

Eindrapport

Warmte in Vlaanderen

Renders Nele, Aernouts Kristien, Cornelis Erwin, Moorkens Ils, Uljee Inge, Van Esch Leen, Van Wortswinkel Luc (VITO) – Michael Casier (EANDIS) – Johan Roef (INFRAx)

Studie uitgevoerd in opdracht van: Vlaams Energie Agentschap, VEA
2015/SEB/R/0225

Oktober 2015

infra^x eandis



VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

VERSPREIDINGSLIJST

INHOUD

HOOFDSTUK 1.	Inleiding	1
HOOFDSTUK 2.	Warmte- en koudekaart AS IS 2012	3
2.1.	<i>Methodologie</i>	3
2.1.1.	Diffuse warmte- en koudevraag: gebouwen en kleine industrie (EANDIS/INFRA) _	3
2.1.2.	Industriële vraagpunten: grote industrie	5
2.2.	<i>Resultaten</i>	9
2.2.1.	Diffuse warmte- en koudevraag: gebouwen en kleine industrie	9
2.2.2.	Industriële vraagpunten: grote industrie	12
HOOFDSTUK 3.	Bestaande en geplande stadsverwarmingsinfrastructuur	13
HOOFDSTUK 4.	Potentiële leveringspunten van warmte	24
4.1.	<i>Installaties voor elektriciteitsopwekking (>20 GWh/Jaar)</i>	24
4.1.1.	Overzicht	24
4.1.2.	Methode inschatting restwarmte potentieel	25
4.1.3.	Resultaten	28
4.2.	<i>Afvalverbrandingsinstallaties</i>	30
4.2.1.	Overzicht	30
4.2.2.	Methode inschatting restwarmte potentieel	31
4.2.3.	Resultaten	33
4.3.	<i>Warmtekrachtkoppelingsinstallaties</i>	34
4.4.	<i>Restwarmte in de industrie</i>	35
4.4.1.	Methode inschatting restwarmte potentieel	35
4.4.2.	Resultaten	39
HOOFDSTUK 5.	Scenario's warmtevraag en -aanbod	43
5.1.	<i>Methodologie</i>	43
5.1.1.	Bestaande energieprognoses als uitgangspunt	43
5.1.2.	Herschaling evolutie Vlaanderen naar gridcel	44
5.2.	<i>Resultaten</i>	44
5.2.1.	Evolutie diffuse warmtevraag: gebouwen en kleine industrie	44
5.2.2.	Evolutie warmtevraag industriële vraagpunten en bijhorende restwarmte aanbod	44
5.2.3.	Evolutie restwarmte aanbod afvalverbrandingsinstallaties en elektriciteitsopwekkingsinstallaties	45
HOOFDSTUK 6.	Technisch potentieel warmtenetten en WKK	46
6.1.	<i>WKK ter vervanging van stookinstallatie bij sector industrie, tertiair en landbouw</i>	46
6.2.	<i>WKK voor warmtenetten</i>	47
6.3.	<i>Micro-WKK bij sector gebouwen</i>	47
6.4.	<i>Warmtenetten</i>	47
HOOFDSTUK 7.	Kosten en baten Analyse Warmte	48

7.1.	<i>Methodologie</i>	48
7.1.1.	Algoritmes op niveau van een gridcel _____	49
7.1.2.	Voorbeeldberekeningen micro-WKK en WKK KMO's, tertiair en landbouw _____	52
7.1.3.	Deliverables _____	55
7.1.4.	Parameters _____	55
7.1.5.	Scenario oefening _____	56
7.1.6.	Aandachtspunten _____	57
7.2.	<i>Resultaten</i>	58
7.2.1.	Warmtenetten gebouwen & kleine industrie – 1200 x 1200 m _____	58
7.2.2.	Scenario oefening _____	62
7.2.3.	Voorbeeldberekeningen micro-WKK en WKK KMO's, tertiair en landbouw _____	64
7.2.4.	WKK grote industrie – Potentieelstudies binnen EBO _____	64
HOOFDSTUK 8.	Kosten en Baten Analyse Koeling _____	65
HOOFDSTUK 9.	Besluit _____	67

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1. Referentierendementen t.o.v. onderste verbrandingswaarde, zoals aangewend in Energiebalans Vlaanderen _____	8
Tabel 2: Uitval wegens vertrouwelijkheid: energievraag gekend op resolutie 1200 x 1200m en restfractie (exclusief Voeren) _____	9
Tabel 3. Diffuse vraag: vraag per eindvector, per sector voor de verschillende ruimtelijke resoluties. _____	10
Tabel 4: Overzicht van de elektriciteitsopwekkingsinstallaties (geen afvalverbranding en geen WKK) met een productie > 20 GWh in 2012 in Vlaanderen _____	25
Tabel 5: Overzicht elektriciteitsopwekkingsinstallaties met potentieel aan restwarmte _____	26
Tabel 6: Inschatting restwarmte potentieel voor installaties met elektriciteitsopwekking > 20GWh, in Vlaanderen anno 2012 _____	28
Tabel 7: Overzicht van de afvalverbrandingsinstallaties in 2012 in Vlaanderen. _____	30
Tabel 8: Rendement elektriciteitsopwekking en warmtelevering en vermeden CO ₂ -uitstoot door afvalverbrandingsinstallaties in Nederland (2008). _____	31
Tabel 9: Rendement van warmtelevering door afvalverbrandingsinstallaties in Zweden (2012). _	32
Tabel 10: Inschatting potentieel restwarmte van de afvalverbrandingsinstallaties in Vlaandere anno 2012. _____	33
Tabel 11: Aanbod restwarmte per industriële subsector in Vlaanderen (< 120°C en 120-200°C) voor het basisjaar 2012 - [GWh] _____	40
Tabel 12: Aantal bedrijven en totaal restwarmte aanbod, afkomstig van de grote industrie, in Vlaanderen voor het basisjaar 2012. _____	41
Tabel 13: Evolutie Warmtevraag in Vlaanderen, gebaseerd op WM-scenario 2015. _____	44
Tabel 14 Parameters kosten en baten berekening voor een micro-WKK _____	53
Tabel 15 Parameters kosten en baten berekening voor case WKK in een ziekenhuis _____	54
Tabel 16. Financiële parameters scenario-oefening standaard – ondergrens - bovengrens _____	57
Tabel 17: Percentage van de totale warmtevraag in Vlaanderen met positieve baat voor de verschillende scenario's. _____	63
Tabel 18: Overzicht van de WKK's in 2012 in Vlaanderen - [kWe] _____	70

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Stroomschema Outputs	2
Figuur 2. Warmtevraag [GWh/jaar] 2012 voor de industriële vraagpunten in Vlaanderen.	12
Figuur 3. Ligging Bestaande en geplande Warmtenetten in Vlaanderen, zoals gekend in 2015 (excl. geplande netten MIROM en Indaver- Doel).	23
Figuur 4: Overzicht van de installaties met een elektriciteitsopwekking > 20 GWh (geen afvalverbrandingsinstallaties en geen WKK) - [MWe]	25
Figuur 5: Inschatting restwarmte potentieel voor installaties met elektriciteitsopwekking > 20GWh, in Vlaanderen anno 2012.	29
Figuur 6: Inschatting potentieel restwarmte van de afvalverbrandingsinstallaties in Vlaanderen anno 2012.	34
Figuur 7: Overzicht van de ligging van de WKK's in Vlaanderen per vermogensklasse (excl. installaties < 50 kWe) – [MWe]	35
Figuur 8: Illustratie van de PDC-methode voor inschatting van de restwarmte voor de industrie.	37
Figuur 9: Clusters van industriële restwarmteverliezen. (bron: GHA), Havengebied Antwerpen.	39
Figuur 10. Aanbod restwarmte <120°C, afkomstig van grote industrie, in 2012 in Vlaanderen - [GWh/jaar].	40
Figuur 11. Aanbod restwarmte 120-200°C, afkomstig van grote industrie, in 2012 in Vlaanderen - [GWh/jaar].	41
Figuur 12. Pareto diagram van aanbod restwarmte per industriële puntbron voor basisjaar 2012 – [GWh].	42
Figuur 13: Schematisch overzicht combinatorisch warmtetransport met overschatting van afstand.	51
Figuur 14: Schematisch overzicht combinatorisch warmtetransport zonder overschatting van afstand.	52
Figuur 15. Aantal aansluitingspunten (1200 x 1200 m) in Vlaanderen (2012)- excl. grote industrie.	56
Figuur 16: De baten van een warmtenet voor het gebruik van restwarmte van grote industriële bedrijven in dezelfde gridcel.	58
Figuur 17: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun) indien de restwarmte naar naburige cellen wordt getransporteerd.	59
Figuur 18: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun) waarbij de restwarmte niet rechtstreeks van de bron wordt betrokken maar via een buurcel. De bestaande warmtenetten in Vlaanderen uit Figuur 3 worden weergegeven in zwart.	61
Figuur 19: De baten van een lokaal warmtenet met WKK (incl. WKK-certificaat).	62
Figuur 20: De baten van een warmtenet waarbij de restwarmte niet rechtstreeks van de bron wordt betrokken maar via een buurcel in het scenario met hoge waarde van de restwarmte.	63
Figuur 21: De baten van een lokaal warmtenet met WKK in het scenario met lage waarde van de brandstof.	64
Figuur 22. Stadscoeling is meer rendabel in gebieden met dense koelvraag. (Strategy&, 2012)	66
Figuur 23: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun restwarmte) waarbij de restwarmte niet enkel rechtstreeks van de bron wordt betrokken, maar ook via een buurcel (1200 x 1200m).	68
Figuur 24: De baten van een lokaal warmtenet met WKK (incl. WKK-certificaat) op niveau van 1200 x 1200 m gridcellen.	68

