



> RETOURADRES Postbus 1992, 6201 BZ Maastricht

BEZOEKADRES
Mosae Forum 10
6211 DW Maastricht

Aan de fractie van SPM
de heer J.M.A.F. Steijns
de heer M. Vermin

POSTADRES
Postbus 1992
6201 BZ Maastricht

ONDERWERP
Schriftelijke vragen inzake Warmtenet Zuid-
Limburg

DATUM
8 december 2023
Verz. 8 december 2023

BIJLAGEN
1

BEHANDELD DOOR
PHM (Peter) Rempelberg

TELEFOONNUMMER
043 350 4421

ONZE REFERENTIE
2023.04718

E-MAILADRES
Peter.Rempelberg@maastricht.nl

FAXNUMMER
043 - 350 4141

UW REFERENTIE
--

Geachte heren Steijns en Vermin,

Onderstaand treft u de beantwoording aan van de schriftelijke vragen die uw fractie gesteld heeft.

Vraag 1:

U stelt in uw eerdere presentatie dat er voldoende restwarmte is voor 70.000-130.000 Zuid-Limburgse woningen. Is bij u bekend, of kunt u ons meenemen in de te verwachte restwarmte vraag/ gebiedspercentage of te wel is aanbod met de vraag op elkaar afgestemd?

Antwoord 1:

Zie ook mijn antwoord op vraag 3. In fase 1 van het WZL-project is in juli 2022 door adviesbureau Greenvis een rapport opgeleverd waarin de verwachte warmtevraag en aanbod in kaart is gebracht. Er is onderzocht welke gebieden in de regio in aanmerking komen voor een collectief warmtesysteem en de baten het hoogst zijn, ten opzichte van andere warmtesystemen. Voor de regio is de warmtevraag groter dan het warmteaanbod, de vraag is circa 450 MW en het aanbod is 200 MW. Vandaar dat de warmte slechts geleverd wordt aan die gebieden waar de maatschappelijke baten het hoogst zijn. Voor Maastricht komen drie scenario's in aanmerking waarbij 76 MW, 89 MW of 116 MW aan warmtevermogen geleverd wordt vanuit Chemelot. Deze gegevens vormen onder andere de input voor de update van de Verkavelingsstudie Maastricht waaraan momenteel de laatste hand wordt gelegd door adviesbureau Greenvis en de basis is voor TransitieVisie Warmte 2.0 die in 2024 wordt opgesteld. In deze verkavelingsstudie, waarin een technische en economische analyse is uitgevoerd, is onderzocht welke buurten in Maastricht het beste kunnen worden aangesloten op een warmtenet en waar een individuele oplossing het beste alternatief is voor aardgas. De technische/economische analyse is een belangrijk uitgangspunt voor de keuze van een warmtenet voor een specifieke buurt, maar sociaal/maatschappelijke argumenten spelen eveneens een belangrijke rol in de afweging van de keuze.

Vraag 2:

Vanuit de wetenschap dat er al publieke aanbieders in onze regio zijn, zou het wenselijk kunnen zijn dat u de publieke met private partijen aan elkaar koppelt om enerzijds meer uniformiteit in de kosten, anderzijds ongelijkheid in de kosten te voorkomen met private aanbieders. Wat is uw zienswijze in deze?



DATUM
8 december 2023

Antwoord 2:

In de Wet collectieve warmtevoorziening (Wcw), die per 1 januari 2025 van kracht wordt, is vastgelegd dat het warmtenet voor het meerderheidsaandeel in publieke handen moet komen. Voor bestaande warmtenetten geldt een overgangperiode. De ervaring leert ook dat publieke partijen een relatief laag projectrendement hebben. Private partijen hanteren een commercieel rendement, wat de prijs opdrijft. Publieke partijen zijn doorgaans ook bereid voorinvesteringen te nemen die noodzakelijk zijn om tot een regionaal warmtenet te komen. Om die reden zoeken wij binnen het project WZL voorsnog de samenwerking op met andere publieke partijen. Private partijen kunnen wel op basis van een openbare aanbesteding geselecteerd worden voor het uitvoeren van specifieke werkzaamheden, zoals de engineering en aanleg van het warmtenet. Een eventuele koppeling tussen private en publieke partijen (een PPS) leidt niet automatisch tot lagere kosten omdat wet- en regelgeving uitgaat van een gelijk rendement op de investering voor publiek versus privaat.

Vraag 3:

U schrijft in uw presentatie over duurzame back-up bronnen. Daar Chemelot een enorme capaciteit aan restwarmte heeft, zien wij niet hoe u in deze behoefte kunt voorzien.

Antwoord 3:

In fase 1 van WZL is door Royal HaskoningDHV een onderzoek uitgevoerd, 'Toekomstbeeld warmtebronnen' van juni 2023 naar de warmtebronnen en bronzekeerheid. Meer specifiek is 1) onderzocht wat de invloed is van het interne verduurzamingspad binnen Chemelot en daarmee de beschikbaarheid van de benodigde warmte voor de regio, en 2) naar kansrijke alternatieve duurzame warmtebronnen. Uit dit onderzoek en gesprekken met Chemelot, is gebleken dat er voor een zeer lange periode warmte vanuit Chemelot beschikbaar is. Een aantal alternatieve duurzame warmtebronnen worden op korte termijn (voor 2030) zeker geacht en enkele overige alternatieve warmtebronnen worden na 2030 kansrijk geacht. De alternatieve warmtebronnen zijn op dit moment fysiek nog niet gerealiseerd maar hebben wel de potentie om zowel op korte- als lange termijn het volledige warmte-aanbod vanuit Chemelot te kunnen vervangen. In het rapport van Royal HaskoningDHV, worden drie opties als kansrijk beschouwd richting 2030. De opties zijn: 1) grootschalige aquathermie uit de Maas en Maasplassen (kan meer dan 100% van het warmteaanbod van Chemelot dekken), 2) geothermie uit oude mijnsystemen (kan lokaal in een deel van de warmtevraag voorzien), en 3) warmte uit RWZI slib verwerking (kan lokaal in een deel van de warmtevraag voorzien). Verderop in de toekomst rond 2040 en richting 2050, ontstaan ook nieuwe mogelijkheden zoals restwarmte uit biobased en waterstof-economie en gesloten diepe geothermische systemen zoals het Eavor-concept. Vanwege de uitfasering van de fossiele brandstoffen is het niet wenselijk een back-up centrale als achtervang te realiseren die gebruik maakt van fossiele brandstoffen. De meest kansrijke alternatieve duurzame warmtebron zal gelijktijdig met de ontwikkeling van het warmtenet ZL ontwikkeld worden.

Vraag 4:

Hoe dekt u gewenste back-up af bij bijvoorbeeld shut-downs of vermindering van structurele warmte (afbouw van fabrieken)?

Volgens ons is voor afnemers, de burgers dus, van belang dat ze zelf nog invloed hebben op het verbruik en de kosten. Indien je op een warmtenet zit hang je vast aan een bepaalde beheerder met



DATUM
8 december 2023

de daaraan gerelateerde kosten. Hoe kun je garanderen dat onze burgers niet meer gaan betalen in relatie tot alternatieve warmtebronnen, zoals groengas of elektriciteit?

Antwoord 4:

Een warmteleverancier moet voldoen aan de leveringsplicht. Deze plicht staat in de Warmtewet, die er speciaal is om consumenten met een warmtenetaansluiting te beschermen. Daarom heeft een warmteleverancier altijd een extra installatie achter de hand. Deze zogenaamde back-up-installatie schakelt in als de warmtebron kortstondig uit bedrijf is.

De levering van warmte, bij structurele vermindering van warmtelevering vanuit Chemelot, bij bijvoorbeeld shut-downs wordt overgenomen door andere bronnen. Op het industrieterrein Chemelot zijn meerdere warmtebronnen die als leverancier kunnen fungeren. De waarschijnlijkheid dat alle potentiële warmtebronnen gelijktijdig uit- en/of wegvallen, achten wij uiterst gering. Ook in geval van volledig ophouden van restwarmte vanuit Chemelot is de warmtelevering gewaarborgd, zie antwoord vraag 3.

Afnemers die zijn aangesloten op een warmtenet kunnen, in tegenstelling tot elektriciteit en aardgas, de leverancier van warmte niet kiezen. Hier is sprake van een monopoliepositie. Om misbruik te voorkomen worden de maximumtarieven vastgesteld door de ACM (Autoriteit Consument en Markt).

Bij aansluiting op een warmtenet heeft de bewoner nog steeds invloed op het warmteverbruik en daarmee ook op kosten. In de toekomst ziet het ernaar uit dat de koppeling met de gasprijs in warmtetarieven wordt losgelaten, en men mogelijk op basis van het zogenaamde 'kostprijs +' model zal gaan tarifieren. Het is aan de wetgever om een evenwichtige verdeling tussen kosten voor warmte, groen gas en elektriciteit te borgen. Omdat WZL een 100% publieke samenwerking beoogt, staan de belangen van burgers centraal.

Vraag 5:

Is vanuit de regio Maastricht al een analyse beschikbaar met betrekking tot de warmtevraag en is er vanuit de studie al bekend of er voldoende capaciteit beschikbaar is (vanuit optiek kosten/baat)?

Antwoord 5:

Ja vanuit de regio is door adviesbureau Greenvis in juli 2022 een rapport opgeleverd. Er is een analyse uitgevoerd naar de warmtevraag en er is onderzocht voor welke gebieden in Zuid-Limburg de baten van een warmtenet het hoogst is. Het rapport is als bijlage hierbij gevoegd.

Vraag 6:

Bestaat de mogelijkheid om Chemelot en dan met name de warmtaanbieders/organisaties te bezoeken om zo een beter beeld te krijgen hoe de aanbieder een en ander wilt gaan realiseren?



DATUM
8 december 2023

Antwoord 6:

Zeker, vanuit de werkgroep WZL zijn de voorbereidingen voor een bezoek aan Chemelot gestart. De planning is erop gericht om in Q1 2024 Chemelot te bezoeken. Zodra ik over meer informatie beschik informeer ik u wederom.

Hoogachtend,

Namens het college van burgemeester en wethouders van Maastricht,

John Aarts
Wethouder Mobiliteit, Stadsbeheer, Duurzaamheid en Hospitality

Schriftelijke vragen



Analyse RSW
Zuid-Limburg
Concepteindrapport

GREENVIS
ONDERDEEL VAN DE WARMTETRANSITIEMAKERS

Zuid-Limburg
RES

Wij maken duurzame warmte beschikbaar voor iedereen

GREENVIS

ONDERDEEL VAN DE WARMTETRANSITIEMAKERS

**RES Zuid-Limburg
RSW Werkgroep**

Auteurs

5.1.2e

5.1.2e 5.1.2e

5.1.2e 5.1.2e

Datum

22-07-2022

Kenmerk

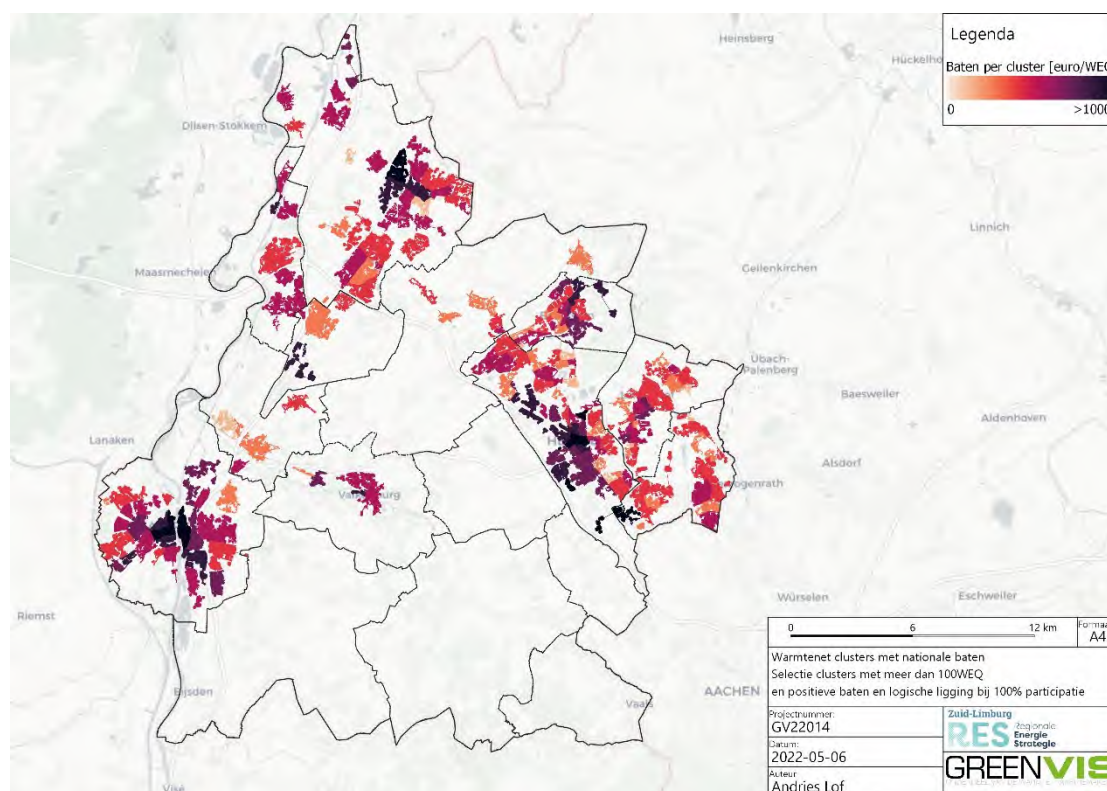
GV22015-RZL-Analyses RSW Zuid-Limburg

Management samenvatting

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van RES Zuid-Limburg. Het onderzoek identificeert in welke gebieden midden temperatuur warmtenetten het meest voordeel in nationale kosten¹ (baten) opleveren, rekening houdend met de lokaal beschikbare warmtebronnen. Dit doen we binnen de scope Zuid-Limburg, vanuit een economisch en technisch perspectief.

De gebieden zijn geïdentificeerd door te kijken welke panden het meest baten² hebben om aan te sluiten op een fictief warmtenet, en vervolgens die panden geografisch te clusteren. (Fictief: alsof er lokaal voldoende warmtebronnen beschikbaar zijn.)

