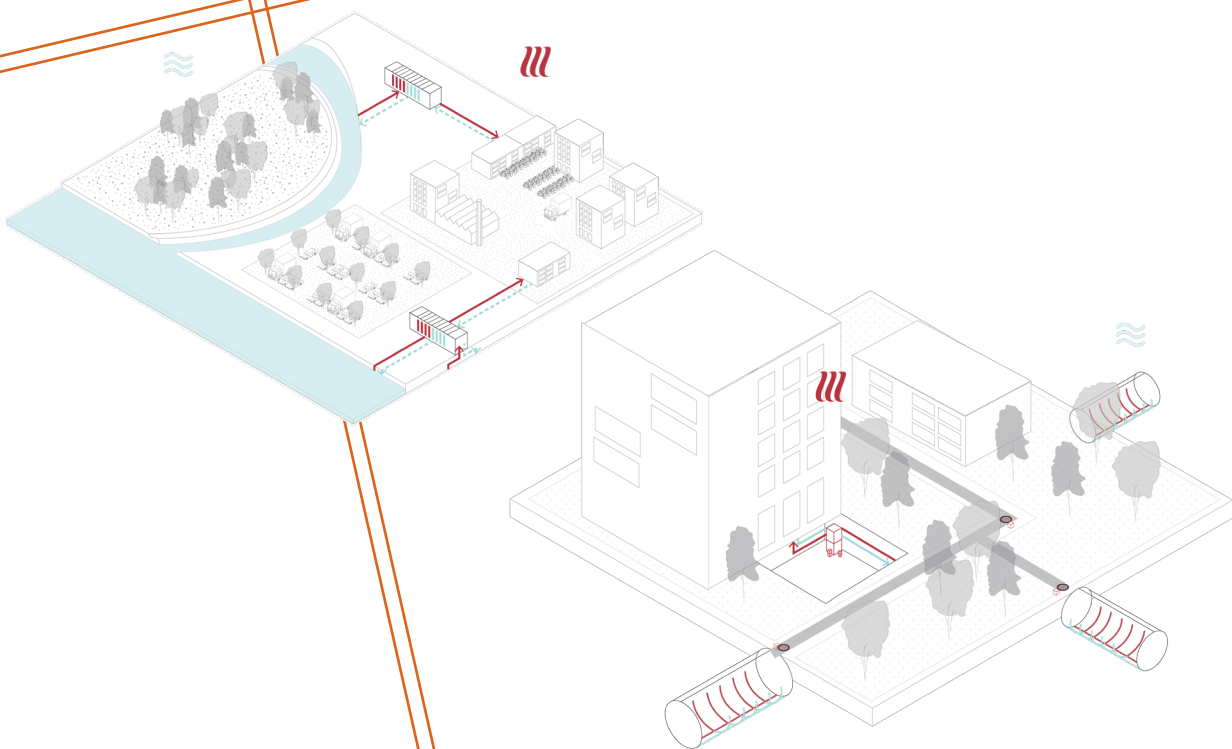


Aquathermie Potentieel

Oost- Vlaanderen

Ontwerp



COLOFON

Dit rapport werd opgemaakt in kader van het onderzoek
'Aquathermiepotentieel Oost-Vlaanderen'

Het rapport heeft het statuut van onderzoek en vervangt geenszins
geldende beleidsdocumenten. Het geeft de resultaten weer van een
onderzoek uitgevoerd door Extract en Nazka mapps, in opdracht van de
Provincie Oost-Vlaanderen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk,
fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande
toestemming van de opdrachtgever, Provincie Oost-Vlaanderen.

Versie 1.0: Ontwerpversie

Uitgegeven in opdracht van de deputatie van de Provincie Oost-Vlaanderen

Beleidsverantwoordelijke/verantwoordelijke uitgever:

gedeputeerde An Vervliet, bevoegd voor ruimtelijke planning en

gedeputeerde Riet Gillis, bevoegd voor natuur, klimaat en milieu

Samenstelling en redactie: Extract

Het potentieel van aquathermie voor de provincie Oost-Vlaanderen

Auteur: Sebastian Baes

Referentie: P22012

Opdrachtgever: Provincie Oost-Vlaanderen

Datum: 23 november 2023

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Aanleiding studie	4
3	Scope	5
4	Ruimtelijk beleid warmte	6
5	Methode potentieelstudie	7
5.1	Algemene toelichting methode	7
5.2	Leeswijzer	7
5.3	Diversiteit in bronnen	8
5.4	Potentieelbepaling van ruimtelijk statische bronnen	8
5.5	Bepalen van het potentieel van ruimtelijke dynamische bronnen	11
5.6	Connectie tussen kernen en bronnen	14
5.7	Verdeelsleutels	25
5.8	Aquathermie en riothermie scores bepaling	29
6	Resultaten	32
6.1	Zoom out	32
6.2	Zoom in	35
6.3	Aquathermie potentieel kaart	39
7	Welke ruimtelijke beleidskeuzes hieraan koppelen?	43

1 | Inleiding

De helft van het huidige energieverbruik binnen Europa is toe te wijzen aan de verwarming- en koelingsector. Om de energievraag binnen deze sector te voorzien wordt voornamelijk beroep gedaan op fossiele brandstoffen. De fractie duurzaam opgewekte warmte en koude bedraagt in Europa namelijk slechts 23%. In België ligt dit percentage nog lager op 8.3%. In het kader van de Europese richtlijnen naar verduurzaming, dienen de lidstaten een analyse te maken naar efficiënte en duurzame warmte en koude oplossingen. Binnen Vlaanderen worden door verschillende gemeenten warmtezoneringssystemen opgesteld en werd ook een inspiratiekaart warmte gelanceerd door de VVSG. Bij deze plannen en kaarten wordt een onderscheid gemaakt tussen het collectief en individueel verduurzamen van warmte en koude. Onder de collectieve aanpak verstaat men het aanleggen van warmtenetten. Deze kunnen gebruik maken van verschillende bronnen om warmte en of koude te leveren aan eindgebruikers: restwarmte, geothermie, riothermie en aquathermie. In deze studie wordt het potentieel van zowel aquathermie en riothermie als duurzame bron voor toekomstige warmtenetten in Oost-Vlaanderen onderzocht.

Aquathermie is het duurzaam verwarmen en koelen aan de hand van oppervlaktewater (rivieren, meren en kanalen). De brontemperatuur van het oppervlaktewater (tussen 5°C en 25°C op jaarbasis) wordt bij verwarming aan de hand van een warmtepomp opgevoerd tot een bruikbare temperatuur voor eindgebruikers/warmtenetten (bv. 40°C). Vele steden/gemeenten bevinden zich aan/rond oppervlaktewater. In Vlaanderen is bijvoorbeeld 43% van de bevolking gelegen langsheen een kilometer van het rivierennetwerk in het gewest. Het water vormt een belangrijke bron van leven voor deze steden en dorpskernen waarlangs ze stroomt. Echter kan het oppervlaktewater dus ook ingezet worden als een bron van energie om deze steden en dorpskernen van duurzame warmte en koude te voorzien. Het potentieel van aquathermie is, net zoals elke andere duurzame bron, niet onuitputbaar. Een thermische onttrekking uit oppervlaktewater zorgt voor een temperatuurdaling in het waterlichaam wanneer warmte wordt opgewekt en een stijging wanneer koude geleverd wordt aan gebouwen. Deze thermische impact mag geen kritische gevolgen kennen voor het ecosysteem van het oppervlaktewater. Het potentieel van aquathermie hangt dus samen met de thermische impact die gecreëerd/toegelaten wordt. Bijgevolg hebben meren en rivieren een limiet hoever deze afgekoeld of opgewarmd kunnen worden door aquathermie. Het potentieel van de bron dient men daardoor op een dynamische manier te bepalen. Met een dynamische methode wordt de onderlinge invloed van verschillende aquathermie installaties op 1 waterlichaam in kaart gebracht alsook de effecten van de omgeving (zon, grond, lucht, ...) en hoe deze de temperatuurimpact regeneert. Het potentieel van de Dender in Oost-Vlaanderen kan bijvoorbeeld alleen bepaald worden als men de impact kent in Geraardsbergen, hoe deze impact regeneert door de omgeving tot het water in bv. Dendermonde aankomt en wat de totale/gecombineerde impact is. Aquathermie brengt met andere woorden beleidsmatige verdeelvraagstukken met zich mee, die in kaart gebracht moeten worden. Op de schaal van een provincie kan een aanzet gegeven worden voor een eerlijke en duurzame verdeling van de beschikbare warmte. Op een gemeentelijk of stedelijk niveau zal de detailverdeling moeten gebeuren met aandacht voor een faire verdeling naar alle bewoners in de gunstige gebieden. Een goede verdeling van de warmte houdt ook in dat garanties kunnen geboden worden. Analoog aan een emissierechten handelssysteem (ETS) kan een aquathermie verdeelsysteem (ATS) helpen om aquathermie optimaal, sociaal en duurzaam te gebruiken.

Aquathermie en riothermie zijn twee bronnen die perfect samen kunnen gaan én zelfs elkaar ondersteunen. Beide hanteren dezelfde technologie om de warmte op te waarden en vaak zijn in dezelfde buurt beide bronnen aanwezig. Hierbij kan dus riothermie zorgen om de pieken in de warmtevraag mee op te vangen, als back-up te dienen of als ondersteunende warmtebron.

2 | Aanleiding studie

Het warmtepotentieel van oppervlakte en afvalwater is groot, groter dan de voorbije jaren werd gedacht. Steeds meer burgers, projectontwikkelaars en bedrijven vragen voor aqua- en/of riothermie projecten een vergunning aan. Echter, net zoals elke andere duurzame warmtebron, zijn aqua- en riothermie niet onuitputbaar. De beschikbaarheid hangt samen met volume, debiet,.... Om deze reden besliste de Provincie Oost-Vlaanderen in kader van de opmaak van het Beleidsplan Ruimte Oost-Vlaanderen en de Regionale Ruimtelijke Energievisies en Strategieën (RRES) Denderland, Waasland en Regio Gent om het beschikbare potentieel van aqua en riothermie in Oost-Vlaanderen in kaart te brengen.

Echter, het is niet omdat er veel potentieel beschikbaar is dat dit ook overal en tegelijk kan benut worden. Het onttrekken van warmte uit oppervlaktewater kan voor zover dit geen kritische gevolgen heeft voor het ecosysteem van het oppervlaktewater. Hiervoor is sinds 2022 regelgeving in ontwikkeling door de Commissie Integraal Waterbeleid (CIW). Tegelijk staat oppervlaktewater in contact met de omgeving, er gebeurt dus te allen tijde uitwisseling en regeneratie van warmte, wat maakt dat water geleidelijk aan temperatuur herneemt. Hoeveel warmte er exact kan onttrokken worden is dus onder meer afhankelijk van de plekken en momenten waar en wanneer er gebruik van gemaakt wordt en hun onderlinge relatie.

Verder speelt ook de aard van de waterlopen en waterlichamen in Oost-Vlaanderen een rol. Deze is net als in rest van Vlaanderen en België heel verschillend. De Leie is geen typische regenrivier zoals de Dender. Beiden hebben ook een ander profiel dan de getijdegevoelige Zeeschelde. Daarnaast is het bebouwd weefsel langs deze waterlopen erg divers. Het vertoont verschillende karakteristieken, kent andere ontwikkelingsperspectieven en verschilt bijgevolg ook enorm qua warmtevraag, al dan niet in nabijheid van de waterloop. Dit maakt dat de ene waterloop meer potentieel beschikbaar zal hebben dan de andere, maar dat ook het benutbaar aandeel van dit potentieel aanzienlijk kan verschillen. Tot slot stelt zich de vraag of we als maatschappij het benutbaar potentieel ook voor specifiek gebruik willen aanwenden, zeker als dit beperkt is. Zetten we het in voor maatschappelijke voorzieningen vs. private gebouwen, eerder via collectieve dan wel individuele projecten.

Al deze elementen vormden voor de Provincie Oost-Vlaanderen de reden om aanvullend te onderzoeken of er bepaalde verdeelvraagstukken spelen, en zo ja, of deze zich eerder op bovenlokaal, dan wel op lokaal niveau, situeren. Zodat hier, indien nodig, in het Beleidsplan Ruimte Oost-Vlaanderen en de Regionale Ruimtelijke Energievisies en Strategieën (RRES) Denderland, Waasland en Regio Gent op kan gestuurd worden. En lokale besturen hierrond de noodzakelijke inzichten kunnen geboden worden bij de opmaak van hun lokaal warmte(beleids)plan, die de Provincie begeleidt en ondersteunt.

3 | Scope

Het potentieel onderzoek betreft een verkenning, te meer het voor de eerste keer in Vlaanderen op deze schaal werd uitgevoerd. Om deze reden werd ook beslist de scope voldoende af te bakenen. Doel was het warmtepotentieel van oppervlakte en afvalwater in de hele Provincie Oost-Vlaanderen, inclusief regeneratie, in kaart te brengen, met andere woorden welk potentieel bevaarbare waterlopen en kanalen, grote meren, bekkens, plassen en riolering bieden. Drinkwater werd hierin (nog) niet meegenomen. Tevens werd gekozen te focussen op warmtewinning uit water en koeling voorlopig niet mee te nemen. Hoewel ook hier nood aan is.

Daarnaast werd beslist in het onderzoek enkel de warmtevraag van kernen aan het aqua- en riothermie potentieel te koppelen, maar deze van bedrijventerreinen buiten beschouwing te laten, gezien aqua en riothermie voor lage temperatuur systemen meest geschikt zijn. En werd het collectief benutten van warmte uit water, via (mini-) warmtenetten, als uitgangspunt genomen, gezien deze ook voorzieningen en gebouwen die niet in de directe omgeving van een waterloop of lichaam gelegen zijn toegang geven tot het gebruik van de benutbare warmte.

4 | Ruimtelijk beleid warmte

In kader van de opmaak van het Beleidsplan Ruimte Oost-Vlaanderen en de Regionale Ruimtelijke Energievisies en Strategieën (RRES) Denderland, Waasland en Regio Gent besliste de Provincie Oost-Vlaanderen bij de typering van de kernen verschillende troeven te benoemen, waaronder de troef energie. Kernen met verschillende troeven zijn immers geschikter om te verdichten, ook vanuit verduurzaming. Hiertoe werd in het voorontwerp beleidsplan in eerste instantie voor iedere kern een warmtevraagscore en een EHUBt warmte score ontwikkeld.

De warmtevraagscore geeft weer of kernen over voldoende dichtheid, warmtevraag en -aanbod beschikken om er een duurzaam collectief warmtenet aan te leggen. Elke kern kreeg hierbij een score aan de hand van de dichtheid van kleinverbruikers van energie binnen die kern en van grootverbruikers binnen en op de rand van die kern. We onderscheidde daarbij de volgende niveaus:

- Warmtevraagscore 4: Voldoende warmtedichtheid voor de aanleg van een duurzaam collectief warmtenet en een groot aantal grootverbruikers (heeft de troef energie)
- Warmtevraagscore 3: Voldoende warmtedichtheid voor de aanleg van een duurzaam collectief warmtenet maar een beperkt aantal grootverbruikers (heeft de troef energie)
- Warmtevraagscore 2: Beperkte warmtedichtheid voor de aanleg van een duurzaam collectief warmtenet (heeft de troef energie **als** het een bovenlokale of stedelijke kern is mét een duurzaam warmte-aanbod)
- Warmtevraagscore 1: Zeer beperkte warmtedichtheid voor de aanleg van een duurzaam collectief warmtenet (heeft de troef energie **niet**)
- Warmtevraagscore 0: Onvoldoende warmtedichtheid voor de aanleg van een duurzaam collectief warmtenet (heeft de troef energie **niet**)

Gezien de nood aan duurzame voeding van een collectief warmtenet is ook het beschikbare warmte-aanbod belangrijk. Om die reden kreeg elke kern ook een EHUBt warmte score. Deze score geeft aan of een kern nabij een bedrijventerrein met hoog energieHUBt potentieel, in bijzonder voor warmte, is gelegen.

- EHUBt-score 3: Indien hoogspanningsstation, fluxys leiding en restwarmte alle drie aanwezig zijn.
- EHUBt-score 2: Indien twee van de bovenstaande drie elementen aanwezig zijn.
- EHUBt-score 1: Indien slechts één van de bovenstaande drie elementen aanwezig is.
- EHUBt-score 0: Indien geen enkele van de drie elementen aanwezig is.

Aanvullend was het nuttig voor iedere kern een aquathermiescore te geven. Deze werd ontwikkeld in kader van dit onderzoek. Zodat deze kan meegenomen worden bij de verdere opmaak van het Beleidsplan Ruimte. De methode om deze aquathermiescore te bepalen wordt in de onderstaande hoofdstukken toegelicht.

5 | Methode potentieelstudie

5.1 ALGEMENE TOELICHTING METHODE

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is het doel van deze studie om een correct idee te geven van het potentieel voor aquathermie en riothermie in de provincie Oost-Vlaanderen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een diepgaande potentieelbepaling waarbij de specifieke karakteristieken van de verschillende aquathermie en riothermie bronnen meegenomen werden. Voor de potentieelbepaling van aquathermie bronnen werden door EXTRAQT ontwikkelde modellen gebruikt. Het riothermie potentieel werd bepaald a.d.h.v. data aangeleverd door Aquafin. Om een overzicht te geven van de inzetbaarheid van aquathermie en riothermie werden potentieelscores bepaald voor de verschillende woonkernen (statistische sectoren) binnen de provincie. Deze scores geven weer hoe interessant aquathermie en riothermie voor de kern is o.b.v. zijn ontvangen warmte door bronnen t.o.v. gevraagde warmte, zijn nabijheid tot bron en zijn warmtevraagdichtheid. Deze scores werden bepaald aan de hand van verschillende scenario's/simulaties met achterliggende verdeelsleutels. Deze verdeelsleutels werden voornamelijk ingevoerd doordat het potentieel van de bronnen niet oneindig is en een verdeling ervan tussen de kernen dus noodzakelijk is. De verdeelsleutels kunnen bijvoorbeeld meegeven dat voorrang gegeven moet worden aan kernen die een hoge warmtevraagdichtheid hebben, dicht bij een aquathermie of riothermie bron gelegen zijn, geen toegang hebben tot andere warmtebronnen, etc. Hierdoor kunnen aquathermie en riothermie ingezet worden op kernen die het meest baat hebben bij deze technologieën.