LIJST VAN AFKORTINGEN

CAPEX	Capital expenditure / Investeringsuitgaven
cte	constant
DNB	distributienetbeheerder
EBO	EnergieBeleidsOvereenkomst
HTW	Hoge temperatuur warmte
IMJV	Integraal MilieuJaarVerslag
KMO	Kleine of middelgrote onderneming
LTW	Lage temperatuur warmte
MTW	Medium temperatuur warmte
nOK	Niet OK
OPEX	Operating expenditure / Operationele uitgaven
UOM	Unit of measure / eenheid
WKK	Warmtekrachtkoppeling
MWh	Megawattuur
MWh _{ele}	Megawattuur elektrisch
MWh _{th}	Megawattuur thermisch
RESID	residentieel
RVV	Ruimteverwarming
SWW	Sanitair Warm Water
T	temperatuur
VBBV	VerificatieBureau Benchmarking Vlaanderen

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

Het Vlaams Energieagentschap is bezig met de omzetting van Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad van 25 oktober 2012 betreffende energie-efficiëntie, tot wijziging van Richtlijnen 2009/125/EG en 2010/30/EU en houdende intrekking van Richtlijnen 2004/8/EG en 2006/32/EG (verder: EE-Richtlijn).

Artikel 14 van deze richtlijn heeft betrekking op het bevorderen van de efficiëntie bij verwarming en koeling. Dit houdt in eerste instantie in dat een uitgebreide beoordeling moet worden opgemaakt voor de toepassing van hoogrenderende warmtekrachtkoppeling en efficiënte stadsverwarming en -koeling, conform artikel 14(1). Deze beoordeling omvat een kosten-batenanalyse voor het grondgebied waarmee de kostenefficiënte oplossingen om aan de behoeften inzake verwarming en koeling te voldoen, worden vastgesteld (artikel 14(3)). Bijlage VIII en IX van de EE-Richtlijn geeft de verdere specificaties voor de uitgebreide beoordeling van het potentieel.

Wanneer op basis van de globale kosten-batenanalyse kansrijke gebieden, waarvan de baten groter zijn dan de kosten, voor hoogrenderende warmtekrachtkoppeling en/of efficiënte stadsverwarming en -koeling worden vastgesteld, dienen lidstaten de geschikte maatregelen te nemen zodat een efficiënte infrastructuur voor stadsverwarming en -koeling wordt ontwikkeld en/of de ontwikkeling van hoogrenderende warmtekrachtkoppeling. De warmtekaart voor Vlaanderen zal hopelijk ook een aanzet geven voor het vertalen en concreter maken van de kaart op lokaal niveau.

In deze studie worden verschillende onderzoeksstappen voorzien die samen aanleiding geven tot een warmtekaart voor de huidige situatie en een kaart met kansrijke gebieden voor energie-efficiënte verwarming in de toekomst, en dit beiden voor het grondgebied Vlaanderen.

De 4 grote stappen in het onderzoek zijn als volgt:

1. Bepalen huidige vraag naar warmte, bestaande & geplande warmtenetten en huidig aanbod aan restwarmte, resulterend in de warmtekaarten AS-IS 2012: HOOFDSTUK 2, HOOFDSTUK 3 en HOOFDSTUK 4
2. Bepalen van toekomstscenario's voor warmtevraag en restwarmte aanbod: HOOFDSTUK 5
3. Bepalen van een technisch potentieel voor WKK, micro-WKK en warmtenetten: HOOFDSTUK 6
4. Bepalen van kansrijke gebieden voor WKK, micro-WKK en warmtenetten: kosten-baten analyse welke wordt beschreven in HOOFDSTUK 7. Daarnaast gebeurt ook een kleine analyse voor koudnetten in HOOFDSTUK 8.

In bovenstaande geven stap 1 en 4 rechtstreeks aanleiding tot eindresultaten. Stap 2 en 3 verschaffen, samen met het resultaat van stap 1, de nodige info voor het uitvoeren de kosten/baten analyse. Onderstaande figuur geeft schematisch de deliverables van de verschillende onderzoeksstappen weer.



Figuur 1: Stroomschema Outputs

HOOFDSTUK 2. WARMTE- EN KOUDEKAART AS IS 2012

2.1. METHODOLOGIE

Om de warmtevraag Vlaanderen anno 2012 in kaart te brengen, vertrekken we vanuit twee belangrijke bronnen:

- Gemeten aardgas- en elektriciteitsverbruiken per klant in 2012, zoals gekend door de distributienetbeheerder EANDIS en INFRAX, elk binnen hun eigen grondgebied.
- Verbruiksgegevens uit de Integrale MilieuJaarVerslagen (IMJV) 2012 voor de grote industrie.

Binnen het project 'Warmtekaart Vlaanderen' hebben de distributienetbeheerders voor de sectoren huishoudens, tertiair, landbouw en kleine industrie (=niet-IMJV industrie) de totale warmtevraag bepaald en op kaart gezet (diffuse warmtevraag). Daarnaast heeft VITO voor de grote industrie (IMJV bedrijven en bedrijven aangesloten op het Fluxys-net) de warmtevraag bepaald. In onderstaande paragrafen beschrijven we de methodologie die we hierbij hebben toegepast en geven we een overzicht van de resultaten.

2.1.1. DIFFUSE WARMTE- EN KOUDEVRAAG: GEBOUWEN EN KLEINE INDUSTRIE (EANDIS/INFRAX)

De warmte- en koudevraag wordt afgeleid uit de aardgas- en elektriciteitsverbruiken per individuele verbruiker door middel van het Warmtekaart Model. Volgende eindvectoren worden door EANDIS/INFRAX ingeschat voor de sector gebouwen (i.e. aggregatie sectoren residentieel, tertiair, landbouw) en kleine industrie:

- ruimteverwarming RVW;
- sanitair warm water SWW;
- koeling;

Deze vectoren werden in 2014 ingeschat over het gegevensjaar 2012. 2012 was het laatste beschikbare gegevensjaar in de databanken van de netbeheerders, wat de keuze van het basisjaar heeft bepaald. De verschillende stappen die EANDIS/INFRAX in het model doorlopen om de uiteindelijke vraag te bepalen lijsten we hieronder op.

1. Vertrekkende vanuit de *verbruiksgegevens elektriciteit* per aansluiting/individuele verbruiker:
Opdeling in residentiële (huishoudens) en niet-residentiële verbruikers a.h.v. type geïnstalleerde meter (jaarlijkse uitlezing versus frequenter) en indeling van niet-residentiële NACE sectoren onder de sectoren tertiair, landbouw, kleine industrie volgens methodologie die gevolgd wordt in Burgemeestersconvenant-tool (<http://aps.vlaanderen.be/lokaal/burgemeestersconvenant/burgemeestersconvenant.htm>).
 - Niet-residentieel
 - a. Per type verbruiker (sector Burgemeestersconvenant tool): toekenning van aandeel van het elektriciteitsverbruik aan ruimtekoeling (gebaseerd op Meijer, Energie- en milieumanagement, 2008). Voor de sectoren industrie en landbouw wordt koeling verondersteld nul te zijn, gezien ongekend op bedrijfsniveau.
 - b. Veronderstelling: geen elektriciteitsverbruik voor ruimteverwarming of sanitair warm water.
 - c. Resterend elektrisch verbruik krijgt overschot toebedeeld.

