwaartepunt van de potentiële warmteontwikkeling zich hoofdzakelijk in en nabij de bedrijvzone Zaventem-Zuid lijkt te bevinden, wordt gefocust op ontwikkelingen in de nabijheid van deze bedrijvzone (Figuur 13).

De luchthaven werkt momenteel een eigen warmtenet met een warmtekrachtkoppeling verder uit.

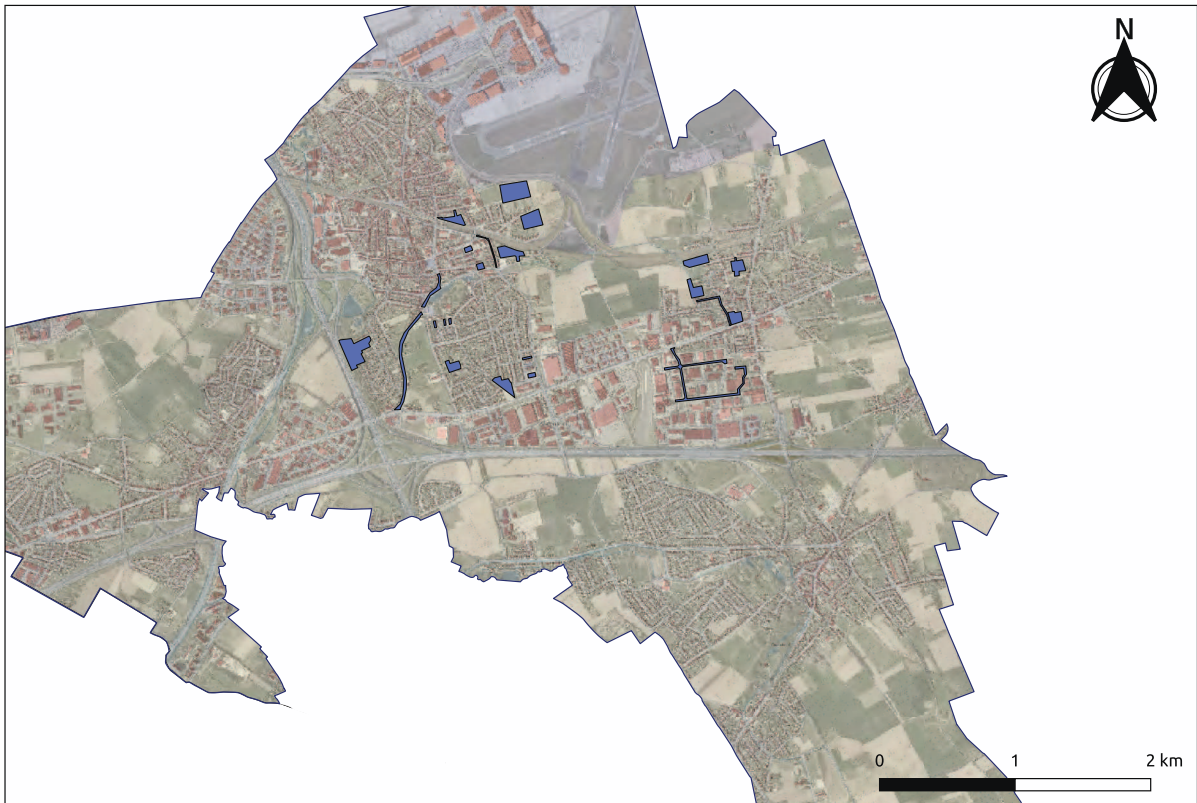
### **5.2 Potentiële concepten voor collectieve warmte en koude in Zaventem**

Door verschillende inzichten te combineren, worden potentiële concepten bepaald (Figuur 14).

De bedrijvzone Zaventem-Zuid kent een grote warmtevraag, met een hoge warmtedichtheid en interessante gebruikers. Momenteel loopt hier in kader van de optimalisatie van de bedrijvzone een strategische oefening. Enkele geplande ontwikkelingen kunnen synergieën opleveren met een warmtenet.

Langs aanbodzijde zijn er restwarmtebronnen ter beschikking en lijkt er een mogelijk potentieel te bestaan voor biomassa en voor warmtekrachtkoppeling. Daarnaast zijn er verschillende vragers van proceskoeling die mogelijk gebundeld zouden kunnen worden. De piste van een koudenet, de distributie van koelwater in een collectief systeem, wordt daarom niet uitgesloten.

Net ten zuiden van de luchthaven zijn reeds verschillende gebouwen van de gemeente gevestigd, met plannen voor uitbreiding. Deze cluster bevindt zich relatief dicht bij het



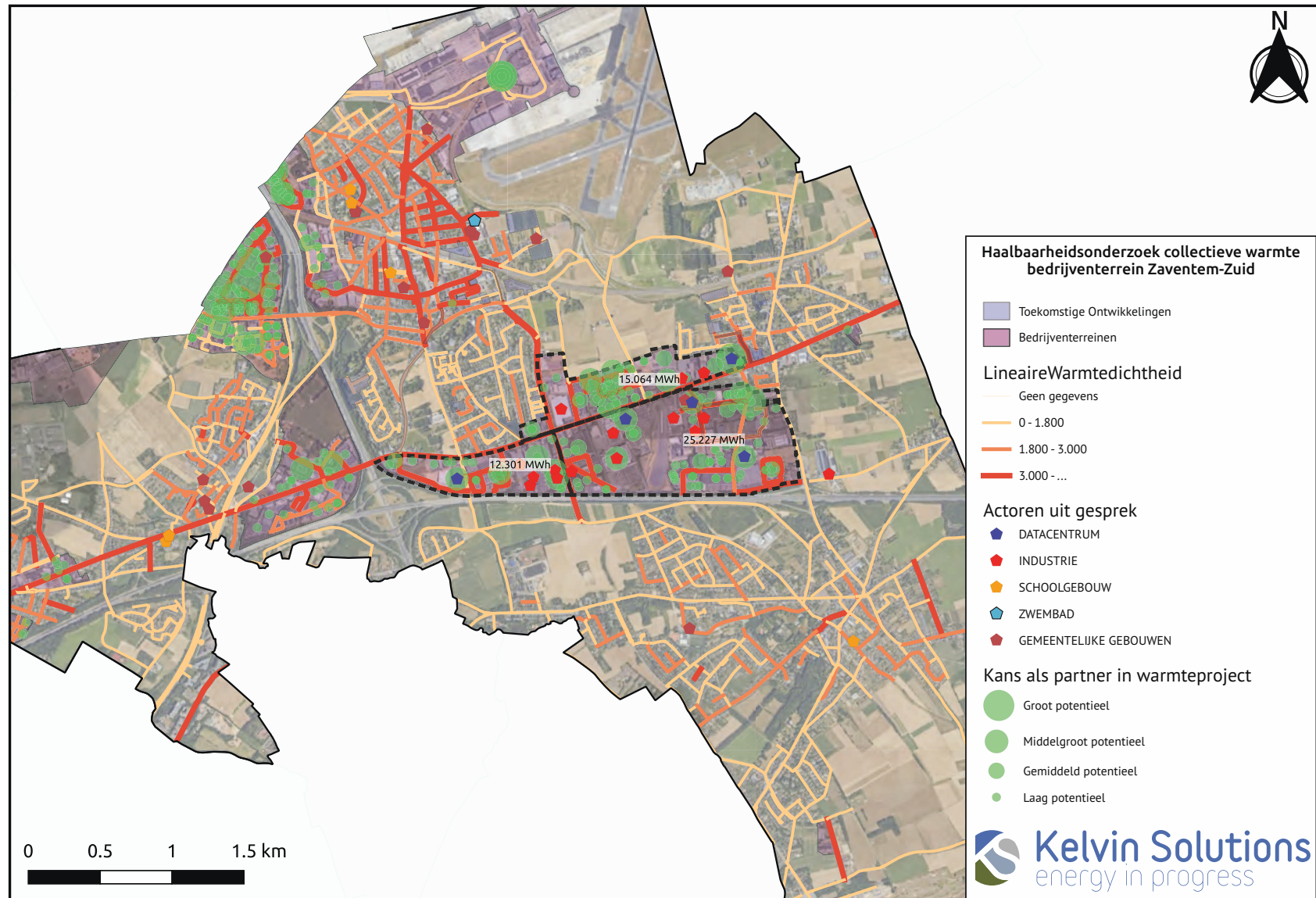
Bron: Gemeente Zaventem; [www.geopunt.be](http://www.geopunt.be) (26 oktober 2018).