5.2 LEESWIJZER

Om het potentieel van aquathermie en riothermie voor de verschillende kernen in Oost-Vlaanderen te bepalen werden verschillende stappen/bewerkingen uitgevoerd. Deze worden binnen hoofdstuk 5 beschreven met onderstaand een leeswijzer voor de verschillende delen binnen dit hoofdstuk.

In hoofdstuk 5.3 wordt een overzicht gegeven van de verschillende warmtebronnen die in de studie opgenomen worden. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen ruimtelijk dynamische (rivieren en stromende kanalen) en statische bronnen (meren, stilstaande kanalen, collectoren, RWZI's). Hoofdstuk 5.4 geeft een toelichting hoe het potentieel van de ruimtelijk statische bronnen bepaald wordt en hoofdstuk 5.5 voor de ruimtelijk dynamische bronnen. Hoofdstuk 5.6 beschrijft hoe een connectie tussen de bronnen en de woonkernen/warmtevraag gemaakt wordt. De verschillende verdeelsleutels (zie 5.1) die gebruikt worden om een connectie te maken worden beschreven in hoofdstuk 5.7. De bepaling van de aquathermie en riothermie scores worden beschreven in hoofdstuk 5.8.

Binnen de beschrijving van de methode wordt bij sommige aspecten in detail ingegaan op gehanteerde stappen (aangeduid met 'detail kaders'). Deze kunnen door de lezer geraadpleegd worden indien gewenst maar zijn niet noodzakelijk om de basis van de uitwerking te begrijpen.

5.3 DIVERSITEIT IN BRONNEN

Binnen deze opdracht worden voor aquathermie en riothermie de volgende bronnen geanalyseerd.

Aquathermie:

- Rivieren (1^e categorie)
- Stromende kanalen
- Meren (met oppervlakte > 10.000 m²)
- Stilstaande kanalen

Riothermie:

- RWZI's (rioolwaterzuiveringsinstallatie)
- Collectoren

De rivieren die meegenomen worden in deze studie zijn van 1^e categorie (in beheer van de Vlaamse Waterweg of De Vlaamse Milieumaatschappij). Rivieren van categorie 2 worden niet meegenomen in deze studie aangezien deze doorgaans een te beperkt debiet hebben om als interessante bron voor aquathermie te kunnen dienen. Ook zouden voor deze rivieren de effecten van temperatuurdaling groter en meer kritisch zijn. Vanuit dit opzicht worden ook enkel de grotere meren/stilstaande waterlichamen in kaart gebracht in deze studie. Een minimale oppervlakte van 10.000 m² wordt hierbij gehanteerd. Voor de collectoren werden door Aquafin enkel collectoren met een middelgroot of groot potentieel (zie 5.6) aangeleverd voor deze studie. Ook hier zijn kleinere collectorleidingen gevoelig aan grotere en kritische temperatuurdalingen waardoor ze als niet-interessant aanschouwd worden.

Rivieren en stromende kanalen worden als **ruimtelijk dynamische bronnen** beschouwd doordat hun potentieel afhankelijk is van de locaties waarlangs de waterlichamen vloeien. De waterlichamen zijn met andere worden dynamisch in de ruimte.

Meren, stilstaande kanalen, RWZI's en collectoren worden als **ruimtelijk statische bronnen** aanschouwd omdat hun locatie in de ruimte vastligt. Het potentieel van deze bronnen wordt met andere woorden niet beïnvloed door locaties stroomafwaarts of stroomopwaarts gelegen zoals bij de dynamische bronnen het geval is.

De potentieelberekening voor beide type bronnen (ruimtelijke dynamisch en statisch) is verschillend en wordt hieronder verder besproken.

5.4 POTENTIEELBEPALING VAN RUIMTELIJK STATISCHE BRONNEN

Aquathermie bronnen

Het potentieel van de ruimtelijk statische aquathermie bronnen (meren en stilstaande kanalen) wordt bepaald a.d.h.v. door EXTRAQT geschreven algoritmes.

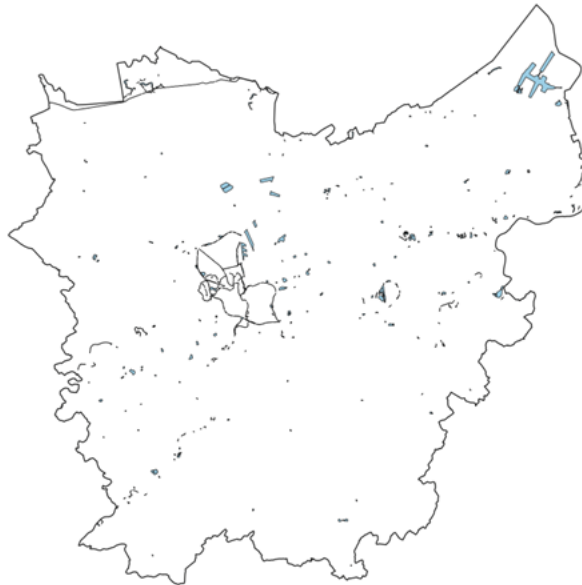
Meren en stilstaande kanalen kunnen beschouwd worden als thermische batterijen die continu opgeladen (opwarmen) worden door de omgeving (zon, bodem, omgevingslucht) en ontladen (afkoelen) door een mogelijke aquathermische impact. Het potentieel van deze bronnen kan gedefinieerd worden als de maximale onttrekking van warmte die mogelijk is zonder een kritische temperatuurdaling te overschrijden. Deze kritische temperatuurdaling wordt in dit project vastgelegd op 3°C. Deze limiet wordt genomen naar de analogie van de huidige VLAREM milieुरichtlijnen voor het lozen van koelwater. Hierbij mag maximaal een temperatuurtoename van 3°C in het waterlichaam ontstaan ten gevolge van de lozing om het ecosysteem van het water niet kritisch te schaden. Voor het afkoelen van water door middel van aquathermie is nog geen finale regelgeving vastgelegd maar huidig wordt een 3°C afkoelinglimiet gehanteerd door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) en De Vlaamse Waterweg (DVW) o.b.v. een spiegeling met de opwarminglimiet (zie hoofdstuk 2).

In de algoritmes van EXTRAQT wordt dit effect van thermische batterijen nagebootst door een digitale kopie te maken van het waterlichaam. Met andere woorden wordt de temperatuurschommeling van het waterlichaam (beïnvloed door de zon, de lucht en de grond) nagebootst met een computer model. In het model kan naast de natuurlijke invloed in temperatuur ook de temperatuurdaling ten gevolge van een warmte-onttrekking van een aquathermie installatie nagebootst worden. Door het verschil te vergelijken tussen een simulatie met of zonder warmte-onttrekking weet men hoeveel graden de aquathermie installatie het waterlichaam afkoelt en of de grens van 3°C daling bereikt wordt.

Binnen deze studie werd een gemiddelde residentiële warmtevraag in Vlaanderen¹ gebruikt om te onttrekken uit een waterlichaam. De warmtevraag werd hierbij systematisch verhoogd tot een temperatuurdaling van 3°C zichtbaar werd. Zoals vermeld werden deze analyses uitgevoerd op meren met een oppervlakte van minstens 10.000 m² en een gemiddelde diepte van 2 m werd per meer gebruikt. Hierbij resulteert dat bij een meer van 10.000 m² het beschikbare piekvermogen² 1.200 kW is en de totale warmtecapaciteit³ 2.995.000 kWh/jaar aangezien deze belasting zorgde voor een temperatuurdaling van 3°C.

Het resultaat van de analyse is voor elk meer in Oost-Vlaanderen een totale warmtecapaciteit dat op jaarbasis onttrokken kan worden in kWh en een piek potentieel in kW zonder dat de kritische grens op enig moment overschreden wordt.

Stilstaande kanalen werden opgedeeld in oppervlakten van 10.000 m², waarbij het potentieel van elk deel bepaald werd zoals bovenstaand beschreven bij meren. De reden achter het opdelen in verschillende stukken wordt beschreven in hoofdstuk 5.6. De kanalen/rivieren in Gent worden ook als stilstaande kanalen beschouwd door de aanwezigheid van een beperkte doorstroming.



Figuur 5.1: Statische aquathermie bronnen

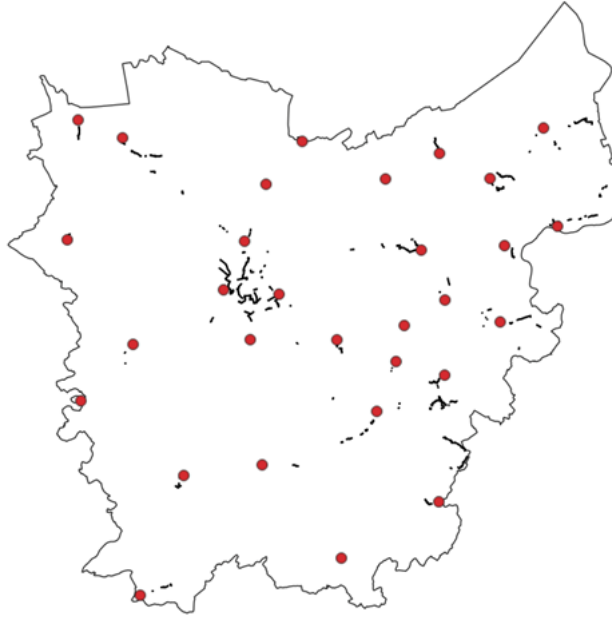
Riothermie bronnen

Het potentieel van RWZI's en collectoren (zie locaties op kaart in figuur 5.2 werd bepaald in samenspraak met Aquafin.

¹Opgehaald op de website van het VREG: <https://www.vreg.be/nl/verbruiksprofielen-en-productieprofielen>

²Het piekvermogen is de maximale piek aan warmte in kW dat de aquathermie installatie kan onttrekken. Deze piek aan warmte wordt onttrokken wanneer er zich een extreme koude dag voordoet. Dit kan bijvoorbeeld vergeleken worden met de dimensionering van een gasketel, deze heeft ook een bepaald piek potentieel aan warmte dat hij kan leveren om een gebouw tijdens een zeer koude dag nog warm te krijgen.

³De warmtecapaciteit is de totale warmte in kWh dat op een jaar tijd onttrokken kan worden door de aquathermie installatie. Een gasketel levert bijvoorbeeld ook op jaarbasis een bepaalde hoeveelheid warmte dat hiermee overeenstemt.



Figuur 5.2: Statistische riothermie bronnen. Zwarte lijnen zijn collectoren, rode cirkels RWZI's

Om thermische energie te onttrekken bij een RWZI wordt een deel van het effluent water (waterstroom die na het zuiveringsproces wegvloeit in een rivier) langs een warmtewisselaar gestuurd. Het beschikbaar vermogen van RWZI's werd door Aquafin vastgelegd aan de hand van jaargemiddelde debieten in het effluent (waterstroom die na het zuiveringsproces afvloeit) en een toegelaten temperatuurdaling (ΔT) van 5°C . Na deze warmte onttrekking in de warmtewisselaar (met de temperatuurdaling in het effluent water tot gevolg) wordt een warmtepomp gebruikt om de temperatuur nog verder op te waarden tot de gewenste afgifte temperatuur van bv. een nabijgelegen warmtenet.

$$P_{RWZI}(kW) = \text{jaargemiddeld debiet} \left(\frac{kg}{s} \right) \cdot \text{specifieke warmte water} (c_p) \left(\frac{J}{kg \cdot K} \right) \cdot \Delta T \text{ van } 5^{\circ}\text{C} (K)$$

RWZI's met een piekvermogen van minimaal 500 kW werden meegenomen in de analyse.

Naast warmte-winning bij een RWZI kan ook warmte onttrokken worden in het rioleringsstelsel. Hierbij wordt een warmtewisselaar geplaatst binnen de collectorleiding. De hoeveelheid warmte die onttrokken kan worden is afhankelijk van het debiet dat aanwezig is in de collectorleiding. Dit debiet is per collectorleiding afhankelijk van het aantal aangekoppelde inwoners op de collectorleiding alsook de hoeveelheid regenwater dat in de leiding terecht komt. Echter bepaald Aquafin steeds het thermische potentieel louter met het aantal aangekoppelde inwoners aangezien de hoeveelheid regenwater sterk veranderlijk/niet continu aanwezig is. Het volume water dat per dag geloosd wordt per inwoner is 150 l/dag . Op het totaal aanwezige debiet (som van lozingsdebiet van alle aangesloten inwoners) in de collectorleiding wordt een ΔT van 3°C toegelaten door Aquafin. Het potentieel piekvermogen van een collectorleiding kan met de onderstaande formule bepaald worden en omvat de aspecten bovenstaand vermeld.

$$P_{collector}(kW) = \# \text{huishoudens} \cdot \text{gemiddelde lozing per huishouden} \left(150 \frac{l}{dag} \right) \cdot c_{p,water} \left(\frac{kJ}{kg \cdot K} \right) \cdot \Delta T (K) \cdot \frac{1}{86400} \left(\frac{dag}{sec} \right)$$



Figuur 5.3: Collectorgroep in Lokeren bestaande uit 40 stukken collectorleidingen in verschillende kleuren weergegeven.

Het rioleringsstelsel/netwerk bestaat uit een groot aantal kleine segmenten van collectorleidingen die met elkaar verbonden zijn (in verschillende kleuren voorgesteld in figuur 5.3). Voor elk van deze kleine collectorleidingen werd het piekvermogen berekend aan de hand van de bovenstaande formule. Collectorleidingen met een piekvermogen groter dan 130 kW werden gebruikt in deze studie. Collectoren met een potentieel kleiner dan deze treshold zijn doorgaans niet praktisch en kostenefficiënt om in te zetten voor een riothermie installatie.

Om het thermisch potentieel van een enkele collectorleiding correct in te schatten moet men rekening houden met het volledige rioleringsnetwerk waarin de specifieke leiding gelegen is. Indien het potentieel op één collectorleiding onttrekken wordt kan dit namelijk niet meer ingezet worden op een andere locatie binnen dat rioleringsnetwerk. Hierdoor werd een methode gebruikt om het maximale potentieel van een volledig rioleringsnetwerk te verdelen over de verschillende statistische sectoren waarin het netwerk gelegen is. Dit wordt verder beschreven in hoofdstuk 5.6.

5.5 BEPALEN VAN HET POTENTIEEL VAN RUIMTELIJKE DYNAMISCHE BRONNEN

Rivieren en bevaarbare (stromende) kanalen worden aanschouwd als ruimtelijk dynamische bronnen (zie figuur 5.4). In deze studie zijn enkel rivieren van eerste categorie meegenomen. Rivieren met categorie 2 of hoger beschikken namelijk over een beperkte omvang en zijn hierdoor minder interessant voor aquathermische toepassingen.

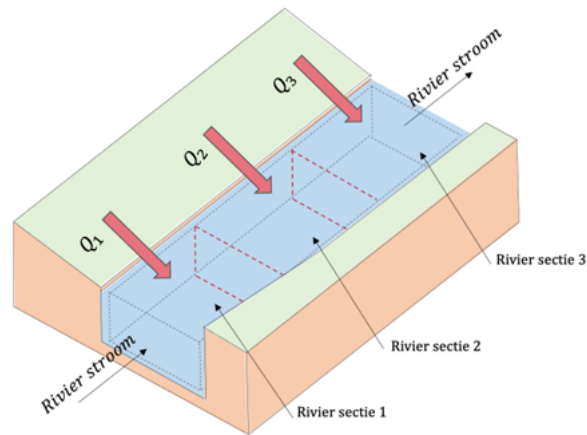
Het potentieel van rivieren en stromende kanalen kan niet eenmalig bepaald worden zoals bij ruimtelijk statische bronnen. Dit komt omdat een rivier of stromend kanaal een traject aflegt langsheen verschillende warmtevragers waarbij de impact van elke warmtevrager het potentieel van de volgende warmtevragers beïnvloedt. Daarnaast zorgen verandering in warmtevraag van elke warmtevragers in de tijd voor een verschillend resultaat bij de simulatie van het potentieel (zie hoofdstuk 5.7). Om de complexiteit van deze factoren naar een aquathermie potentieel te vertalen wordt beroep gedaan op een door EXTRAQT ontwikkeld regeneratiemodel.

Het regeneratiemodel bepaalt het potentieel van een rivier door een connectie te maken tussen de verschillende warmtevragers langs de rivier (Q 's in figuur 5.5) en de rivier zelf. Elke rivier in Oost-Vlaanderen wordt hierbij in secties/stukjes van 100 m opgedeeld waarbij op elke sectie de langgelegen warmtevraag wordt onttrokken om een bijhorende temperatuurdaling te berekenen op iedere sectie ten gevolge van deze warmte-onttrekking. Het resultaat van de temperatuurdaling van de vorige sectie is de input voor de volgende sectie tot de hele rivier afgelopen werd. Niet alleen de warmtevraag wordt voor elke sectie toegediend, maar ook de omgevingsfactoren



Figuur 5.4: Rivieren van eerste categorie en bevaarbaar zonder de kanalen in Gent (worden als stilstaand aanschouwd)

die inwerken (zon, aarde, lucht). Deze bepalen namelijk de regeneratie in riviertemperatuur tussen de verschillende secties nadat temperatuurdalingen plaatsvinden. De simulaties zijn ook tijdsafhankelijk: de warmtevraag zal variëren doorheen de tijd alsook de omgevingsfactoren. Simulaties worden per uur uitgevoerd voor een gemiddeld jaar (gemiddelde o.b.v. debiet en omgevingsdata van de rivieren doorheen de laatste 5 jaar).