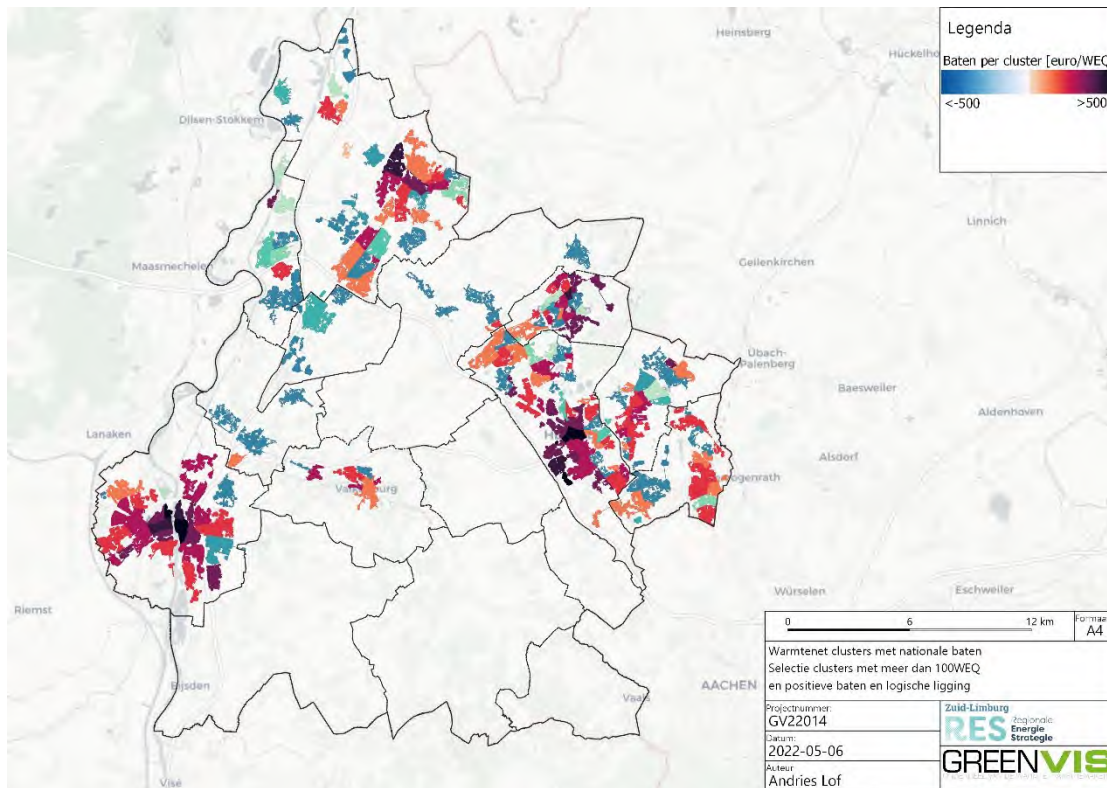
Onderstaande figuur laat de clusters van panden zien die voordeliger zouden zijn om aan te sluiten op warmtenetten dan individuele warmtepomp wanneer de kosten van het lokale warmtenet verdeeld zijn over alle panden in de clusters. (100% aansluiting oftewel 100% participatie: d.w.z. dat ook panden binnen warmteclusters die niet gebaat zijn bij een warmtenet aangesloten worden.) Daarnaast heeft al een schifting plaatsgevonden waarbij clusters afgefallen zijn die ver van andere clusters afliggen, of een lage warmtevraagdichtheid hebben, op basis van expert judgement van Greenvis.



¹ Nationale kosten zijn de totale financiële kosten in Nederland om van het aardgas af te gaan, ongeacht wie die kosten betaalt, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief belastingen, heffingen en subsidies.

² Baten zijn gedefinieerd als het verschil in nationale kosten tussen het aansluiten van de woning/utiliteit op warmtenet en individuele warmtepompen. De kosten zijn afgeleid uit data beschikbaar gesteld door het Planbureau voor de Leefomgeving in het kader van de Startanalyse aardgasvrije buurten, op buurtniveau en op pandniveau.

Vervolgens is een correctiefactor toegepast waarbij de kosten van het buurtnet alleen verdeeld zijn over de panden met baten om op het warmtenet aan te sluiten. Hierdoor ontstaan ook clusters met negatieve baten (blauwe clusters).



Scenario's

Aan de hand van de beschikbaar lokale bronnen en de geïdentificeerde warmtevraaggebieden zijn voor drie scenario's op schetsontwerp-niveau regionale warmtenetten uitgewerkt.

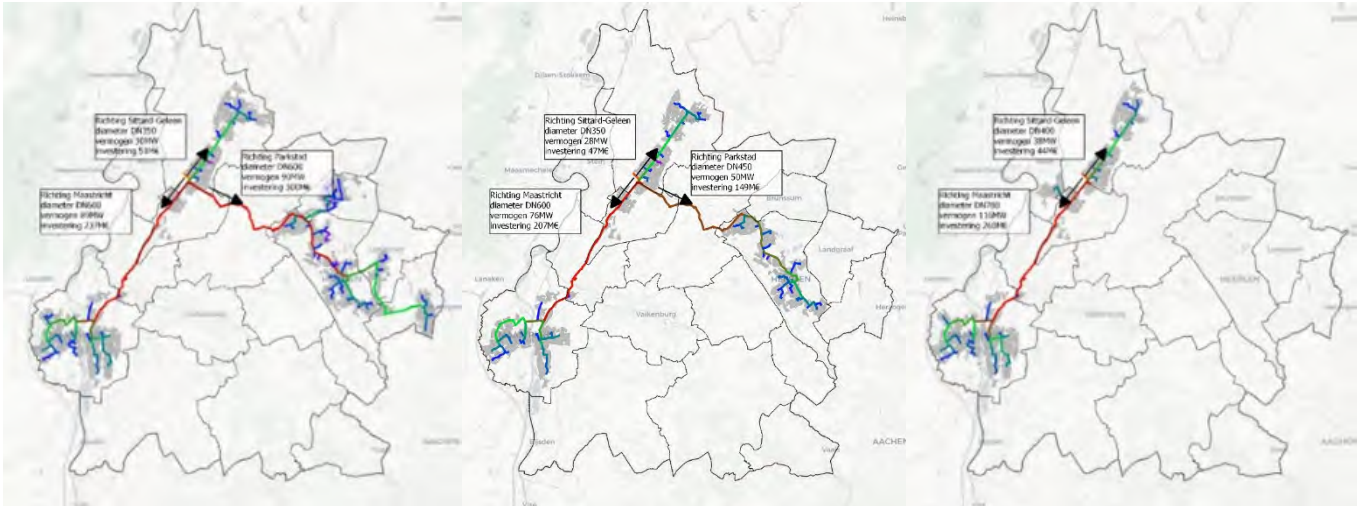
Het doel voor elk scenario is steeds het maximaliseren van de nationale baten die met de (beperkt-) beschikbare restwarmte behaald kunnen worden. Daarbij hebben we rekening gehouden met de kosten voor de warmtetransportinfrastructuur die nodig is om daadwerkelijk warmte te kunnen leveren aan de beoogde warmtenetclusters.

De scenario's laten zien dat vooral de stedelijke gebieden een hoge dichtheid aan panden met grote baten hebben om aan te sluiten op een mogelijk regionaal warmtenet in Zuid-Limburg. De grootste baten liggen in de stedelijke gebieden van Maastricht, Heerlen en Sittard-Geleen (scenario 1: 200MW vanuit Chemelot).

Als we het aanbod aan restwarmte verkleinen zullen de warmteclusters uitgedund moeten worden. We zien dan clusters met relatief lagere baten, die bovendien verder weg liggen, afvallen (scenario 2: 150MW vanuit Chemelot). We zien met name minder robuuste clusters in Parkstad en aan de randen van Maastricht wegvallen.

Als we het uitgangspunt hanteren dat we alle panden binnen een cluster aansluiten, dus ook panden waar een andere aardgasvrije oplossing voordeliger zou zijn, dan zien we de warmtevraag binnen de clusters dusdanig stijgen

dat er wederom in veel clusters afgevallen moet worden. In dit scenario (scenario 3), zien we dat er in Parkstad onvoldoende geconcentreerde clusters (ofwel baten) overblijven om de lengte aan transportinfrastructuur mee te bekostigen waardoor de gehele tak afvalt. Warmte die hierdoor niet langer in Parkstad de grootste baten kan creëren gezien te hoge transportkosten wordt in dit scenario ingezet om baten in de nabijheid van de overgebleven infrastructuur te leveren. (Onderstaande figuur, van links naar rechts: scenario's 1,2 en 3. Zie ook 3.2.



Het is belangrijk om te weten dat het onderzoek een hoog-over studie is. Hoewel de studie vanuit een economisch oogpunt is bestudeerd, zijn alleen landelijke kengetallen vanuit Planbureau voor de Leefomgeving, en kostenkengetallen voor warmtenetten vanuit Greenvis meegenomen. Dat levert voor Zuid-Limburg een gelijk speelveld. Daarnaast zijn echter vele factoren zoals bijvoorbeeld type ondergrond en ruimtebeslag daarin, bestuurlijk draagvlak, lokale aansluitbereidheid, koppelkansen met andere infrastructuurwerken, een faire verdeling van lusten en lasten etc. niet, of nauwelijks meegenomen in de studie. De studie geeft hiermee richting: ze vormt een startpunt waarbinnen de grootste baten voor de inzet van restwarmte in de regio Zuid-Limburg gezocht dienen te worden.

Begrippenlijst

Begrip	Omschrijving
Midden temperatuur (MT) - warmtenet	Netwerk van leidingen onder de grond waar warm water doorheen stroomt ten behoeve van verwarmen van gebouwen, midden temperatuur is een warmtenet met een afgiftetemperatuur van 70°C of hoger.
Startanalyse	De Startanalyse is een technisch-economische analyse van effecten en kosten van opties om gebouwen zonder aardgas te verwarmen. De analyse is uitgevoerd door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) met behulp van zijn rekenmodel Vesta MAIS.
Nationale kosten	De totale financiële kosten in Nederland om van het aardgas af te gaan, ongeacht wie die kosten betaalt, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief belastingen, heffingen en subsidies.
Baten	Verschil in nationale kosten tussen het aansluiten van de woning/utiliteit op warmtenet en individuele warmtepompen. De kosten zijn afgeleid uit data beschikbaar gesteld door het Planbureau voor de Leefomgeving in het kader van de Startanalyse aardgasvrije buurten, op buurniveau en op pandniveau.
Verblijfsobject (VBO)	Een verblijfsobject is de kleinste binnen één of meer panden gelegen eenheid van gebruik die ontsloten wordt via een eigen afsluitbare toegang vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte. Een verblijfsobject heeft altijd een eigen adres; ieder adres in Nederland hoort bij een verblijfsobject.
Woningequivalent (WEQ)	Een woning is gelijk aan 1 WEQ, bij utiliteiten is 130 m ² vloeroppervlak gelijk aan 1 WEQ

Inhoudsopgave

Begrippenlijst	7
INLEIDING	9
1 DEELOPDRACHT 1	11
1.1 Methode	12
1.1.1 Data Startanalyse PBL	12
1.1.2 Verwerken Startanalyse data	12
1.1.3 Opstellen warmtenetcluster	13
1.2 Bepalen uitgangspunten	13
1.2.1 Inkooprijks restwarmte	14
1.2.2 Analyse op pandniveau	14
1.2.3 Aannames clustermethode	14
1.2.4 Bepaling baten MT-warmtenet	15
1.3 Tussenresultaten	17
2 DEELOPDRACHT 2	19
3.1 Methode	20
3.1.1 Warmtebronnen	20
3.1.2 Selectie clusters per scenario	20
3.1.3 Dimensionering en begroting	22
3.2 Resultaten	22
3.2.1 Scenario 1	23
3.2.2 Scenario 2	24
3.2.3 Scenario 3	25
4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE	26
Bijlagen	28
A. Toelichting en uitgangspunten	28
A1. Strategieën uit de Startanalyse	28
B. Methode	28
B1. [Deelopdracht 1] Verwerking Startanalyse data	28
B2. [Deelopdracht 1] Correctie bestaande warmtenetten en -bronnen	30
B3. [Deelopdracht 1] Opstellen clusters HT warmtenet	31
B4. [Deelopdracht 2] Selectie clusters en tracé ontwerp	33
B5. [Deelopdracht 2] Dimensionering en begroting	35
C. Startanalyse datastructuur	37

INLEIDING

Dit rapport onderzoekt welke gebieden binnen de regio Zuid-Limburg het meest voordelig inzake nationale kosten (baten) om aan te sluiten op warmtenetten, ten opzichte van de andere beschikbare alternatieven om van het aardgas af te gaan, rekening houdend met de lokaal beschikbare warmtebronnen en alternatieven.

In het kader van RES Zuid-Limburg werken 16 Zuid-Limburgse gemeenten, provincie Limburg, Waterschap Limburg en de netbeheerder Enexis samen aan de lokale energietransitie. Als onderdeel van deze RES wordt in de Regionale Structuur Warmte (RSW) gekeken naar de eventuele regionale invulling van het verduurzamen van de warmtevraag van de Zuid-Limburgse gebouwde omgeving. Een belangrijke verduurzamingskans voor de gebouwde omgeving in Zuid-Limburg is het optimaal benutten van de aanwezige restwarmte op Chemelot door middel van een **regionaal warmtenet**

We voeren een **onafhankelijke analyse** uit. Op basis van nationale data en onze kengetallen brengen we in kaart voor welke gebieden een regionaal warmtenet de beste oplossing is, wat de nationale kosten en baten zijn, en hoe een ontwerp voor dit systeem er op hoofdlijnen uit kan komen te zien. We benaderen hiermee het vraagstuk vanuit een **technisch en economisch** oogpunt.

Ons onderzoek is een **hoog-over studie** naar het verdelen en inpassen van een regionaal warmtesysteem in Zuid-Limburg en vormt het startpunt naar het nauwkeuriger doorrekenen en realiseren van regionale warmtenetten.

Om onafhankelijkheid en transparantie te borgen werken we met **PBL-startanalyse** data en de voor gemeenten opgestelde datapakketten van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). De startanalyse is gemaakt door PBL om gemeenten te helpen bij het vinden van een acceptabel alternatief voor het huidige verwarmen van gebouwen met aardgas. De Startanalyse bevat onderbouwde kosten voor gebouwaanpassingen gekoppeld aan een eindscenario (een aardgasvrij verwarmingssysteem). Voor een kostenindicatie van een regionale warmtenet werken we met onze eigen kengetallen.

Het onderzoek voeren we uit in de volgende **stappen**:

1. We bepalen warmtenetclusters met panden waarvan de baten van een aansluiting op een collectief warmtesysteem in potentie het grootst zijn³. De baten zijn gedefinieerd als het **verschil in nationale kosten**⁴ van een collectieve oplossing met afgiftesysteem van 70+°C (voorkeursoplossing) en het eerstvolgende beste (haalbare) alternatief. Ze zijn bepaald op basis van de fysieke kenmerken van de gebouwde omgeving zonder rekening te houden met de beschikbaarheid of de transport(kosten) van een warmtenet.

³ Panden waar een collectief systeem met afgifte +70°C als beste oplossing in de warmtetransitie benoemd wordt.

⁴ Nationale kosten zijn de totale **financiële** kosten in Nederland van alle maatregelen die nodig zijn om ergens (bijvoorbeeld in een buurt) een strategie uit te voeren, ongeacht wie die kosten betaalt, inclusief de baten van energiebesparing, maar exclusief belastingen, heffingen en subsidies.

2. We identificeren de warmtebronnen in de regio Zuid-Limburg waarvan de grootste bron Chemelot is met 200 MW⁵.
3. We ontwerpen voor 3 scenario's een mogelijk regionaal warmtenet op schetsontwerpniveau (200MW / 150MW / 150MW met 100% participatie⁶). Het te ontwerpen warmtenet bestaat uit primaire netten gekoppeld aan de warmtebronnen en een warmteoverdrachtstation (WOS) per warmtenetcluster uit stap 1.
4. We geven een kosteninschatting van het realiseren van de regionale warmtenet-infrastructuur.