- Residentieel
 - a. Verbruik van ruimteverwarming: al het gekende nachtverbruik, voor verbruikers met een verbruik hoger dan 11.500kWh wordt 8.000kWh toegekend aan ruimteverwarming.
 - b. Veronderstelling: geen verbruik voor koeling of sanitair warm water.
 - c. Resterend elektrisch verbruik krijgt overschot toebedeeld.
- 2. Vertrekkende vanuit de verbruiksgegevens aardgas per aansluiting:

Opdeling in residentiële (huishoudens) en niet-residentiële verbruikers a.h.v. type geïnstalleerde meter (jaarlijkse uitlezing versus frequenter) en indeling van niet-residentiële NACE sectoren onder de sectoren tertiair, landbouw, kleine industrie volgens methodologie die gevolgd wordt in Burgemeestersconvenant-tool (<http://aps.vlaanderen.be/lokaal/burgemeestersconvenant/burgemeestersconvenant.htm>).
- Niet-residentieel

Opdeling in verbruikers: WKK's (zoals gekend in de WKK-inventaris Vlaanderen, "Gegevens WKK-installaties Vlaanderen 2008", april 2014) versus resterende verbruikers (niet-WKK)

 - WKKs
 - a. Gekende verbruiksgegevens DNB worden niet in het model gebruikt.
 - b. Gekende warmteproductie uit WKK-inventaris worden integraal aan ruimteverwarming toegekend (WKK-inventaris Vlaanderen, Gegevens WKK-installaties Vlaanderen 2008, april 2014).
 - Resterende verbruikers

Opdeling verbruik in temperatuursafhankelijk en niet-temperatuursafhankelijk deel (per individuele verbruiker) is mogelijk. Temperatuursafhankelijk deel is voor ruimteverwarming, niet-temperatuursafhankelijk deel voor sanitair warm water.
- Residentieel
 - a. Verbruik voor koken wordt uit het Warmtekaart model gehaald en in mindering gebracht van de warmtevraag (EANDIS, afdeling REG, Warm water, combineer comfort met lage rekeningen, april 2012).
 - b. Opdeling verbruik (excl. koken) in ruimteverwarming enerzijds en sanitair warm water anderzijds o.b.v. empirisch bepaalde opdelingsfactor (zomer/winterverhouding gegevens centraal gasontvangststation van residentiële regio's).
- 3. Correctie voor temperatuurschommelingen en installatierendementen:
 - a. Verbruiken sanitair warm water, ruimteverwarming en koeling krijgen correctie voor temperatuursinvloeden (AARDGAS, Klimaatdata, Statistische gegevens klimatologische omstandigheden, graaddagen België, oktober 2013,, www.aardgas.be): 1946 graaddagen 15/15.
 - b. Verbruiken sanitair warm water, ruimteverwarming en koeling krijgen correctie voor installatierendementen van de toestellen (Energiebalans Vlaanderen, Rendementen verbrandingstoestellen, april 2014; VITO & ECONOTEC, Potentiële emissiereducties van de verwarmingssector tegen 2030, januari 2011). Deze correctie geeft als resultaat de vraag naar ruimteverwarming, sanitair warm water en koeling.
- 4. Correctie voor verbruiken "andere brandstoffen" (bv. stookolie, steenkool):

Uitgangspunt zijn de warmtevragen voor ruimteverwarming en sanitair warm water, afgeleid uit het aardgasverbruik. Overblijvende aansluitingspunten aan wie nog geen warmtevraag is toegekend (= aansluitingspunten elektriciteit, zonder aardgasaansluiting) krijgen een procentueel verbruik “andere brandstoffen” toegekend, verschillend berekend voor residentiële t.o.v. niet-residentiële verbruikers.

- Niet-residentiële verbruikers: sectorgebonden verhoudingsfactoren per brandstof ten opzichte van verbruik elektriciteit (Energiebalans Vlaanderen, Cijferreeksen balans 2012, april 2014, www.emis.vito.be/cijferreeksen).
- Residentiële verbruikers:
 - a. Verhoudingsfactor van het aantal adrespunten zonder warmtevraag ten opzichte van het totaal aantal adrespunten (per straat berekend).
 - b. Deze verhoudingsfactor wordt vermenigvuldigd met de totale warmtevraag (per straat berekend).
 - c. Dit verbruik wordt gewogen volgens het elektriciteitsverbruik van de adrespunten, waarvan warmtevraag nog niet is toegekend.

2.1.2. INDUSTRIËLE VRAAGPUNTEN: GROTE INDUSTRIE

→ Indeling in industriële subsectoren (incl. raffinaderijen):

De grote, IMJV-plichtige bedrijven worden ingedeeld in onderstaande subsectoren, conform Energiebalans Vlaanderen. Voor elk van onderstaande subsectoren veronderstellen we andere aannames om de warmtevraag op bedrijfsniveau af te leiden.

Industriële subsectoren, incl. raffinaderij
Raffinaderijen
Cokesproductie
Ijzer- en staalnijverheid
Non-ferro
Metaalverwerkende nijverheid
Andere industrie
Voeding, dranken en tabak
Textiel, leder en kleding
Minerale niet-metaalproducten
Papier en uitgeverijen
Chemie

→ Totale warmtevraag per industriële subsector en bedrijf

Gegevensbronnen:

1. IMJV - Luik Energiegegevens (2012): brandstofverbruiken per brandstoftype (400-tal bedrijven).

Een bedrijf, organisatie dient het deel Energiegegevens in het IMJV in te vullen wanneer:

- de exploitatie een primair energieverbruik heeft van meer dan 0,1 petajoule
- u voor de exploitatie ook het deelformulier luchtemissie moet invullen
- de exploitatie een GPBV/IPPC bedrijf betreft

Een IMJV-plichtige die aangeeft alleen te moeten melden omwille van het energieverbruik, vult alleen de speciaal daarvoor ontworpen tabel 3 in het deel Energiegegevens in; elektriciteitsverbruik/jaar; brandstoffenverbruik/jaar per brandstof.

- WKK-inventaris 2012, verzameld in kader van Ministerieel besluit van 23 februari 2005: warmteproductie.

Methode bepaling warmtevraag:

Per industrieel bedrijf:

Warmtevraag = Warmtevraag niet-WKK + Warmtevraag WKK

- Warmtevraag niet-WKK
= [Brandstofverbruik - Brandstofverbruik WKK] x Rendement_{industriële sector; brandstoftype}
- Warmtevraag WKK = Warmteproductie conform WKK-inventaris

waarbij

- Brandstofverbruik WKK wordt afgeleid uit WKK-inventaris
- Rendementen per industriële subsectoren per brandstoftype conform Energiebalans Vlaanderen (zie Tabel 1 - referentierendementen)

Uitzonderingen/Bemerkingen

- 12 grote bedrijven dienen geen of een onvolledig, elektronisch IMJV_Luik Energie in m.b.v. het officiële formulier. We weten echter via Energiebalans Vlaanderen dat deze bedrijven aangesloten zijn op het Fluxysnet. Bijgevolg worden de brandstofverbruiken voor deze 12 bedrijven gebaseerd op gegevens verzameld in kader van de Energiebalans Vlaanderen (convenanten, ETS-rapportering, Essencia enquête voor sector chemie, ...).

Bedrijfsnaam	Sector	OK/nOK
Alco bio fuel	chemie	OK
BOREALIS POLYMERS NV BERINGEN	chemie	OK
Chevron Philips	chemie	nOK
Inbev	voeding	OK
Kaneka	chemie	OK
Oleon Ertvelde	chemie	OK
Rousselot	chemie	OK
Sidmar Gent	ijzer/staal	OK
Tessengerlo chemie vilvoorde	chemie	OK
Bekaert zwevegem	Ijzer/staal	OK
ETERNIT	minerale niet-metaal	nOK
S.C.R. SIBELCO NV	minerale niet-metaal	nOK

Drie bedrijven (nOK) hebben echter geen toestemming gegeven om de Energiebalans als databron aan te wenden. De warmtevraag schatten we bijgevolg in op basis van niet-gedetailleerde IMJV informatie, namelijk de totale warmte-en stoomproductie zoals gerapporteerd.

2. Ijzer- en staal; raffinaderijen: enkel het eigenverbruik, exclusief input- en outputstromen, wordt meegenomen voor bepaling van de warmtevraag. Bv. Ijzer/staal: exclusief verbruiken

kolen en cokes - zuiver verbruik hoogovengas, cokesgas en aardgas worden in rekening gebracht.

We willen aangeven dat we de koelvraag per bedrijf niet inschatten omdat onvoldoende gegevens hiervoor beschikbaar zijn. Bovendien is de vraag naar koeling erg processpecifiek, waardoor een inschatting o.b.v. een generieke methode (bv. kengetallen) niet kan worden toegepast.