Figuur 5.5: Opdeling rivier in secties van 100 m waarop impactanalyses uitgevoerd worden en die de input vormen voor de volgende sectie



Figuur 5.6: Overzicht 7 gedefinieerde bekken

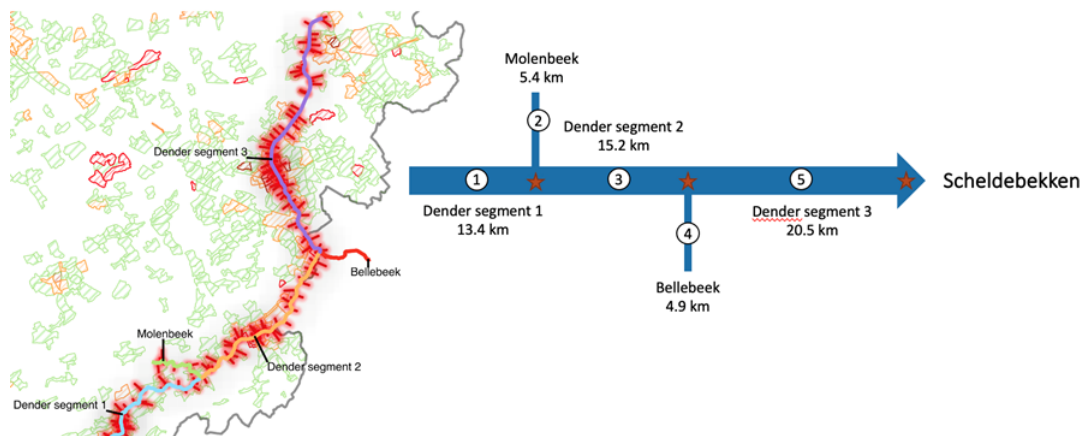
Het netwerk van rivieren in Oost-Vlaanderen kent veel vertakkingen en onderlinge afhankelijkheid tussen de rivieren. In totaal kan men 7 bekken (zie figuur 5.6) onderscheiden. Deze bekken bestaan uit verschillende rivieren die elk nog eens bestaan uit verschillende riviersegmenten zoals voorgesteld voor het Denderbekken in figuur 5.7.

- Denderbekken
- Bovenscheldebekken
- Zeescheldebekken
- Leiebekken
- Kanaalbekken (afleidingkanaal Leie + kanaal Gent-Oostende)
- Kanaal Gent-Terneuze
- Durmebekken

Interconnecties zijn ruimtelijk niet enkel aanwezig tussen riviersegmenten (zoals voorgestelde op figuur 5.7), maar ook tussen de verschillende bekken. Deze afhankelijkheid wordt ook in het regeneratiemodel meegenomen, bv. wanneer de Dender in de Schelde vloeit, wordt de gecombineerde impact van wat al op de Dender toegediend werd samengevoegd met de reeds aanwezige impact op de Schelde op de plaats van samenvloeien tot een gecombineerde impact op het verdere verloop van de Schelde.

Het resultaat van het regeneratiemodel is een temperatuurmodellering op elke 100 meter voor iedere rivier/-stromend kanaal. Op basis van deze impact data kan continu geëvalueerd worden of de maximale temperaturdaling van 3°C ergens bereikt wordt. Indien dit het geval is zal er geen warmte meer onttrokken kunnen worden totdat de temperaturdaling op de locatie dat kritisch werd terug onder de 3°C zakt.

Zoals reeds vermeld is het potentieel van een stromend waterlichaam afhankelijk van de warmtevraag die hij langsheen zijn traject ervaart. Hoe deze connectie exact gemaakt wordt en hoe deze het potentieel beïnvloed, wordt respectievelijk verduidelijkt in hoofdstuk 5.6 en hoofdstuk 5.7.



Figuur 5.7: Opdeling Denderbekken in riviersegmenten. Het Denderbekken bestaat uit 3 rivieren (Dender, Molenbeek, Bellebeek) en 5 riviersegmenten (Dender segment 1, Dender segment 2, Dender segment 3, Molenbeek, Bellebeek)

5.6 CONNECTIE TUSSEN KERNEN EN BRONNEN

Type warmtevraag

Zoals beschreven in de scope van de studie (zie hoofdstuk 3) wordt in het onderzoek enkel gefocust op de warmtevraag van woonkernen en deze van bedrijventerreinen buiten beschouwing te laten, gezien aqua en riothermie voor lage temperatuur systemen meest geschikt zijn. De woonkernen in de provincie Oost-Vlaanderen worden ook Rura kernen genoemd. Voor deze woonkernen werd aan de hand van openbare data warmtevraag gekoppeld.

Warmtevraagdata is in Vlaanderen beschikbaar op het niveau van statistische sectoren⁴. Statische sectoren zijn een diepgaander/meer gedetailleerd dan Rura kernen. Een Rura kern kan met andere woorden opgedeeld worden in 1 of meerdere statistische sectoren (zie figuur 5.8). Uiteindelijk zal in deze studie dus gekeken worden naar de statistische sectoren die vallen binnen Rura kernen. De warmtevraag die beschikbaar is voor statistische sectoren omvat zowel residentiële (kleinverbruikers) als niet-residentiële (grootverbruikers) vraag. Verder is er in Vlaanderen ook nog data op straatniveau beschikbaar van Fluvius, waar enkel de residentiële vraag beschikbaar is. De warmtevraag die gebruikt wordt in de impactanalyse bestaat uit een combinatie van warmtevraag op het niveau van statistische sectoren en op het niveau van straten (zie de beschrijvingen verder in dit hoofdstuk).

De statistische sectoren in Oost-Vlaanderen hebben een typering op basis van type kern (Provinciaal Beleidsplan Ruimte):

- Hoofdstedelijk
- Stedelijk
- Bovenlokaal
- Lokaal

Deze opdeling werd in deze studie gebruikt om bepaalde verdeelsleutels toe te passen (zie hoofdstuk 5.7). Daarnaast werden ook warmtevraagcores, zoals beschreven in hoofdstuk 4, gebruikt op het niveau van statistische sectoren om verdeelsleutels toe te kunnen passen.

⁴Statistische sectoren delen het grondgebied van België in op basis van morfologische en/of socio-economische kenmerken. De begrenzing van statistische sectoren valt meestal samen met in het terrein herkenbare elementen of administratieve/bestuurlijke indelingen. Vele detail-inventarisaties worden generaliseerd tot informatie op het niveau van de statistische sector.



Figuur 5.8: Voorbeeld van Rura kern (Denderleeuw) in het paars gearceerd waarbinnen verschillende contouren (zwarte lijnen) van statistische sectoren zichtbaar zijn.

Connectie tussen kernen en ruimtelijke dynamische bronnen (rivieren/stromende kanalen)

Om het aquathermie potentieel van ruimtelijk dynamische bronnen te bepalen, dient de warmtevraag eromheen gekend te zijn zodat een connectie gemaakt kan worden tussen de bronnen en de warmtevraag. Door deze connectie te maken kan berekend worden met het regeneratiemodel (zie hoofdstuk 5.5) wat de temperatuurdaling zal zijn in een rivier of stromend kanaal wanneer de langsgelegen warmtevraag onttrokken wordt uit het waterlichaam.

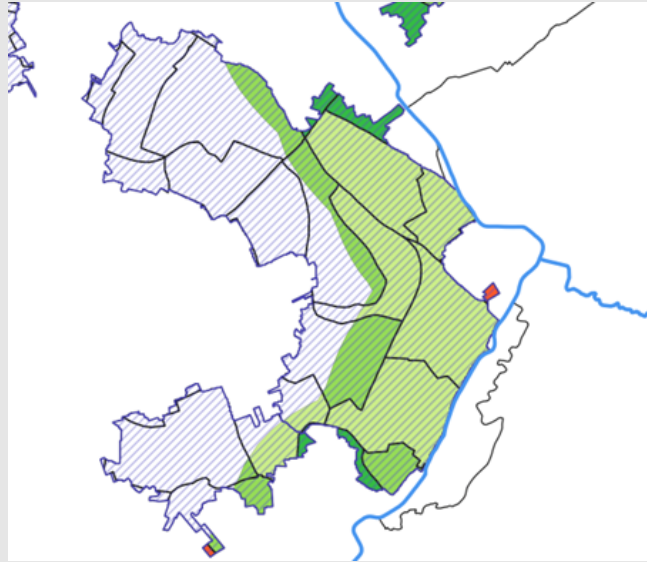
Er wordt hierbij ook uitgegaan dat er een grens is voor welke warmtevraag nog onttrokken kan worden op basis van zijn afstand tot het waterlichaam. Een woonkern (met warmtevraag) dat op een afstand van meer dan 1 km van een waterlichaam gelegen is wordt als niet-interessant/onrealistisch aanschouwd om gebruik te kunnen maken van een aquathermie installatie.

In de 'methodiek sectie' hieronder wordt in stappen beschreven hoe de connectie tussen ruimtelijk dynamische bronnen en de warmtevragers gemaakt wordt. Het resultaat van deze stappen is een gekende warmtevraag voor elke statistische sector dat binnen een 1 km van een rivier of stromend kanaal gelegen is. Verder is ook gekend op welke exacte locatie op de rivier of stromend kanaal elk van de bepaalde warmtevragen onttrokken wordt.

Methodiek: Connectie tussen ruimtelijk dynamische bronnen en warmtevraag

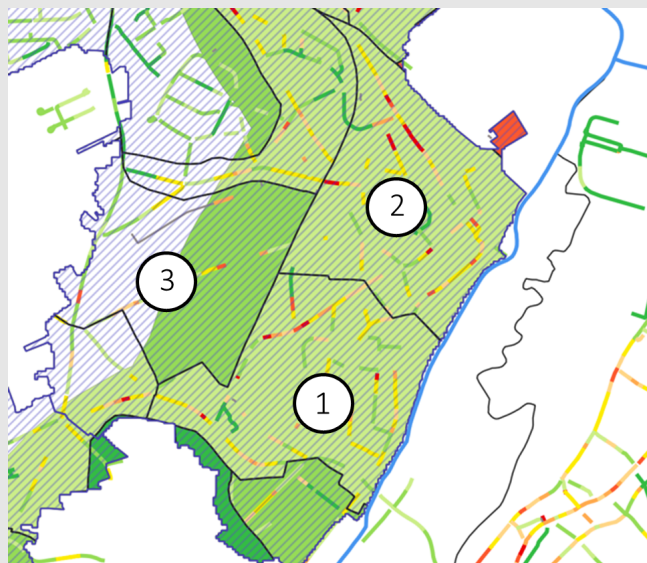
In deze sectie wordt in stappen beschreven hoe rivieren en stromende kanalen gekoppeld worden aan een langsgelegen warmtevraag op het niveau van de statistische sectoren.

1. In een eerste stap wordt een analyse gemaakt van alle statistische sectoren (afgebakend door zwarte contouren in figuur 5.9) die deels of volledig in 1 km van een rivier of stromend kanaal gelegen zijn. In figuur 5.9 is een bufferzone van 1 km langsheen de Dender zichtbaar in het groen. Alle statistische sectoren die deels of volledig ingekleurd zijn zullen geconnecteerd worden aan de Dender.



Figuur 5.9: Bufferzone van 1 km langsheen de Dender. Verschil in kleur in bufferzone o.b.v. warmtevraag score statistische sector (zie hoofdstuk 4 voor de beschrijving van warmtevraag scores)

- In de tweede stap wordt voor elke statistische sector bepaald wat zijn warmtevraag is (zowel residentieel als niet-residentieel). Voor statistische sectoren die volledig in de bufferzone van 1 km gelegen zijn is dit relatief eenvoudig. Daar kan namelijk de volledige warmtevraag van de statistische sector gekoppeld worden aan de rivier. Voorbeelden van statistische sectoren die volledig binnen de bufferzone liggen zijn voorgesteld met nummer 1 en 2 in figuur 5.10). Voor statistische sectoren die deels binnen de bufferzone liggen (bijvoorbeeld nummer 3 in figuur 5.10) wordt een fractie bepaald van de warmtevraag die binnen de bufferzone ligt t.o.v. de warmtevraag in de volledige statistische sector. Om deze fractie te bepalen wordt warmtevraag data op straatniveau gebruikt (beschikbaar op het openbaar Geopunt in Vlaanderen). Deze warmtevraag data op straatniveau is voorgesteld met de gekleurde lijnen in figuur 5.10. Aan de hand van deze zeer lokale data kan gekeken worden hoeveel warmtevraag/straten binnen de bufferzone rond de rivier gelegen zijn t.o.v. de totale warmtevraag van de statistische sector. Dit levert een fractie $frac_{straatniveau}$ tussen 0 en 1 op. Indien enkele straten met hoge warmtevraag (rode lijnen in figuur 5.10) in de bufferzone liggen, resulteert dit dus vaak in een hoge fractie ook al zijn er mogelijks nog veel straten met lage warmtevraag buiten de bufferzone gelegen (zie groene lijnen in figuur 5.10).

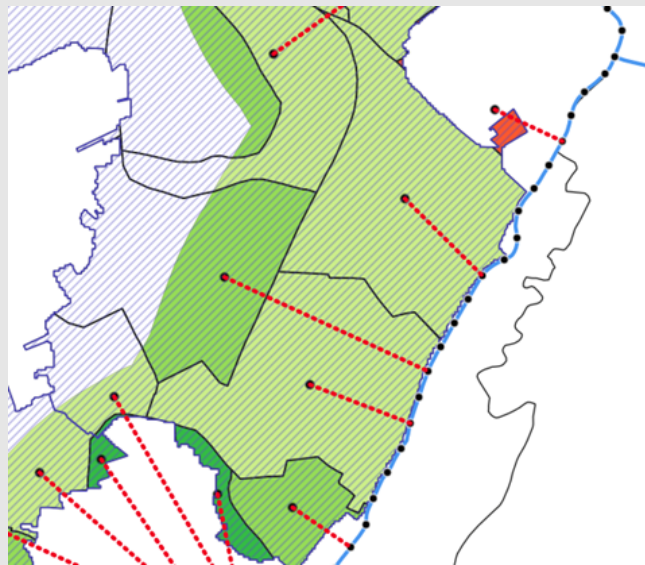


Figuur 5.10: Statistische sector 1 & 2: fractie van residentiële vraag op straatniveau in buffer t.o.v. totaal statistische sector = 1 (aangezien alle straten van de statistische sector in de bufferzone liggen). Statistische sector 3: fractie van residentiële vraag op straatniveau in buffer t.o.v. totaal statistische sector = 0,4 (enkele straten van de statistische sector liggen buiten de bufferzone)

- Op basis van de fractiewaarden van warmtevraag op straatniveau wordt ook een fractie van de warmtevraag op statistische sector niveau berekend. Bijvoorbeeld voor zone 3 uit figuur 5.10 wordt de totale warmtevraag van de statistische sector vermenigvuldigd met 0,4 (40% van de warmtevraag op straatniveau lag binnen de 1 km bufferzone voor deze statistische sector). De warmtevraagdata op statistische sector niveau is nodig omdat hier ook de niet-residentiële warmtevraag in zit en deze anders niet meegenomen wordt (is niet ingerekend in data straatniveau). Uit steekproeven blijkt dat de grootverbruikers (niet-residentiële) binnen statistische sectoren meestal bestaan uit kantoorgebouwen, appartementen, etc. die telkens nabij de zones van hoge warmtevraag op straatniveau liggen.

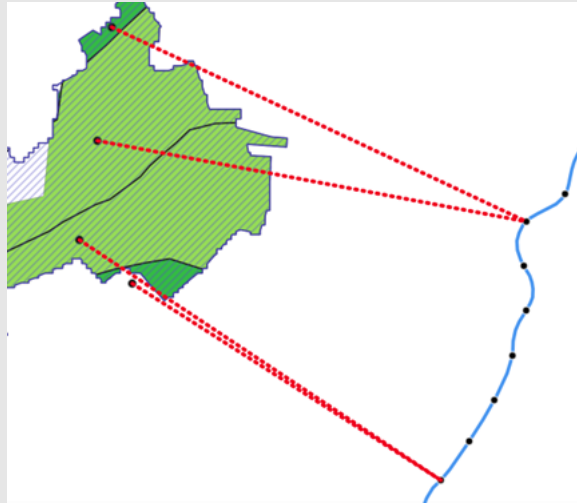
$$warmtevraag_{statistische\ sector\ binnen\ 1\ km\ rivier} = warmtevraag_{statistische\ sector} \cdot frac_{straatniveau}$$

- De $warmtevraag_{statistische\ sector\ binnen\ 1\ km\ rivier}$ wordt na bepaling geconnecteerd met de rivier/stromend kanaal (op punten die om de 100 meter geplaatst zijn op de rivier) zoals visueel voorgesteld met de rode connectie lijnen in figuur 5.11. Op deze manier is de warmtevraag die op elk stukje (om de 100 m) van elke rivier/kanaal gevraagd wordt gekend en kan hiermee het regeneratiemodel, beschreven in hoofdstuk 5.5, zijn simulatie maken.



Figuur 5.11: Koppeling (rode lijnen) tussen statistische sector en rivier (blauwe lijn)

- Bij de connectie tussen de statistische sector en rivier is het mogelijk dat meerdere statistische sectoren aan 1 rivier stukje geconnecteerd worden, zoals voorgesteld op figuur 5.12.