Deze stappen zijn opgedeeld in **deelopdracht 1** (stap 1), en **deelopdracht 2** (stap 2-4). Het rapport is daarmee ook opgedeeld in 2 deelopdrachten en beschrijft bondig de methoden en resultaten. De **uitgebreide beschrijvingen** zijn toegevoegd als bijlagen.

Als laatste beschrijven we in het hoofdstuk Discussie de kaders en uitgangspunten die invloed hebben op de resultaten. Het onderzoek is uitgevoerd met regelmatige overleggen en feedback rondes met de werkgroep RSW Zuid-Limburg. Hiermee zijn gezamenlijk een aantal belangrijke beslissingen genomen zoals welke strategieën uit de startanalyse mee te nemen in onze analyse, mogelijke scenario's, en efficiënte inzet van de warmtebronnen. Deze keuzes worden onderbouwd in het rapport, en hebben logischerwijze ook invloed op de resultaten maar worden niet nogmaals besproken in het hoofdstuk Discussie.

⁵ Utility Support Group Chemelot (USG) heeft in het kader van de RES 1.0 een interne inschatting gemaakt van de hoeveelheid restwarmte met temperatuurniveau >70°C die momenteel onbenut is, en waar momenteel geen plannen voor benutting bestaan op het Chemelot terrein. Dit leverde 200MWth op, waarvan 75MWth op >90°C vrijkomt.

⁶ Ten behoeve van toekomstige verduurzaming en/of het mogelijk verdwijnen van restwarmtebronnen in de toekomst, zijn naast een maximaalscenario met 200MWth aan restwarmte ook twee meer behouden scenario's met 150MWth doorgerekend.



1 DEELOPDRACHT 1

De eerste deelopdracht beantwoordt de vraag voor welke gebieden een warmtenet (met afgiftetemperatuur van 70 graden of hoger) de beste oplossing zou zijn, als er lokaal een betaalbare warmtebron aanwezig was. Ook geeft het aan wat de maatschappelijke kosten en baten hiervan zijn.

1.1 Methode

Het eerste hoofdstuk behandelt de methode van deze deelopdracht. De basis voor de uitgevoerde analyses is de data uit de Startanalyse van PBL.

Als eerste beschrijven we de structuur van deze data en wat we hieruit hebben gebruikt (1.1.1). Daarna beschrijven we de analysestappen die we hebben uitgevoerd. Dit zijn: verwerken data Startanalyse PBL (1.1.2) en opstellen warmtenetcluster (1.1.3).

We schrijven hier de methode kort en bondig op, in *Bijlage B* staat de uitgebreide onderbouwing en toelichting van de methodiek.

1.1.1 Data Startanalyse PBL

PBL heeft de Startanalyse uitgevoerd voor alle buurten in heel Nederland.

Korte toelichting dataset

De dataset geeft informatie op buurt- en VBO-niveau over **vijf strategieën** (s1 tot en met s5) om gebouwen zonder aardgas te verwarmen. Elke strategie bestaat uit een **combinatie van technische maatregelen**: isolatiemaatregelen die zorgen voor energiebesparing en warmtetechnieken die voorzien in de resterende energiebehoefte. Binnen elke strategie worden verschillende varianten doorgerekend. Aan elke strategie worden de nationale kosten berekend gebaseerd op gemiddelde kosten op nationaal niveau. *Bijlage A1* geeft een overzicht van alle gegevens van deze datasets.

Dataset buurniveau

Via de website van PBL⁷ zijn datasets van deze analyse op buurniveau te downloaden. Deze datasets staan ook wel bekend als de gemeenterapportages. Voor dit project hebben we alle gemeenterapportages en bijbehorende data van de website van PBL gedownload voor de zestien gemeenten in RES-regio Zuid-Limburg.

Dataset VBO-niveau (gemeentedatapakket)

Naast deze gemeenterapportages stelt PBL een extra datapakket beschikbaar voor gemeenten. Dit datapakket bevat gedetailleerde informatie voor elk **verblijfsobject (VBO)** in een gemeente en is op aanvraag beschikbaar. De gemeente mag deze data vervolgens beschikbaar stellen aan derden voor het uitvoeren van vervolganalyses. Dit aanvullende datapakket hebben wij vanuit de gemeenten van de RSW-werkgroep ontvangen.

Beide datapakketten betreffen dezelfde doorrekening van de Startanalyse en kunnen dus aan elkaar gekoppeld worden. Het uitgangspunt van de analyse is om op **VBO-niveau** de analyse uit te voeren.

1.1.2 Verwerken Startanalyse data

Het verwerken van de data uit de Startanalyse is uitgevoerd in vier stappen.

1. Als basis is de dataset op VBO-niveau vanuit het gemeentelijk datapakket gebruikt. Deze dataset bevat op VBO-niveau alle kosten die zijn berekend van alle strategieën uit de Startanalyse. We hebben deze kosten overgenomen.
2. Per buurt zijn de kosten voor een warmtenet (collectieve oplossing met afgiftetemperatuur van 70+°C) overgenomen uit de Startanalyse. Om een **eerlijke vergelijking** ('level playing field') tussen verschillende clusters te maken, zijn de kosten voor de transportinfrastructuur en de warmtebron op 0 gezet. Een warmtenet zonder warmtebron is echter geen functioneel equivalent systeem met bijvoorbeeld individuele warmtepompen. Daarom zijn de kosten voor de bron via een generiek

⁷ <https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/2020>

inkooptarief (GJ-prijs) weer toegevoegd. Voor de verdere analyse hebben we dus de **volgende aanpassingen** doorgevoerd:

- a. Kosten van transportleidingen voor alle strategieën zijn op 0 gezet
 - b. Kosten voor de restwarmtebron zijn opnieuw berekend. Hierbij is een inkooptarief gehanteerd voor restwarmte (basislast) van 4 €/GJ (voor toelichting zie [par. 1.2.1](#) voor bepaling inkooptarief).
3. De **kosten die op buurniveau** berekend zijn voor het collectieve systeem zijn verdeeld over de verschillende VBO's in de buurt. Dit is gedaan naar rato van het aantal WEQ van de VBO. Vervolgens is een **correctie** toegepast voor de participatiegraad.
 4. Om een goede analyse uit te voeren hebben we de kosten op VBO-niveau vertaald naar pandniveau. De totale kosten per pand is de som van de kosten van alle VBO's die bij dat pand horen.⁸ We voeren hierna de analyse dus uit op **pandniveau**.

1.1.3 Opstellen warmtenetcluster

Als eerste hebben we de data uit de Startanalyse verwerkt en onze uitgangspunten eraan gekoppeld om op een eerlijke manier de baten te formuleren. De strategie met de laagste nationale kosten bepalen we op basis van de kosten per strategie op **pandniveau**.

- Per pand is de strategie met de laagste nationale kosten bepaald (MT-warmtenet of individuele warmtepompen). De keuze voor alleen deze twee strategieën wordt onderbouwd in [par. 1.2.4](#).
- Panden met een MT warmtenet als laagste nationale kosten zijn geclusterd tot "warmtenetcluster".⁹
- Per warmtenet cluster zijn alle belangrijke kenmerken berekend. De belangrijkste kenmerken zijn de warmtevraag en de baten.
- Als laatste stap is een correctie toegepast voor de participatiegraad. Hierdoor kunnen de baten van een cluster toch negatief worden, ondanks dat alleen panden zijn meegenomen die in eerste instantie positieve baten hadden (voor een toelichting van de methode van de correctie zie *bijlage B3* punt 6).

1.2 Bepalen uitgangspunten

Hoofdstuk 1.2 geeft toelichting op de doorslaggevende keuzes die we hebben gemaakt om de analyse uit te kunnen voeren. Deze uitgangspunten/randvoorwaarden vormen belangrijke bouwstenen voor de analyse en worden hieronder uitgebreid toegelicht.

⁸ Voor grondgebonden woningen bevat een pand meestal maar 1 VBO, dus zijn de kosten op VBO en op pand niveau gelijk. Voor appartementengebouwen, bedrijfsverzamelgebouwen etc. bevat een pand meerdere VBO's en zijn de kosten voor het hele pand de som van de VBO's in dat pand.

⁹ Zie Bijlage B3 voor een meer gedetailleerde beschrijving van de methode en Paragraaf 1.2.3 voor de belangrijkste aannames in de clustermethode.

1.2.1 Inkooprij restwarmte

In dit project hebben wij gewerkt met een generieke **inkooprij voor restwarmte van 4 €/GJ**. Met inkooprij bedoelen we in dit geval de nationale kosten voor het beschikbaar maken van de restwarmte. De inkooprij bevat de volgende onderdelen:

- Investering installatie om in te takken op bestaande installatie;
- Investering terreinleiding om de warmte naar de rand van het fabrieksterrein te transporteren;
- Investering pompen voor het transport over de terreinleiding;
- Investering warmtewisselaar op de rand van het fabrieksterrein;
- Investering kleine technische ruimte op de rand van het fabrieksterrein;
- Herinvesteringen van de benodigde onderdelen;
- Kosten onderhoud en beheer.

In deze inkooprij zit dus **niets voor de piek- en back-up voorziening, geen winstmarges en belastingen**. De kosten zijn teruggerekend naar een inkooprij in €/GJ door bovenstaande kosten voor een looptijd van 30 jaar te berekenen. Aanname is dat alle investeringen in jaar 1 geschieden. Vervolgens zijn deze kosten verdisconteerd met een discontovoet van 3% (= maatschappelijke discontovoet waarmee wordt gerekend in de Startanalyse) en gesommeerd over de 30 jaar. Deze som van kosten is gedeeld door het totaal aantal GJ's dat wordt geleverd uit de restwarmtebron.

Greenvis heeft bovenstaande analyse hoog-over uitgevoerd voor 3 verschillende situaties. Hieruit kwam steeds een inkooprij in de bandbreedte van 3-4 €/GJ. Een kanttekening hierbij is dat deze situaties kleinschaligere restwarmtebronnen betreffen dan de bronnen op Chemelot met een niet continu aanbodprofiel van restwarmte. Een inkooprij van 4 €/GJ is dus een **conservatieve inschatting** van de kosten.

1.2.2 Analyse op pandniveau

Zoals beschreven in paragraaf 1.1.3 is bij het opstellen van de clusters gewerkt op pandniveau. In de Startanalyse zijn de kosten steeds op VBO-niveau berekend. Wij hebben in onze analyse de data op VBO-niveau opgeteld per pand. De reden hiervoor is dat bij **het aansluiten van een warmtenet in de praktijk een pand in zijn geheel wordt aangesloten**. Het is niet realistisch dat in bijvoorbeeld een flatgebouw de helft van de appartementen wel aan het warmtenet wordt aangesloten en de andere helft niet.

1.2.3 Aannames clustermethode

De panden met een MT warmtenet als laagste nationale kosten worden geclusterd met elkaar. Voor het clusteren wordt gewerkt met **een buffer met een straal van 10m** vanaf de buitengevel van het pand voor panden **met 1 WEQ** aan warmtevraag, 20m voor panden met een 2 WEQ aan warmtevraag, enzovoorts, **tot 60m voor panden met 6 WEQ** of meer aan warmtevraag. Deze buffergrootte is gebaseerd op expertise en ervaring van Greenvis in eerder uitgevoerde, vergelijkbare projecten.

1.2.4 Bepaling baten MT-warmtenet

Voor het bepalen van de baten van een warmtenet met restwarmte als bron zijn keuzes gemaakt welke strategieën uit de Startanalyse wel en niet zijn meegenomen. We hebben voor onze analyse alleen strategie 1 meegenomen, hieronder wordt per strategie de keuze toegelicht.

Strategie 1 – individuele elektrische warmtepomp

Meegenomen in de bepaling van de baten.

Strategie 2 – warmtenet met MT- of HT-bron

De strategieën met geothermie (**S2b en S2e**) **zijn niet meegenomen** in de bepaling van de baten. De belangrijkste reden hiervoor is dat de potentie nog onzeker is en waarschijnlijk zeer beperkt. Daarnaast is het nog niet bekend wat de risico's zijn van de toepassing van geothermie in Limburg.

De strategieën met **restwarmte (S2a en S2d) vormen de basis** voor deze analyse en zijn aangepast zoals beschreven in *Bijlage B1*.

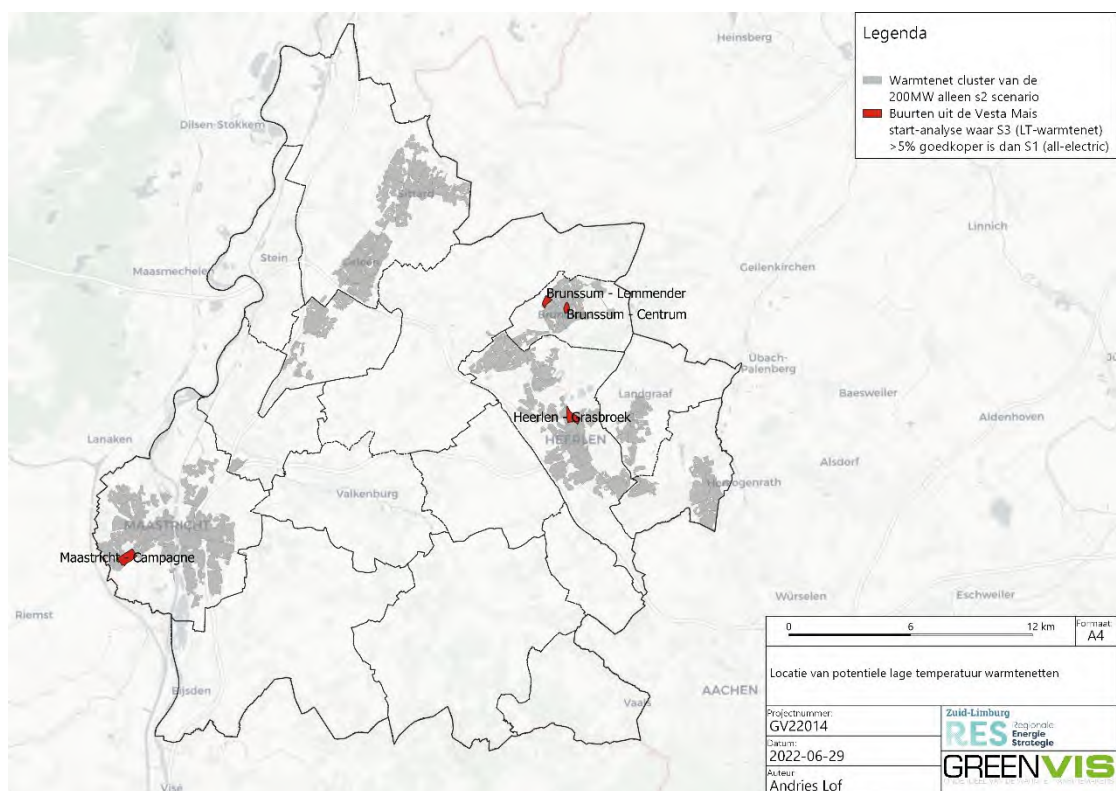
Strategie 3 – warmtenet met LT-bron

De strategieën met lage temperatuur bronnen zijn **niet meegenomen** in de bepaling van de baten. In veel buurten wordt binnen strategie 3 maar een klein aandeel van de panden aangesloten op het warmtenet, de overige panden worden verwarmd met individuele warmtepompen (strategie 1).