Tabel 1. Referentierendementen t.o.v. onderste verbrandingswaarde, zoals aangewend in Energiebalans Vlaanderen

GROENE brandstoffen	biobenzine	biodiesel	biobrandstof	koolzaadolie	palmolie	bio-olie	stortgas	biogas	slib	olijfpit	houtpellels	stukhout	houtafval	houtkrullen	houtzaagsel	houtstof	hout	afval deel HEB	koffie
bron: bijlage I-II van het Ministerieel besluit inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties 6 oktober 2006																			
stoom /warm water rendementen	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.7	0.7	0.8	0.8	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.8	0.8
stoom /warm water rendementen (STOOM 5% lager)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.65	0.65	0.75	0.75	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.75	0.75
direct gebruik verbrandingsgassen	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.62	0.62	0.72	0.72	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.72	0.72

FOSSIELE brandstoffen	Koolleer	Kolen	Cokes	Totaal	Aardolie en	Raff.	LPG	Benzine	Kerosine	Gas-en	Lamppetro-	Zware	Naftha	Petroleum-	Andere	Totaal petro.	Aard- en	Cokes-	Hoog-	Andere
bron: bijlage I-II van het Ministerieel besluit inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties 6 oktober 2006																				
stoom /warm water rendementen		0.88	0.88		0.89	0.89	0.89	0.89		0.89	0.89	0.89		0.88	0.89		0.9	0.8	0.8	0.8
stoom /warm water rendementen (STOOM 5% lager)		0.83	0.83		0.84	0.84	0.84	0.84		0.84	0.84	0.84		0.83	0.84		0.85	0.75	0.75	0.75
direct gebruik verbrandingsgassen		0.8	0.8		0.81	0.81	0.81	0.81		0.81	0.81	0.81		0.8	0.81		0.82	0.72	0.72	0.72

Kleurlegende:

- IJzer en staal
- Non-ferro
- Chemie
- Voeding, dranken en tabak
- Papier en uitgeverijen
- Minerale niet-metaalproducten
- Metaalverwerkende nijverheid
- Textiel, leder en kleding
- Andere industrieën
- tertiair
- huishoudens

Methode lokalisatie individuele bedrijven:

Voor de bedrijven zonder x,y-coördinaten (271) werden de coördinaten aangevuld via:

- Gekende coördinaten bedrijven uit warmtekaart 2013 (i.e. koppeling o.b.v. CE nummer en adres): 163 bedrijven.
- Geolocalisatietool CRAB Match van AGIV o.b.v. adres: 82 bedrijven.
- Resterende 26 bedrijven hadden een onvolledig adres of bevinden zich in havengebied. Deze coördinaten werden manueel opgezocht m.b.v. bedrijfswebsites, Google Maps/Streetview en de Lara toepassing van AGIV. Hierbij werd het punt dan meestal in het midden van de verschillende gebouwen op de site geplaatst, om zo goed mogelijk de ligging van de gebruiker weer te geven.

2.2. RESULTATEN**2.2.1. DIFFUSE WARMTE- EN KOUDEVRAAG: GEBOUWEN EN KLEINE INDUSTRIE**

Volgende resultaten werden opgeleverd door de netbeheerders EANDIS/INFRAX voor de energievectoren Ruimteverwarming, Sanitair Warm Water, Koeling en Andere elektrische toepassingen:

- Warmte- en koudevraag van de sector gebouwen (i.e. aggregatie sectoren residentieel, tertiair en landbouw) aan de hand van 100 X 100 m grid
- Warmtevraag van de kleine industrie aan de hand van 300 x 300 m grid
- Uitval wegens vertrouwelijkheid: wegens privacyredenen worden de energievectoren niet getoond op de bovenstaande kaarten indien minder dan 3 gebruikers binnen een gridcel aanwezig zijn. Deze uitval wordt weergegeven op een 1200 x 1200m kaart, waarbij per energievector de dominante sector (industrie versus gebouwen) voor elke gridcel is gekend. De totale uitval in Vlaanderen per sector en energievector geven we weer in onderstaande tabel. De energievraag voor de cellen waarbij ook op 1200 x 1200m cel de confidentialiteit blijft geschonden in de EANDIS/INFRAX resultaten wordt gesommeerd in een restfractie. Deze restfractie is enkel voor totaal Vlaanderen gekend.
- Gemeente Voeren: het grondgebied van Voeren is niet aanwezig in voornoemde dataset van EANDIS/INFRAX, gezien ORES hier de netbeheerder is. Voor deze gemeente kennen we geen resultaten per aangepunt, maar bepaalde EANDIS één totaal cijfer per energievector.

Tabel 2: Uitval wegens vertrouwelijkheid: energievraag gekend op resolutie 1200 x 1200m en restfractie (exclusief Voeren)

% vraag	Vlaanderen		
	Koeling	RVW	SWW
Industrie	/	38%	31%
Gebouwen	16%	16%	20%
TOTAAL	16%	19%	24%

De resultaten die opgeleverd werden door EANDIS/INFRAX werden door VITO samengevoegd tot één warmtekaart 2012 voor de diffuse warmte- en koudevraag. Voor Voeren, verdeelden we de vraag van de kleine industrie over het industrieel landgebruik van de gemeente. De ligging van deze percelen is gekend in de VITO-landgebruikskaart van 2014 en is gebaseerd op de dataset bedrijventerreinen van het Agentschap ondernemen en op de Verrijkte Kruispuntbank

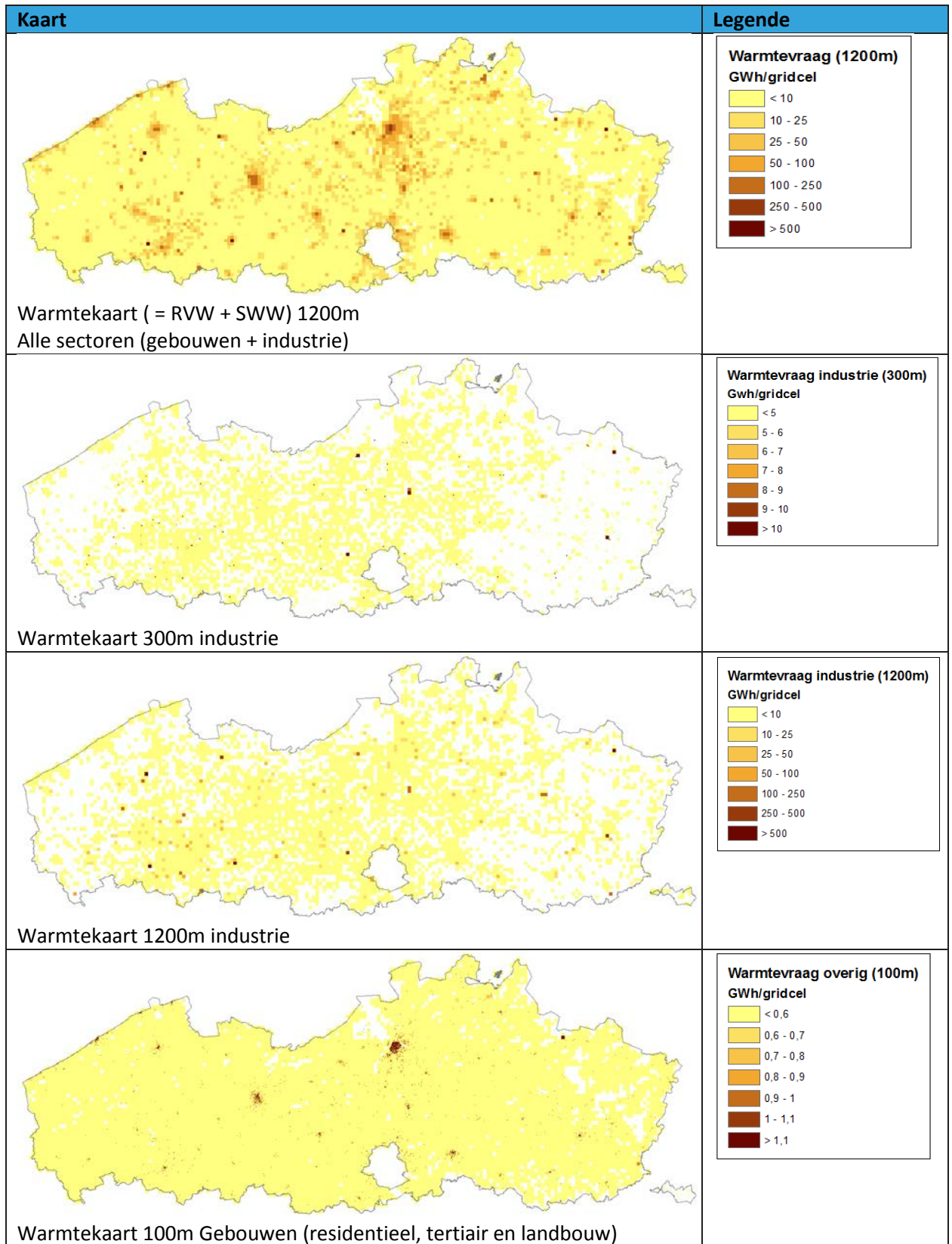
Ondernemingen. De vraag van de sector gebouwen spreiden we over de gemeente volgens de bevolkingspreiding van 2014.