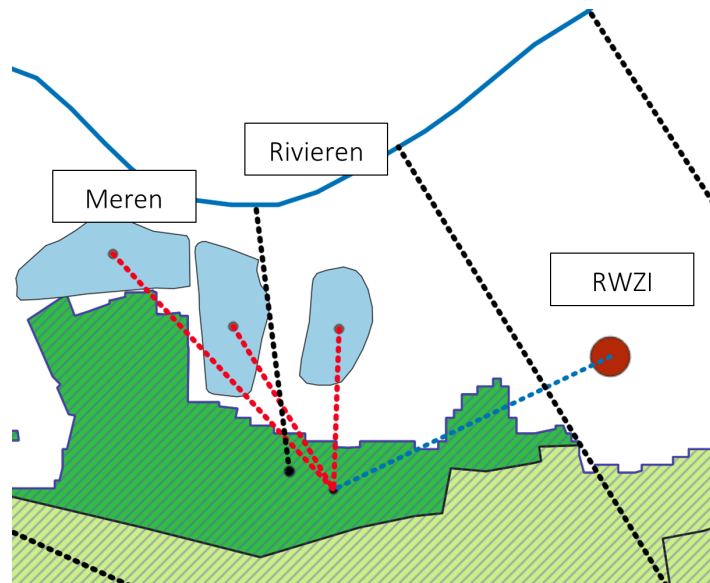


Figuur 5.12: Voorstelling van 2x twee statistische sectoren die geconnecteerd worden op één rivier stukje (zwarte bolletjes op blauwe lijn)

Connectie tussen kernen en ruimtelijk statische bronnen – reductie van de warmtevraag voor rivieren

Door het stromend karakter van rivieren en stromende kanalen heeft elke temperatuurdaling ten gevolge van een warmtevraag op het waterlichaam invloed op de stroomafwaarts gelegen locaties en wordt het thermische budget van de bron zo opgebruikt nadat de temperatuurdaling in totaal 3°C bereikt. Om het potentieel van rivieren en stromende kanalen zo sterk mogelijk te waarborgen, wordt het potentieel van de andere aquathermie en riothermie bronnen eerst aangewend voor de statistische sectoren. Zo kan ook het potentieel van deze statistische bronnen optimaal ingezet op die locatie aangezien zijn op andere locaties niet zichtbaar zijn. Indien een statistische sector dus gelegen is nabij een meer, stilstaand kanaal, RWZI of collector wordt het potentieel van deze bron (zoals bepaald in hoofdstuk 5.4) eerst toegediend aan de statistische sector vooraleer deze statistische sector een connectie maakt met de rivier. Zo wordt de warmtevraag die een statistische sector vraagt van een rivier eerst gereduceerd d.m.v. het potentieel van ruimtelijk statische bron(nen) indien deze aanwezig is. Dit wordt verder verhelderd met onderstaande formule en figuur 5.13.

$$\text{gereduceerde warmtevraag}_{\text{statistische sector binnen 1 km rivier}} = \text{warmtevraag}_{\text{statistische sector binnen 1 km rivier}} - \text{vermogen nabij gelegen statische bron(nen)}$$

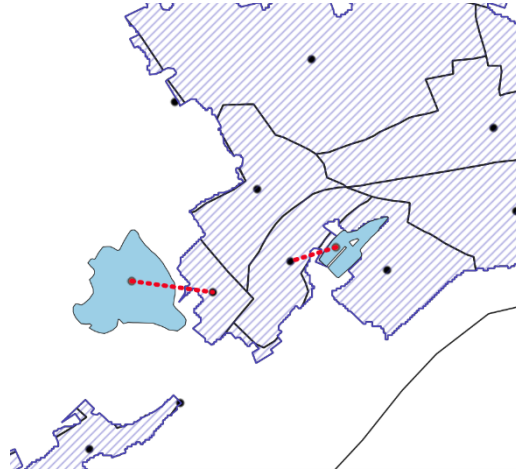


Figuur 5.13: Situatie waarbij een statistische sector (donker groen) gelegen is nabij meerdere bronnen (RWZI, 3 meren en rivier). Het gevraagd vermogen van de statistische sector wordt eerst verminderd met het potentieel van de 3 meren en de RWZI. Het gevraagd vermogen dat overblijft wordt van de rivier gevraagd.

Indien geen rivier nabij gelegen is, is het principe van toekenning van het potentieel van ruimtelijk statische bronnen aan statistische sectoren nog steeds dezelfde. Hoe de connectie gemaakt wordt tussen de ruimtelijk statische bronnen en statistische sectoren is verschillend tussen de verschillende bronnen en wordt hieronder uitgelicht.

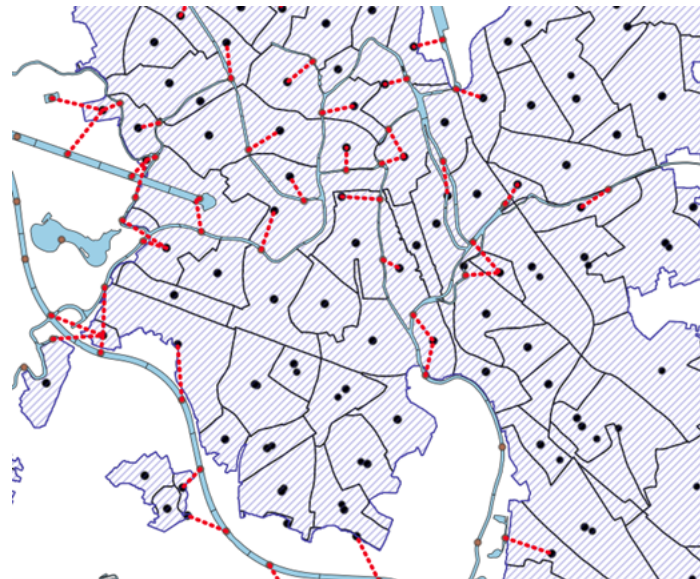
Meren en stilstaande kanalen

Om het potentieel van een meer of een stilstaand kanaal toe te wijzen aan een statistische sector, wordt een connectie gemaakt tussen het meer/stilstaand kanaal en het centrum van de statistische sector (zie voorbeeld in figuur 5.14). De maximale afstand om de connectie te maken is 500 m. Elk meer of stilstaand kanaal wordt maximaal met één statistische sector geconnecteerd waarbij het volledige potentieel van het meer/stilstaand kanaal wordt toegewezen aan de dichtstbijzijnde statistische sector.



Figuur 5.14: Connectie (rode lijn) tussen meer en centerpunt statistische sector

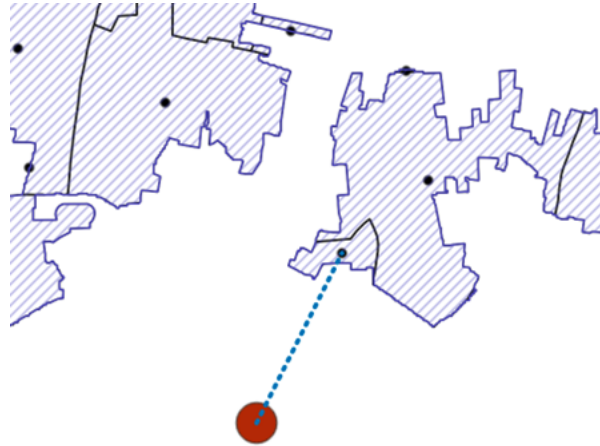
Stilstaande kanalen met een aanzienlijke lengte worden eerst opgedeeld in verschillende delen alvorens toegewezen te worden aan een statistische sector. Dit wordt gedaan aangezien er anders slechts 1 connectie vanuit een lang kanaal kan plaatsvinden met een statistische sector. De opdeling van een kanaal in verschillende elementen komt voor op 2 locaties: de kanalen in Gent en het Leopoldkanaal. Een voorbeeld van de opdeling in kleine stukjes kanalen in Gent wordt voorgesteld in figuur 5.15 waarbij duidelijk zichtbaar is dat vele connecties gemaakt worden tussen kanaalstukjes en statistische sectoren (zie rode lijnen).



Figuur 5.15: Kanalen in Gent opgedeeld in verschillende stukken waarbij voor elk stuk een connectie gemaakt wordt (rode lijn) met de dichtstbijzijnde statistische sector

RWZI's

Een connectie tussen een RWZI en een statistische sector gebeurt op dezelfde manier als bij meren of stilstaande kanalen. Ook hier is de maximaal toegelaten afstand 500 meter.



Figuur 5.16: Connectie (blauwe lijn) tussen RWZI (rode cirkel) en centerpunt dichtstbijzijnde statistische sector

Collectoren

In hoofdstuk 5.4 werd toegelicht hoe het piekpotentieel van een collectorleiding bepaald wordt. Echter werd hier ook meegegeven dat het potentieel van een collectorleiding eigenlijk niet op zichzelf bepaald kan worden maar dat er rekening gehouden moet worden met de andere collectorleidingen in een groter collectornetwerk. Wanneer het vermogen uit 1 collectorleiding gehaald wordt, kan het namelijk nergens anders gebruikt worden in het collectornetwerk.

In de 'methodiek sectie' hieronder wordt in stappen beschreven hoe het potentieel van een collectorleiding gekoppeld wordt aan de statistische sector waar deze in gelegen is.

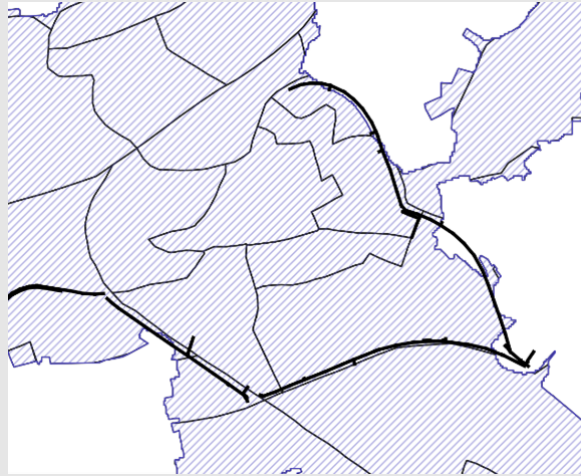
Methodiek: Toewijzen potentieel collectoren aan statistische sectoren

1. Begin situatie: Collectorgroep/netwerk in Lokeren waarbij de verschillende stukken collectorleiding/segmenten in verschillende kleuren voorgesteld zijn in figuur 5.17.



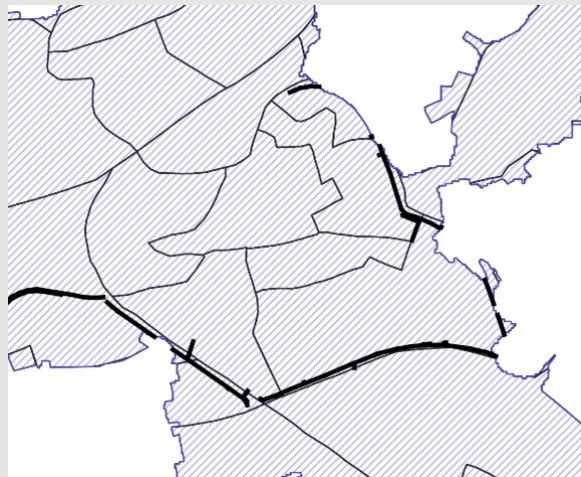
Figuur 5.17: Collectorleidingen/segmenten in Lokeren elk aangegeven in een andere kleur.

2. Groeperen van collectorgroep: De verschillende gekleurde leidingen/segmenten van Lokeren uit de vorige figuur behoren tot 1 groep van collectoren en worden daardoor allemaal geconnecteerd met elkaar en vanaf nu als één geheel aanschouwt (zoals voorgesteld in figuur 5.18) . Naast de collectorgroep in Lokeren zijn er in Vlaanderen nog vele andere collectorgroepen waarvoor dezelfde aggregatie gedaan wordt.



Figuur 5.18: Collectorgroep in Lokeren aangegeven met zwarte lijnen

3. Clippen van collectorgroep binnen statistische sectoren: Aangezien het potentieel van de collectorgroep toegewezen wordt aan de statistische sectoren waarin deze loopt worden de delen van de collectorgroep buiten de statistische sectoren weggehaald. In figuur 5.19 is deze clipping op de grenzen van de statistische sectoren zichtbaar.



Figuur 5.19: Collectorgroep in Lokeren geclipd binnen de statistische sectoren van Lokeren

4. Toewijzen van potentieel aan elke statistische sector: In deze stap wordt de geclipte collectorgroep terug opgesplitst naar verschillende stukjes per statistische sector (in verschillende kleuren voorgesteld op figuur 5.20)) zodat aan elke statistische sector een thermisch potentieel toegewezen kan worden. Het potentieel dat voor elke statistische sector apart toegewezen wordt, gebeurt aan de hand van de volgende stappen:

- (a) Eerst wordt bepaald wat het maximaal beschikbare potentieel is in de collectorgroep zodat dit over de verschillende stukjes van de statistische sectoren verdeeld kan worden. Het maximale potentieel van een collectorgroep is aanwezig op de locatie waar alle collectorleidingen in de collectorgroep uiteindelijk in samenkomen en dus de grootste collectorleiding ligt. Deze is gelegen net voordat de collectorgroep toekomt aan de RWZI aangezien daar de zuivering van het aanwezige rioleringswater plaatsvindt en alles dus dient samen te komen.
- (b) Het maximale potentieel van de grootste collector wordt verdeeld over de groep aan de verschillende segmenten in de statistische sectoren. Hierbij wordt een potentieel per statistische sector toegekend afhankelijk van de afstand dat de collectorgroep aflegt in die statistische sector ten opzichte van de totale lengte van de collectorgroep. Indien een statistische sector bv. de helft van de totale lengte van de collectorgroep in zijn sector bevat, krijgt deze ook de helft van diens maximaal potentieel toegekend.



Figuur 5.20: Collector groep opgedeeld in verschillende stukken o.b.v. statistische sectoren. Elk stuk collector heeft een fractie van het totale potentieel o.b.v. de lengte van de collectorgroep per statistische sector t.o.v. de totale lengte van de collectorgroep

Simultaneïteit warmtevraag

De warmtevraag per statistische sector die wordt toegepast op rivieren en stromende kanalen (nadat eerst het beschikbare vermogen van de ruimtelijke statische bronnen afgetrokken werd), wordt eerst nog bewerkt met zicht op een relevante warmtevraag bij toekomstige warmtenetten. Deze bewerking wordt gedaan aan de hand van de simultaneïteitsfactor.

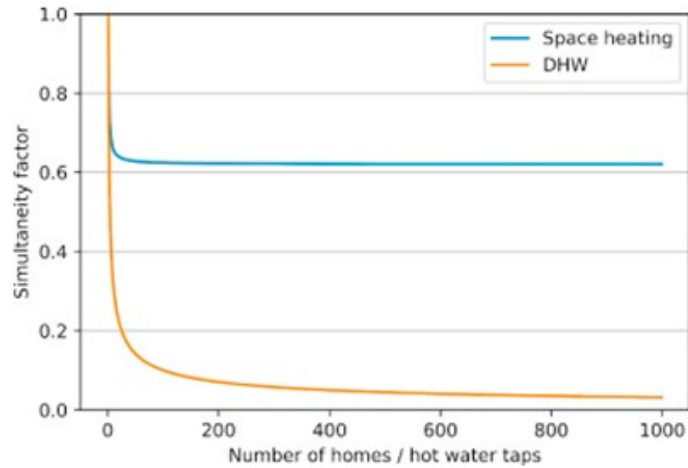
De simultaneïteitsfactor houdt rekening met het gegeven dat hoe meer mensen aangekoppeld zijn aan een warmtenet, hoe minder het piekvermogen van de verwarmingsinstallatie op elk moment gevraagd wordt. Dit komt door de diversiteit in tijd bij het gebruik van warm water en verwarming tussen de verschillende huishoudens. In een stad is het bijvoorbeeld onrealistisch dat alle mensen op hetzelfde moment een douche zullen nemen en dus warm water vragen. Men moet hierdoor dus niet investeren in een verwarmingsinstallatie die de totale momentane warmte kan voorzien dat nodig zou zijn als alle mensen tegelijk een douche nemen. Hetzelfde principe geldt voor de diversiteit in momenten dat mensen beslissen om hun verwarming aan te zetten voor hun ruimtes te verwarmen.

De impact van deze simultaneïteit wordt voorgesteld in figuur 5.21 waarbij duidelijk zichtbaar is dat vanaf 20 aangekoppelde huishoudens nog maar 60% van de piekvraag op elk moment gevraagd zal worden voor ruimte verwarming. Dit percentage ligt nog lager voor sanitair warm water doordat hier nog meer diversiteit is in gebruiksmomenten tussen huishoudens (zie figuur 5.21) .

De berekeningsmethode om de simultaneïteitsfactor (SF) te bepalen werd gedaan aan de hand van onderstaande formules⁵:

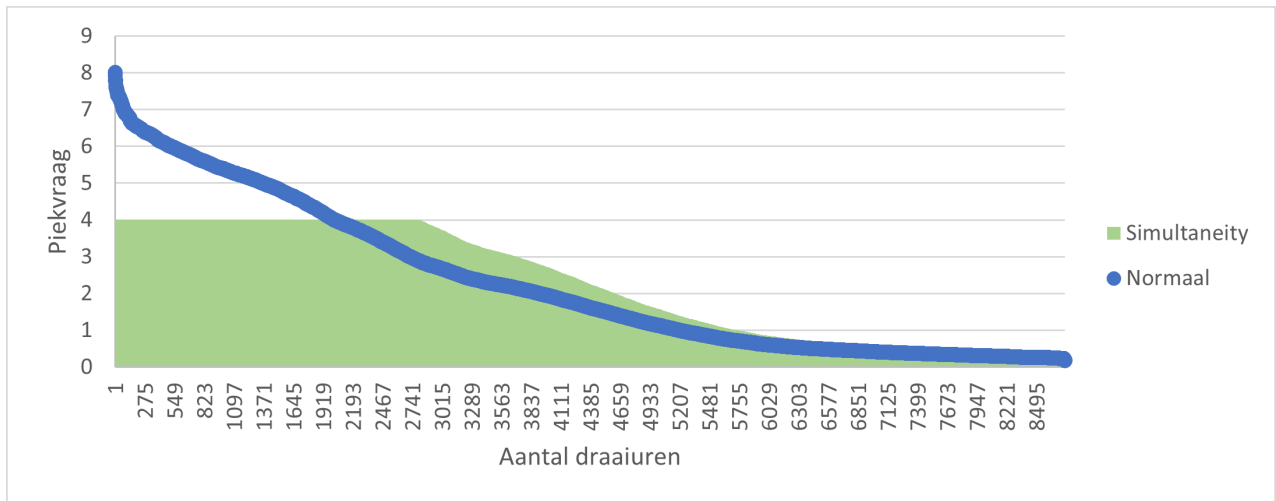
$$SF_{ruimte\ verwarming} = 0,62 + \frac{0,38}{\sqrt{aantal_{huishoudens}}}$$

$$SF_{sanitair\ warm\ water} = \frac{1}{\sqrt{aantal_{huishoudens}}}$$



Figuur 5.21: Simultaneïteitsfactor bij warmtenetten zorgt voor reductie in piekvraag

Belangrijk is dat de totale warmtevraag op jaarbasis die gevraagd zal worden van de rivier na het gebruiken van de simultaneïteitsfactoren wel dezelfde blijft. Dit wordt gedaan door de warmtevraag meer te spreiden in de tijd zoals voorgesteld in figuur 5.22. De oppervlakte onder de blauwe curve (voor simultaneïteit) zal hier gelijk zijn aan de oppervlakte van de groene curve (na simultaneïteit). Door het toepassen van de simultaneïteitsfactor wordt met andere woorden de gereduceerde piekvraag meer uitgesmeerd doorheen de tijd (zie plateau in het groen op figuur 5.22).