Het is door de mix van 2 strategieën in 1 buurt een stuk complexer om de verschillende kostenposten voor het collectieve systeem aan de juiste woningen te alloceren. Met name het verdelen van de inkoopkosten voor elektriciteit is achteraf niet goed mogelijk. Strategie 1 en strategie 3 gebruiken beide namelijk elektriciteit; de inkoopkosten voor elektriciteit zijn alleen geaggregeerd per buurt te vinden in de resultaten van de Startanalyse. Deze kostenpost is juist de allergrootste en vertegenwoordigt typisch 30%-50% van de totale kosten.

We hebben daarom gekozen om deze strategie uit de analyse te laten. Wel hebben we geanalyseerd wat **het effect van deze keuze** is. Hiervoor hebben we van alle buurten het kostenverschil uitgerekend tussen de goedkoopste variant van strategie S3 en de goedkoopste variant van strategie S1. Voor 4 buurten binnen de gehele regio (422 buurten) is strategie S3 meer dan 5% goedkoper dan strategie S1; Voor alle ander buurten is S3 slechts een paar procent goedkoper dan S1, óf is S1 juist goedkoper dan S3.

In *Figuur 1* hebben we de **4 buurten** aangemerkt waar S3 meer dan **5% goedkoper is dan S1**.



Figuur 1. Strategie S3 uit de Startanalyse hebben wij niet meegenomen in onze analyse; In rood 4 buurten aangemerkt waar S3 meer dan 5% goedkoper is dan S1. In grijs alle buurten die worden aangesloten in scenario 1 van deelopdracht 2.

Strategie 4 & 5 – groengas & waterstof

Ook groengas & waterstof zijn **niet meegenomen** in de bepaling van de baten. De reden hiervoor is de verwachting dat groengas en waterstofgas niet op korte termijn in grote hoeveelheden beschikbaar komen. Wanneer groengas en/of waterstof wel beschikbaar komt, dan zijn er allereerst toepassingen met een hogere prioriteit dan de verwarming van de gebouwde omgeving.¹⁰

Wanneer na de toepassing van groengas en/of waterstof daarvoor nog steeds een deel over is, dan is de inzet hiervan het meest logisch in gebieden die daar het meeste baat bij hebben. Dit zijn gebieden die typisch een lage warmtevraagdichtheid hebben en daarmee juist niet geschikt zijn voor een warmtenet.

¹⁰ Zie ook de waterstofladder van Natuur & Milieu <https://www.natuurenmilieu.nl/themas/energie/projecten-energie/waterstof/waterstof-de-waterstofladder/>

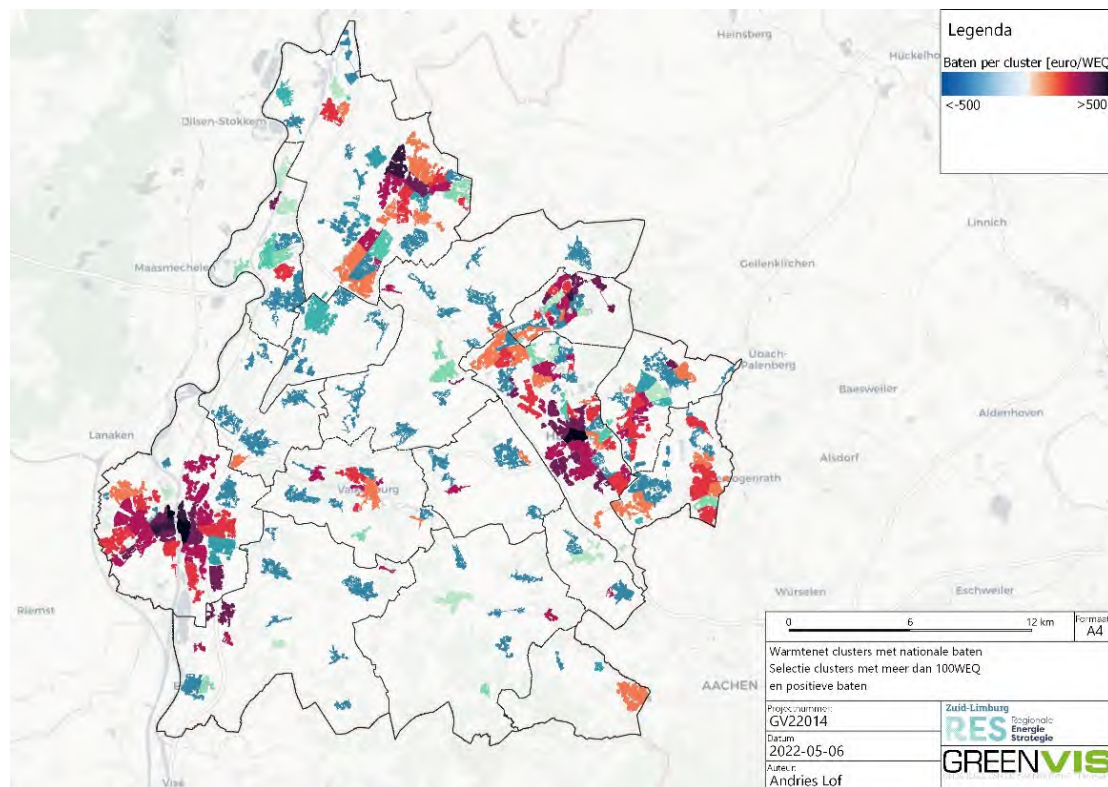
1.3 Tussenresultaten

Deelopdracht 1 resulteert in een **batenkaart per warmtenetcluster** van RES-regio Zuid-Limburg zoals hieronder weergegeven in *Figuur 2* en *Figuur 3*. De paarse clusters zijn de gebieden met de meeste baten en de blauwe clusters zijn gebieden met de minste baten.

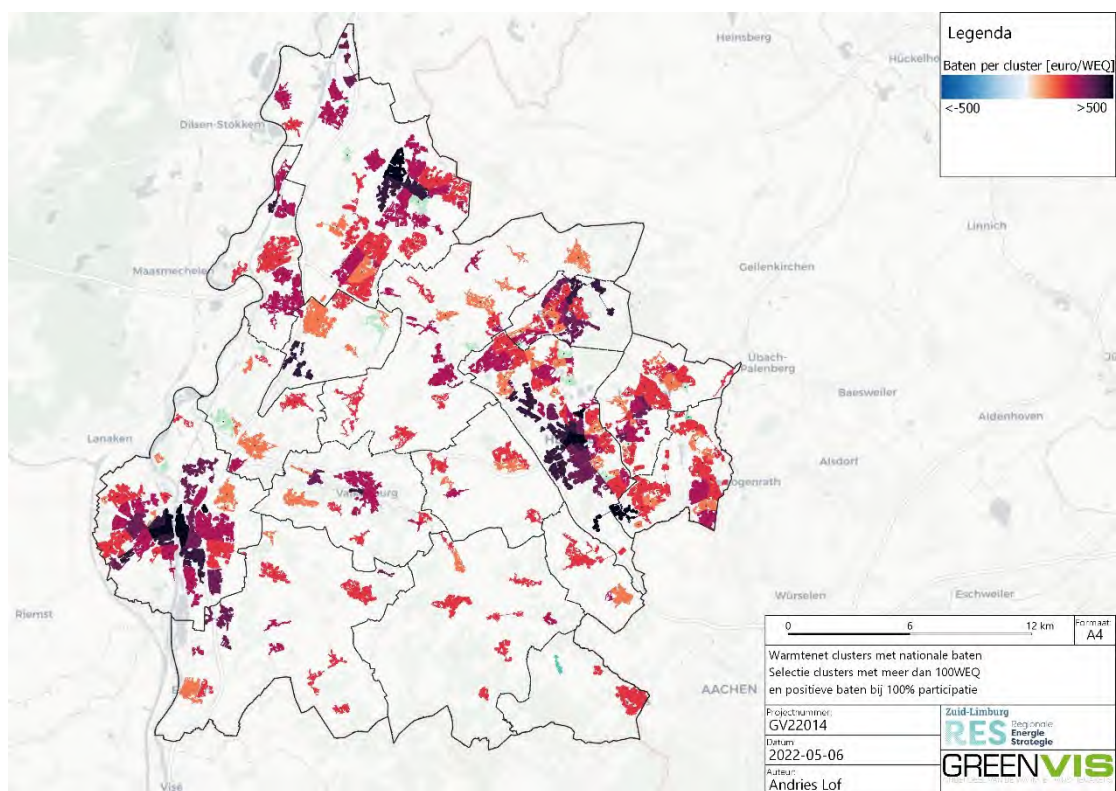
Belangrijk om te benoemen is dat de waarde van de baten niet het absolute kostenverschil is van de strategie. De baten zijn in de Startanalyse namelijk berekend in euro/WEQ/jaar inclusief een verdisconteringsfactor. Een aantal aanvullende rekenstappen is nodig om het absolute kostenverschil te bepalen. De batenkaart is vooral bedoeld om de **relatieve verschillen** tussen de clusters inzichtelijk te maken.

Figuur 2 zijn de baten weergegeven voor de warmtenetclusters met de selectie van panden die in eerste instantie **positieve baten hebben bij het warmtenet**. In de laatste stap van de analyse is een correctie toegepast voor de participatiegraad. Hierdoor kunnen de baten van een cluster toch negatief worden, ondanks dat alleen panden zijn meegenomen die in eerste instantie positieve baten hadden. Hoe deze correctie is toegepast wordt uitgebreid toegelicht in *bijlage B3*.

De batenkaart in *Figuur 3* is bepaald o.b.v. een **participatie van 100%**. Ervan uitgaand dat alle panden (ook panden met negatieve baten) in een buurt meedoen aan het warmtenet wanneer er een warmtenet komt. Doordat de kosten voor een buurnet in dit geval verdeeld zijn over meer panden dan *Figuur 2* resulteert dit in een kaart met gemiddeld relatief hogere baten.



Figuur 2. Batenkaart warmtenetcluster RES-regio Zuid-Limburg o.b.v. een participatie van alleen de panden met positieve baten; Dit zijn gebieden waar warmtenetten de grootste meerwaarde hebben t.o.v. andere duurzame verwarmingsoplossingen. Het uitgangspunt bij deze kaart is dat enkel die panden op een warmtenet aansluiten waar het aansluiten op het warmtenet goedkoper is dan met individuele warmtepompen van het aardgas afgaan. Restwarmte wordt dus enkel daar ingezet waar alternatieven (veel-) duurder zijn.



Figuur 3: batenkaart warmtenetcluster RES-regio Zuid-Limburg o.b.v. een participatie van 100%: dit zijn gebieden waar warmtenetten de grootste meerwaarde hebben ten opzichte van andere duurzame warmteoplossingen. Het uitgangspunt bij deze kaart is dat alle panden in de buurt van een warmtenet erop aangesloten worden, ook die panden waar een individuele warmtepomp goedkoper zou zijn dan aansluiten op het warmtenet (blauwe clusters uit Figuur 2)

De totale vraag van alle warmtenetclusters die volgen uit deze deelopdracht is hoger dan de hoeveelheid beschikbare restwarmte op Chemelot. Daarom gaan we in **deelopdracht 2** bepalen voor welke clusters de restwarmte het **meest efficiënt** ingezet kan worden.

Aan de hand van de baten en kosten voor transportleidingen werken we in deelopdracht 2 voor drie scenario's het regionale warmtenet uit.



2 DEELOPDRACHT 2

Het tweede deelopdracht beantwoordt de vraag hoe een regionaal warmtesysteem in Zuid-Limburg er op hoofdlijnen uit komt te zien wanneer het realiseren van maximale baten met de beschikbare warmtebronnen wordt nagestreefd.

3.1 Methode

Deelopdracht 2 bouwt voort op de warmtenetclusters uit deelopdracht 1. Aan de hand van de warmtenetclusters en de aanwezige warmtebronnen werken we voor **3 scenario's een schetsontwerp** uit van mogelijke regionale warmtenetten.

In overleg met de werkgroep is gekozen om voor de volgende drie scenario's een schetsontwerp te maken voor een mogelijk warmtenet.

- Scenario 1: 200MW restwarmte, participatie binnen warmtenetclusters alleen voor de panden met positieve baten; (*Figuur 6*)
- Scenario 2: 150MW restwarmte, participatie binnen warmtenetclusters alleen voor de panden met positieve baten; (*Figuur 7*)
- Scenario 3: 150MW restwarmte, 100% participatie binnen de door Greenvis getekende warmtenetcluster, dus ook voor panden met negatieve baten. (*Figuur 8*)

Scenario 1 is het basisscenario waar er 200MW beschikbare vermogen is vanuit Chemelot. Dit is berekend door USG en is het huidige onbenutte overschot van restwarmte van Chemelot met temperatuurniveau >70°C.

Scenario 2 is een realistisch scenario voor de toekomst. Rekening houdend met toekomstige verduurzaming en/of te mitigeren van risico op mogelijk verdwijnen van restwarmtebronnen in de toekomst is 150MW een meer robuuste keuze.