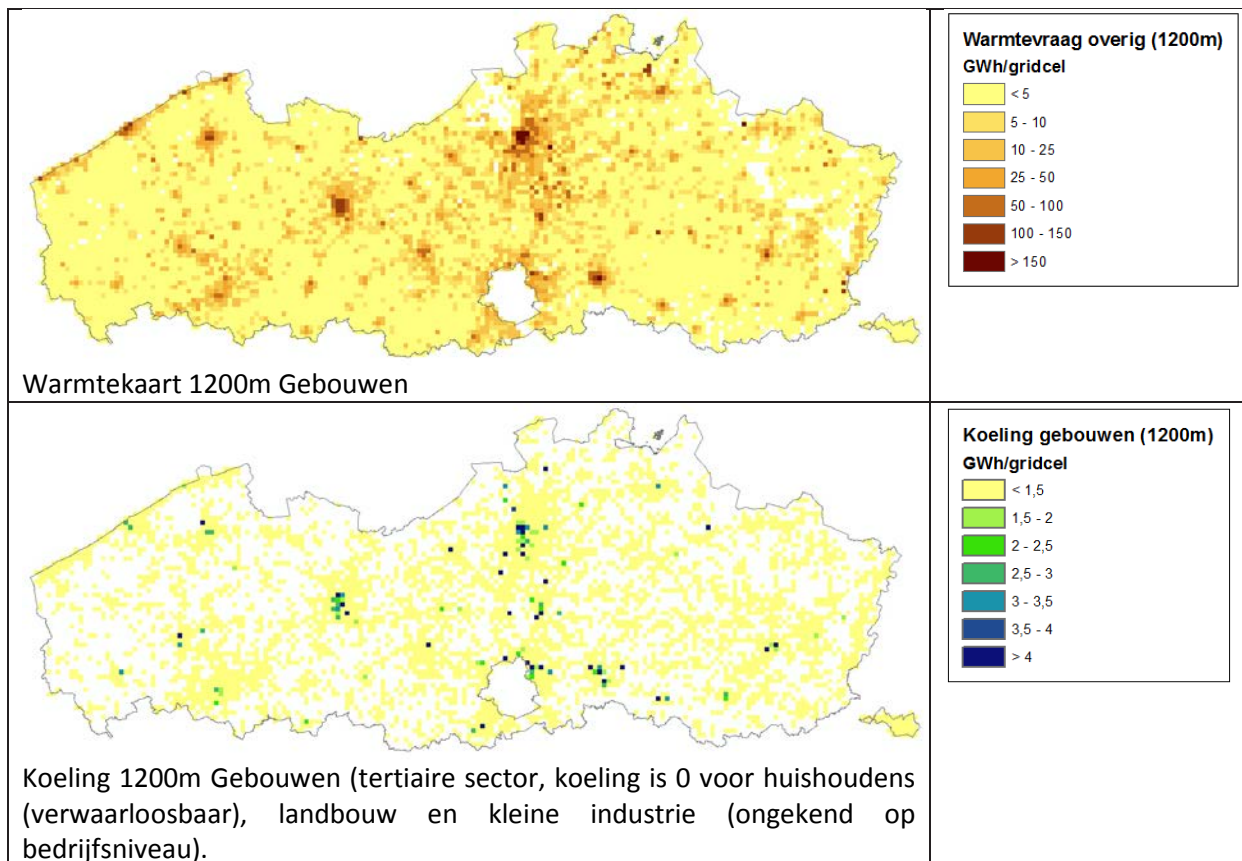
De resultaten (inclusief uitval vertrouwelijkheid en Voeren) worden in onderstaande kaarten weergegeven. Hierbij merk je duidelijk dat de patronen van de 2 netbeheerders gebieden mooi in elkaar overlopen. Bovendien kennen de patronen een logisch verloop: hogere bevolkingsdichtheid, hogere warmtevraag/koelvraag.

De totalen voor Vlaanderen 2012 per energievectoor (diffuse vraag) geven we in onderstaande tabel per sector en per resolutie weer. De restfracties vormen die cellen waarbij ook op 1200 x 1200m cel de confidentialiteit blijft geschonden in de EANDIS/INFRAX resultaten.

Tabel 3. Diffuse vraag: vraag per eindvector, per sector voor de verschillende ruimtelijke resoluties.

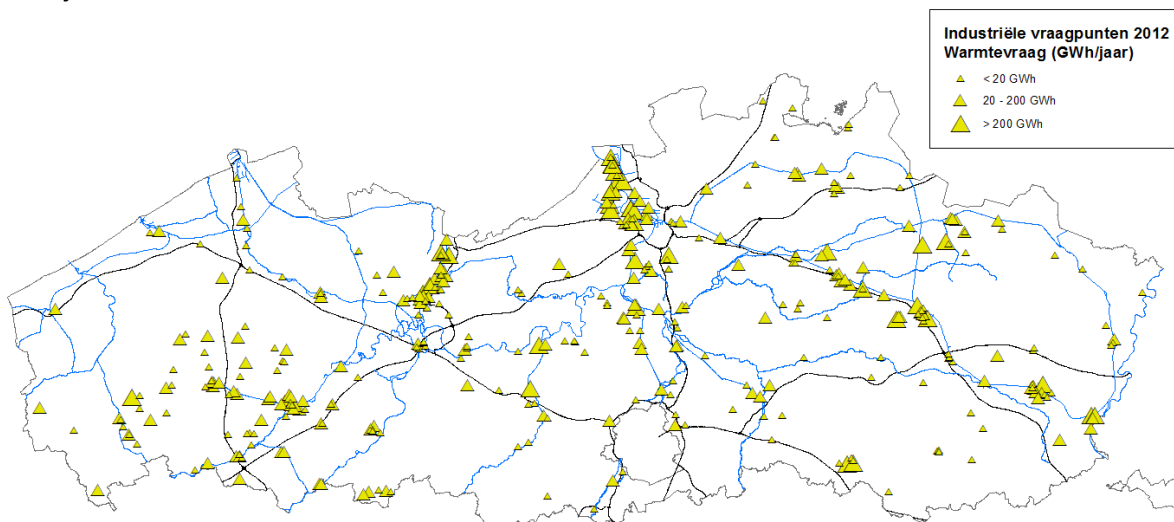
[GWh]	ruimtelijke resolutie	koeling	RVW	SWW
Industrie	300m		4.979,56	2.284,44
	1200m		2.847,42	1.004,02
	Voeren		0,08	0,02
	Rest Eandis		206,83	6,60
Gebouwen	100m	1.162,93	39.901,91	5.298,31
	1200m	221,31	7.696,73	1.329,28
	Voeren	0,07	17,79	4,23
	Rest Eandis	5,78	75,10	8,30
Rest	Vlaanderen	2,07	18,59	2,71
Totaal		1.392,16	55.744,01	9.937,90





2.2.2. INDUSTRIËLE VRAAGPUNTEN: GROTE INDUSTRIE

Per bedrijf (= IMJV bedrijf of aangesloten op Fluxys net) geven we de totale, ingeschatte warmtevraag weer aan de hand van 3 ranges. Zoals aangegeven, kunnen we de koelvraag per bedrijf niet betrouwbaar inschatten.



Figuur 2. Warmtevraag [GWh/jaar] 2012 voor de industriële vraagpunten in Vlaanderen.

HOOFDSTUK 3. BESTAANDE EN GEPLANDE STADSVERWARMINGSINFRASTRUCTUUR

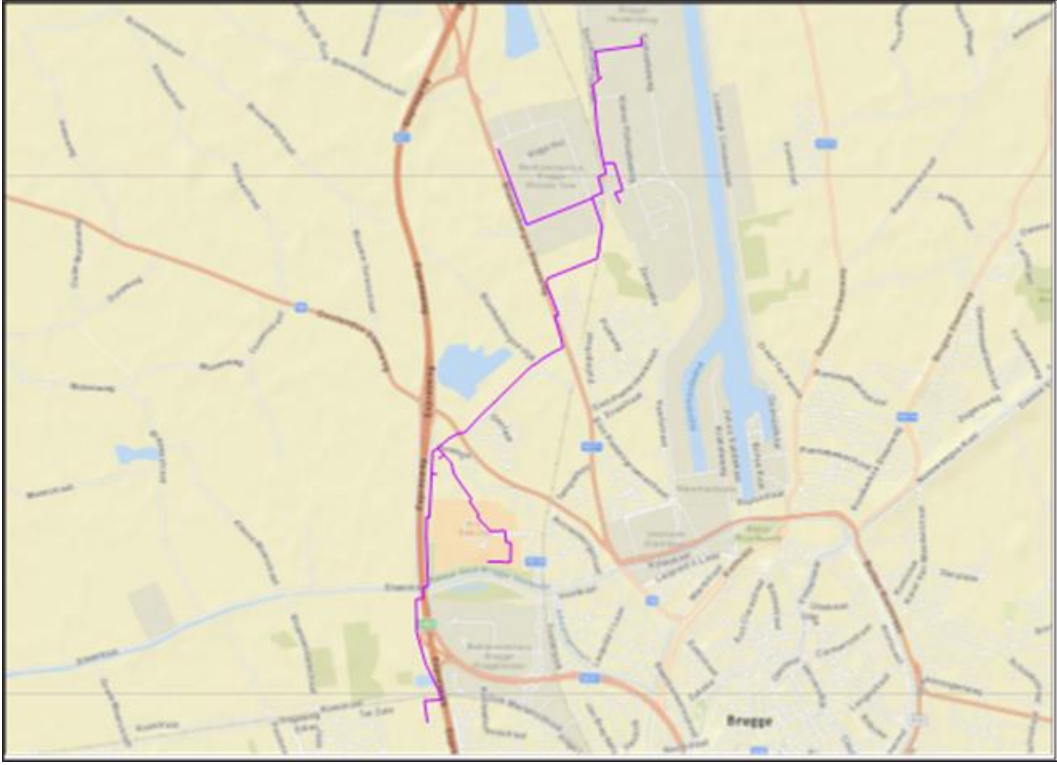
Warmtenetten zijn tot nog toe weinig toegepast binnen Vlaanderen; bestaande netten zijn hoofdzakelijk gekoppeld aan een afvalverbrandingsinstallatie waarbij zowel elektriciteit als warmte worden geproduceerd. De overschot aan warmte wordt vaak naar de naburige wijken, gebouwen of bedrijven geleid m.b.v. een warm water- of stoomnet. In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de bestaande, evenals geplande, warmtenetten in Vlaanderen.