Figuur 13: Toekomstige ontwikkelingen Zaventem - Nossegem

warmtenet van de luchthaven. Ook hier lijkt een mogelijke kans te bestaan voor een collectief systeem.

Tussen de bedrijvenzone Zaventem-Zuid en de noordelijke ontwikkelingen ter hoogte van de luchthaven ligt het centrum van Zaventem. Dit centrum komt uit de eerste fase naar voor als een mogelijk interessante zone voor een warmtenet, afhankelijk van de context. Gezien de aanwezigheid van verschillende (semi-)overheidsgebouwen lijkt het dan ook mogelijk dat warmtenetten in de zones Zaventem-Zuid en Luchthaven op termijn met elkaar verbonden zouden kunnen worden.





Bron: Gemeente Zaventem; BAC; Open data 2018 Fluvius; [www.geopunt.be](http://www.geopunt.be) (26 oktober 2018).

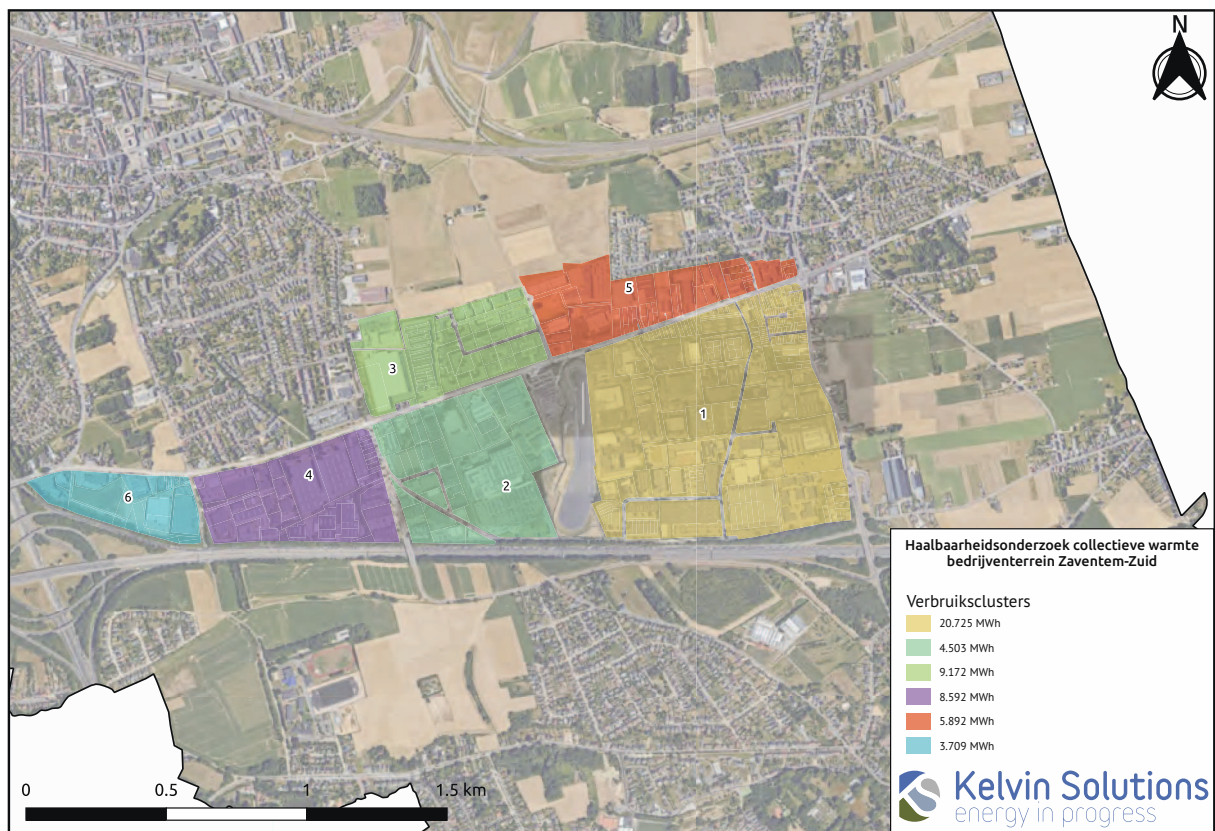
Figuur 14: Overzichtswaergave belangrijke elementen eerste fase van verkennende analyse

## 6 Zonering & distributie van warmte

### 6.1 Verbruikszones

De grote warmtevragers worden opgedeeld in verschillende kleinere verbruikszones die voor de ontwikkeling van een warmtenet gefaseerd zouden kunnen worden aangesloten (Figuur 15). Daarbij spelen densiteit van warmtevraag en afstand (lineaire warmtedichtheid) een rol, maar ook contextuele elementen (geplande ontwikkelingen en kruisingen van belangrijke wegen).

Deze verbruikersclusters vormen de basis voor een indicatief warmtenet tracé.