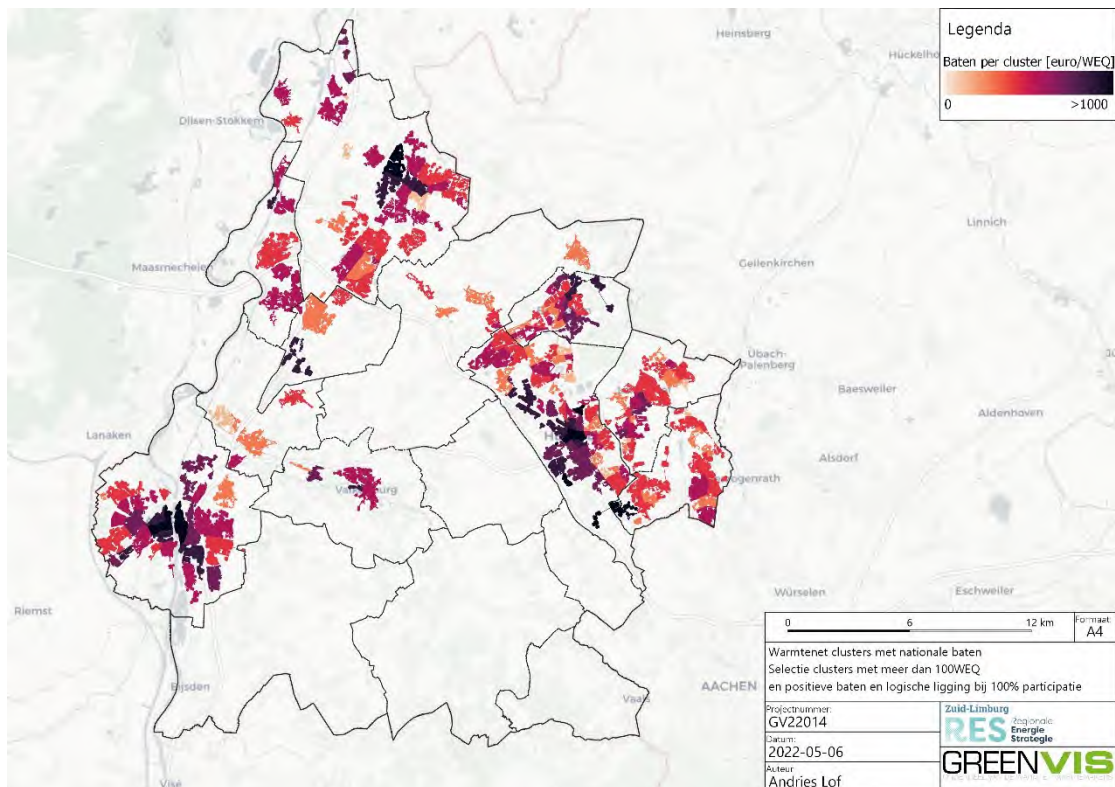
Scenario 3 is voorgesteld door Greenvis. Dit is een scenario met 100% participatie, oftewel alle woningen in een warmtenetcluster aansluiten op warmtenetten, dus ook de woningen die eigenlijk voordeliger is aan te sluiten op individuele warmtepompen volgens Startanalyse. Dit voorstel is gedaan omdat financiële haalbaarheid van een warmtenet afhankelijk is van de hoeveelheid aangesloten panden binnen een cluster. In de praktijk komt een warmtenet alleen van de grond bij voldoende deelname. In de wet- en regelgeving komen binnenkort mogelijk instrumenten waardoor de gemeenten deze hogere participatiegraad kan stimuleren. In de praktijk zal de uiteindelijke participatie aan het warmtenet variëren afhankelijk van de lokale situatie en waarschijnlijk nooit de 100% halen. Het voorstel is om 100% participatie in beeld te brengen. Enerzijds om aan te geven welke clusters minimaal logisch zijn om aan te sluiten, bij 100% participatie is het vermogen namelijk 'het snelst op'. Anderzijds omdat de keuze voor een ander percentage dan 100% een subjectieve keuze is. Met 100% participatie brengen we dus het een ander uiterste in beeld.

We beschrijven ook in deelopdracht 2 kort en bondig onze methode, de uitgebreide toelichting is te vinden in *Bijlage B*. We hebben als eerste een selectie van de warmtenetclusters gemaakt per scenario (3.1.2) en daarna hebben we per scenario met de resterende warmtenetclusters een warmtenet gedimensioneerd en begroot (3.1.3).

3.1.1 Warmtebronnen

De warmtebronnen voor een mogelijke regionaal warmtenet bestaan uit Chemelot (200MW) en aantal lokale bronnen. We hebben een **correctie** doorgevoerd voor de bestaande warmtenetten en bronnen. De bestaande duurzame warmtenetten hebben we niet meegenomen in onze analyse (zowel de bronnen als de warmtenetclusters niet). Nieuwe lokale bronnen en warmtenetten aangesloten op WKK's hebben we wel meegenomen in onze analyse. Voor een uitgebreide en visuele toelichting zie *bijlage B2*.

3.1.2 Selectie clusters per scenario



Figuur 5: resterende warmtenetclusters bij 100% aansluiten op het warmtenet na voorselectie

2. Voor de resterende clusters is een **ontwerp** gemaakt vanaf de warmtebron (Chemelot) naar het middelpunt van ieder cluster. Het startpunt van het tracé is de zuidwestelijke hoek van het bedrijventerrein Krawinkel (zuidoosten van het Chemelot-terrein). Dit is gebaseerd op een eerdere studie van Tebodin.
3. Vervolgens zijn in een **iteratief** proces de leidingen verwijderd met de laagste baten in verhouding tot de investeringen.
4. Het iteratieve proces van leidingen verwijderen stopt wanneer de vermogensvraag van de resterende aangesloten clusters gelijk is aan het beschikbare bronvermogen in het scenario.

3.1.3 Dimensionering en begroting

Als laatste stap worden alle leidingen voor het aansluiten van de geselecteerde warmtenetclusters gedimensioneerd en kosten geraamd per sectie.

1. Het resterende warmtenet is **gedimensioneerd**; uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de dimensionering zijn te vinden in *Bijlage B5*.
2. Van het gedimensioneerde leidingnet is tenslotte een **kostenraming** gemaakt. Deze kostenraming is gebaseerd op kengetallen van Greenvis.

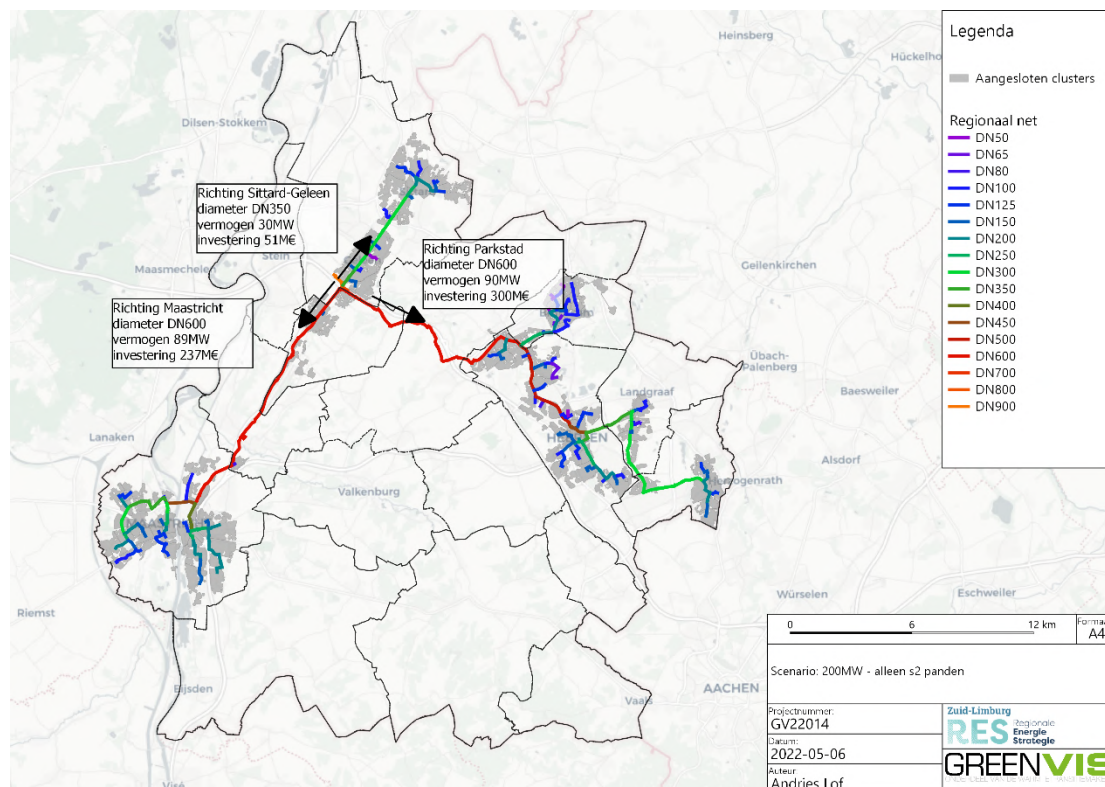
3.2 Resultaten

Deelopdracht 2 resulteert in 3 tracé ontwerp voor drie scenario's van een mogelijke regionale warmtenet.

3.2.1 Scenario 1

In scenario 1 is **200 MW restwarmte (+9 MW lokale bronnen)** beschikbaar en worden alleen de panden met positieve baten aangesloten binnen de door ons getekende warmtenetclusters. In dit scenario kunnen dus de meeste clusters worden aangesloten van de 3 scenario's.

In *Figuur 6* is het resulterende regionale netontwerp te zien. In dit net ontstaan 3 belangrijke hoofdtakken: in de richting van Sittard-Geleen (boven de A76), in de richting van Maastricht (onder de A76) en in de richting van Parkstad. In de figuur zijn de belangrijkste kenmerken zoals kosten per hoofdtak weergegeven.

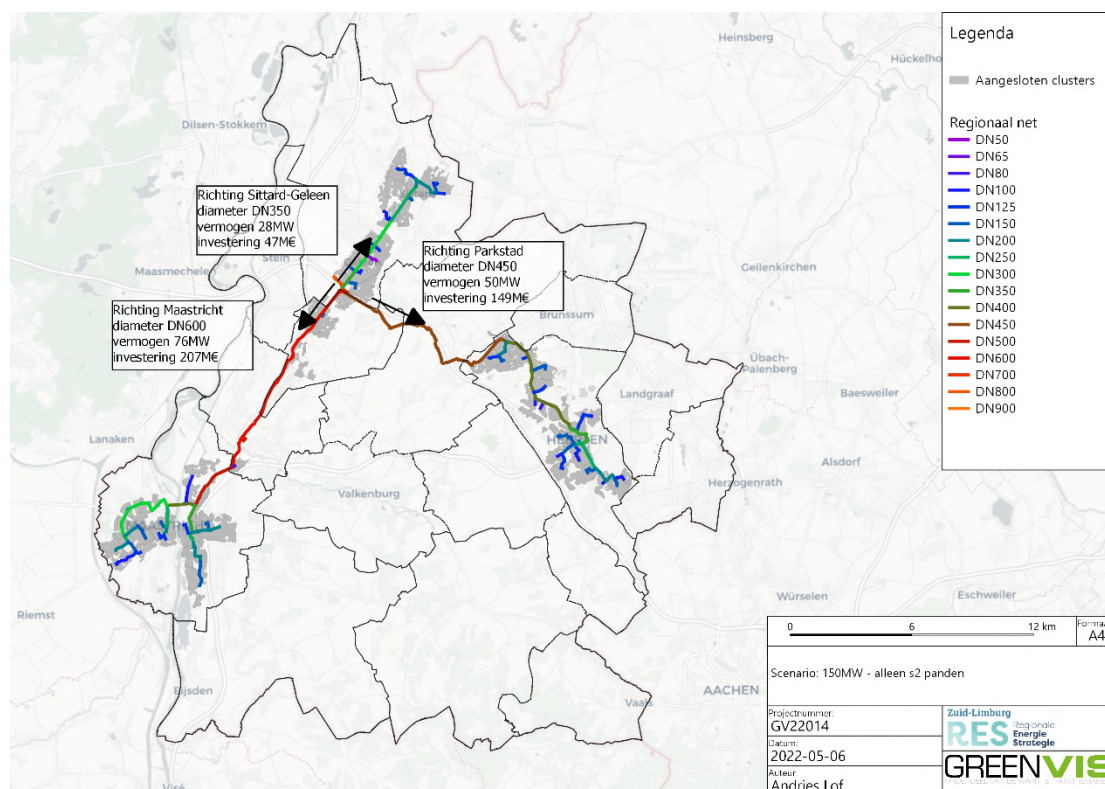


Figuur 6. Regionaal warmtenet voor scenario 1. In dit scenario worden alle restwarmte en aantal lokale warmtebronnen benut. Alleen de panden waar een warmtenet de goedkoopste duurzame oplossing is worden in dit scenario aangesloten (Figuur 4). In dit net ontstaan 3 hoofdtakken. In de kaders zijn de belangrijkste kenmerken per tak weergegeven: de diameter aan het begin van de tak, het totale basislastvermogen dat in de betreffende richting wordt geleverd en de totale investeringen van alle transportleidingen in de tak tot aan alle clusters.

3.2.2 Scenario 2

In scenario 2 is **150 MW restwarmte (+4 MW lokale bronnen)** beschikbaar en worden alleen de panden met positieve baten aangesloten binnen de door Greenvis getekende warmtenetclusters. In dit scenario is 55 MW minder vermogen beschikbaar. Dit zorgt voor het wegvallen van ongeveer een kwart van de clusters. Met name in regio Parkstad vallen veel clusters af. Deze clusters vallen af omdat ze de minste baten hebben in relatie tot de leidingen die naar de clusters aangelegd moet worden (rendabiliteit leidingen).

In *Figuur 7* is het resulterende regionale netontwerp te zien. In dit net ontstaan 3 belangrijke hoofdtakken: in de richting van Sittard-Geleen (boven de A76), in de richting van Maastricht (onder de A76) en in de richting van Parkstad. In de figuur zijn de belangrijkste kenmerken zoals kosten per hoofdtak weergegeven.

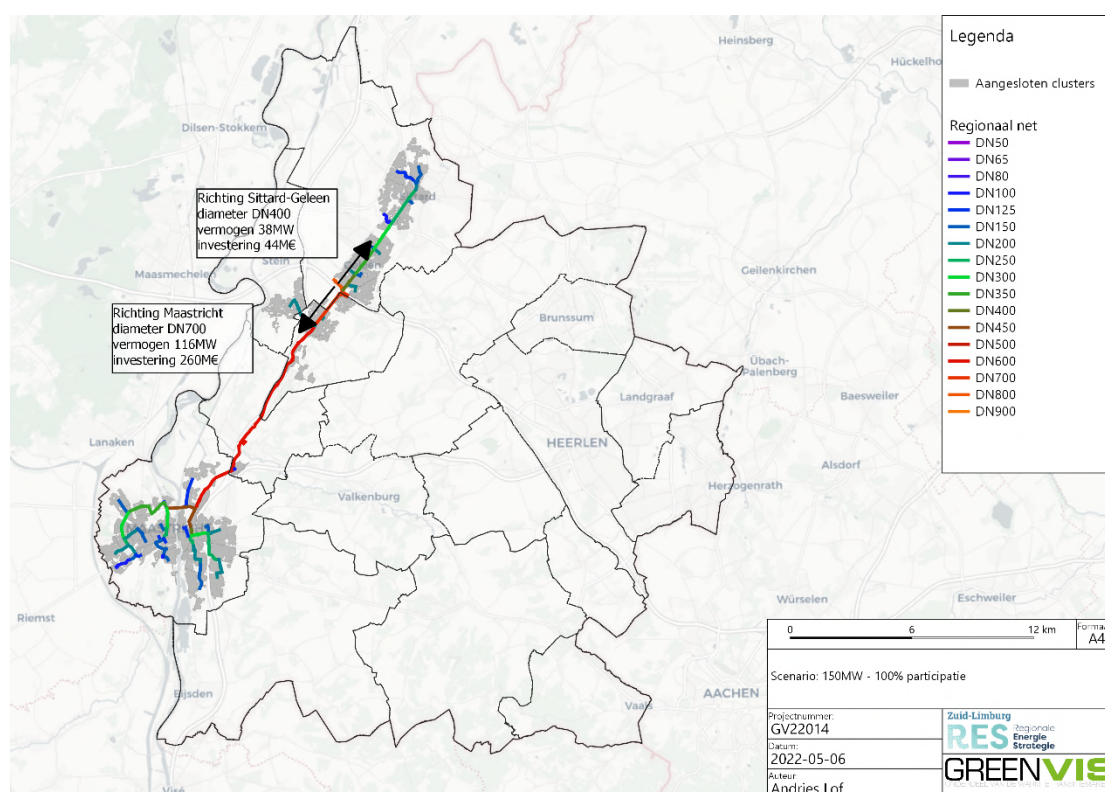


Figuur 7. Regionaal warmtenet voor scenario 2. In dit scenario is 150 MW restwarmte beschikbaar en worden alleen de panden waarvoor warmtenet de goedkoopste beschikbare duurzame oplossing is aangesloten op het warmtenet (Figuur 4). In de kaders zijn de belangrijkste kenmerken per tak weergegeven: de diameter aan het begin van de tak, het totale basislastvermogen dat in de betreffende richting wordt geleverd en de totale investeringen van alle transportleidingen in de tak tot aan alle clusters.