Via mailing werden de uitbaters/beheerders van de bestaande en geplande warmtenetten gevraagd om onderstaande vragen te beantwoorden:

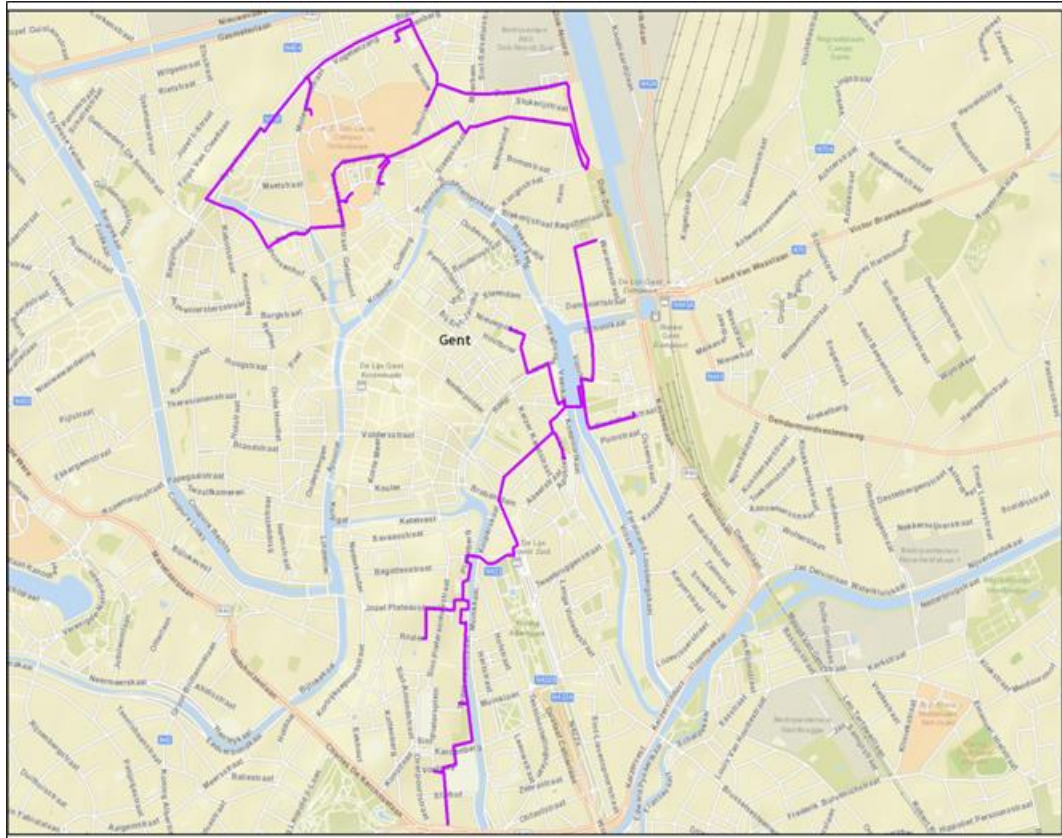
- Hoeveelheid geleverde warmte in 2012?
- Aantal afnamepunten per sector?
- De exacte ligging van het warmtenet (kaart)?
- Betrokken sectoren voor levering van de warmte?
- Is er een uitbreiding van het net gepland? Indien ja, tracht bovenstaande vragen te beantwoorden.

De reactie van de respondenten kan je in onderstaande kaders terugvinden per net. Wat betreft de geplande netten, gaat het om besliste netten die in de nabije toekomst (2015/2016) in werking zullen treden¹.

¹ We hebben deze projecten opgenomen die in december 2014 gekend waren. Het project Niefhout in Turnhout is hierdoor nog niet opgenomen in dit rapport, gezien in december dit project nog niet concreet/zeker was.

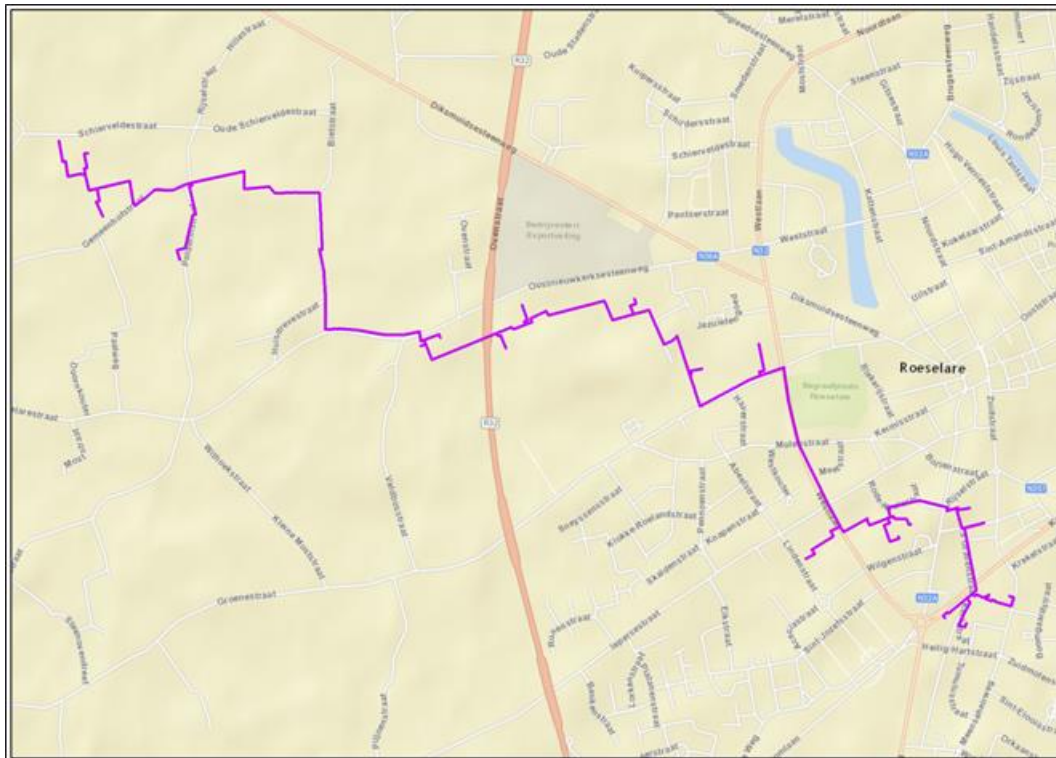
IVBO Brugge	
	
Contact	
Type reactie	
Data?	Gezien geen reactie, bron Jaarverslag2012: Waste-To-Energy - 43,009 MWh in 2012 aan industriële toepassingen ("Zo voorziet IVBO de warmtevoorziening van onder meer het academisch ziekenhuis St. Jan en van pralineproducent Kathy Chocolaterie.")