Figuur 15: Zonering van warmtevragers

### 6.2 Distributie

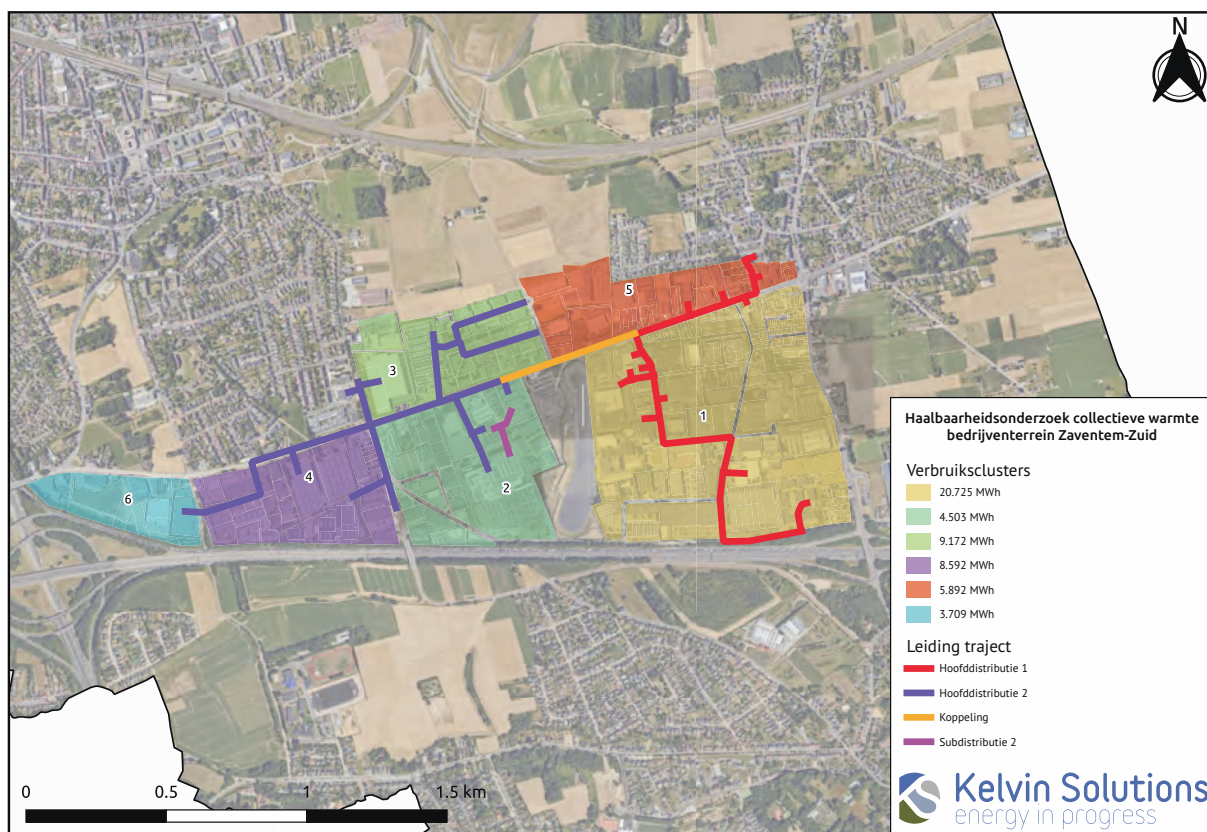
De connectie tussen verschillende warmtevragers en -aanbieders vormt de basis van een warmteproject. Mogelijke leidingtrajecten werden opgemaakt overheen verschillende zones in het industriegebied (Figuur 16). De trajecten zijn indicatief gekozen om een aantal mogelijke belangrijke betrokkenen aan te kunnen sluiten als basis voor een collectief warmtesysteem. Deze kritische massa aan gebruikers is nodig om de start te kunnen maken met een warmtenet. Binnen de twee distributietrajecten zijn daarnaast ook voldoende kansen langs aanbodzijde die een ontwikkeling ondersteunen (zoals in Hoofdstuk 7 besproken).



De verschillende deeltrajecten zouden gefaseerd kunnen gerealiseerd worden, mogelijk in functie van eventuele ander geplande werkzaamheden. Door maximaal de synergie op te zoeken met andere infrastructuurwerken kunnen kosten beperkt worden, met een gunstig effect op de businesscase.

Hierbij doet het oranje leidingstracé dienst als mogelijke koppeling zodat de verschillende verbruikerszones met elkaar worden verbonden. Door mogelijke uitwisseling tussen de zones kan warmtevraag- en aanbod in evenwicht gebracht worden.

De zones die bediend zouden worden door het indicatieve leidingtraject zijn goed voor een totaalverbruik van ongeveer 53 GWh op jaarbasis. In monitoringdata van het burgemeestersconvenant wordt als totale gasverbruik in Zaventem 310 GWh (nulmeting in 2011) en 317 GWh (meest recente cijfers, 2017) gerapporteerd [11]. De gebruikers in de geselecteerde zones vertegenwoordigen dus 17% van het totale aardgasverbruik van Zaventem.



Bron: Gemeente Zaventem; BAC; www.geopunt.be (26 oktober 2018).

Figuur 16: Indicatieve trajecten voor distributieleidingen

Er wordt in de eerste verkennende analyse nog geen kosten-batenanalyse opgemaakt. Ter referentie worden wel benodigde afstanden langs het leidingtraject meegegeven (Tabel 1).

Tabel 1: Afstanden langs indicatieve trajecten

Leiding traject	Afstand [m]
Hoofddistributie 1	2.432
Hoofddistributie 2	3.475
Subdistributie 2	196
Koppeling	1.176

## 7 Analyse concepten

Op basis van de shortlist worden er vier concepten uitgewerkt. Drie concepten richten zich op een warmtenet en vertrekken elk vanuit een andere hoofdbron van warmte: restwarmte, biomassa, en WKK. Het vierde concept richt zich op een koudenet.

### 7.1 Warmtenet met restwarmte

#### 7.1.1 Restwarmte als warmtebron

Restwarmte wordt door het Vlaams Energie Agentschap gedefinieerd als proceswarmte die vrijkomt uit een proces dat niet tot doel heeft warmte, elektriciteit of mechanische energie te produceren en dat niet stuurbaar is in functie van de warmtevraag. Als warmtebron kan daarbij bijvoorbeeld de condensor van een koelmachine optreden.

Gebruikers gevoed met restwarmte dragen niet langer bij aan de uitstoot van bijkomende broeikasgassen voor verwarming. Zo worden aangesloten gebruikers klimaatneutraal.

Datacentra hebben vanuit hun proces een hoge koelvraag, met significante basislast doorheen het gehele jaar. Het studiegebied telt 5 datacentra, op basis van gesprekken met beheerders wordt een totale de grootteorde van 15 MW aan geïnstalleerd koelvermogen geschat. Daarvan is ongeveer 9 MW continue in gebruik.

Om het potentieel van beschikbare restwarmte te karakteriseren, moet de beschikbare restwarmtestroom worden beoordeeld op minimaal volgende 3 belangrijke parameters [12]:

1. De kwantiteit van restwarmte;
2. De kwaliteit van restwarmte;
3. De beschikbaarheid van restwarmte in de tijd.

**De kwantiteit van de restwarmte:** Het restwarmtecapaciteit wordt uitgedrukt in beschikbare hoeveelheid op jaarbasis (in [MWh] bijvoorbeeld) om zo een eerste vergelijking met de beoogde warmtevragers te kunnen maken. De grootteorde van de restwarmte moet daarbij overeen komen met de warmtevraag.

**De kwaliteit van de restwarmte:** De kwaliteit van een restwarmtestroom kan bepaald worden in termen van energetische kwaliteit en van de medium kwaliteit (vervuilingsgraad



waarop de energie vrijkomt).

Hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de energetische kwaliteit van de restwarmtestroom is. De temperatuur van een restwarmtestroom kan best hoger of zo dicht mogelijk tegen de gevraagde temperatuur liggen. De restwarmte aan condensoren van de koelmachines is typisch beschikbaar op een temperatuur van 35°C wat eerder laag is, maar mits toepassing van een warmtepomp perfect bruikbaar bij gebouwverwarming.

Er werd geen plaatsbezoek uitgevoerd naar de verschillende installaties. Op basis van de gesprekken met beheerders is het aannemelijk dat de installaties goed beheerd worden, waardoor restwarmte zich in een zuiver medium bevindt en relatief eenvoudig is uit te koppelen.

**Beschikbaarheid:** Gelijktijdige beschikbaarheid van restwarmte op momenten met warmtevraag, bepaalt de effectiviteit van de restwarmtevalorisatie. Doordat serverprocessen bijna continue eenzelfde hoeveelheid koude vragen, is de restwarmte bijna continu aanwezig. Op jaarbasis wordt de totale beschikbare restwarmte geraamd op 89,9 GWh.

Het gebruik van restwarmte lijkt kansrijk op basis van de verschillende parameters.

### 7.1.2 Warmtepomp op basis van restwarmte

De beschikbare restwarmte bevindt zich typisch op een temperatuur van 35°C. Deze temperatuur zou rechtstreeks kunnen worden gebruikt als ruimteverwarming mits toepassing van (en eventuele ombouw naar) een laag temperatuur afgiftesysteem. Gezien het zwaartepunt van de potentiële gebruikers bestaat uit bestaande gebouwen, wordt er echter vanuit gegaan dat de temperatuur (in eerste instantie) verhoogd dient te worden.