Figuur 5.22: De totale warmtevraag voor (blauw) en na (groen) de simultaneïteitsfactor blijft dezelfde, enkel de piekvraag wordt gereduceerd

⁵District Heating and Cooling, Sven Frederiksen, Sven Werner, 2013

5.7 VERDEELSLEUTELS

De warmtevraag zoals bepaald en gekoppeld aan rivieren in hoofdstuk 5.6 kan in zijn totaliteit voor kritische zones zorgen in de rivieren waar de temperatuurdaling zijn limiet van 3°C overstijgt. Daarom wordt er in deze opdracht gewerkt met verdeelsleutels die interessante statistische sectoren meer kans geven om te connecteren met de rivier. Indien deze verdeelsleutels niet worden toegepast wordt er eigenlijk met een first-come-first-served principe gewerkt waarbij de meest stroomopwaarts gelegen sectoren het eerst kunnen connecteren en hun impact er voor kan zorgen dat de rivier thermisch uitgeput is voor potentieel interessantere locaties stroomafwaarts. Bovendien zorgt het toepassen van verdeelsleutels ook tot een optimalisatie van het inzetten van de warmte in rivieren. Uit de simulaties bleek namelijk dat indien verdeelsleutels ingezet worden tot 15% meer van de warmtevraag langsheen de rivieren toegediend kan worden aan de statistische sectoren in vergelijking met een first-come-first-served simulatie.

De evaluatie of de kritische grens van 3°C al dan niet wordt bereikt, gebeurt per riviersegment (zie hoofdstuk 5.5). Het is bijvoorbeeld perfect mogelijk dat 1 riviersegment op bv. de Dender zijn thermische limiet bereikt met een bepaalde verdeelsleutel waardoor niet alle statistische sectoren kunnen aankoppelen, terwijl op de Schelde geen probleem ontstaat en alle statistische sectoren hun warmte krijgen.

Verschillende opties verdeelsleutels

Om een keuze te maken welke verdeelsleutel het meest interessant is, werden 4 verschillende opties gesimuleerd. Deze type verdeelsleutels worden hieronder beschreven.

VLS 0 (VLS fcfs) - First-come-first-served

Dit principe is eigenlijk geen verdeelsleutel want het gaat er van uit dat de statistische sectoren waar de rivieren het eerst langsstromen ook als eerste hun warmtevraag van de rivier ontvangen. Indien er nog potentieel over is kan de statistische sector die meer stroomafwaarts gelegen is, zijn warmte ontvangen. Dit proces gaat verder tot uiteindelijk de temperatuurdaling van 3°C bereikt is en er geen warmte meer geleverd kan worden aan de meer stroomafwaartse statistische sectoren. Deze 'verdeelsleutel' kan gebruikt worden als referentie om andere verdeelsleutels mee te vergelijken.

VLS 1 (VLS afstand) - Verdeelsleutel o.b.v. afstand tussen rivier en statistische sector

Binnen deze verdeelsleutel wordt voorrang gegeven aan statistische sectoren die dicht bij een rivier gelegen zijn. Een statistische sector die e.g. op 100m van de rivier ligt zal prioriteit krijgen op een statistische sector die op e.g. 800m van de rivier.

Indien een riviersegment zijn temperatuurdaling tegenkomt van 3°C nadat alle kernen op een afstand tot en met 800 m van de rivier geconnecteerd zijn, dan zullen de statistische sectoren verder gelegen dan 800 m geen warmte ontvangen van de rivier.

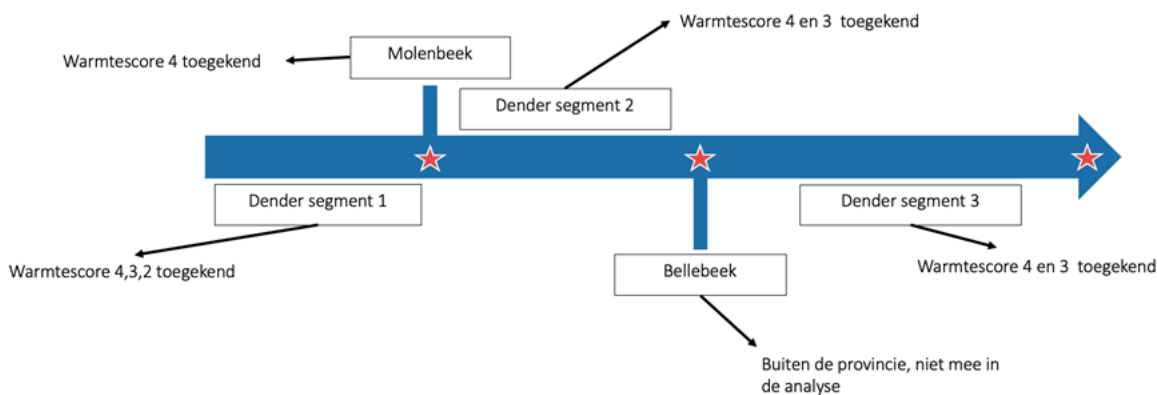
VLS 2 (VLS warmtevraagscore) - Verdeelsleutel o.b.v. warmtevraagscore

Zoals voorgesteld in hoofdstuk 5.6 bestaan er verschillende warmtevraagcores. Binnen de warmtevraagcores ligt de hoogste kans op het uitbouwen van een warmtenet op aquathermie in de volgende rangorde: 4 -> 3 -> 2 -> 1 -> 0. Vanuit deze prioriteitsregels zullen kernen toegewezen binnen deze verdeelsleutel. Dit wordt hieronder verder toegelicht.

In de verdeelsleutel o.b.v. warmtevraagscore zal de onderstaande strategie gebruikt worden om statistische sectoren aan te koppelen aan de rivieren. Deze wordt ook verder verduidelijkt op de Dender in figuur 5.23.

1. De warmtevraag van statistische sectoren met warmtevraagscore 4 wordt geconnecteerd op de rivier.
2. Voor elk riviersegment wordt gecontroleerd op ze nog niet uitgeput zijn (geen daling >3°C). Indien niet, worden kernen met warmtevraagscore 3 toegekend.
3. Principe herhaalt zich voor elk riviersegment tot deze uitgeput is (limiet wordt overschreden).

4. Indien een riviersegment uitgeput is nadat bv. alle statistische sectoren met warmtevraag scores 3 toegediend werden, wil dit zeggen dat deze toekenning van kernen met warmtevraag score 3 kritisch is. Er wordt dan getracht om de kernen binnen warmtevraag score 3 en die het dichtst gelegen zijn tot het riviersegment toe te dienen tot de limiet van 3°C bereikt wordt. Er wordt dus een onderscheid gemaakt binnen de statistische sectoren met warmtevraag scores 3 o.b.v. afstand tot het riviersegment. De kernen die het dichtst bij de rivier kunnen zo aan koppelen tot het riviersegment uitgeput is tot net op de limiet (=3°C). Deze stap volgt dus met andere woorden de strategie o.b.v. afstand uit VLS 1.



Figuur 5.23: Fictief resultaat tot welke warmtevraag score gegaan wordt alvorens de kritische grens bereikt werd per segment van de Dender na het toepassen van VLS 2.

VLS 3 (VLS EHUBt) - Verdeelsleutel o.b.v. EHUBt-score en warmtevraag score

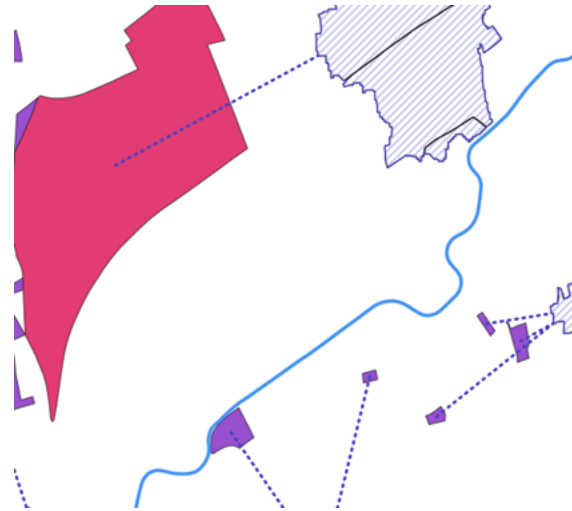
EHUBt zones zijn gebieden waar aanwezigheid is van een hoogspanningsstation, een fluxys leiding, restwarmte of een combinatie van bovenstaande. EHUBt scores werden bepaald per EHUBt zone a.d.h.v. de onderstaande toekenning:

- EHUBt score 3: Indien hoogspanningsstation, fluxys leiding en restwarmte alle drie aanwezig zijn.
- EHUBt score 2: Indien twee van de bovenstaande drie elementen aanwezig zijn.
- EHUBt score 1: Indien slechts één van de bovenstaande drie elementen aanwezig is.
- EHUBt score 0: Indien geen enkele van de drie elementen aanwezig is.

Statistische sectoren die nabij een EHUBt zone met score 1, 2 of 3 gelegen zijn, hebben in de toekomst een grotere kans om aangekoppeld te worden op een warmtenet vanuit de EHUBt zone in vergelijking met statistische sectoren nabij EHUBt zones met score 0 of sectoren die geen EHUBt in de buurt hebben. Deze laatste twee statistische sectortypes (nabij EHUBt 0 of geen EHUBt in de buurt) krijgen dus voorrang voor aquathermie. Om een koppeling te maken tussen statistische sectoren en EHUBt zones werd gekeken naar een maximale afstand van 1000m. In figuur 5.24 is de connectie tussen verschillende statistische sectoren en EHUBt zones voorgesteld.

Om de verdeelsleutel rekening houdend met EHUBt scores uit te rekenen wordt de volgende methodiek gebruikt.

1. De warmtevraag van statistische sectoren nabij EHUBt 0 of die geen EHUBt in de buurt hebben, worden eerst geconnecteerd op de rivier.
2. Indien de riviersegmenten nog niet uitgeput zijn (geen daling >3°C) worden statistische sectoren met EHUBt-zone score 1 in de buurt toegekend.
3. Principe herhaalt zich voor elk riviersegment tot deze uitgeput is (limiet wordt overschreden).



Figuur 5.24: EHUBt zone in paars en rood geconnecteerd met statistische sectoren (gearceerde gebieden) gelegen op minder dan 1 km afstand. Rode EHUBt zone heeft score 1, paarse EHUBt zone heeft score 0.

4. Indien een rivier uitgeput is na bv. alle statische sectoren die EHUBt 2 zones in de buurt hebben toegediend werden, worden de kernen nabij EHUBt 2 die de hoogste warmtevraagscore (4) hebben eerst toegediend.
5. Indien hierna gebotst wordt op de limiet bij e.g. warmtevraagscore 2 (binnen EHUBt 2), worden ook nog de kernen die het dichtst bij de rivier gelegen zijn toegekend totdat de rivier volledig uitgeput is op zijn limiet (=3°C).

Deze verdeelsleutel kent de meeste diepgang aangezien het zowel de elementen van VLS 1 en VLS 2 bevat en ook nog de EHUBt toevoeging.

Extra varianten per verdeelsleutel

Aan de 4 bovenvermelde verdeelsleutels werden nog extra varianten toegekend om extra diversiteit te creëren en een optimale simulatie te bekomen (optimaal: zoveel mogelijk van de statistische sectoren bedienen van warmte). Ook combinaties van varianten werden ingezet om naar deze optimale simulatie te werken. De verschillende varianten worden hieronder beschreven.

Variant a (variant reductie grens) - gereduceerd potentieel aan grens

Vele rivieren die stromen binnen Oost-Vlaanderen kennen hun oorsprong buiten de provincie. De kans bestaat dat aquathermie zal toegepast worden op het traject van deze rivieren buiten de provincie. Hierdoor zal de rivier al een temperatuuurdaling kennen en zal de 3°C hierdoor sneller bereikt worden.

Om dit scenario in rekening te brengen werd een variant opgenomen waarbij elke verdeelsleutel gesimuleerd werd met reeds een afkoeling bij rivieren die aan de grens binnenstromen. Voor de betreffende grensoverschrijdende rivieren werd het potentieel met 25% verlaagd (of te wel reeds een afkoeling van 0,75°C (25% van de toegelaten 3°C afkoeling)).

Deze variant werd op elke verdeelsleutel toegepast.

Variant b (variant excl. warmtevraagscore 0 en 1) - warmtevraagscore 0 en 1 uitgesloten

Statistische sectoren hebben een warmtevraagscore (zie beschrijving 4) o.b.v. hun inpasbaarheid voor een warmtenet. Hierbij zijn kernen met warmtevraagscore 0 en 1 het minst interessant voor een ontwikkeling van een warmtenet. Voor deze kernen is een individuele duurzame oplossing aangewezen. Om binnen deze studie de focus te houden op de collectieve implementatie van aquathermie werd de vergelijking gemaakt als de kernen met warmtevraagscore 0 of 1 uit de simulatie gelaten worden of niet. De kans bestaat namelijk dat een kern met warmtevraagscore 0 of 1 potentieel verminderd voor kernen met een hogere warmtevraagscore. Deze variant werd niet toegepast op VLS 0 en VLS 1.

Variant c (variant prioriteit warmtevraagscore 2) - kernen warmtevraagscore 2 en bovenlokaal prioriteit

De logische volgorde van toewijzen bij VLS 2 en VLS 3 is o.b.v. prioriteit voor kernen met hoge warmtevraagcores. Om te vergelijken met het omgekeerde scenario werd ook een simulatie opgezet waar kernen met een lage warmtevraagscore voorrang hebben maar veel potentieel naar verdichting (o.b.v. typering kern, zie hoofdstuk 5.6). Deze variant bouwt verder op variant b waarbij de kernen met warmtevraagscore 0 en 1 uitgesloten werden. Dit komt omdat deze kernen eerder voor een individuele aanpak bestemd zijn. Meer nog, ook de kernen met warmtevraagscore 2 en die de typering 'lokaal' hebben (zie hoofdstuk 5.6) worden ook uit de simulatie gelaten. Er wordt dus gestart vanaf kernen met warmtevraagscore 2 en bovenlokaal en zo opbouwend tot kernen met warmtevraagscore 4.

Overzicht gesimuleerde verdeelsleutels

In totaal werden 12 verschillende simulaties gerund. Hierbij wordt er dus steeds een verdeelsleutel gesimuleerd (1, 2, 3 of 4) in combinatie met geen, één of meerdere varianten (a, b of c). Tabel 5.1 geeft een overzicht van de 12 verschillende simulaties die gerund werden.

Naam simulatie	Verdeelsleutel	Toegevoegde varianten
VLS 0	0 (VLS fcfs)	geen
VLS 0a	0 (VLS fcfs)	a (variant reductie grens)
VLS 1	1 (VLS afstand)	geen
VLS 1a	1 (VLS afstand)	a (variant reductie grens)
VLS 2	2 (VLS warmtevraagscore)	geen
VLS 2a	2 (VLS warmtevraagscore)	a (variant reductie grens)
VLS 2ab	2 (VLS warmtevraagscore)	a,b (variant reductie grens + excl. warmtevraagscore 0 en 1)
VLS 2abc	2 (VLS warmtevraagscore)	a,b,c (variant reductie grens + excl. warmtevraagscore 0 en 1 + prioriteit warmtevraagscore 2)
VLS 3	3 (VLS EHUB†)	geen
VLS 3a	3 (VLS EHUB†)	a (variant reductie grens)
VLS 3ab	3 (VLS EHUB†)	a,b (variant reductie grens + excl. warmtevraagscore 0 en 1)
VLS 3abc	3 (VLS EHUB†)	a,b,c (variant reductie grens + excl. warmtevraagscore 0 en 1 + prioriteit warmtevraagscore 2)

Tabel 5.1: Overzicht simulaties bestaande uit combinaties tussen verdeelsleutels en varianten

Gekozen verdeelsleutels

Aangezien 12 verschillende simulaties veel rekentijd vraagt, werden enkel de maanden januari en februari van een gemiddeld jaar doorgerekend voor de 12 simulaties. Deze resultaten werden een eerste keer vergeleken om uiteindelijk nog 4 simulaties te kiezen om door te rekenen voor een volledig jaar. De simulaties werden vergeleken o.b.v. een 'voorziening score'. Deze score geeft weer wat de geleverde warmte door aquathermie is t.o.v. de gevraagde warmte in de provincie.

In eerste instantie werden simulaties vergeleken waarbij geen enkele variant in opgenomen werd, zo kon men zuiver de invloed van de 4 verschillende verdeelsleutels met elkaar vergelijken. Hierbij volgde het resultaat dat VLS 2 en VLS 3 de hoogste score haalden met nagenoeg dezelfde waarde. Zij konden dus meer warmte leveren dan verdeelsleutel VLS 1 en VLS 0. Respectievelijk konden ze 5% meer warmte leveren dan VLS 1 en 10% meer warmte dan VLS 0. Men kan hierbij de conclusie trekken dat het inzetten van meer complexe verdeelsleutels (VLS 2 & VLS 3 houden rekening met warmtevraagscore en EHUBt-scores in tegenstelling tot VLS 0 & VLS 1) voor meer verfijnde simulaties zorgt en zo het potentieel ook toeneemt. Daarnaast is het vanuit een beleidskader ook logisch om meer in te zetten op verdeelsleutels die rekening houden met de warmtevraagcores en EHUBt-scores zodat het potentieel naar de statistische kernen gaat die het meest baat hebben bij aquathermie. Er werd hierdoor enkel nog een vergelijking gemaakt tussen VLS 2 en VLS 3.