3.2.3 Scenario 3

In scenario 3 is **150 MW restwarmte (+4 MW lokale bronnen)** beschikbaar en worden **alle panden** aangesloten binnen de door ons getekende warmtenetclusters, dus ook voor panden met negatieve baten. In dit scenario is evenveel vermogen beschikbaar als in scenario 2, maar door de hogere deelname is de **vermogensvraag per cluster veel hoger**. De transportleiding naar regio Parkstad levert hierdoor te weinig baten op en valt daarom helemaal weg. Door het wegvallen van de vraag in regio Parkstad is er voor de andere regio's in verhouding met scenario 2 meer vermogen beschikbaar. Hierdoor worden in de andere regio's een aantal clusters extra aangesloten t.o.v. scenario 2.

In Figuur 8 is het resulterende regionale netontwerp te zien. In dit net ontstaan 2 belangrijke hoofdtakken: in de richting van Sittard-Geleen (boven de A76) en in de richting van Maastricht (onder de A76). In de figuur zijn de belangrijkste kenmerken zoals kosten per hoofdtak weergegeven.



Figuur 8. Regionaal warmtenet voor scenario 3. In dit scenario is 150 MW restwarmte beschikbaar en worden alle panden aangesloten binnen de warmtenetclusters op het warmtenet, dus ook panden waarvan individuele oplossing eigenlijk goedkoper is dan aansluiten op een warmtenet (Figuur 5). In dit net ontstaan 2 hoofdtakken. In de kaders zijn de belangrijkste kenmerken per tak weergegeven: de diameter aan het begin van de tak, het totale basislastvermogen dat in de betreffende richting wordt geleverd en de totale investeringen van alle transportleidingen in de tak tot aan alle clusters.

4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE

Ons onderzoek naar een regionaal warmtesysteem in Zuid-Limburg levert inzicht in hoe de grote hoeveelheid (rest)warmte van Chemelot vanuit een technisch en economisch perspectief kan worden verdeeld, opdat de grootste nationale baten ermee gerealiseerd kunnen worden. Dit inzicht vormt een startpunt voor verdere nauwkeurige analyse voor het ontwikkelen en realiseren van een regionaal warmtenet.

Het onderzoek leidt tot twee hoofdconclusies. Er is ruim voldoende warmte om een regionaal warmtenet te realiseren voor de gebouwde omgeving in Zuid-Limburg. Vanuit een technisch en economisch oogpunt levert het aansluiten op een warmtenet vooral voordelen op in de stedelijke gebieden. Vooral de steden Maastricht, Sittard-Geleen en Heerlen zijn relatief gunstig om aan te sluiten op een warmtenet.

De resultaten van deze studie moeten gezien worden als de afbakening van een zoekgebied waarin de nationale baten het hoogst zijn en tegelijkertijd een positieve business case voor een regionaal warmtenet mogelijk zou kunnen zijn. Op basis van de scenario's zien we dat zowel aftakkingen richting Sittard, Parkstad als richting Maastricht opties zijn om als business case te onderzoeken.

Voor dit onderzoek zijn er kaders en uitgangspunten gesteld die het onderzoek mogelijk maken binnen beperkte middelen, maar dit beïnvloedt ook de interpreteerbaarheid van de resultaten. Het is onmogelijk om in dit onderzoek alle factoren mee te nemen voor het bepalen van een regionaal warmtesysteem. Verdere analyse is een vereiste om een regionaal warmtesysteem te ontwikkelen en te realiseren.

De volgende **kaders en uitgangspunten** zijn belangrijk om mee te nemen bij de interpretatie van de resultaten en voor de vervolgonderzoeken.

- **Uitkoppelpunt Chemelot:** Chemelot beslaat een groot terrein. We hebben een uitkoppelpunt aan de zuidoostzijde van Chemelot als uitgangspunt genomen voor de analyse. Dit heeft gevolgen voor de warmtenetclusters met de meeste baten. Door dit uitgangspunt is het relatief minder gunstig om de clusters aan de westkant van Chemelot aan te sluiten op een mogelijk warmtenet, zoals die in Stein. In de beperkte scope van deze studie is het niet mogelijk geweest meerdere uitkoppelpunten te modelleren. Uit deelopdracht 1 blijkt echter dat ook voor Stein er gebieden bestaan waar de baten van een warmtenet hoog zijn (zie ook afbeelding 4 en 5 in paragraaf 3.1.2).
- Ons onderzoek is gebaseerd op data uit de **Startanalyse van PBL**. Dit vormt een gelijke basis om alle gebouwen en de verschillende verduurzamingsstrategieën te vergelijken. De berekening in de Startanalyse is echter gebaseerd op gemiddelden voor Nederland en is een eerste grove berekening. Bij eventuele vervolgstudies is het belangrijk dat er in meer detail naar de lokale situatie wordt gekeken.
- **Bron Chemelot:** we zijn uitgegaan van het huidige aanbod (200MW) van de warmtebronnen, en hebben ook rekening gehouden met een toekomstig scenario van 150 MW, bijv. in functie van bronrisicospreiding. Er is geen aanvullend bronnenonderzoek gedaan. Door de eigenschappen van de chemische processen zal er ook bij verduurzaming op Chemelot nog steeds veel restwarmte beschikbaar zijn.
- We hebben getracht een realistisch schetsontwerp van verschillende mogelijke regionale warmtenetten te maken. Ze volgen de meest logische route langs het bestaande wegennet. In de kostenraming is rekening gehouden met het type verharding (asfalt vs. klinkers). In zowel het ontwerp als de kostenraming is nog geen rekening gehouden met type ondergrond, bestaande ondergrondse infrastructuur, stijgingen/daling van het landschap etc. Het is bijvoorbeeld goed

mogelijk dat het aanleggen van leidingen in centrum Maastricht door de drukke ondergrond, beschermd stadsgezicht en archeologische waarde bovengemiddelde kosten vergt, waar aanleg in Sittard-Geleen, Beek, Stein of delen van Parkstad deze kostenverhoging mogelijk niet kent. Deze onzekerheid maakt dat scenario 3 er ook anders uit had kunnen zien als hierin wel gedifferentieerd was. Dit voert te ver voor deze studie, maar is een aandachtspunt voor interpretatie en conclusies.

- **Duurzame factoren:** in dit onderzoek zijn geen effecten op duurzaamheid/milieu onderzocht tussen de verschillende scenario's. Denk hierbij aan benodigde hoeveelheid primaire energie, reductie van CO₂-uitstoot, omgevingsimpact en ruimtebeslag, kwaliteit lucht, water en bodem.
- **Economische factoren:** dit onderzoek is gebaseerd op nationale kosten en baten, daarnaast is een kosteninschatting gemaakt voor het transportnet. Factoren als kosten voor eindgebruikers, business case en juridische kaders zijn niet meegenomen. Dat betekent dat het niet vanzelfsprekend is dat de scenario's ook realiseerbaar zijn in de praktijk.

Bijlagen

A. Toelichting en uitgangspunten

A1. Strategieën uit de Startanalyse

Strategie 1 – individuele elektrische warmtepomp: elke woning of elk gebouw wordt voorzien van een individuele elektrische warmtepomp.

Strategie 2 – warmtenet met MT- of HT-bron: alle woningen en gebouwen worden aangesloten op een nieuw te ontwikkelen warmtenet die warmte levert op ongeveer 70 °C (MT, midden temperatuur). Het net wordt gevoed uit een warmtebron op MT- tot HT-niveau en een hulpketel op groengas.

Strategie 3 – warmtenet met LT-bron: woningen en gebouwen worden aangesloten op een nieuw te ontwikkelen warmtenet dat gevoed wordt met warmte op lage temperatuur (LT, lage temperatuur ongeveer 30 °C), vanuit verschillende typen LT-warmtebronnen. Deze temperatuur is te laag om direct in te zetten voor ruimteverwarming en warm tapwater. Dat kan met een collectieve voorziening voor het warmtenet of individueel per woning of gebouw.

In de meeste gevallen wordt maar een klein deel van de panden in een buurt verwarmd met het warmtenet; de overige panden krijgen een individuele warmtepomp (strategie 1). Dit kan gebeuren omdat de capaciteit van de warmtebron niet toereikend is voor alle panden in de buurt, of omdat strategie 1 een goedkopere optie is voor een pand.

Strategie 4 – groengas: elke woning of gebouw krijgt een individuele hybride warmtepomp, of een Hr-ketel. De hybride warmtepomp verbruikt groengas en elektriciteit voor ruimteverwarming en warm tapwater. Het isolatieniveau van alle woningen en utiliteit wordt aangepast naar minimaal schillabel B.

Strategie 5 – waterstof: elke woning of gebouw krijgt een individuele hybridewarmtepomp, of een Hr-ketel. De hybride warmtepomp verbruikt waterstof en elektriciteit voor ruimteverwarming en warm tapwater. Het isolatieniveau van alle woningen en utiliteit wordt aangepast naar minimaal schillabel B.

B. Methode

B1. [Deelopdracht 1] Verwerking Startanalyse data

De volgende stappen zijn gevolgd in de verwerking van de Startanalyse data voor dit project.

1. Als basis is het "GemeenteDatapakket RES Zuid-Limburg" gebruikt. Deze dataset bevat de kosten die op verblijfsobject- (VBO) niveau zijn berekend (K08, K09, K14) voor alle gemeenten en alle strategieën uit de Startanalyse (S1 t/m S5)¹¹.
 - a. We nemen de kosten K08, K09 en K14 uit deze dataset over. In de berekening op VBO-niveau is rekening gehouden met het schillabel van het pand, deze berekening geeft daarom de meest realistische kosteninschatting voor deze kostenposten.
 - b. De strategie S2F is gebruikt voor de kosten op VBO-niveau voor de "collectieve oplossing met afgiftetemperatuur van 70+°C".
2. Per buurt hebben wij een nieuwe strategie opgesteld voor de "collectieve oplossing met afgiftetemperatuur van 70+°C". Deze strategie noemen we vanaf nu S2D*.
 - a. Voor buurten waar S2D is doorgerekend hebben we deze strategie overgenomen om strategie S2D* op te stellen. Om tot een eerlijke kostenvergelijking te komen tussen de verschillende clusters en strategieën zijn er een aantal aanpassingen gedaan aan **S2D om tot S2D*** te komen. In Tabel 1 zijn de verschillende kostenposten uit de dataset op buurniveau weergegeven en waar gegevens zijn aangepast. Een "-" betekent dat er geen aanpassingen aan de data is gedaan en de data 1-op-1 is overgenomen.

¹¹ Een toelichting van de verschillende strategieën is te vinden in bijlage A1.

- i. Om een eerlijke vergelijking ('level playing field') tussen verschillende clusters te maken, zijn de kosten voor de transportinfrastructuur (K06) en de warmtebron (K07) op 0 gezet. Een warmtenet zonder warmtebron is echter geen functioneel equivalent systeem met bijvoorbeeld individuele warmtepompen. Daarom zijn de kosten voor de bron via een generiek inkooptarief (GJ-prijs) weer toegevoegd, zie ook punt iii.
 - ii. De kosten die op gebouwniveau berekend kunnen worden (K08, K09 en K14) zijn niet overgenomen uit de dataset op buurtniveau, maar zijn uit de dataset op VBO-niveau gehaald, zie ook 1.¹²
 - iii. De inkoopkosten voor warmte (basislast) zijn opnieuw berekend voor de "collectieve oplossing met afgiftetemperatuur van 70+°C". Als inkoopprijs voor restwarmte (basislast) is 4 €/GJ gehanteerd; een onderbouwing van deze inkoopprijs is te vinden in paragraaf 1.2.1. De basisbron levert 80% van de totale warmtevraag, dit is overgenomen van de uitgangspunten uit de Startanalyse.
- b. Voor buurten waar de strategie S2D niet is doorgerekend hebben we de strategie S2F gebruikt om strategie S2D* op te stellen. Om tot een eerlijke kostenvergelijking te komen tussen de verschillende clusters en strategieën zijn er een aantal aanpassingen gedaan aan **S2F om tot S2D*** te komen.
- i. We hebben dezelfde aanpassingen gedaan als beschreven bij a.i - a.iii
 - ii. Naast de bovengenoemde aanpassingen hebben we ook het onderhoud en de beheerskosten (K15) aangepast, omdat in deze post de kosten voor het onderhoud van de geothermiebron zijn opgenomen. We hebben voor de buurten waar S2D wel is doorgerekend het verschil bepaald tussen K15 van S2D en K15 van S2F. Dit verschil hebben we vervolgens van K15 van S2F afgetrokken om tot S2D* te komen.

Tabel 1. Kostenposten uit de Startanalyse dataset op buurtniveau en de aanpassingen die Greenvis heeft toegepast voor de analyse.¹³ Voor een uitgebreide toelichting van de kostenposten zie Gemeenterapport met toelichting van Startanalyse pagina 31 t/m 37.

Kostenpost	Aanpassing
K01_Enet_verzwaren	-
K02_Gnet_verwijderen	-
K03_Gnet_aanpassen	-
K04_Wnet_buurt	-
K05_Wnet_pand	-
K06_Wnet_transport	Op 0 gezet; zie ook punt a.i
K07_Wnet_opwekking	Op 0 gezet; zie ook punt a.i
K08_Gebouw_schil	Overgenomen uit dataset VBO-niveau; zie ook punt a.ii
K09_Gebouw_installatie	Overgenomen uit dataset VBO-niveau; zie ook punt a.ii
K11_Inkoop_Warmte	Aangepast naar 4 €/GJ; zie ook punt a.iii
K12_Inkoop_Gas	-
K13_Inkoop_Elek	-

¹² In de Startanalyse is voor de kosten op gebouwniveau nog een verfijning gemaakt in de dataset op buurtniveau. Hierin zijn bepaalde kosten aangepast o.b.v. het percentage blokverwarming in de buurt en het percentage aansluitingen op een bestaand warmtenet. In onze analyse is deze verfijning buiten beschouwing gelaten, omdat de verschillen niet significant zijn.