SPE Gent



Contact	Kristof.vanhoorne@edfluminus.be															
Type reactie	kaart en data per email															
Data?	<p>De geleverde warmte voor 2012 bedroeg:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>GJ</th> <th>MWh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Industrieel</td> <td>6.241,32</td> <td>1.733,70</td> </tr> <tr> <td>tertiair</td> <td>190.980,36</td> <td>53.050,10</td> </tr> <tr> <td>Particulier</td> <td>60.069,44</td> <td>16.685,95</td> </tr> <tr> <td>Totaal</td> <td>257.291,12</td> <td>71.469,76</td> </tr> </tbody> </table> <p>108 leveringspunten</p> <p>In Gent heeft elektriciteitscentrale EDF Luminus een warmtenet voor de universiteit, het justitiepaleis en woonwijken en het levert stoom aan het academisch ziekenhuis Sint-Lucas.</p>		GJ	MWh	Industrieel	6.241,32	1.733,70	tertiair	190.980,36	53.050,10	Particulier	60.069,44	16.685,95	Totaal	257.291,12	71.469,76
	GJ	MWh														
Industrieel	6.241,32	1.733,70														
tertiair	190.980,36	53.050,10														
Particulier	60.069,44	16.685,95														
Totaal	257.291,12	71.469,76														

Mirom Bestaande net - Roeselare



Contact	koen.van.overberghe@mirom.be
Type reactie	kaart online, data per email
Data?	<p>Geleverde warmte: 2011: 24.100 MWh 2012: 27.420 MWh</p> <p>Sectoren: residentieel (1 appartementsgebouw: 74 HH), openbare gebouwen (ziekenhuis, zwembad...), scholen, glastuinbouw (4 serres), industrie (1) en een klooster.</p>

Mirom Gepland - Roeselare


Contact	koen.van.overberghe@mirom.be
Type reactie	data per email; geen kaart
Data?	<p>Beslist: 75.000 MWh (Indien ook laatste project in voorbereiding tot uitvoering zou komen: 130.000 MWh)</p> <p>Sectoren: Residentieel stijgt van 74 naar ± 2000; Industrie: 1 bedrijf naar een KMO zone van 18 ha; Glastuinbouw: grote uitbreiding serrebedrijven; verder nog een groot deel extra openbare gebouwen</p> <p>In werking vanaf 2015 (vooropgestelde deadline)</p>

Ivago Gent	
Contact	
Type reactie	
Data?	<p>Gezien geen reactie, bron Brochure IVAGO: 'Van stroten tot hoogwaardige milieutechnologie': Zowat de helft van de stoom wordt sinds begin 2007 via een ondergrondse leiding (lengte 1.500 m) richting UZ Gent gestuurd. Daar wordt de stoom van 200 °C omgezet in stoom van 160 °C en heet water van 130 °C. Daarna keert de afgekoelde stoom als condensaatwater door een aparte leiding terug naar IVAGO.</p> <p>Bron Brochure IVAGO-20 jaar: Stoomlevering UZ Gent in 2012: 45.947 MWth</p>

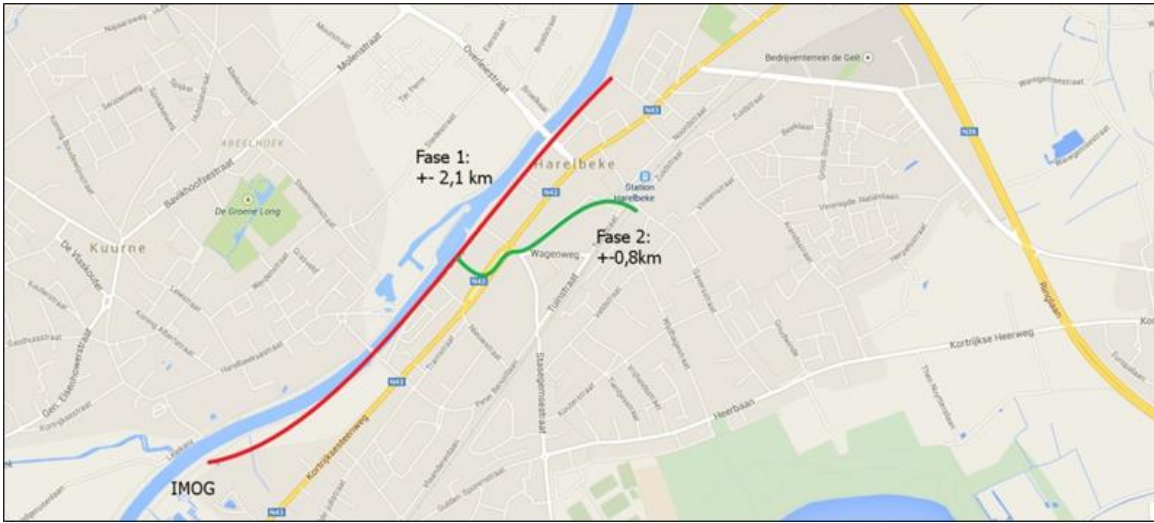
DALKIA, HVVI Knokke-Heist – Bestaande net en geplande uitbreiding	
<p style="text-align: center;">Bestaande net Knokke Heist</p>	
Contact	Freyne.l@DALKIA.BE
Type reactie	data per email
Data?	<p>Voor 2012:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 550 GJ interne warmte verbruikt (warm water) - Afstandsverwarming: 2 serres nemen 1830 GJ af (land- en tuinbouw) <p>Waste to Energy/afvalverbrandingsoven</p> <p>In 2016: ORC plaatsen voor elektriciteitsproductie: 3 ORC units met een maximale thermische opvangcapaciteit van 3500 kW en een maximale elektrische productiecapaciteit van 370 kW per unit. Deze zouden op de site van de verbrandingsoven komen te staan.</p>
Dalkia- Aalst	
Geen info beschikbaar	

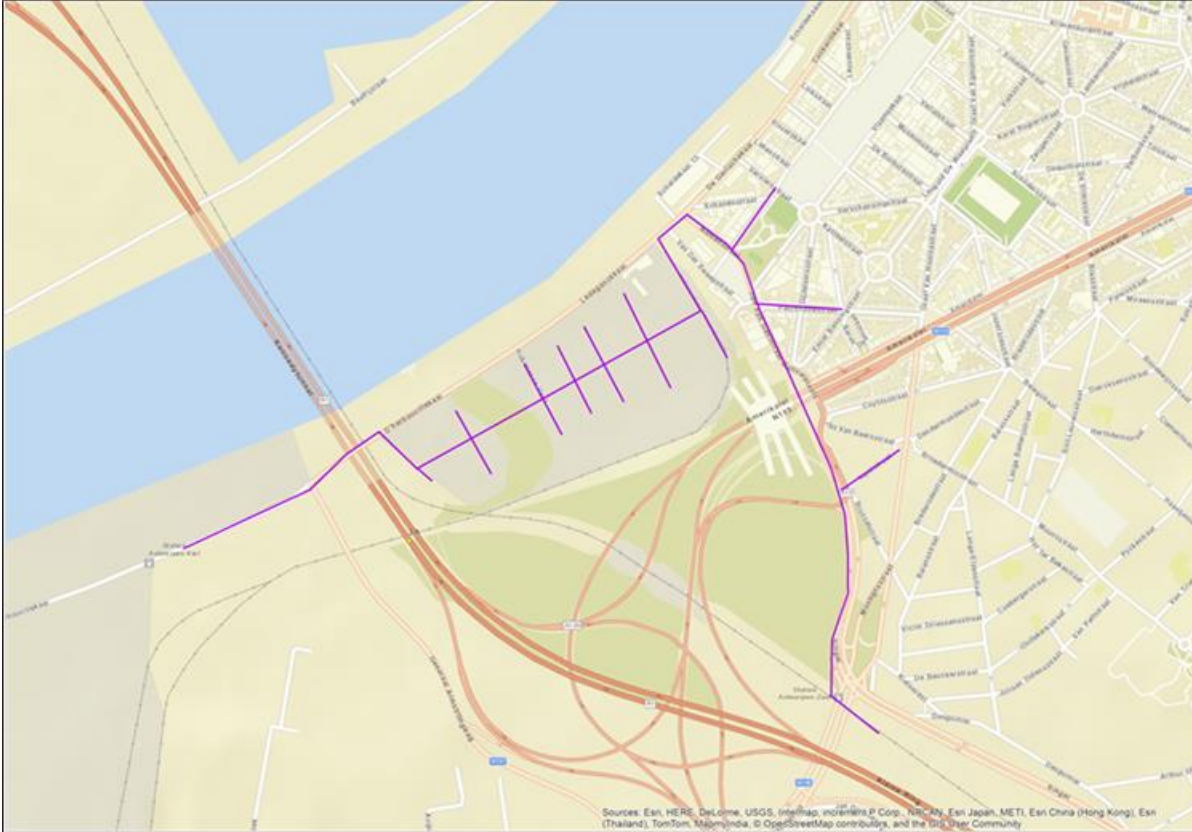
Indaver – site Antwerpen

Contact	An.Depauw@indaver.be
Type reactie	kaart en data per email
Data?	2012: 214 MWh geleverde warmte aan bedrijf Amoras (Andere dienstverlening - slibverwerking) Waste-to-Energy
Indaver - site Doel – Bestaand net en geplande uitbreiding	
Contact	An.Depauw@indaver.be
Type reactie	data per email; geen kaart
Data?	2012: 173.724 MWh geleverde warmte aan bedrijf Ineos Phenol (chemische industrie) Waste-to-Energy Geplande uitbreiding: - Basis 400.000 – 500.000 MWh (potentieel uitbreidbaar tot circa 800.000 – 900.000 MWh) - Aantal afnamepunten per sector: 6 - Warmtenetwerk in de Waaslandhaven naar 6 omliggende chemische bedrijven. - In werking vanaf 2016 (vooropgestelde deadline)