Verdeelsleutel 2 en verdeelsleutel 3 werden verder nog met elkaar vergeleken door het toevoegen van verschillende varianten:

- Het toevoegen van **variant a** zorgde voor een afname van de warmte die geleverd kan worden bij beide verdeelsleutels. Dit is natuurlijk zeer logisch aangezien in deze variant het potentieel voor rivieren die aan de grens binnenkomen met 25% gereduceerd wordt. De warmte die men kan leveren met deze rivieren is hierdoor ook 25% lager. Echter is het ook wel meer realistisch dat er al aquathermie installaties zullen komen buiten de provincie waardoor variant a in verdere simulaties altijd meegenomen werd.
- Het toevoegen van **variant b** zorgde ook voor een daling in het potentieel bij verdeelsleutel 2 en 3. Dit is te wijten aan het feit dat bij variant b de statistische sectoren met warmtevraagscore 0 en 1 uitgesloten worden in de analyse. Echter volgt uit de simulaties dat er voor sommige rivieren nog warmte geleverd kan worden na statistische met warmtevraagscore 3 en 4 hun warmte al ontvingen. Wanneer de statistische sectoren met warmtevraagscore 0 en 1 op voorhand al uit de simulatie gelaten worden kunnen ze dus ook die warmte die nog beschikbaar is niet ontvangen.
- Het toevoegen van **variant c** is interessant om te kijken hoe de simulatie zich gedraagt als de omgekeerde volgorde wordt toegepast voor het toekennen van warmte aan statistische sectoren waar een collectieve aanpak vereist is (statistische sectoren met warmtevraagscore 2,3 en 4). Deze variant werd steeds gesimuleerd samen met variant b omdat men hier steeds wou focussen op enkel de kernen die geschikt zijn voor het inzetten van aquathermie met een collectieve aanpak.

Op basis van de bovenstaande analyse werden de verdeelsleutels 2a, 2abc, 3a en 3abc voor een volledig jaar verder gesimuleerd. De resultaten van de jaarsimulaties voor deze 4 verdeelsleutels worden voorgesteld in hoofdstuk 6.1. Een voorbeeld hoe de resultaten verschillen per verdeelsleutel wordt met enkele cases voorgesteld in hoofdstuk 6.2.

5.8 AQUATHERMIE EN RIOTHERMIE SCORES BEPALING

Zoals reeds aangegeven is een van de doelstellingen uit deze studie om per statistische sector te kunnen aangeven hoe interessant deze is om aquathermie en of riothermie toe te passen. Om dit op een heldere manier voor te stellen werden aquathermie en riothermie scores per statistische sector berekend. Op basis van beide waarden werd ook een gecombineerde score opgesteld om het gebundelde potentieel aan te tonen van de 2 type bronnen voor een statistische sector. De gecombineerde score wordt de AQ-score genoemd.

De AQ-score per statistische sector is een waarde tussen 0 en 1 waarbij een 1 aangeeft dat dit een uitermate interessante kern is om aquathermie en of riothermie op toe te passen en waarde 0 dat geen potentieel beschikbaar is. De waarde is afhankelijk van onderstaande parameters:

- **Afstand van statistische sector tot dichtstbijzijnde bron:** Hoe dichter een statistische sector gelegen is bij een aquathermie of riothermie bron hoe hoger de AQ-score voor de statistische sector. Indien de statistische sector meerdere bronnen kan gebruiken wordt de afstand tussen de dichtstbijzijnde en de statistische sector gebruikt.
- **warmtevraagdichtheid van de statistische sector:** Hoe hoger de dichtheid van bebouwing in een statistische sector, hoe hoger de dichtheid aan warmtevraag en hoe interessanter een warmtenet wordt. Hierdoor zullen statistische sectoren met een hoge dichtheid aan warmtevraag ook een hogere AQ-score ontvangen. De parameter om de warmtevraagdichtheid te definiëren is de warmtevraagscore zoals beschreven in hoofdstuk 4
- **Ontvangen warmte t.o.v. gevraagde warmte:** Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven, worden verdeelsleutels gebruikt om te bepalen welke kernen prioriteit krijgen om het potentieel van de beschikbare bronnen te benutten. Hierdoor zal een simulatie met bv. verdeelsleutel 3a resulteren in bepaalde kernen die van warmte voorzien kunnen worden terwijl deze kernen in verdeelsleutel 2a hun gevraagde warmte niet ontvangen. Dit aspect van een kern of hij zijn gevraagde warmte ontvangt of niet wordt ook meegenomen in de AQ-score. Hierdoor zal dus ook voor elke verdeelsleutel een andere AQ-score ontstaan per kern.

De bepaling van de AQ-score wordt in meer detail en met formules beschreven in de onderstaande 'methodiek sectie'.

Methodiek: Toewijzen potentieel collectoren aan statistische sectoren

Aquathermie score

De aquathermie scores per statistische sector worden apart bepaald voor bewegende en statische waterlichamen aan de hand. Daarna worden beiden scores (stromende en stilstaande) met elkaar opgeteld om tot een totale aquathermie score te komen.

De aquathermie score voor bewegende waterlichamen wordt bepaald met de onderstaande formule.

$$Aquathermie\ score_{rivier} = \frac{ontvangen\ rivier\ warmte}{gevraagde\ warmte} \cdot (factor_{afstand\ rivier} + factor_{warmtevraagscore})$$

Waarbij:

$$factor_{afstand\ rivier} = 0,5 \cdot \left(1 - \left(\frac{afstand\ tot\ dichtstbijzijnde\ rivier}{1000\ m} \right) \right)$$

$factor_{warmtevraagscore}$:

- 0,5: warmtevraagscore 4
- 0,4: warmtevraagscore 3
- 0,3: warmtevraagscore 2
- 0,2: warmtevraagscore 1
- 0,1: warmtevraagscore 0

De aquathermie score voor een rivier is dus afhankelijk van de verhouding van de warmte dat hij vraagt ten opzichte van wat hij van de rivier krijgt. Indien een statistische sector bijvoorbeeld zijn volledige warmte via een rivier krijgt wordt deze verhouding 1. De factor afstand van de statistische sector tot de rivier en de factor warmtevraagscore van de sector leveren beide een maximale waarde van 0,5 op. Indien een statistische sector bijvoorbeeld warmtevraagscore 4 heeft en naast de rivier gelegen is (0 meter) krijgt deze 2 keer 0,5. Indien die sector ook nog eens zijn totale warmtevraag toegediend krijgt zal hij de maximale aquathermie score bereiken van 1 vanuit de rivier.

De aquathermie score voor statische waterlichamen wordt bepaald met de zeer gelijkaardige onderstaande formules.

$$\text{Aquathermie score}_{\text{stilstaand water}} = \frac{\text{ontvangen stilstaand water warmte}}{\text{gevraagde warmte}} \cdot (\text{factor}_{\text{afstand stilstaand water}} + \text{factor}_{\text{warmtevraagscore}})$$

Waarbij:

$$\text{factor}_{\text{afstand stilstaand water}} = 0,5 \cdot \left(1 - \left(\frac{\text{afstand tot dichtsbijzijnde stilstaand water}}{500 \text{ m}} \right) \right)$$

De gecombineerde aquathermie score wordt bepaald met de onderstaande formule.

$$\text{Aquathermie score}_{\text{totaal}} = \text{aquathermie score}_{\text{rivier}} + \text{aquathermie score}_{\text{stilstaand water}}$$

Deze gecombineerde score is enkel van toepassing voor statistische sectoren die zowel naast een bewegend als stilstaand waterlichaam liggen. Indien voor deze kernen de som van de aquathermische score vanuit de rivier en de aquathermie score vanuit stilstaand water groter dan 1 is, wordt deze afgetopt op de maximale waarde 1.

Riothermische score

De riothermie score wordt identiek bepaald aan de aquathermie score voor stilstaand water. Enkel wordt hier rekening gehouden met de RWZI's en collectoren om de verhouding gevraagde t.o.v. ontvangen warmte te berekenen.

Gecombineerde aquathermie en riothermie score

De resulterende aquathermie en riothermie score per verdeelsleutel worden opgeteld voor statistische sectoren die zowel over aquathermie als riothermie kunnen beschikken. Dit resulteert in een gecombineerde score. Deze kunnen als volgt geïnterpreteerd worden.

- 0 – 0,2 = laag potentieel aquathermie/riothermie en/of grote afstand tot bron en/of lage warmtevraag-score
- 0,2 – 0,6 = beperkt potentieel aquathermie/riothermie en/of relatief grote afstand tot bron en/of gemiddelde warmtevraagscore
- 0,6 – 0,8 = hoog potentieel aquathermie/riothermie én relatief dicht tot bron én relatief hoge warmtevraagscore
- 0,8 – 1 = hoog potentieel aquathermie/riothermie én nabij bron én hoge warmtevraagscore

6 | Resultaten

Door de grote hoeveelheid inzichten en resultaten o.b.v. de simulaties werd een aquathermie-potentieel-viewer ontwikkeld om deze helder voor te kunnen stellen. Deze kan geraadpleegd worden via de volgende link: <https://aquathermie-oost-vlaanderen.extraqt.be>. Begeleiding bij het interpreteren van de resultaten op de viewer worden beschreven in hoofdstuk 6.3. Daarnaast worden in dit hoofdstuk al enkele resultaten/inzichten beschreven. Hoofdstuk 6.1 geeft een overzicht van het aandeel potentiële warmte door aquathermie t.o.v. de gevraagde warmte in de provincie Oost-Vlaanderen. Daarnaast worden AQ-scores voorgesteld die geaggregeerd zijn per Gemeente en Arrondissement o.b.v. de resultaten op statische sector niveau. In hoofdstuk 6.2 worden enkele cases diepgaander toegelicht.

Uit de resultaten kunnen algemeen enkele interessante algemene conclusies getrokken worden die hieronder toegelicht worden:

- Van alle beschikbare bronnen (rivieren, stilstaande waterlichamen, RWZI's en collectoren) hebben de rivieren in de provincie het grootste potentieel. **Van alle beschikbare warmte in de bronnen hebben rivieren een aandeel van 56%**. De stilstaande waterlichamen hebben een aandeel van 40% en de riothermie bronnen 4%.
- **Van alle warmtevraag in de provincie Oost-Vlaanderen kan 17% ingevuld worden door aquathermie en riothermie**. Van de warmtevraag die nabij de bronnen gelegen is (binnen 1 km van de rivieren en op 500 m van stilstaand water, RWZI's en collectoren) kan 38% voorzien worden.
- **De arrondissementen Dendermonde en Oudenaarde hebben de hoogste AQ-waarden/potentieel** van de 6 arrondissementen in Oost-Vlaanderen door de aanwezigheid van omvangrijke rivieren in de regio's.
- Van de 11 1^e-categorie rivieren in de provincie Oost-Vlaanderen zijn er **maar 3 rivieren die nooit een kritische temperatuurdaling kennen van 3°C ten gevolge van aquathermie**: De Bovenschelde, de Zeeschelde en de Durme. Dit geeft duidelijk aan dat een simulatie en het gebruik maken van verdeelsleutels essentieel zijn aangezien het thermisch budget van de meeste rivieren niet oneindig is.

6.1 ZOOM OUT

Warmte gevraagd t.o.v. geleverd

Tabel 6.1 en tabel 6.2 geven een overzicht van de resultaten voor de 4 verdeelsleutels die voor een volledig jaar doorgerekend werden (zie hoofdstuk 5.7).

Tabel 6.1 toont de geleverde warmte per type bron. De geleverde warmte vanuit de rivieren bij zowel verdeelsleutel 2abc als 3abc is aanzienlijk lager dan verdeelsleutel 2a en 3a. Dit heeft te maken met het aantal kernen dat in aanbod komen in de simulaties. Bij verdeelsleutel 2a en 3a doen alle kernen mee terwijl bij verdeelsleutel 2abc en 3abc de kernen met warmtevraagscore 0 en 1 geschrapt werden alsook de kernen met warmtevraagscore 2 en die lokaal zijn. De reden voor deze uitsluiting is beschreven bij de verdeelsleutel varianten in hoofdstuk 5.7. Uit het verschil in geleverde warmte tussen de resultaten van 2a & 3a ten opzichte van 2abc & 3abc volgt dat er duidelijk nog warmte op overschot is voor de 'minder interessante' kernen met warmtevraagscore 0, 1 en 2-lokaal. De verdeelsleutels 2a en 3a zijn hierdoor interessanter. Vanuit de andere bronnen naast rivieren

(stilstaand water, RWZI's en collectoren) is het vermogen steeds dezelfde per verdeelsleutel aangezien dit ruimtelijk statische bronnen zijn en daardoor verdeelsleutels niet van toepassing zijn. Verder is het ook duidelijk dat de rivieren in Oost-Vlaanderen het grootste warmtepotentieel (56% van het totale potentieel van de bronnen) bezitten gevolgd door de stilstaande waterlichamen (40% van het totale potentieel). De riothermie bronnen (RWZI's en collectoren) omvatten een beperkt percentage van het totale warmtepotentieel (samen 4% van het totale potentieel).

Wanneer de vergelijking tussen de interessantste verdeelsleutels 2a en 3a gemaakt wordt, valt het op dat verdeelsleutel 2a in totaal de meeste warmte kan leveren. Echter is vanuit een warmtebeleid verdeelsleutel 3a beter aangezien kernen die een EHUBt nabij hebben hier eerst op moeten inzetten vooraleer ze warmte vragen van een aquathermie of riothermie bron. Hierdoor krijgen in verdeelsleutel 3a de kernen die geen EHUBt nabij hebben voorrang op de andere kernen die dit wel hebben. Deze voorkeur in verdeelsleutel zorgt voor de finale keuze voor verdeelsleutel 3a, waarop ook de resultaten in de volgende delen van dit hoofdstuk gebaseerd zijn.

Tabel 6.2 geeft procentueel weer hoeveel warmte vanuit aquathermie en riothermie geleverd wordt t.o.v. gevraagd. Hierbij wordt enerzijds de vergelijking gemaakt met de totaal gevraagde warmte in de hele provincie Oost-Vlaanderen en anderzijds met de warmte die gevraagd wordt in de nabijheid van de aquathermie en riothermie bronnen. Bij deze laatste vraag wordt gekeken naar de warmte binnen een 1 km van de rivieren en binnen 500 m van stilstaande waterlichamen, RWZI's en collectoren (zoals vermeld in hoofdstuk 5.5 en 5.4). De totale warmtevraag in de provincie en de warmte nabij de bronnen in de provincie zijn respectievelijk **22.850 GWh/jr** en **10.210 GWh/jr**. Met andere woorden is **45%** (verhouding van 10.210 GWh/jr en 22.850 GWh/jr) van de totale warmte in provincie gelegen nabij aquathermie en riothermie bronnen. Dit geeft meteen ook mee wat het belang is van deze bronnen in de energietransitie aangezien een zeer groot deel van de bevolking/warmtevraag hier dichtbij gelegen is. Vanuit de geprefereerde verdeelsleutel 3a kan 17% van de totale warmtevraag in Oost-Vlaanderen voorzien worden door aquathermie en riothermie en 38% van de interessante/nabij gelegen warmte langst de bronnen.

Verdeelsleutel	Geleverde warmte door rivieren [GWh/jr]	Geleverde warmte door stilstaand water [GWh/jr]	Geleverde warmte door RWZI's [GWh/jr]	Geleverde warmte door collectoren [GWh/jr]
VLS 2a	2.353	1.588	64	63
VLS 2abc	1.128	1.588	64	63
VLS 3a	2.171	1.588	64	63
VLS 3abc	1.151	1.588	64	63

Tabel 6.1: Overzicht warmte geleverd door de verschillende type bronnen per verdeelsleutel

Verdeelsleutel	Percentage warmtevraag geleverd t.o.v. totaal gevraagd in provincie [%]	Percentage warmtevraag geleverd t.o.v. gevraagd nabij bronnen [%]
VLS 2a	18%	40%
VLS 2abc	12%	28%
VLS 3a	17%	38%
VLS 3abc	13%	28%

Tabel 6.2: Warmte geleverd t.o.v. gevraagd voor verschillende verdeelsleutels

Kritische riviersegmenten

Uit tabel 6.2 volgt dat niet alle gevraagde warmte langs de rivieren ook geleverd kan worden. Dit heeft te maken met de eindigheid in thermisch budget van verschillende rivieren. Een goed voorbeeld hierbij is de Dender. Langsheen zijn traject zijn verschillende grote steden aanwezig: Geraardsbergen, Ninove, Denderleeuw, Aalst, Dendermonde. Al deze steden vragen elk een grote hoeveelheid warmte van de Dender en creëren op die manier ook telkens een duidelijke temperaturdaling. De maximaal toegelaten temperaturdaling van 3°C op een

waterloop, wordt door het cumulatieve effect van de verschillende warmtevragers (bovenvermelde steden) bereikt. Bijgevolg zullen aan de hand van de verdeelsleutels (zie hoofdstuk 5.7), bepaalde kernen hun warmte niet toegediend krijgen (zie meer diepgang in case langste de Dender in hoofdstuk 6.2). Wanneer dit voorvalt spreken we van een kritische rivier. Naast de Dender zijn de volgende rivieren kritisch in Oost-Vlaanderen. De opdeling hieronder is per riviernaam. Echter kunnen er bepaalde segmenten (zie hoofdstuk 5.5) op rivieren kritisch zijn en andere niet (de opdeling per riviersegment kan geraadpleegd worden in Appendix A).