Toepassing van een warmtepomp vraagt (elektrische, al dan niet hernieuwbare) energie. Gezien een te voorziene bescheiden temperatuurlift van 35°C naar 70°C, wordt gerekend met een COP / SPF van 6. Naast de operationele meerkost die de uitbating van de warmtepomp toevoegt, is er ook een positief effect op de totale hoeveelheid beschikbare energie. Die stijgt met 20% bij het aangenomen rendement van de warmtepomp.

### 7.1.3 Potentieel van restwarmte

In Hoofdstuk 6 werd het distributiesysteem aangegeven in twee delen (Figuur 16). Hoofddistributie 1 en hoofddistributie 2 beschikken elk over restwarmtebronnen en voldoende kritische vraag. Daardoor is een autonome ontwikkeling van elk deeltraject mogelijk, waarna ze later naar elkaar kunnen toegroeien via de aangegeven koppeling.

De warmtevraag in de verschillende onderdelen werd samengebracht, inclusief geraamde warmteverliezen langs leidingen (Tabel 2). De restwarmte die uitgekoppeld en opgewaardeerd zou kunnen worden, komt qua grootte-orde overeen met de warmtevraag in het totale gebied Zaventem-Zuid, al is daarbij nog geen rekening gehouden met de noodzakelijke gelijktijdigheid. Er wordt aangenomen dat op een temperatuur van 70°C gewerkt zou kunnen worden, waarbij gebruikszijdige investeringen beperkt zouden kunnen worden.

Als een vraagprofiel wordt aangenomen volledig afhankelijk van buitentemperatuur, kan het potentieel benaderd worden. De gemaakte aanname is eerder conservatief aangezien

Tabel 2: Overzicht energie uitwisseling zones langs indicatieve leidingtrajecten

	Hoofddistributie 1	Hoofddistributie 2	Koppeling
Beschikbare warmte [GWh]	55,1	39,5	94,6
Benodigde warmte (Incl verliezen) [GWh]	26,6	26	52,6
Vertrektemperatuur [°C]	70	70	70
Benodigde leidingsafstanden [m]	1.837	3.475	5.312

basislast niet wordt opgenomen in de simulatie. Restwarmte zou kunnen instaan voor 90% van de warmtevraag in het gebied. Het project zou de CO<sub>2</sub>-uitstoot reduceren met 7 870 Ton, of 5% van de uitstoot van de gemeente Zaventem zoals opgenomen in de monitoring van het burgemeestersconvenant (Tabel 3, 4, 5).

Verschillende mogelijke betrokkenen geven aan dat beschikbare restwarmte eerder zou stijgen in de toekomst. Er is momenteel reeds 15 MW vermogen geïnstalleerd die ook effectief in dienst genomen zou kunnen worden. Het zwaartepunt van de mogelijke toekomstige bijkomend beschikbare warmte, bevindt zich in de verbruikszone 1. In een concept waar volop wordt ingezet op restwarmte, is de koppeling tussen hoofddistributie 1 en 2 dan ook te voorzien om vraag en aanbod in balans te houden.

Er is mogelijk nog een overschot aan energie beschikbaar in de zomerperiode en tussenseizoenen. Zeker indien de voorziene stijging zich effectief zou doorzetten, kan er voldoende energie geproduceerd worden op een gunstige temperatuur. Zo zouden nog extra verbruikers voorzien kunnen worden in hun warmtebehoefte. Daarbij wordt zelfs een verdere ontsluiting richting het centrum van Zaventem mogelijk mits een gunstige context en faciliterend beleid.

Tabel 3: Huidige situatie voor Zaventem en Zaventem-Zuid zoals opgenomen in monitoring van burgemeestersconvenant en gebruikt als referentie in de simulatie van het potentieel van een project met restwarmte

Omschrijving		Eenheid	Bron
Aardgasverbruik Zaventem (2011)	310	GWh	Burgemeestersconvenant (Vito)
Aardgasverbruik Zaventem (2017)	317	GWh	Burgemeestersconvenant (Vito)
Emissiefactor aardgas	0,20	Ton/MWh	Burgemeestersconvenant (Vito)
Emissiefactor elektriciteit	0,22	Ton/MWh	Burgemeestersconvenant (Vito)
CO <sub>2</sub> -uitstoot Zaventem (2011)	277,8	kTon	Burgemeestersconvenant (Vito)
Aardgasverbruik Zaventem-Zuid	53	GWh	Open data DNB
CO <sub>2</sub> -uitstoot Zaventem-Zuid	18	kTon	Emissiefactor Burgemeestersconvenant (Vito)

Tabel 4: Parameters zoals gebruikt in de simulatie van het potentieel van een project met restwarmte

Omschrijving	Eenheid	Bron
Referentie rendement gasketel	92 %	Aanname
Warmteverlies	6 %	[5]
SPF / COP warmtepomp	6	Aanname
Beschikbare restwarmte	9 MW	Gesprekken pot. partners
Buffercapaciteit	5 MWh	Aanname

Tabel 5: Resultaten uit de simulatie van het potentieel van een project met restwarmte

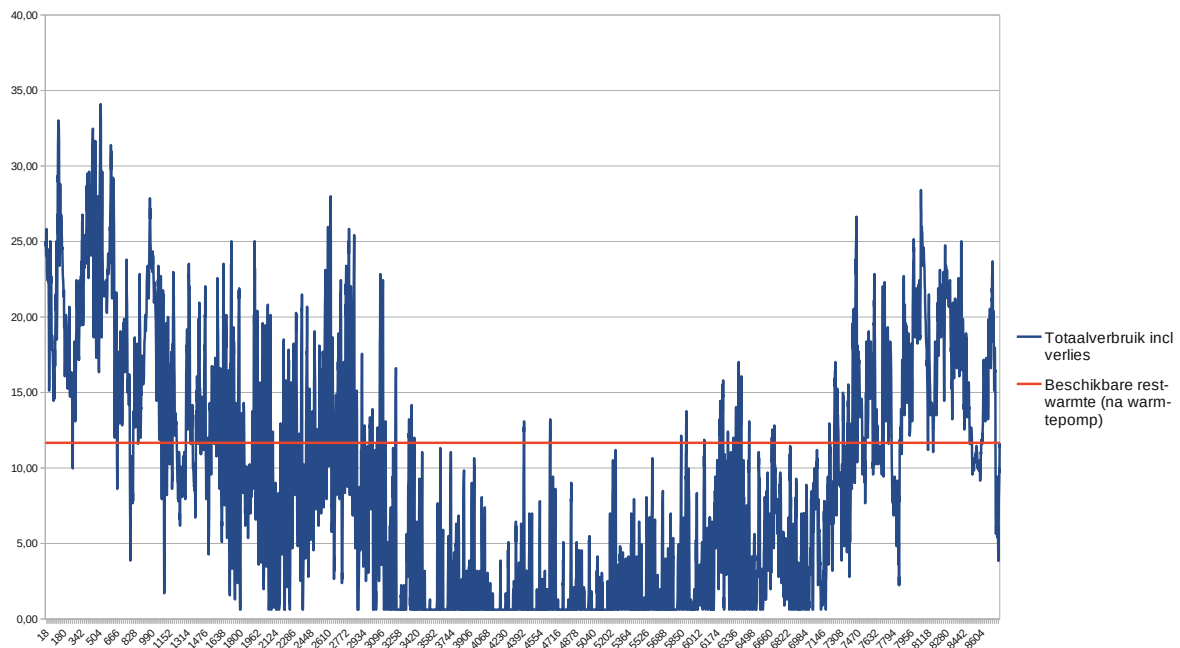
Warmte uit restwarmte	42,3 GWh	Verkennde simulatie
Warmte uit aardgas	4,6 GWh	Verkennde simulatie
Aardgasverbruik	5,5 GWh	Verkennde simulatie
Elektriciteitsverbruik	7,0 GWh	Verkennde simulatie
CO <sub>2</sub> -uitstoot	2,6 kTon	Verkennde simulatie
Besparing CO <sub>2</sub> -uitstoot	7,9 kTon	Verkennde simulatie
Besparing CO <sub>2</sub> -uitstoot Zaventem	5,1 %	Verkennde simulatie

#### 7.1.4 Mogelijke ontwikkeling

Belangrijk voor het ontstaan van een warmtenet is dat vanaf het begin een kritische massa aan warmtevragers wordt gebundeld. Ook dienen de restwarmteproducten een engagement te willen nemen om hun restwarmte effectief te leveren ten behoeve van een warmtenetwerk. Eenmaal de start gemaakt, kan het warmtenetwerk verder groeien waarbij andere gebruikers bij op het collectief systeem kunnen worden aangesloten.