¹³ Een toelichting op deze dataset en de betekenis van de verschillende kostenposten is te vinden in het gemeenterapport bij de Startanalyse, te vinden via: https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/2020/assets/pdf/pbl-2020-startanalyse-aardgasvrije-buurten-gemeenterapport-versie_2020-24-september-2020_4038.pdf

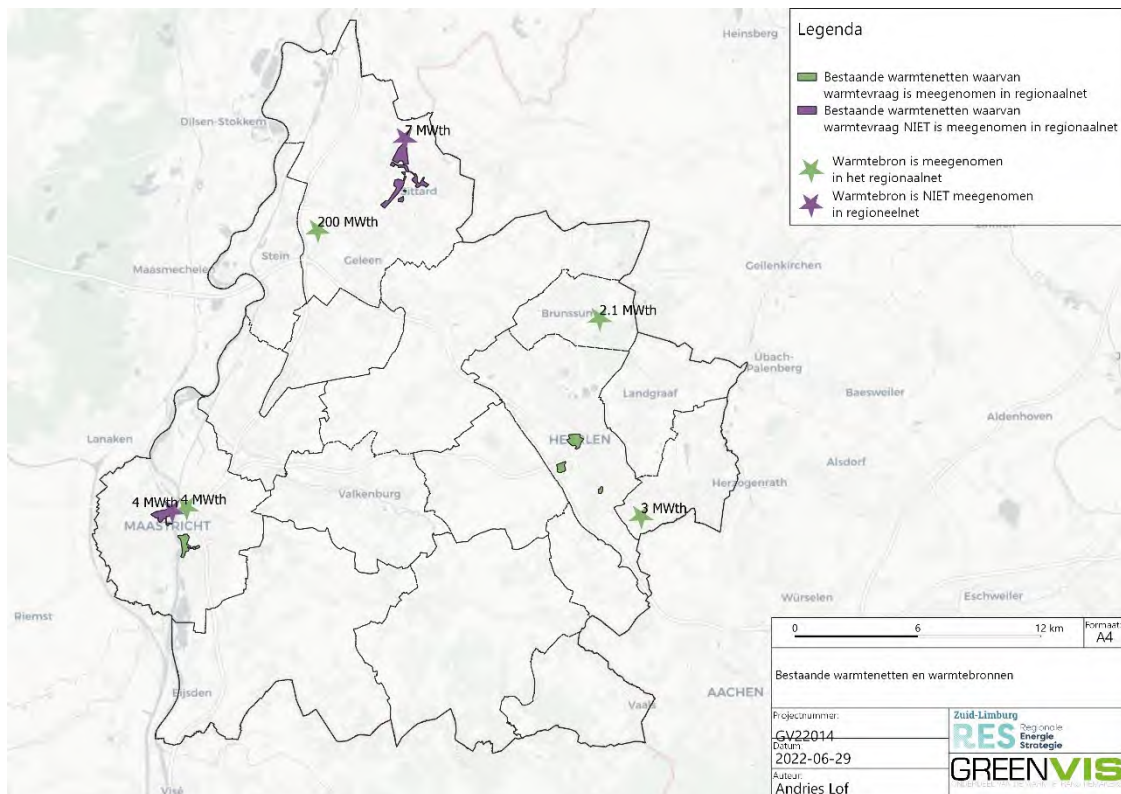
K14_Gebouw_OenB	Overgenomen uit dataset VBO-niveau; zie ook punt a.ii
K15_Wnet_OenB	Aangepast voor selectie; zie ook punt b.ii
K16_Enet_Gnet_OenB	-

3. De totale kosten voor iedere strategie zijn op VBO-niveau berekend. De totale kosten per VBO bestaan uit de kosten die op VBO-niveau zijn berekend (zie 1) plus de kosten die op buurniveau zijn berekend (zie 2).
 - a. De kosten die op buurniveau berekend zijn voor het collectieve systeem zijn verdeeld over alle VBO's in de buurt. Dit is gedaan naar rato van het aantal WEQ van de VBO. Een woning is gelijk aan 1 WEQ, bij utiliteiten is 130 m² vloeroppervlak gelijk aan 1 WEQ.
4. De kosten voor iedere strategie per VBO zijn vertaald naar totale kosten per pand. De totale kosten per pand is de som van de kosten van alle VBO's die bij dat pand horen.¹⁴

B2. [Deelopdracht 1] Correctie bestaande warmtenetten en -bronnen

1. In de regio zijn een aantal bestaande warmtenetten. Wij hebben een inschatting gemaakt van de panden die zijn aangesloten op deze warmtenetten.
 - a. Van de warmtenetten die nu al een duurzame bron hebben zijn de panden niet meegenomen in de analyse. De warmtenetten waarvan de panden **niet** zijn meegenomen zijn de volgende:
 - i. Het Groene Net Noord, met als bron de Biomassa Energiecentrale Sittard (BES); 7 MW
 - ii. Het Mijwater warmtenet, met als bron het grondwater in de oude mijnen; 4 à 5 MW
 - iii. Ennatuurlijk warmtenet in Maastricht, met als bron restwarmte van Sappi; 4 MW
 - b. Van de warmtenetten die nog geen duurzame bron hebben zijn de panden wel meegenomen in de analyse. De warmtenetten waarvan de panden wel zijn meegenomen zijn de volgende:
 - i. Warmtenet van Ennatuurlijk in Maastricht (C eramique), met als bron gasgestookte WKK's
 - ii. Warmtenet van Ennatuurlijk in Heerlen, met als bron gasgestookte WKK's
2. Naast de bestaande warmtenetten zijn ook nog een aantal nog niet aangesloten lokale bronnen geidentificeerd. De lokale bronnen die in onze analyse zijn meegenomen zijn de volgende:
 - i. Steenfabrieken Wienerberger Poriso en Linssen B.V. in Parkstad; samen 5 MW
 - ii. O-I Manufacturing Maastricht; 4 MW
3. In de scenario's waarin het regionale warmtenet in de buurt van de bovenstaande nieuwe lokale bronnen komt, zijn de bronnen in de analyse toegevoegd als extra beschikbaar bronvermogen. In de scenario's waarin het regionale warmtenet niet in de buurt komt zijn de bronnen niet meegenomen als extra beschikbaar vermogen; de bronnen zouden dan nog wel ingezet kunnen worden voor een (klein) lokaal warmtenet.

¹⁴ Voor grondgebonden woningen bevat een pand meestal maar 1 VBO, dus zijn de kosten op VBO en op pand niveau gelijk. Voor appartementengebouwen, bedrijfsverzamelgebouwen etc. bevat een pand meerdere VBO's en zijn de kosten voor het hele pand de som van de VBO's in dat pand.



Figuur 6. Bestaande warmtenetten en warmtebronnen. Groene warmtebronnen zijn meegenomen in de analyse als bron voor het regionaal warmtenet. Groene warmtenetten zijn meegenomen in de totale warmtevraag, omdat dit gasgestookte warmtenetten betreft die dus nog verduurzaamd moeten worden. Paarse warmtebronnen en paarse warmtenetten vormen samen al een duurzaam systeem en zijn daarom niet meegenomen in de analyse.

B3. [Deelopdracht 1] Opstellen clusters HT warmtenet

1. De strategie met de laagste nationale kosten is bepaald o.b.v. de kosten per strategie op **pandniveau**.¹⁵
2. Om ieder pand wordt een buffer getekend met een straal van 15m vanaf de buitengevel van het pand voor panden met 1 WEQ aan warmtevraag, 20m voor panden met een 2 WEQ aan warmtevraag, enzovoorts, tot 60m voor panden met 4 WEQ of meer aan warmtevraag.
3. Wanneer de buffers van panden overlappen worden ze samengevoegd en vormen ze samen een warmtenetcluster.
 - Bij het vormen van clusters worden alleen de panden meegenomen met goedkoopste strategie S2D*.
4. In de regio zijn een aantal clusters met een mix van laagbouw en hoogbouw. Voor deze clusters zijn door de methode bij B1 de kosten van het warmtenet voor de hoogbouw relatief hoog uitgevallen. In deze clusters zijn daardoor de baten van het warmtenet vaak negatief voor de hoogbouw panden; dit is niet realistisch. Daarom hebben wij op dit punt in de analyse alle panden met 6 VBO's of meer weer toegevoegd aan de warmtenetclusters.
5. Voor de panden met S2D* als goedkoopste strategie zijn de baten van deze strategie berekend.
 - De baten worden gedefinieerd als het verschil in nationale kosten tussen de collectieve oplossing (70+°C) en het eerstvolgende beste (haalbare) alternatief.
6. In een iteratief proces wordt geprobeerd om clusters tot een grootte van 100 WEQ aan elkaar te koppelen. Hiervoor worden de baten gecorrigeerd voor een stukje extra warmteleiding om

¹⁵ Zie paragraaf 1.1.2.

clusters te koppelen. Dit proces wordt uitgevoerd totdat er geen clusters meer zijn met minder dan 100 WEQ. De stappen die hierbij worden doorlopen zijn:

- Voor een cluster wordt het dichtstbijzijnde cluster opgezocht en de loodrecht afstand tussen de clusters bepaald.
- Vervolgens wordt deze afstand vermenigvuldigd met een omwegfactor van 1,25; dit wordt ook gedaan in de Startanalyse.
- De kosten van deze leiding wordt bepaald aan de hand van het gemiddelde tussen onderstaande formules:

$$K_{buis(\min)} = 400 + 210 \cdot P_{sec}^{0,5}$$

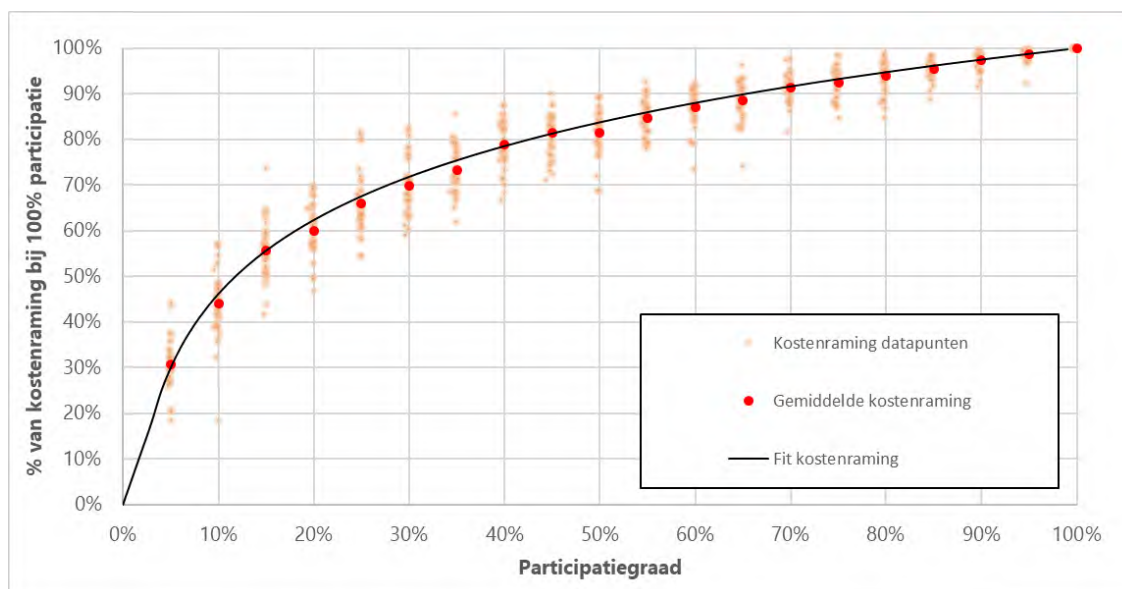
$$K_{buis(\max)} = 800 + 200 \cdot P_{sec}^{0,6}$$

Met P_{sec} de benodigde capaciteit in MW.

- De kosten van de leiding worden verdisconteerd met de factor 0,053293. Deze factor is afgestemd met modellers van PBL.
 - Vervolgens worden deze verdisconteerde kosten voor de leiding afgetrokken van de baten van het cluster. Wanneer hierdoor de baten onder de 0 uitkomen valt het cluster af. Wanneer de baten boven 0 uitkomen worden de 2 clusters samengevoegd en worden de baten opnieuw berekend door de baten van beide clusters op te tellen en de kosten voor de leiding eraf te trekken.
7. Per cluster zijn tenslotte alle relevante zaken berekend, zoals: warmtevraag en vermogen van alle panden, aantal WEQ's, gemiddelde baten per pand etc.
 8. Als laatste stap is een correctie toegepast voor de participatiegraad. Alle kosten uit de Startanalyse, met uitzondering van de kosten voor het warmtenet in de buurt (post K04_Wnet_buurt), schalen lineair met het percentage aansluitingen. Voor de kosten van het warmtenet in de buurt worden de volgende formules gebruikt:

$$K_{Wnet} = \begin{cases} (6 \cdot x) \cdot K_{Wnet,100\%} & \text{voor } x < 5\% \\ (0,2337 \cdot LN(x) + 1) \cdot K_{Wnet,100\%} & \text{voor } x \geq 5\% \end{cases}$$

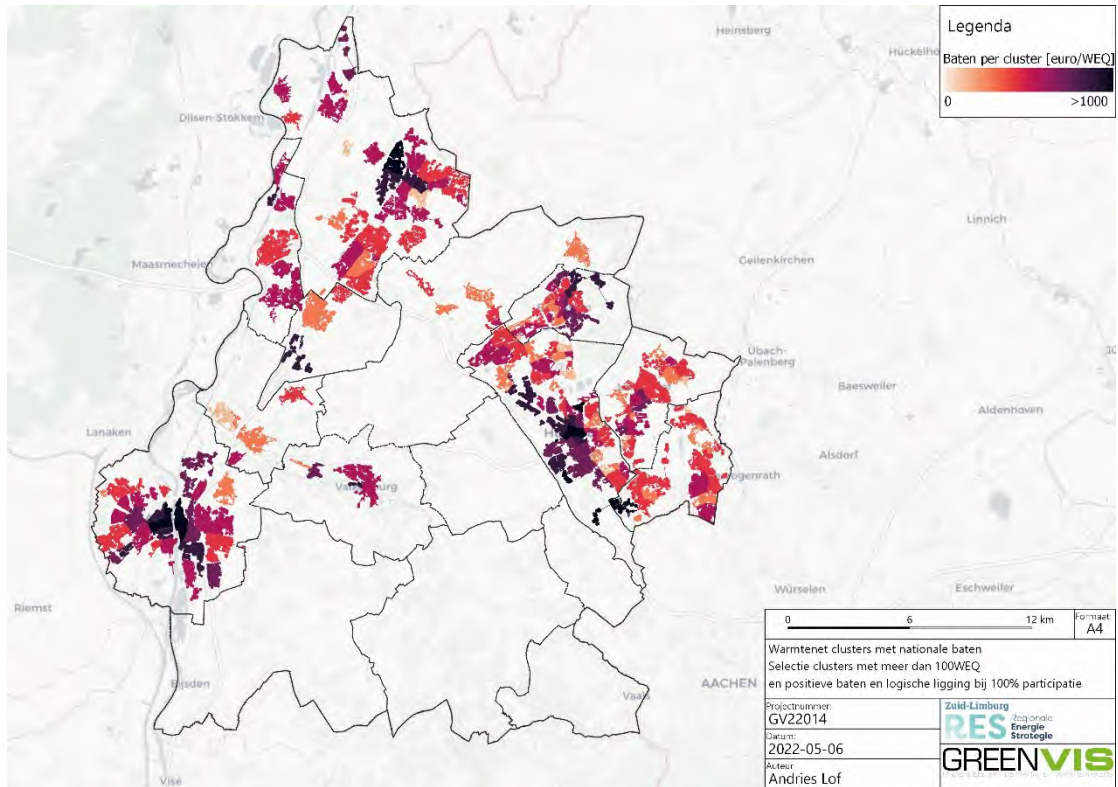
Met x de participatiegraad, en K_{Wnet} de kosten voor het warmtenet in de buurt. Deze formule is gebaseerd op een analyse uitgevoerd door Greenvis (zie ook *Figuur 8*)