Kritische rivieren:

- Zwalm
- Leie
- Kanaal Gent Terneuze
- Kanaal Gent Oostende
- Afleidingskanaal Leie
- Moervaart
- Lede
- Zuidlede

De niet kritische rivieren zijn (deze bereiken nooit een temperatuurdaling van 3°C in de uitgevoerde simulatie bij verdeelsleutel 3a):

- Bovenschelde
- Zeeschelde
- Durme

AQ-scores per gemeente/steden

Appendix B bevat een overzicht van de AQ-score per gemeente/steden in de provincie Oost-Vlaanderen o.b.v. verdeelsleutel 3a. De gemeente Liedekerke (Vlaams-Brabant) en Zwijndrecht (Antwerpen) werden ook opgenomen in de analyse op vraag van de provincie Oost-Vlaanderen. Deze scores per gemeente/steden zijn het gemiddelde van alle statistische sectoren gelegen in de gemeente. Tabel 6.3 geeft de AQ-score per arrondissement van de provincie Oost-Vlaanderen (zie figuur 6.1). Dendermonde en Oudenaarde scoren hierbij het hoogst. Zoals beschreven in hoofdstuk 5.8, is de ratio van gevraagde warmte t.o.v. geleverde warmte belangrijk voor een hoge aquathermie score. Door het grote potentieel van de Bovenschelde die doorheen Oudenaarde loopt en van de Zeeschelde, Durme en Dender die door Dendermonde lopen, worden dus hoge AQ-scores behaald voor Oudenaarde en Dendermonde. De aquathermie score in arrondissement Aalst ligt laag door de kritische factor van de Dender. Veel kernen (Geraardsbergen, Ninove, Denderleeuw, Aalst) bieden hun warmte hier aan maar doordat de rivier zijn kritische temperatuur tegenkomt vooraleer alle kernen geconnecteerd zijn (zie voorrangregels verdeelsleutel 3a in hoofdstuk 5.7), worden vele kernen niet voorzien van warmte. Een casestudie van het Denderland wordt toegelicht in hoofdstuk 6.2. Het arrondissement Gent kent vele rivieren en kanalen en dus ook een behoorlijk aquathermie potentieel. Echter is er ook hier veel warmtevraag (vooral in het centrum van Gent) waardoor sommige waterlopen hier tegen hun limieten aanlopen en de gemiddelde score in de regio Gent niet hoog ligt. De aquathermie score van Eeklo is zeer beperkt door de afwezigheid van grote rivieren in de regio.

Arrondissement	AQ-score
Dendermonde	0.31
Aalst	0.15
Sint-Niklaas	0.24
Oudenaarde	0.31
Gent	0.25
Eeklo	0.13

Tabel 6.3: Gemiddelde AQ-score voor de 6 arrondissementen in Oost-Vlaanderen



Figuur 6.1: Arrondissementen provincie Oost-Vlaanderen

Simulatie video

Via deze [aanklikbare link](#) kan een video geraadpleegd worden met een simulatie van de temperatuurdaling visueel voorgesteld in het rivierennetwerk van Oost-Vlaanderen.

6.2 ZOOM IN

In dit hoofdstuk worden enkele cases diepgaander toegelicht om een beter idee te geven hoe verdeelsleutels resultaten kunnen beïnvloeden.

Case Denderland - Geraardsbergen, Aalst, Dendermonde

Aangezien de Dender een kritische rivier is (zie hoofdstuk 6.1), hebben de voorrangsregels van de verschillende verdeelsleutels invloed op de aquathermiescore voor de omgelegen kernen binnen 1 km van de rivier. Om dit te illustreren wordt ingegaan op de verschillende resultaten voor Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde.

warmtevraagcores en EHUBt-scores in Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde

Zoals besproken in hoofdstuk 5.7 hebben warmtevraagcores van statistische sectoren invloed op verdeelsleutels met hoofdcategorie 2 en 3 en hebben EHUBt scores invloed op verdeelsleutels met hoofdcategorie 3. De warmte- en EHUBt-scores bepalen op die manier sterk of een statistische sector zijn warmte krijgt of niet. Aangezien de warmtevraagcore ook voorkomt in de formule van de aquathermiescore (zie hoofdstuk 5.8) heeft

deze ook hier een rechtstreekse invloed op het resultaat. De warmtevraag scores van de kernen gelegen binnen 1 km van Dender voor Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde worden samengevat in tabel 6.4. Het aantal EHUBt zones die binnen 1 km van de Dender gelegen zijn in Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde worden voorgesteld in tabel 6.5.

Gemeente	#statistische sectoren binnen 1km Dender	#stat. sect. WS 4	#stat. sect. WS 3	#stat. sect. WS 2	#stat. sect. WS 1	#stat. sect. WS 0
Geraardsbergen	74	1	7	6	16	44
Aalst	74	5	14	18	16	21
Dendermonde	34	0	1	8	11	14

Tabel 6.4: warmtevraag scores van statistische sectoren in Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde

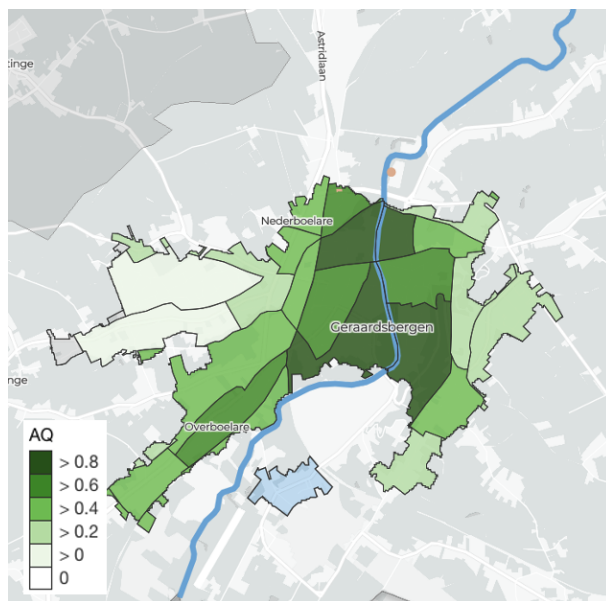
Gemeente	#EHUBt zones binnen 1km Dender	#EHUBt zone met score 3	#EHUBt zone met score 2	#EHUBt zone met score 1	#EHUBt zone met score 0
Geraardsbergen	27	0	0	1	26
Aalst	37	0	4	18	15
Dendermonde	12	0	1	6	5

Tabel 6.5: EHUBt zones in in Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde

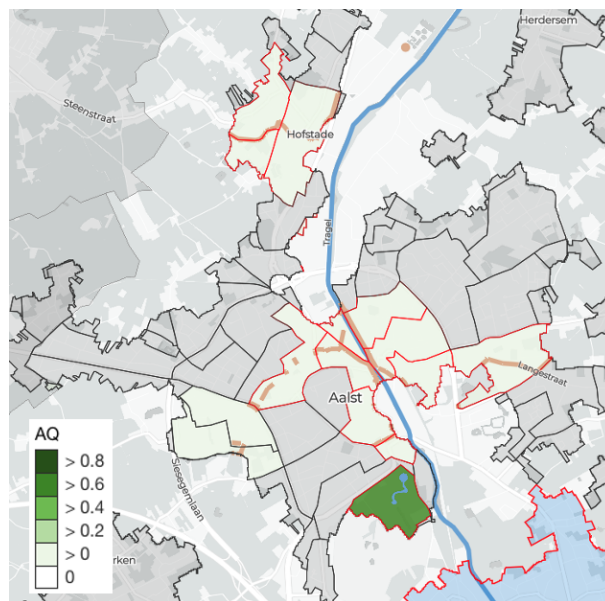
Op basis van de warmtevraag scores in tabel 6.4 en de EHUBt-scores in tabel 6.5 kan een eerste inschatting gemaakt worden van het aquathermiepotentieel voor Geraardsbergen, Aalst en Dendermonde voor de meest interessante verdeelsleutel 3a. Het valt bijvoorbeeld meteen op dat Aalst beschikt over statistische sectoren met hogere warmtevraag scores dan Geraardsbergen en Dendermonde. Hieruit zou men kunnen concluderen dat volgens de warmtevraag score gevoeligheid in verdeelsleutel 3a, Aalst meer kans zal hebben om warmte te krijgen van aquathermie in zijn statistische sectoren op 1 km van de rivier. Echter wordt bij verdeelsleutel 3a bovenop statistische sectoren met een hoge warmtevraag score ook nog prioriteit gesteld op statistische sectoren die geen EHUBt zone in de buurt hebben of een EHUBt zone met een lage score. Uit tabel 6.5 volgt dat Aalst EHUBt zones heeft met hoge scores in vergelijking met Geraardsbergen en Dendermonde. Hierdoor wordt er bij verdeelsleutel 3a geen prioriteit gesteld aan Aalst en wel aan Geraardsbergen en Dendermonde. Dit resultaat wordt visueel voorgesteld in figuur 6.2 (surf naar de aquathermie-potentieel-viewer voor meer detail). Hier representeert de intensiteit in groene kleur van de statistische sectoren hoe hoog de aquathermiescore is. Voor Geraardsbergen en Dendermonde kleuren de kernen donkerder groen dan bij Aalst.

In Aalst kleuren de statistische sectoren nog licht groen en dus niet helemaal grijs (dit zou het geval zijn als de kernen een aquathermiescore nul hebben). Dit komt echter omdat er een collector aanwezig is die door de verschillende statistische sectoren loopt (zie oranje lijn in figuur 6.2(b)). Deze collector heeft een beperkt potentieel maar kan toch wat warmte leveren waardoor de statistische sectoren in Aalst een aquathermiescore groter dan nul hebben.

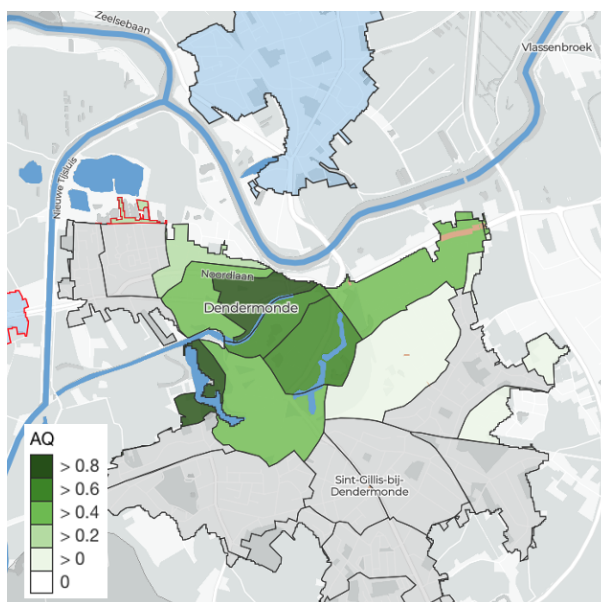
Als men het resultaat van Dendermonde diepgaander bekijkt ziet men dat de hoge aquathermiescores (hoge intensiteit in groen) niet te wijten zijn aan het potentieel van de Dender. De warmte die Dendermonde krijgt, komt namelijk van de Zeeschelde en enkele stilstaande waterlichamen in de stad. Hieruit volgt dat voornamelijk Geraardsbergen gebruik kan maken van de Dender als warmtebron en dat de impact van zijn warmtevraag ervoor zorgt dat de kernen in Aalst en in het westen van Dendermonde (aan de Dender gelegen) geen warmte meer kunnen putten uit de Dender. Zoals besproken in hoofdstuk 6.1 is de Dender hierdoor een kritische rivier.



(a) Statistische sectoren in Geraardsbergen groene intensiteit o.b.v. gecombineerde aquathermie en riothermie score



(b) Statistische sectoren in centrum Aalst groene intensiteit o.b.v. gecombineerde aquathermie en riothermie score



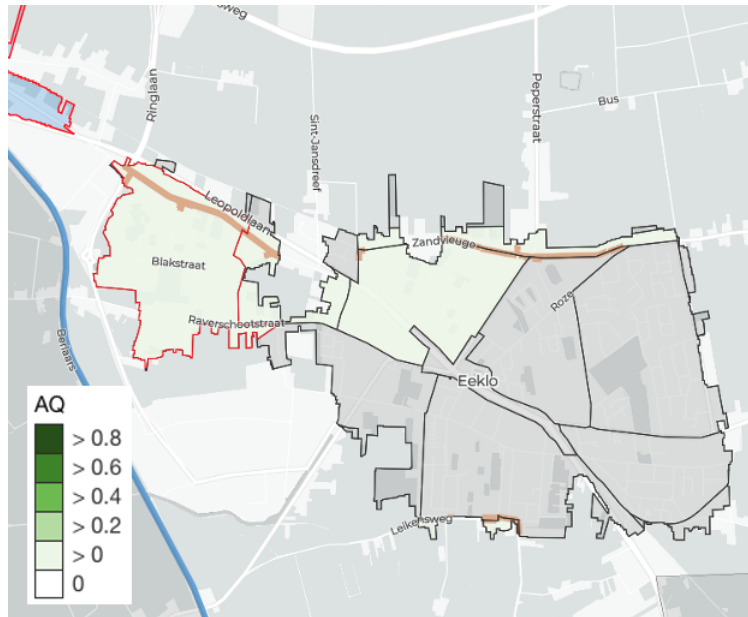
(c) Statistische sectoren in Dendermonde groene intensiteit o.b.v. gecombineerde aquathermie en riothermie score

Figuur 6.2: Gecombineerde aquathermie en riothermie scores in Denderland

Case Eeklo

Eeklo is gelegen naast het afleidingskanaal van de Leie en beschikt ook over een collector (zie figuur 6.3). Aangezien de maximale afstand voor aquathermie 1km langst de rivier is, kan enkel het Westen van Eeklo gebruik maken van het afleidingskanaal (meer bepaald sectoren Blakstraat en Balgerhoeke). Het afleidingskanaal van de Leie heeft een gesluisde werking na zijn kruising met het Kanaal Gent-Oostende, hierdoor is het debiet op de rivier bij momenten zeer beperkt en is de impact van een warmtevragter snel kritisch. Om hierbij een voorbeeld te geven is het minimaal piek potentieel van het Afleidingskanaal na zijn kruising met het Kanaal Gent-Oostende

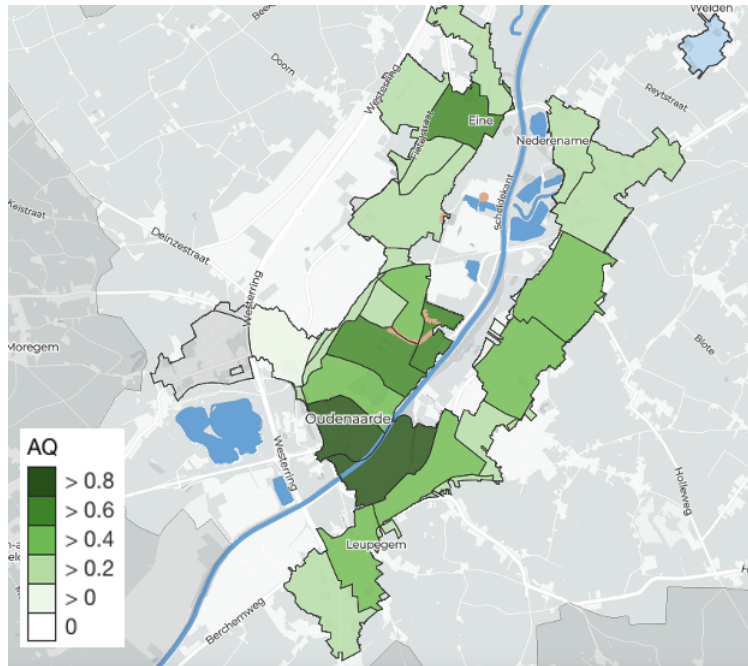
slechts 1.1 MW terwijl dit ervoor 56 MW is (op dit segment is wel een sterker debiet aanwezig). Elke warmtevrager naast het Afdelingskanaal na de kruising met het Kanaal Gent-Oostende heeft een piekvraag warmte groter dan 1.1 MW op het moment van deze minimale beschikbaarheid in de rivier. Hierdoor is het afdelingskanaal een kritische rivier is (zie ook hoofdstuk 6.1). Het gevolg is dat geen enkele statistische sector warmte geleverd krijgt uit de rivier. De gekleurde sectoren in Eeklo krijgen dus uitsluitend warmte door de collector die erdoorheen loopt.



Figuur 6.3: Statistische sectoren in Eeklo. Collector voorgesteld met oranje lijn. Afdelingskanaal Leie voorgeteld door blauwe lijn in het Westen

Case Oudenaarde

Oudenaarde is gelegen rondom de Bovenschelde, daarnaast zijn er ook enkele meren, een collector en een RWZI. In deze case kunnen dus alle warmtebronnen ingezet worden. Dit is ook meteen duidelijk aan de hoge aquathermiescores (hoge intensiteit groen) op figuur 6.4. De Bovenschelde is geen kritische rivier (zie hoofdstuk 6.1) waardoor deze bron dus optimaal ingezet kan worden. Moest de Bovenschelde toch een kritische rivier geweest zijn (en de gekozen verdeelsleutel dus van belang is voor prioriteit) had Oudenaarde vermoedelijk als-nog hoge aquathermiescores gekregen. Dit komt omdat er weinig EHUBt zones aanwezig zijn en de statistische sectoren redelijk hoge warmtevraag scores hebben.



Figuur 6.4: Statistische sectoren in Oudenaarde. Collector voorgesteld met oranje lijn. Bovenschelde voorgesteld door blauwe lijn centraal in figuur

6.3 AQUATHERMIE POTENTIEEL KAART

Zoals reeds vermeld werd een aquathermie potentieel kaart ontwikkeld om verschillende resultaten voor te stellen. Hieronder wordt een overzicht gegeven welke resultaten beschikbaar zijn en hoe deze geïnterpreteerd moeten worden. Deze zijn opgesplitst in twee hoofdgroepen: resultaten op niveau van de kernen en resultaten op niveau van de bronnen.