Er vonden eerste verkennende gesprekken plaats met zowel warmtevragers als potentiële (rest)warmte aanbieders in het onderzoeksgebied. De verschillende datacentra in het gebied Zaventem-Zuid hebben hun bereidheid uitgesproken om in een collectief warmtesysteem een rol te spelen en zo hun restwarmte nuttig in te zetten. Het merendeel van de datacentra geeft aan dat er een sterke focus is op verduurzaming en vermindering van het totale energieverbruik, voor de bedrijven een significante kost.

Bij de warmte-vragers werden verschillende houdingen vastgesteld. Bij bepaalde (meestal de grotere) bedrijven is er een overkoepelende *corporate policy*, bijvoorbeeld met een doelstelling om volledig klimaatneutraal te zijn tegen 2025. Het idee van een collectief warmtesysteem gevoed vanuit een duurzame energiebron wordt dan ook vaak positief onthaald. Het zou de bedrijven in staat stellen om aanzienlijke stappen te zetten in deze doelstellingen. Een aantal andere bedrijven is eerder terughoudend, hoewel er steeds een openheid wordt getoond als



Figuur 17: Gesimuleerd vraagprofiel op uurbasis [MWh]. Het totale energieverbruik op jaarbasis kan in grote mate ingevuld worden door beschikbare restwarmte. Voor de piekvraag dient een aanvullende warmtebron voorzien te worden.)

het plaatje financieel klopt en zeker als er financiële meerwaarde kan gegenereerd worden, bijvoorbeeld door lagere energiekosten.

In een volgende fase kan op basis van de individuele verbruiken op perceelniveau, een verbruiksprofiel opgemaakt worden. In de vergelijking van gelijktijdigheid en piekvraag kan de basis gelegd worden voor de opbouw van een business case op project niveau.

## 7.2 Warmtenet met biomassa

Biomassa verdient een genuanceerde evaluatie. Mits het om reststromen gaat, die lokaal beschikbaar zijn en geen concurrentie vormen met voedselproductie vormt het een volwaardig duurzame energiebron. Ervaring leert dat een stabiele levering van biomassa noodzakelijk is voor de economische haalbaarheid van een project.

De gemeente Zaventem heeft volgens een eerste benadering een potentieel voor warmte uit biomassa tussen de 5.000 –10.000 MWh [2].

In de gemeente Zaventem zijn er verschillende houtkanten in beheer. Het Vlaams Bio-economisch dashboard raamt dit aandeel op 235 ton per jaar [13].

Daarnaast zijn er nog andere biomassa bronnen in de gemeente. Een van de belangrijkste geïdentificeerde spelers is een bedrijf in Nossegem. Het composteringsbedrijf verwerkt jaarlijks 8.000 ton organisch materiaal en compost. De milieuvergunning voorziet een verwerking tot 10.000 ton. Bij de productie wordt een reststroom van 2.000 ton houtsnippers bekomen. Er is

zo minimaal een potentieel aan houtsnippers van 2.235 ton.

Naast de verbranding van de biomassa, werd door de betrokken onderneming ook aangegeven dat de hoge temperatuur bij compostering mogelijk als warmtebron kan fungeren. Beide opties worden in volgende hoofdstukken verder onderzocht.

### 7.2.1 Warmte vanuit verbranding van biomassa

Verbranding van biomassa is een beproefde technologie. De energie-inhoud van houtsnippers is daarbij in belangrijke mate afhankelijk van het vochtgehalte (Tabel 6).

Tabel 6: Energie-inhoud houtsnippers [14]

Vochtgehalte [%]	Energie-inhoud [MJ/kg]	Energie-inhoud [kWh/kg]
0	18,00	5,00
35	11,00	3,06
60	6,00	1,67

Afhankelijk van het seizoen bevatten verse houtsnippers een vochtgehalte van 40-65 %. Door droging in de buitenlucht daalt het vochtpercentage tot 25% in een periode van twee jaar [14].

Voor de toepassing in houtsnipperketels wordt bij voorkeur gebruikgemaakt van min of meer gestandaardiseerde snippers met een vochtgehalte dat niet hoger is dan 35 %. Er zijn echter ook houtsnippersystemen die met hogere vochtgehaltes tot 50% kunnen gebruikt worden. Aangezien er vandaag geen specifieke infrastructuur en proces geïnstalleerd is voor een gecontroleerde droging en kwaliteitsborging, wordt uitgegaan van een gemiddeld vochtgehalte van 45% en de bijhorende energie-inhoud van 2,50 kWh/kg.

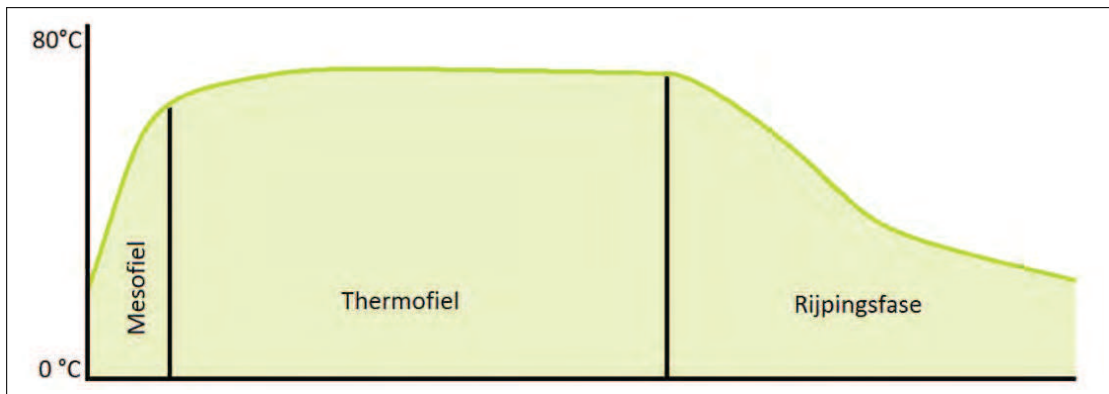
Sabgro produceert jaarlijks reeds 2.000 ton houtsnippers als restproduct, die momenteel worden afgevoerd naar een biomassa centrale in de provincie Luxemburg. Daarbij wordt een zeer beperkte vergoeding voorzien na aftrek van transportkosten.

Rekening houdende met het totale bekende potentieel aan houtsnippers (2.235 ton) en een referentie verbrandingsrendement van 95%, zou er op jaarbasis 5.307 MWh hernieuwbare warmte kunnen geproduceerd worden op basis van lokale biomassa .