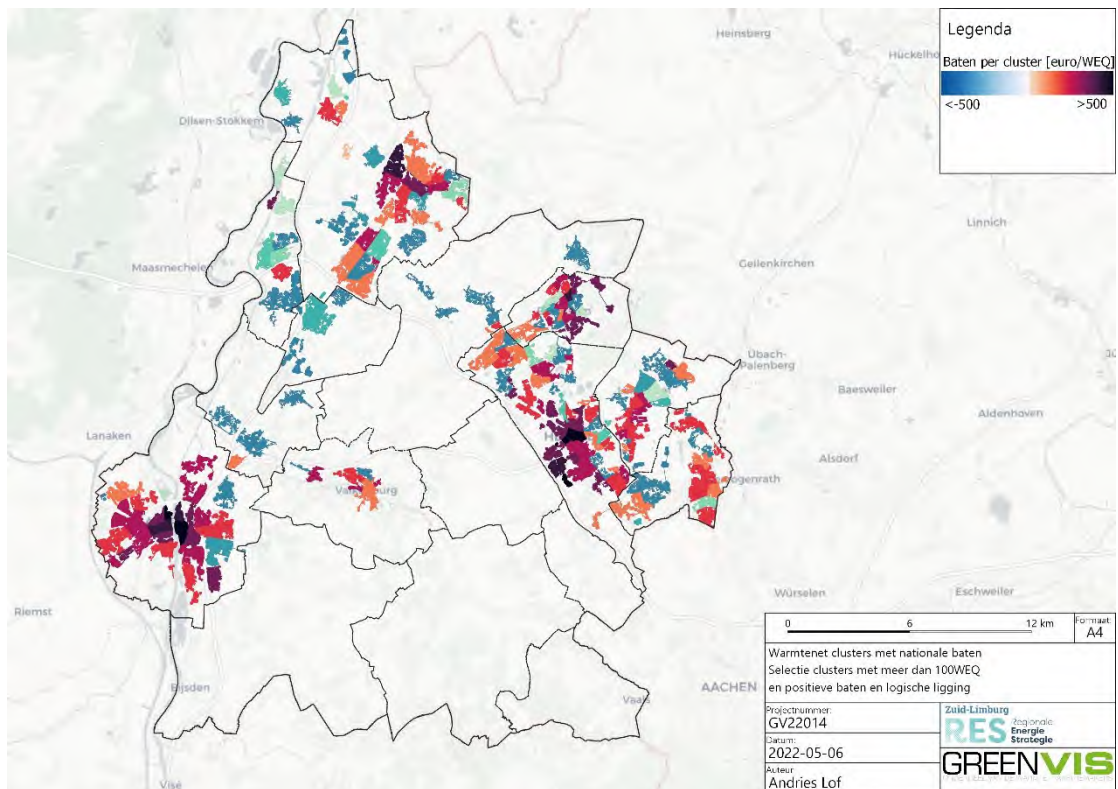
Figuur 7. Resultaten van Greenvis analyse naar de kosten die gemaakt moeten worden voor distributieleidingen bij het aansluiten van minder dan 100% van de buurt. Op de y-as de kosten voor distributieleidingen als percentage van de kosten bij 100% van de buurt aansluiten. Deze analyse is uitgevoerd op 38 willekeurig geselecteerde buurten in Nederland; welke panden worden aangesloten is willekeurig bepaald.

B4. [Deelopdracht 2] Selectie clusters en tracé ontwerp

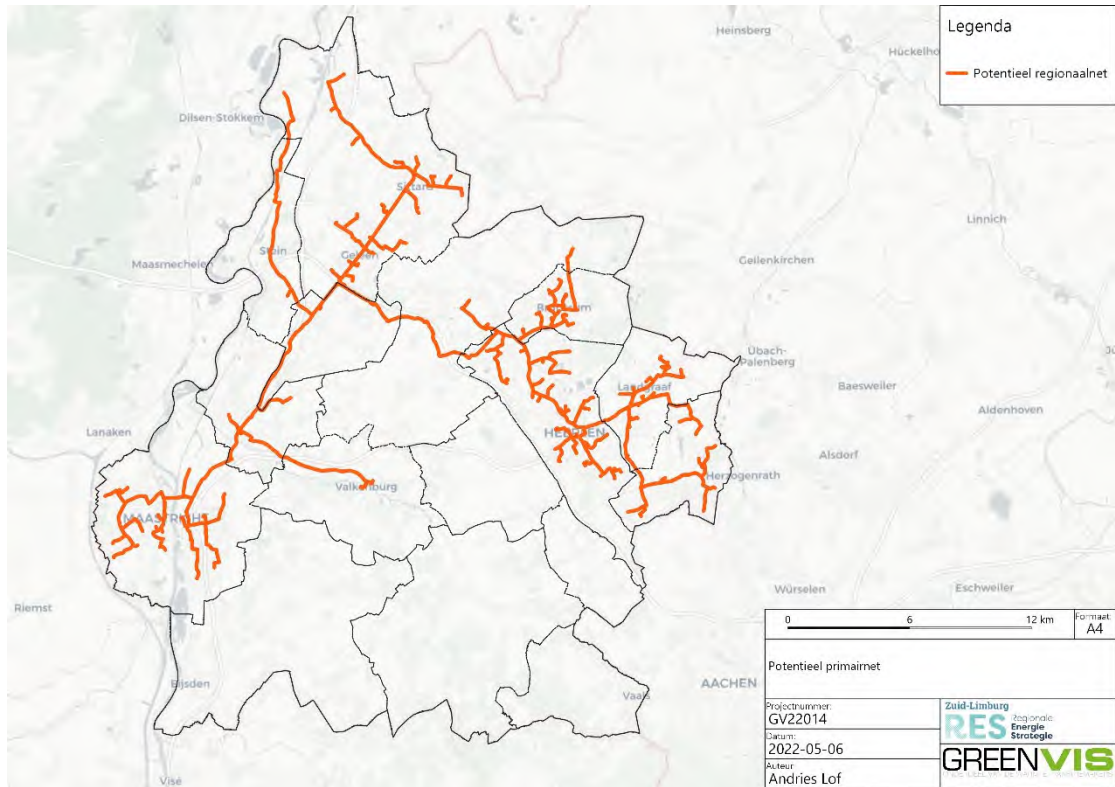
1. Op basis van de clusters die volgen uit stap B3 is een voorselectie van clusters gemaakt voor de verdere analyse. Hierbij zijn alle clusters afgevalen die ver van andere clusters afliggen of een lage warmtevraagdichtheid hebben. Hierin zit ook een deel expert judgement van Greenvis.
2. De resterende clusters na deze voorselectie hebben een totale basislastvraag van 250 MW en 450MW voor respectievelijk de deelname o.b.v. positieve baten en 100% deelname. De resterende clusters zijn weergegeven in Figuur 9 en Figuur 10.
3. Per cluster hebben we een locatie bepaald voor het warmteoverdrachtstation (WOS); voor deze locatie is het middelpunt van het warmtenetcluster gekozen.
4. Vervolgens hebben we een tracé ontwerp gemaakt voor alle resterende clusters. Bij dit tracé ontwerp zijn de volgende aandachtspunten van toepassing:
 - Voor het startpunt van het tracé is de zuidwesthoek van het bedrijventerrein Krawinkel (Geleen) genomen.
 - Voor het eerste deel van het ontwerp is het tracé overgenomen uit een eerdere studie van Tebodin. *Het Groene Net Zuid Concept ontwerp, Sittard– Maastricht–Aachen Airport (maart 2019), Bilfinger Tebodin.*
 - Deze studie heeft een laag detailniveau, dat wil zeggen dat in het ontwerp nog geen rekening is gehouden met: type ondergrond, bestaande ondergrondse kabels en leidingen (KLIC), bomen, bodemvervuiling, etc.
 - Voor de belangrijkste bovengrondse obstakels is de meest realistische kruising opgezocht. Dit betreft de volgende punten in het tracé
 - i. Kruising van de A76 tussen Geleen en Neerbeek
 - ii. Kruising van de Maas in Maastricht
 - iii. Kruising van de A76 + spoorlijn + Geleen Beek tussen Geleen en Heerlen
 - Voor het tracéontwerp is zo veel mogelijk het bestaande wegennet gevolgd.



Figuur 8. Resterende warmtenetclusters bij 100% participatie na voorselectie zoals beschreven in stap B4.1.



Figuur 9. Resterende warmtenetclusters bij participatie o.b.v. baten na voorselectie zoals beschreven in stap B4.1.



Figuur 10. Tracé ontwerp regionaal warmtenet resterende warmtenetcluster na stap B4.1.

5. We hebben dit tracé ontwerp gedimensioneerd en begroot voor de volgende stappen. Hoe deze dimensionering en begroting is uitgevoerd staat beschreven in paragraaf B5.
6. Voor alle ontworpen leidingen hebben we uitgerekend wat de cumulatieve baten achter de leiding gedeeld door de cumulatieve investeringen zijn.
7. In een iteratief proces zijn vervolgens de leidingen verwijderd met in verhouding de minste baten tot de vereiste investeringen. Dit proces gaat als volgt:
 - Voor de kleinste diameter worden leidingen verwijderd waarvan de baten lager zijn dan de investeringen. De clusters die met de betreffende leidingen worden aangesloten vallen dus af.
 - Stap 5 en 6 worden opnieuw uitgevoerd voor het resterende leidingnet. Dus voor het hele leidingnet worden opnieuw de diameters en investeringen bepaald.
 - Vervolgens worden voor de één na kleinste diameter leidingen verwijderd waarvan de baten lager zijn dan de investeringen.
 - Stap 5 en 6 worden weer uitgevoerd voor het resterende leidingnet.
 - Etc.
8. Het iteratieve proces van leidingen verwijderen stopt wanneer de vermogensvraag van de resterende aangesloten clusters gelijk is aan het beschikbare bronvermogen in het scenario.

B5. [Deelopdracht 2] Dimensionering en begroting

1. In de vorige stap is bepaald welke clusters worden aangesloten in een bepaald scenario. Vervolgens worden alle leidingen uit het tracé ontwerp die nodig zijn voor het aansluiten van de geselecteerde clusters gedimensioneerd. Bij de dimensionering worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:
 - Temperatuur aanvoer: 95°C; temperatuur retour: 65°C
 - Materiaal warmteleiding: Staal-PUR-PE
 - Drukval: maximaal 150 Pa/m; flowsnelheid: maximaal 3 m/s

2. Wanneer de leidingen zijn gedimensioneerd wordt een kostenraming gemaakt per leidingdeel. Deze raming wordt gemaakt o.b.v. van Greenvis kengetallen. Bij de kostenraming zijn de volgende aandachtspunten van toepassing:
- In de gehanteerde kengetallen zitten alle toeslagen verwerkt, dat houdt in: projectmanagement, engineering, winst & risico, algemene kosten.
 - In de kostenraming is geen onvoorzien toeslag meegenomen.
 - In de raming is onderscheid gemaakt in de kosten van warmteleidingen onder gesloten verharding (beton en asfalt) en open verharding (alle andere types).
 - In de raming zijn boring, zinkers en andere kunstwerken niet apart begroot.
 - In de raming zijn alleen de warmteleidingen voor het transportnet begroot. Dus niet de WOSsen, pompstations, etc. Deze kosten zitten allemaal in de Startanalyse met uitzondering van de pompstations.
 - De diameter en kostenraming per sectie is terug te vinden in de GIS-data.

C. Startanalyse datastructuur

De buurt dataset uit de Startanalyse bevat onderstaande gegevens op buurtniveau.¹⁶

V01_Strategievariant	K01_Enet_verzwaren
H01_Vraag_totaal	K02_Gnet_verwijderen
H02_Vraag_RV	K03_Gnet_aanpassen
H03_Vraag_TW	K04_Wnet_buurt
H04_Vraag_Vent	K05_Wnet_pand
H05_Vraag_Koude	K06_Wnet_transport
H06_Vraag_App	K07_Wnet_opwekking
H07_Vraag_tot_ha	K08_Gebouw_schil
H08_Input_totaal	K09_Gebouw_installatie
H09_Input_Aardgas	K10_Totale_kapitaalslasten
H10_Input_duurzaamgas	K11_Inkoop_Warmte
H11_Input_elektriciteit	K12_Inkoop_Gas
H12_Input_MTWarmtebronnen	K13_Inkoop_Elek
H13_Input_LTWarmtebronnen	K14_Gebouw_OenB
H14_Input_omgevingswarmte	K15_Wnet_OenB
H15_CO2_uitstoot	K16_Enet_Gnet_OenB
H16_Nat_meerkost_abs	K17_Totale_variabelekosten
H17_Nat_meerkost_CO2	K18_Extra_variabelekosten
H18_Nat_meerkost_WEQ	A01_Aansl_aardgas
H19_Waarde_duurzaam_gas	A02_Aansl_eWP
H20_Beschikbaarheid_duurzaam_gas	A03_Aansl_MT
G01_Nat_meerkost_CO2_Veel_Reductie_Investeringskosten	A04_Aansl_LT
G02_Nat_meerkost_CO2_Weinig_Reductie_Investeringskosten	A05_Aansl_hWP_DG
G03_Nat_meerkost_CO2_En_Kosten_Laag	A06_Aansl_HR_DG
G04_Nat_meerkost_CO2_En_Kosten_Hoog	

De VBO-dataset uit de Startanalyse bevat onderstaande gegevens op VBO-niveau.

H01_Vraag_totaal	C07_GebouwOptie
H02_Vraag_RV	C08_Warmteoptie
H03_Vraag_TW	C09_Elabel
H04_Vraag_Vent	C10_Model_rel
H05_Vraag_K	K08_Gebouw_schil
H06_Vraag_App	K09_Gebouw_installatie
H31_input_gas	K14_Gebouw_OenM
H32_input_elektriciteit	
H33_input_warmte	

¹⁶ Een toelichting op deze dataset is te vinden op de Startanalyse website van PBL, via deze link: https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/2020/assets/pdf/pbl-2020-startanalyse-aardgasvrije-buurtten-gemeenterapport-versie-2020-24-september-2020_4038.pdf

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gedeeltes geanonimiseerd op grond van artikel 5 van de Wet open overheid:

Art. 5.1 lid 2 onderdeel e

De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer, tenzij de betrokken persoon instemt met openbaarmaking

Pagina('s): 1