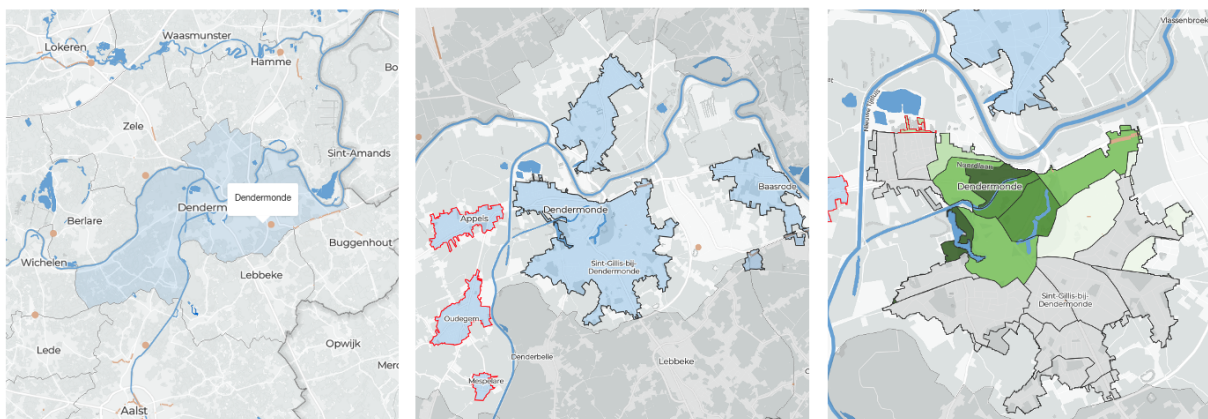
De kaart kan geraadpleegd worden via de volgende link: <https://aquathermie-oost-vlaanderen.extraqt.be>

Resultaten kernen

Op het niveau van de kernen kan men navigeren tussen de verschillende gemeenten in Oost-Vlaanderen. Wanneer een gemeente geselecteerd wordt komen de verschillende Rura kernen tevoorschijn en basis informatie over de gemeente in een rechter zijpaneel. Bij het aanklikken van een Rura kern worden de verschillende statistische sectoren zichtbaar alsook basis info over de Rura kern in het zijpaneel. Op dit niveau krijgt men ook al een eerste overzicht van de interessante statistische sectoren voor aquathermie en riothermie. Er wordt namelijk een groene intensiteit schaal gebruikt om de potentiële score (zie hoofdstuk 5.8) voor te stellen waarbij statistische sectoren met een hoge score donkerder groen kleuren. De score wordt ook linksonder in het scherm voorgesteld met een legende. Grijs statistische sectoren hebben geen aquathermiescore. Bij het hooveren over een statistische sector komt de aquathermiescore zichtbaar of een melding als er geen score is. Hierbij wordt ook vermeld of de sector kritisch is of niet. Wanneer dit het geval is wil dit zeggen dat de statistische sector naast een kritisch riviersegment gelegen is (zie hoofdstuk 6.1). Bijgevolg is een verdeelsleutel van toepassing, en dient de kern rekening te houden met het gebruik van aquathermie in andere steden en gemeenten langs dezelfde rivier. Wanneer men uiteindelijk op een statistische sector klikt worden de volgende resultaten weergegeven in het zijpaneel.

- AQ-waarde: Gecombineerde aquathermie en riothermie score van de kern. Waarde tussen 0 en 1
- AQ-bronnen: welke bron(nen) gebruikt konden worden (rivier, stilstaand water, RWZI, collector). Indien een rivier een potentiële bron is, wil dit niet zeggen dat hij effectief ook gebruik kan maken van de bron. Dit hangt af van het kritische karakter van de rivier en de gebruikte verdeelsleutel.

- Warmtevraag: totale warmtevraag van de statistische sector
- Warmtevraag aan rivier: warmtevraag van de statistische sector binnen 1km van de rivier. Dit wil niet zeggen of hij deze effectief ook krijgt (bij een kritische rivier).
- warmtevraagscore: warmtevraagscore van de statistische sector (zie hoofdstuk 5.6)
- EHUBt-score: EHUBt-score van de statistische sector o.b.v. een nabij gelegen EHUBt zone indien beschikbaar (zie hoofdstuk 5.7)



Figuur 6.5: Linkerfiguur: niveau gemeente aquathermie-viewer. Centraal: niveau Rura kern aquathermie-viewer. Rechterfiguur: niveau statistische sector aquathermie-viewer

Indien statistische sectoren een lage AQ-waarde hebben en nochtans gelegen zijn langsheen een rivier, komt dit doordat de rivier kritisch is en verdeelsleutels van toepassing zijn. Een goed voorbeeld hierbij is de case langsheen de Dender (zie hoofdstuk 6.2). Voor dergelijke situaties wordt er natuurlijk wel vanuit een holistisch gegeven nagedacht. Namelijk dat aquathermie door alle kernen gevraagd wordt die gelegen zijn langsheen rivieren (binnen 1 km). Op welk termijn en of dit ooit de realiteit zal zijn, is natuurlijk de vraag. Het zou bijvoorbeeld zonde zijn om Aalst niet aan te moedigen om op aquathermie in te zetten als Geraardsbergen voor een andere oplossing kiest (restwarmte, geothermie, ...). Daarom dat de resultaten uit deze studie aanschouwd kunnen worden als een thermisch optimaal scenario hoe aquathermie aangeboden kan worden aan alle kernen langsheen de rivieren. Het geeft met andere woorden een idee van wat uliem mogelijk is eerder dan wat de realiteit moet zijn.

Resultaten bronnen

Bij de resultaten van de bronnen kan het potentieel van rivieren, stilstaande wateren, RWZI's en collectoren geraadpleegd worden. Hierbij is er een duidelijk onderscheidt tussen de resultaten die beschikbaar zijn voor ruimtelijk statische bronnen (stilstaand water, RWZI, collector) en ruimtelijk dynamische bronnen (rivieren en stromende kanalen).

Resultaten ruimtelijk statische bronnen - stilstaand water, RWZI, collector

Wanneer een stilstaand waterlichaam, RWZI of collector geselecteerd wordt op de kaart, komt er rechtsboven in een zijpaneel detail informatie over het potentieel van de bron. Hierbij zijn de onderstaande resultaten beschikbaar:

- Beschikbaar piekvermogen in MW
 - Voor stilstaand water: piek vermogen dat onttrokken kan worden zonder dat de kritische grens van 3°C temperatuurdaling op enig moment overschreden wordt (zie hoofdstuk 5.4)
 - Voor RWZI en collector: piek vermogen dat beschikbaar wordt gesteld door Aquafin in de betreffende RWZI of collector (zie hoofdstuk 5.4)
- Warmte leverbaar per jaar in MWh

- Voor stilstaand water: totale warmte dat op jaarbasis onttrokken kan worden zonder dat de kritische grens van 3°C op enig moment overschreden wordt (zie hoofdstuk 5.4)
- Voor RWZI en collector: totale warmte op jaarbasis dat beschikbaar wordt gesteld door Aquafin in de betreffende RWZI of collector (zie hoofdstuk 5.4)

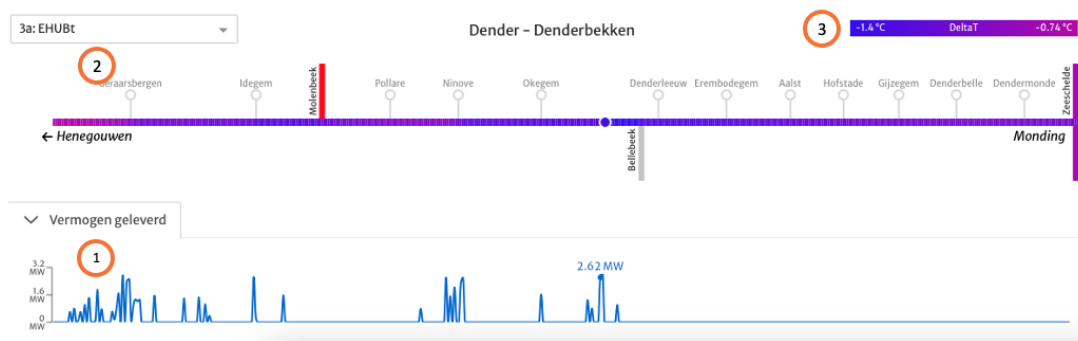
Men kan dit bijvoorbeeld als volgt interpreteren voor een meer. Indien men een aquathermie installatie wilt plaatsen met het meer als bron mag men de warmtepomp maximaal dimensioneren op het 'beschikbaar piekvermogen' en op jaarbasis maximaal de 'warmte leverbaar per jaar' leveren aan het gebouw.

De kans bestaat dat een statistische sector geen beroep doet op een stilstaand waterlichaam, RWZI of collector terwijl deze hier wel vlakbij gelegen is. In dit geval is er een andere statistische sector dichterbij gelegen waar de warmte van de bron naartoe gaat. In de realiteit kan het natuurlijk voorkomen dat deze dichtstbijzijnde kern de warmte van de bron niet nodig heeft (door een alternatief van bijvoorbeeld geothermie of restwarmte). In dit geval kan de statistische sector die iets verder gelegen is alsnog beroep doen op de bron.

Resultaten ruimtelijk dynamische bronnen - rivieren en stromende kanalen

Rivieren en stromende kanalen hebben een complexere berekeningswijze (zie hoofdstuk 5.5) dan de statische bronnen waardoor ook de resultaten anders voorgesteld worden.

Wanneer een rivierbekken (zie hoofdstuk 5.5) geselecteerd wordt, verschijnt er aan de onderkant een paneel met detail informatie over het verloop van het bekken. Het bekken wordt hierbij voorgesteld in riviersegmenten zoals geïllustreerd voor het Denderbekken in figuur 6.6 (zie ook figuur 5.7). Doorheen het verloop van het bekken wordt via een gradatie tussen rood en blauw weergegeven wat de afkoeling is van het bekken op verschillende locaties (zie zone 2 oranje omcirkeld in figuur 6.6). Hierbij wordt een kritisch moment in de tijd voorgesteld (1 moment opname van de video in hoofdstuk 6.1). Hoe donkerder blauw hoe sterker de afkoeling ten gevolge van aquathermie. Een rode kleur wijst op geen afkoeling. De maximale en minimale afkoeling die ontstaat wordt per bekken meegegeven in een gradiëntenbalk (zie zone 3 oranje omcirkeld in figuur 6.6). De geleverde warmte, waardoor de afkoeling ontstaat, wordt weergegeven a.d.h.v. de blauwe curve in figuur 6.6 (zie zone 1 oranje omcirkeld in figuur 6.6). Ter hoogte van de blauwe pieken zijn dus kernen aanwezig die hun warmte krijgen van de rivier.



Figuur 6.6: Voorstelling van het Denderbekken in de aquathermie-viewer

Zoals beschreven in hoofdstuk 5.5 zijn alle riviersegmenten opgedeeld in stukjes van 100m. Hierdoor kan men info raadplegen om de 100m op elk riviersegment door te klikken op een gewenste locatie. Wanneer men op een detail locatie klikt zal de map inzoomen om te tonen waar de locatie is en verschijnt er ook nieuwe informatie in het rechterzijpaneel. Hierbij zijn de volgende gegevens beschikbaar.

- Zijpaneel rechtsboven 'Segmentinfo'
 - Dit is informatie per riviersegment met gelijkaardige resultaten als bij de statische bronnen. Hierbij wordt geen rekening gehouden met een verdeelsleutel en wordt het potentieel met andere woorden meegegeven alsof het ongehinderd gebruikt kan worden t.o.v. alle andere riviersegmenten. De resultaten dienen dus louter als een indicatie wat het potentieel zou zijn van dit segment indien enkel hier aquathermie toegepast wordt in Oost-Vlaanderen.
 - Beschikbare resultaten:
 - * Warmte leverbaar per jaar: totale warmte dat op jaarbasis onttrokken kan worden op het gehele riviersegment zonder dat de kritische grens van 3°C op enig moment overschreden wordt
 - * Minimaal piek potentieel: piek vermogen dat onttrokken kan worden op het gehele riviersegment zonder dat de kritische grens van 3°C temperatuurdaling overschreden wordt bij het minimale rivierdebiet
 - * Gemiddeld potentieel stookseizoen: piek vermogen dat onttrokken kan worden op het gehele riviersegment zonder dat de kritische grens van 3°C temperatuurdaling overschreden wordt bij het gemiddelde rivierdebiet in het stookseizoen
- Zijpaneel rechtsonder 'Locatiegrafiek'
 - De viewer rechts onder geeft resultaten weer voor de specifiek geselecteerde locatie op het riviersegment (1 van de stukjes om de 100m) rekening houdend met een bepaalde verdeelsleutel. Resultaten zijn beschikbaar voor een gemiddeld jaar waarbij tot op uurniveau informatie beschikbaar is.
 - Beschikbare resultaten:
 - * Warmte geleverd: dit resultaat is positief (niet nul) als er voor de geselecteerde locatie warmte geleverd wordt naar een kern rekening houdend met de geselecteerde verdeelsleutel. Zoals beschreven in de case van de Dender (zie hoofdstuk 6.2) bestaat de kans dat een kern geen warmte geleverd krijgt ook al ligt deze aan de rivier.
 - * DeltaT: De temperatuurdaling in het riviersegment ter hoogte van de aangeklikte locatie. Deze daling is een gevolg van de impact door de stroomopwaarts gelegen kernen en de toegevoegde impact door een warmte onttrekking op de geselecteerde locatie zelf indien deze aanwezig is.

In het zijpaneel rechtsonder is informatie beschikbaar voor een volledig jaar op uurbasis. De grafiek/bekkenverloop links ervan stelt 1 tijdstip voor hiervan. Hiervoor werd gekozen voor het tijdstip bij de koudste luchttemperatuur omdat deze grotendeels samenhangt met het moment van grootste impact op het water aangezien er dan de grootste warmtevraag is. Echter zal dit niet voor elk punt in de rivier het meest kritische moment voorstellen.

Opnieuw kan men uit de voorgestelde resultaten de conclusie trekken dat bepaalde kernen niet/nooit in aanmerking kunnen komen voor aquathermie langsheen kritische rivieren. Echter moet hier opnieuw de kanttekening bij gemaakt worden dat men dit vanuit een verdeelsleutel bekijkt waarbij alle mogelijke kernen zich aanbieden als potentiële kandidaat. In realiteit zullen sommige kernen dit misschien nooit doen en daardoor het potentieel vergroten voor kernen die nu niet in aanmerking komen. Daarnaast is er ook geen rekening gehouden met toekomstige ontwikkeling maar werd er uit gegaan van de huidige warmtevraag. Het is bijvoorbeeld perfect mogelijk dat er in de toekomst een nieuwe woonkern in Wieze (Aalst) komt die op minder dan 1 km van het water ligt. Nu werd er met Wieze zelfs helemaal geen rekening gehouden door de Dender omdat de kern zich op meer dan 1 km van de rivier bevindt.

7 | Welke ruimtelijke beleidskeuzes hieraan koppelen?

Het onderzoek toont aan welke kernen potentieel hebben om warmte uit oppervlaktewater - en afvalwater te halen. Het toont ook (per statistische sector) waar (maar waar ook niet) het potentieel effectief kan benut worden om aan de warmtevraag te voldoen, teneinde in de hele Provincie het beschikbaar potentieel optimaal te benutten.

Een eerste belangrijk inzicht is dat kernen die over een of meerdere bedrijventerreinen met EHUBt-potentieel (in bijzonder voor warmte) beschikken, dit potentieel eerst maximaal dienen aan te wenden, alvorens aqua en riothermie. En dat kernen die niet over een bedrijventerrein met EHUBt-potentieel (in bijzonder voor warmte) beschikken voorrang dienen te krijgen bij het aanwenden van het aquathermie potentieel.

Daarnaast blijkt dat kernen die het aquathermie potentieel kunnen benutten best de warmtevraag van statistische sectoren met de hoogste warmtevraagscore eerst met aqua en/of riothermie invullen. En dat ze hierbij telkens eerst het statisch potentieel (uit riolering en waterplassen) aanwenden, alvorens het dynamisch potentieel (uit rivieren en kanalen). Enkel zo kan het potentieel in heel Oost-Vlaanderen optimaler benut worden dan bij een first come, first serve.

Dit vereist dat de Provincie in kader van de verdere opmaak van het Beleidsplan Ruimte Oost-Vlaanderen (troef energie) en de Regionale Ruimtelijke Energievisies en Strategieën (RRES) Denderland, Waasland en Regio Gent deze principes verankerd. En de lokale besturen het belang van deze principes bij de opmaak van hun lokaal warmte(beleids)plan onderschrijven.

Verder toont het onderzoek aan dat zich binnen een aantal rivierbekkens - Zeecheldebekken, Bovenscheldebekken en Durmebekken - geen verdeelvraagstukken stellen en het beschikbare potentieel zonder meer kan gebruikt worden voor collectieve verwarmingsprojecten. Het restpotentieel kan door individuele projecten worden aangewend. Binnen een aantal bekkens - Denderbekken, Lieiebekken, Kanaalbekken, Kanaal Gent-Terneuze - is er evenwel onvoldoende potentieel beschikbaar om binnen het regelgevend kader de warmtevraag te voldoen. Er stellen zich binnen deze bekkens dus bovenlokale verdeelvraagstukken. Kernen langs deze waterlopen zijn afhankelijk van elkaar en dienen bij het aanwenden van het potentieel dus met elkaar rekening te houden in lijn met de optimale verdeelsleutel bepaald in dit onderzoek.

Dit vereist dat de Provincie op deze bovenlokale verdeelvraagstukken stuurt en dat lokale besturen binnen deze bekkens bij de opmaak van hun lokaal warmte(beleids)plan het gebruik van het aquathermie potentieel in eerste instantie beperken tot het niveau zoals aangegeven in de optimale verdeelsleutel in dit onderzoek (zie aquathermie-viewer: <https://aquathermie-oost-vlaanderen.extraqt.be>). Indien dit onvoldoende blijkt, kunnen ze hierover in overleg gaan met de Provincie en naburige gemeenten zodat hierover afspraken kunnen gemaakt worden en/of de verdeelsleutel op bekkenniveau verder kan geconcretiseerd worden.

Tot slot maakt het onderzoek inzichtelijk dat er ook op lokaal niveau, binnen een stad of gemeente, heel wat verdeelvraagstukken zullen spelen rond het aanwenden van het aqua en riothermie potentieel. Hierover doet ieder lokaal bestuur best uitspraken in hun lokaal warmte(beleids)plan. De Provincie kan hiertoe op basis van dit onderzoek de nodige inzichten aanreiken.

MOIRA CALLENS
Projectcoördinator

moira.callens@oost-vlaanderen.be
09 / 267 75 65

WIM L'ECLUSE
Beleidsmedewerker
Ruimtelijk planner

wim.lecluse@oost-vlaanderen.be
09 / 267 75 75

PAC Het Zuid,
Woodrow Wilsonplein 2, 9000 Gent

 provincie
Oost-Vlaanderen