### 7.2.2 Warmte vanuit de compostering

Compostering is de afbraak van organisch materiaal onder zuurstofrijke omstandigheden door micro organismen. Het eindproduct is compost: een stabiele vorm van organisch materiaal dat gebruikt kan worden als meststof en bodemverbeteraar.

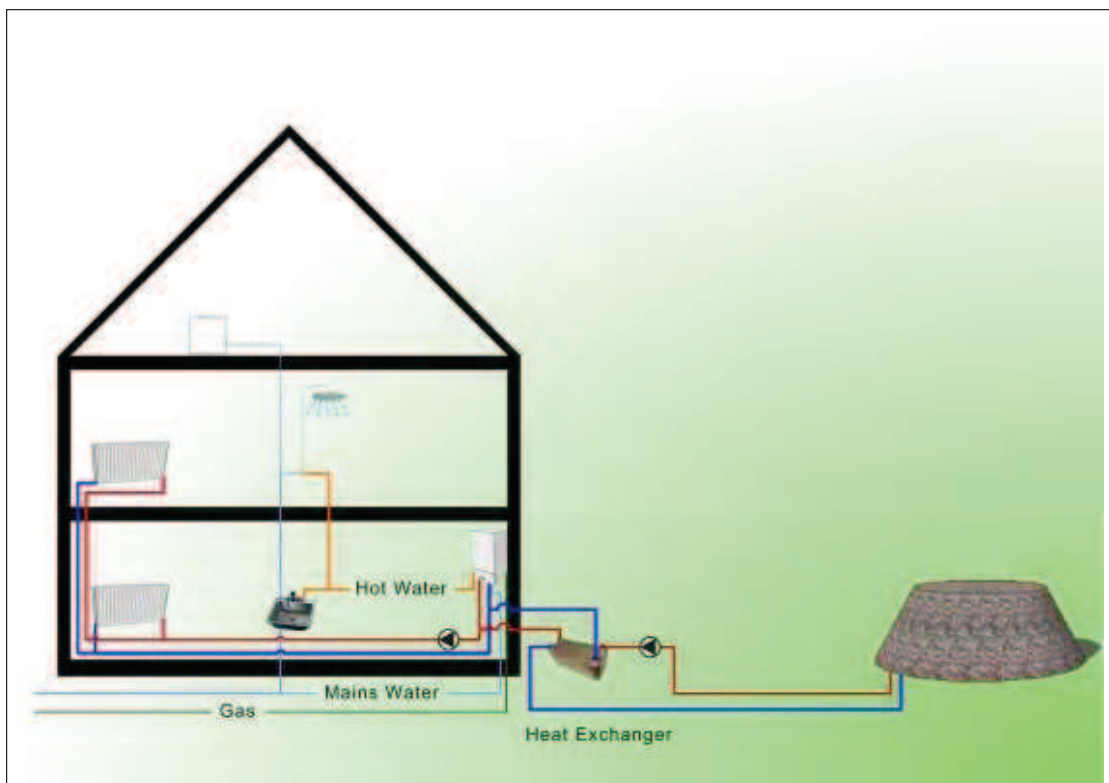
Om warmte te winnen uit een composteringsproces wordt de composthoop ingericht met een warmte uitwisselingssysteem, een biomeiler. Gedurende de compostering kan de temperatuur in de biomeiler oplopen. De opstartfase, met temperaturen tot zo'n 50°C, wordt de mesofiele fase genoemd. Nadien volgt de thermofiele fase, met hogere temperaturen (Figuur 18).



Figuur 18: Temperatuurverloop bij compostering [15].

In de thermofiele fase kan de warmte die vrijkomt gewonnen worden door water door buizen te leiden. De “overtollige” warmte wordt hiermee afgevoerd. Zo wordt voorkomen dat de compost te warm wordt, met sterfte van de micro-organismen tot gevolg.

In piloot installaties werd bevestigd dat gedurende een jaar warmte benut kon worden voor de verwarming van een woning (Figuur 19). De vermogens zijn wel continu beschikbaar, maar eerder beperkt [15].



Figuur 19: Biomeiller prinsipeschema

Een biomeiler heeft een relatief beperkte opbrengst: 6-8kW bij een volume van 100m<sup>3</sup> en een

verbruik van ongeveer 22,5 ton aan houtsnippers per jaar. Geëxtrapoleerd naar Zaventem, is er een nuttige oppervlakte nodig van ongeveer 5.000 m<sup>2</sup> om een verwerkingstijd van 1,5 jaar te overbruggen. Gezien de grote oppervlakte die nodig is, en de pilootfase waarin de technologie zich bevindt, wordt deze technologie niet verder weerhouden.

### 7.2.3 Potentieel van biomassa, in aanvulling op restwarmte

De beschikbare hoeveelheid warmte (5 587 MWh per jaar), is eerder beperkt om het verbruik in de industriezone te dekken. Bij toepassing van restwarmte zou er nog een piek-vraag ingevuld dienen te worden (nader te bepalen). Naar verwachting zou de lokaal beschikbare biomassa een aanvulling kunnen vormen voor andere bronnen. Gezien de mogelijke inpassing in bestaande processen, en een enthousiaste mogelijke partner, lijken er zeker kansen om dit concept verder te verdiepen.

Ruimtelijk zijn er twee mogelijkheden om restwarmte en biomassa te combineren. Het warmtenet kan starten op de locatie van het composteringsbedrijf met de directe nabijheid van biomassa als voordeel (Figuur 20). Een tweede mogelijkheid is het centraal opstellen van de biomassaverbrander in het industrieterrein. Dat heeft als voordeel dat de installatie eenvoudiger onder beheer van de warmtenetbeheerder kan gebracht worden (bijvoorbeeld als deel van de parkbeheerstructuur). Een keuze voor een meer centrale opstelling in het industrieterrein resulteert in een kleinere investering, een voordeel in een verdere afweging van businesscases. Daarbij dient de biomassa beperkt getransporteerd te worden.

In een simulatie waarbij de beschikbare restwarmte zou gecombineerd worden met biomassa zou het project de CO<sub>2</sub>-uitstoot kunnen reduceren met 12 098 Ton. Dit vertegenwoordigt een daling van de totale uitstoot van de gemeente Zaventem met 7,8% (Tabel 7).

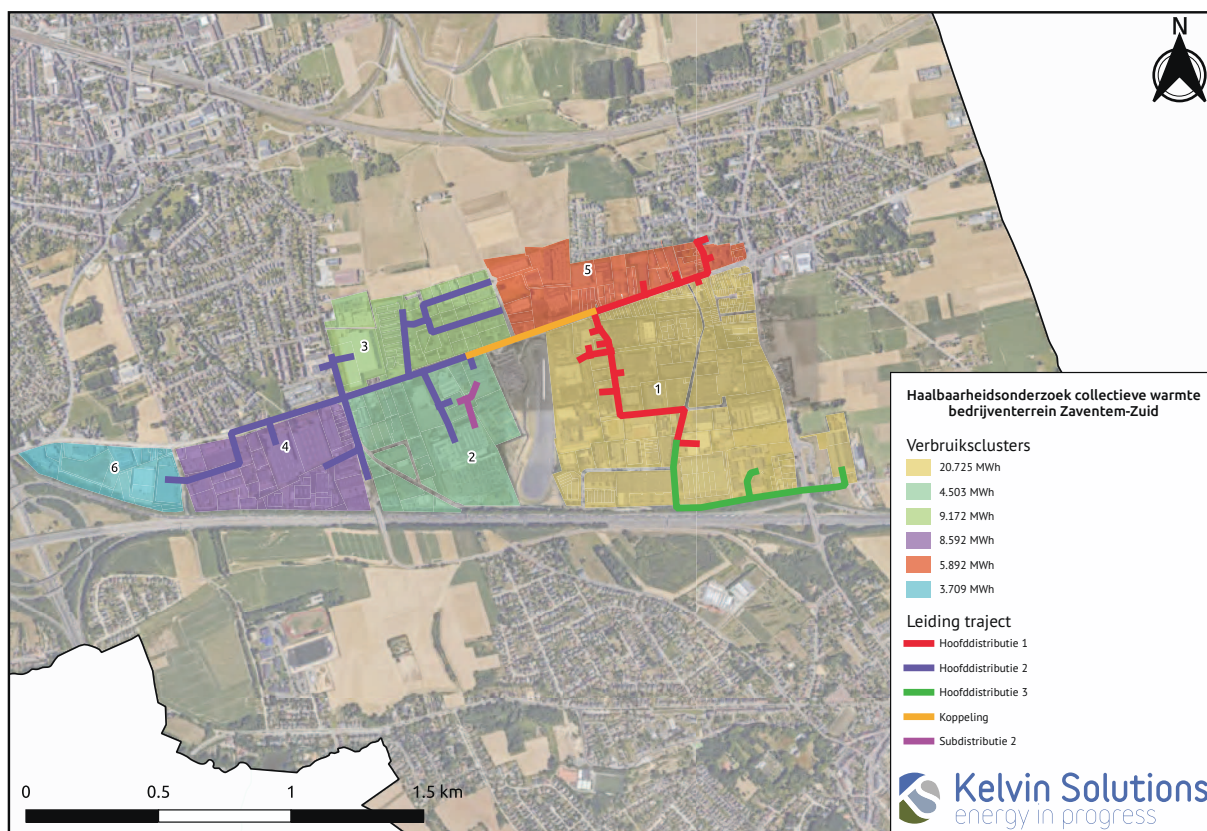
Tabel 7: Resultaten uit simulatie van potentieel van project met restwarmte en biomassa

Omschrijving		Eenheid	Bron
Warmte uit restwarmte	42,3	GWh	Verkennde simulatie
Warmte uit biomassa	5,6	GWh	Verkennde simulatie
Warmte uit aardgas	0	GWh	Verkennde simulatie
Aardgasverbruik	0	GWh	Verkennde simulatie
Elektriciteitsverbruik	7,0	GWh	Verkennde simulatie
CO <sub>2</sub> -uitstoot	1,6	kTon	Verkennde simulatie
Besparing CO <sub>2</sub> -uitstoot	9,0	kTon	Verkennde simulatie
Besparing CO <sub>2</sub> -uitstoot Zaventem	5,8	%	Verkennde simulatie

### 7.3 Warmtenet met WKK

Een warmtekrachtkoppeling is een interessante technologie indien warmte en elektriciteit gelijktijdig verbruikt kunnen worden. Bij de datacentra is er een continu elektriciteitsverbruik van ongeveer 9 MW, overeenkomstig met ongeveer 25% van het totale elektriciteitsverbruik





Figuur 20: Indicatieve leidingtrajecten bij koppeling aan biomassaketel op site compostering

van de gemeente. Typisch is daarbij de grootteorde van hoeveelheid opgewekte elektriciteit en warmte gelijkaardig. In de verkennende fase werd het warmteverbruik nog niet volledig gekarakteriseerd, maar het is aannemelijk dat er met de clustering van warmtevragers een voldoende grote kritische massa gebundeld kan worden om voldoende basislast te bereiken voor toepassing van WKK.

Het concept is in grote mate gelijkaardig aan de optie met restwarmte (gelijkaardige vermogens, inplantingslocatie van bron bij datacentra, gelijkaardige clustering van gebruikers). In de verdere verdieping en optimalisatie van de business case kunnen echter belangrijke verschillen volgen die de keuze beïnvloeden:

- De temperatuur is bij WKK typisch 90°C ter hoogte van uitgang van de machine. In tegenstelling tot toepassing van restwarmte heeft benutting van hoge temperatuur geen noemenswaardige negatieve impact op rendement.
- Een WKK op aardgas is een efficiënte maar geen hernieuwbare bron. Dankzij de efficiëntiewinsten en ondersteuningsmechanisme is WKK in bepaalde gevallen meer rendabel dan restwarmte.
- Mogelijk is een combinatie van WKK, restwarmte en/of biomassa uit te werken waarbij de technologieën elkaar ondersteunen. Intelligente sturing in functie van warmtevraag,



elektriciteitsprijs, . . . wordt naar verwachting meer van belang in de toekomst [16].

De effectieve keuze voor (of eventuele combinatie van) technologie, kan in een verdere fase gemaakt worden, in overleg met mogelijke betrokkenen en op basis van een uitgewerkte business case.

#### **7.4 Koudenet**

De combinatie van gebruikers van koeling laat typisch toe om efficiënter te werken: efficiëntere technologie van (grotere) koelmachines en koeltorens, optimalisatie van regeling, . . . Op basis van besprekingen met verschillende beheerders van datacentra is het echter duidelijk dat er al verregaande stappen gezet zijn op vlak van optimalisatie van koeling van de serverruimtes. De installaties hebben al een zekere schaal, en naar verwachting zijn de winsten onvoldoende om een collectief systeem te verdedigen. Daarnaast zijn de afstanden groot, waarbij investeringen typisch hoger liggen dan voor verwarmingswaterleidingen gezien lagere temperatuurverschillen tussen vertrek- en retourleidingen.

Het onderzoek naar een koudenet wordt dan ook niet verder gezet.

## 8 Samenvatting & Conclusie

Zaventem-Zuid staat in voor 17% van het totale gasverbruik van de gemeente (53 GWh op een totaal van 310 à 317 GWh). De zone heeft kenmerken die typisch de haalbaarheid van een collectief warmtesysteem bevestigen.

In het studiegebied zijn er verschillende mogelijke kansrijke warmtebronnen aanwezig.

- Aanwezige datacentra zouden kunnen instaan voor levering van restwarmte, waarvan momenteel reeds continu 9 MW beschikbaar is, met een voorzien groeiscenario. De hoeveelheid restwarmte komt overeen met het verbruik op jaarbasis. Ook indien rekening wordt gehouden met een vraagprofiel afhankelijk van buitentemperatuur zal naar verwachting een groot deel van de warmtevraag in het gebied gedekt kunnen worden.
- De datacentra zouden ook als een belangrijke partner kunnen optreden door opstart van het warmtenet met WKK dankzij het continue verbruik van elektriciteit.
- Aanwezige biomassa van lokale oorsprong zou kunnen instaan voor 5,6 GWh per jaar en zo een aanvulling kunnen vormen door de piekvraag hernieuwbaar in te vullen.

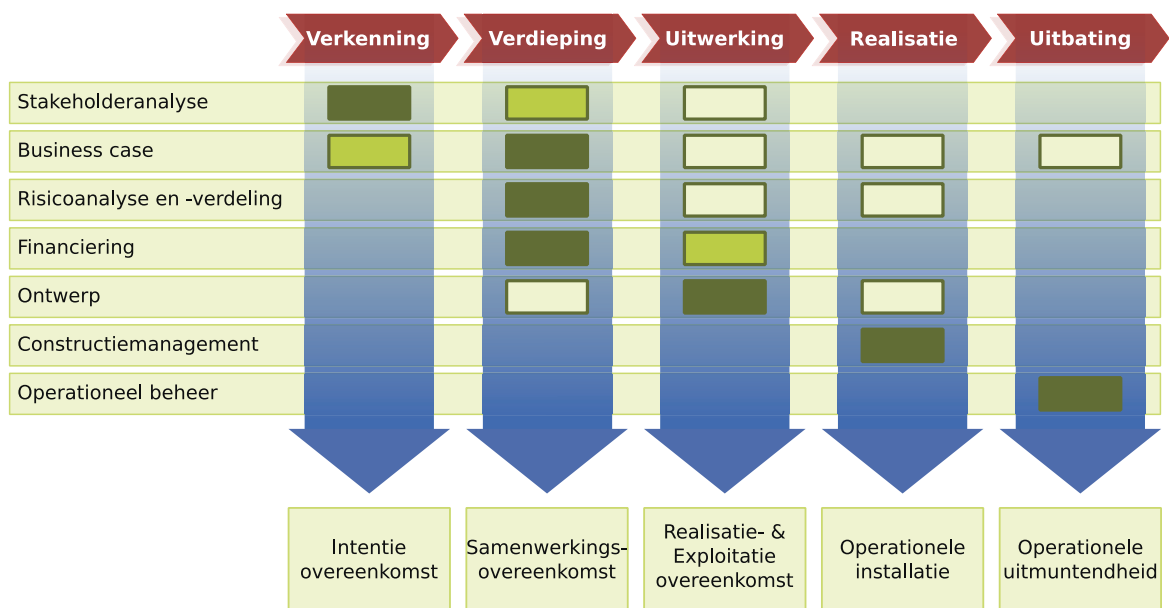
Een grote verduurzaming van het bedrijventerrein lijkt mogelijk door in te zetten op een warmtenet. In een project met WKK kan typisch 20% van de primaire energie bespaard worden. Bij gebruik van restwarmte kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot gereduceerd worden met 7.873 Ton per jaar. Indien bijkomend beschikbare biomassa benut zou worden, kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot gereduceerd worden met 8.967 Ton per jaar. Dat komt overeen met 5,8 % van de totale uitstoot van Zaventem, of het effect van 7 windturbines.

## 9 Mogelijke volgende stappen

In een volgende fase dient de warmtevraag verder gekarakteriseerd worden. In een volloop scenario kan de energiebalans tussen gekoppelde gebruikers en bronnen uitgewerkt en geoptimaliseerd worden in een business case.

Een succesvol warmteproject is niet enkel een technisch verhaal. Vanuit beste praktijken in het buitenland [17], aangevuld met eigen inzichten en ervaring werd een gestructureerd proces opgemaakt (Figuur 21). Daarbij wordt in verschillende stappen gewerkt, met de nadruk op verschillende werkstromen en aandachtspunten doorheen de fases. Bij elke fase wordt telkens naar een formeel beslissingsmoment toegewerkt om een volgende stap te zetten.

We bevelen aan om in een gestructureerd traject volgende stappen te zetten in de verkennende fase met een focus op stakeholdermanagement. Door actief op zoek te gaan naar de win-win tussen mogelijke betrokkenen kan het project vorm gegeven worden. Daarbij is een traject om samen met mogelijke betrokken partners toe te werken naar een intentieovereenkomst belangrijker dan een verdere technische uitwerking. Een niet-bindende, maar ook niet-vrijblijvende verklaring die de basis kan vormen voor de verdere verdieping van het project.



Figuur 21: Traject voor een succesvol warmteproject. De verschillende werkstromen worden weergegeven in de rijen, de kolommen geven de verschillende fases weer.

## 10 Referenties

- [1] J. Aerts, K. Bachus, K. Sips, L. Adriaenssens, S. Van Praet, *Een studie over het bereiken van de doelstelling om de provincie Vlaams-Brabant als grondgebied klimaatneutraal te maken*, Futureproofed, 2015.
- [2] L. Van Esch, K. Vermeiren, E. Meynaerts, K. Jespers, E. Cornelis, D. Vos, et al. *'Ruimte voor hernieuwbare energie' De opmaak van energiekansenkaarten- en atlas*, Vito, 2016.
- [3] *Klimaatactieprogramma 2016-2019*, Dienst leefmilieu Provincie Vlaams-Brabant, 2016.
- [4] *Klimaatbeleidsplan 2040*, Dienst leefmilieu Provincie Vlaams-Brabant, 2016.
- [5] S. Frederiksen, S. Werner, *District Heating and Cooling*, Lund: Studentlitteratur AB, 2015.
- [6] T. Nussbaumer, S. Thalmann, *Status Report on District Heating Systems in IEA Countries. IEA Bioenergy Task 32*, Zürich: Swiss Federal Office of Energy, and Verenum, 2014.
- [7] N. Renders, K. Aernouts, E. Cornelis, I. Moorkens, I. Uljee, L. Van Esch, et al. *Warmte in Vlaanderen*, Studie in opdracht van VEA, 2015.
- [8] *Geopunt Vlaanderen* [online]. Beschikbaar: <https://www.geopunt.be/voor-experts/geopunt-plug-ins/functionaliteiten/poi>
- [9] Groen licht om leegstand in bedrijventoneel Keiberg aan te pakken [online] Beschikbaar: <https://www.hln.be/regio/zaventem/groen-licht-om-leegstand-in-bedrijventoneel-keiberg-aan-te-pakken-a3194e10/> .
- [10] W. Cyx, R. de Herdt, *Impulsbeleid Riothermie: Inzichten en voorstellen voor een ambitieus Vlaams beleid*. Kelvin Solutions en Ingenium in opdracht van VMM, 2018.
- [11] *CO2-inventaris Provincie Vlaams-Brabant* [online]. Beschikbaar: <http://www.burgemeestersconvenant.be> .
- [12] C. Arzbaecher, E. Fouche, K. Parmenter, *Industrial Waste-Heat Recovery: Benefits and Recent Advancements in Technology and Applications*, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry, 2007.
- [13] *Vlaamse houtkanten (potentieel)* Vito en Ovam [online]. Beschikbaar: [https://public.tableau.com/profile/ruben.g2308#!/vizhome/HK\\_Dash\\_website\\_2018\\_-0/Dashboard1](https://public.tableau.com/profile/ruben.g2308#!/vizhome/HK_Dash_website_2018_-0/Dashboard1) .
- [14] *Bio-energie - Techniek - Verbranding: Houtsnippers voor grootverbruik* Agentschap NL, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 2011 [online]. Beschikbaar: [https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie - Techniek - Verbranding - Houtsnipperketels voor grootverbruik.pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie%20-%20Techniek%20-%20Verbranding%20-%20Houtsnipperketels%20voor%20grootverbruik.pdf) .
- [15] M. Mulder, I. Oskam, Y. Schrik, J. van den Akker, M. van Hees, K. van Lange, et al. *Decentrale organische reststroomverwerking*, Urban Technology Circulair Ontwerpen en Ondernemen, 2007.
- [16] *4th International Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District Heating, 13-14 November 2018, Book of abstracts* [online]. Beschikbaar: [http://www.4dh.eu/images/Book-of-Abstracts-2018\\_online\\_version.pdf](http://www.4dh.eu/images/Book-of-Abstracts-2018_online_version.pdf) .

[17] *Een handreiking voor gebiedsgerichte warmte-uitwisseling*, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014



## **Provincie Vlaams-Brabant**

Dienst ruimtelijke planning  
Provincieplein 1 - 3010 Leuven  
016 26 75 07  
[ruimtelijkeplanning@vlaamsbrabant.be](mailto:ruimtelijkeplanning@vlaamsbrabant.be)

## **Beleidsverantwoordelijke**

Ann Schevenels  
gedeputeerde voor ruimtelijke planning  
016 26 70 43  
[kabinet.schevenels@vlaamsbrabant.be](mailto:kabinet.schevenels@vlaamsbrabant.be)

[www.vlaamsbrabant.be/zaventemzuid](http://www.vlaamsbrabant.be/zaventemzuid)