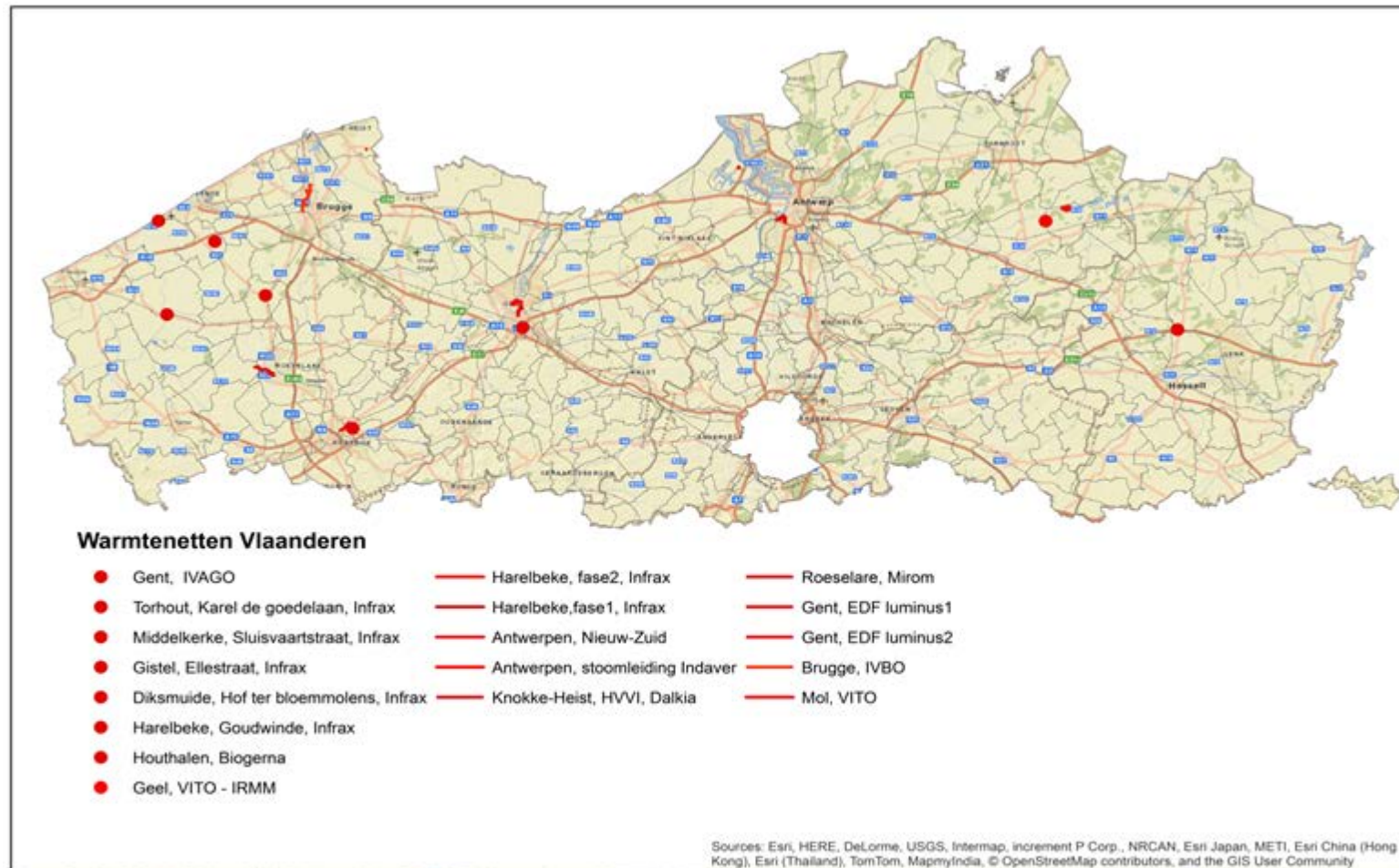
VITO – site Mol	
	
Contact	jan.vanroy@vito.be
Type reactie	kaart en data per email
Data?	Warmtelevering 2012: 20,83 MWh Warmtelevering aan 3 tertiaire bedrijven: SCK, Belgoprocess, VITO Warmtproductie door WKK, aangevuld met gasketels
VITO – site Geel	
Contact	jan.vanroy@vito.be
Type reactie	
Data?	Geen gegevens beschikbaar

Bionerga - Houthalen	
Contact	Maarten.Meersschaert@bionerga.be
Type reactie	data per email; geen kaart
Data?	Warmtelevering aan Aquafin (slibdrogen) te Houthalen: 2013: 85811 GJ 2012: 86458 GJ Waste-to-Energy

Infrac - Diksmuide, Gistel, Harelbeke, Middelkerke en Torhout – Bestaande net	
Contact	toon.lenaerts@infrac.be
Type reactie	Adressen en data per email.
Data?	Residentiële wijken: - Diksmuide, Hof Ter Bloemmolens - Gistel, Ellestraat & Warandestraat - Harelbeke, Goudwinde - Middelkerke, Sluisvaartstraat - Torhout, Karel De Goedelaan De geleverde warmte betref: Voor 2012: 2.380.606 kWh Voor 2013: 2.266.938 kWh Centrale stookplaatsen op gas, beheerd door Infrac.
Infrac – Harelbeke Gepland	
	
Contact	toon.lenaerts@infrac.be
Type reactie	kaart en data per email
Data?	Afvalverbrandingsoven IMOG/Waste to Energy Indienstname: najaar 2016 Invoering in fasen. - In 2016 plant men een warmte-afname van 2.727 MWh. Aantal afnamepunten in 2016: 5, openbare gebouwen zoals brandweer,... - Men hoopt tegen 2022 een afname te hebben van 9,188 MWh door vnl. openbare gebouwen, maar ook residentiële bestemmingen.

Antwerpen Nieuw-Zuid – Geplande net	
	
Contact	Wouter.Cyx@stad.Antwerpen.be
Type reactie	kaart en data per email
Data?	<ul style="list-style-type: none"> - Opbouw in meerdere fasen: indiensttreding 2015 - maximale capaciteit tegen 2030 ==> indicatieve planning: Vnl. residentiële nieuwbouw, ook publieke gebouwen en commerciële activiteiten (kleinhandel, kantoren): school, sporthal, residentieel (appartementen, 1-gezinswoningen, sociale huisvesting), studentenhuizen, kleine commerciële activiteiten, kantoren In 2015: 311 residentiële wooneenheden, 4 kleinhandel - In 2020: 978 wooneenheden; 35 kantoren en kleinhandel - Men veronderstelt blijvende groei tot 2030 - Warmte afname (incl. verliezen): circa 2000 MWh in 2015, circa 6000 MWh in 2020 tot 12000 MWh in 2030. - Warmteproductie door gasboiler (op termijn ook biomassa)

Als we de ligging van bovenstaande warmtenetten (excl. MIROM gepland en Indaver Gepland – Site Doel, wegens geen informatie beschikbaar) bundelen, dan krijgen we volgende overzichtskaart voor Vlaanderen. Het valt hier duidelijk op dat Vlaanderen maar zeer weinig warmtenetten kent/heeft gepland. Deze kaart hebben we ook beschikbaar als een .kmz file, die eenvoudig vanuit Google Earth kan worden bekeken in het gewenste detailniveau.



Figuur 3. Ligging Bestaande en geplande Warmtenetten in Vlaanderen, zoals gekend in 2015 (excl. geplande netten MIROM en Indaver- Doel).

HOOFDSTUK 4. POTENTIËLE LEVERINGSPUNTEN VAN WARMTE

Richtlijn 2012/27/EU betreffende energie-efficiëntie stelt dat uiterlijk tegen 31 december 2015, elke lidstaat een beoordeling maakt van het potentieel voor hoogrendement WKK, efficiënte stadsverwarming en -koeling. Een onderdeel is de opmaak van een kaart van het grondgebied, met identificatie van (met bescherming van commercieel gevoelige informatie) potentiële leveringspunten van warmte en koeling, zoals:

- Installaties voor elektriciteitsopwekking met een totale jaarlijkse elektriciteitsproductie van meer dan 20 GWh
- Afvalverbrandingsinstallaties
- Warmtekrachtkoppelingsinstallaties

In dit hoofdstuk wordt voor elk van voornoemde categorieën een overzicht gegeven van de installaties die in 2012 in Vlaanderen operationeel of gepland zijn. Bijkomende potentiële leveringspunten van warmte zijn bedrijven met een aanbod aan restwarmte en dit potentieel wordt ook in dit hoofdstuk besproken. Hierbij worden enkel die bedrijven met een verplichting tot het maken van een IMJV (of aangesloten op het fluxys aardgasnet) in deze potentiëleinschatting opgenomen.

De methodologie om restwarmte voor elke categorie van deze potentiële leveringspunten in te schatten, alsook de resultaten, worden in dit hoofdstuk toegelicht.

4.1. INSTALLATIES VOOR ELEKTRICITEITSOPWEKKING (>20 GWH/JAAR)

4.1.1. OVERZICHT

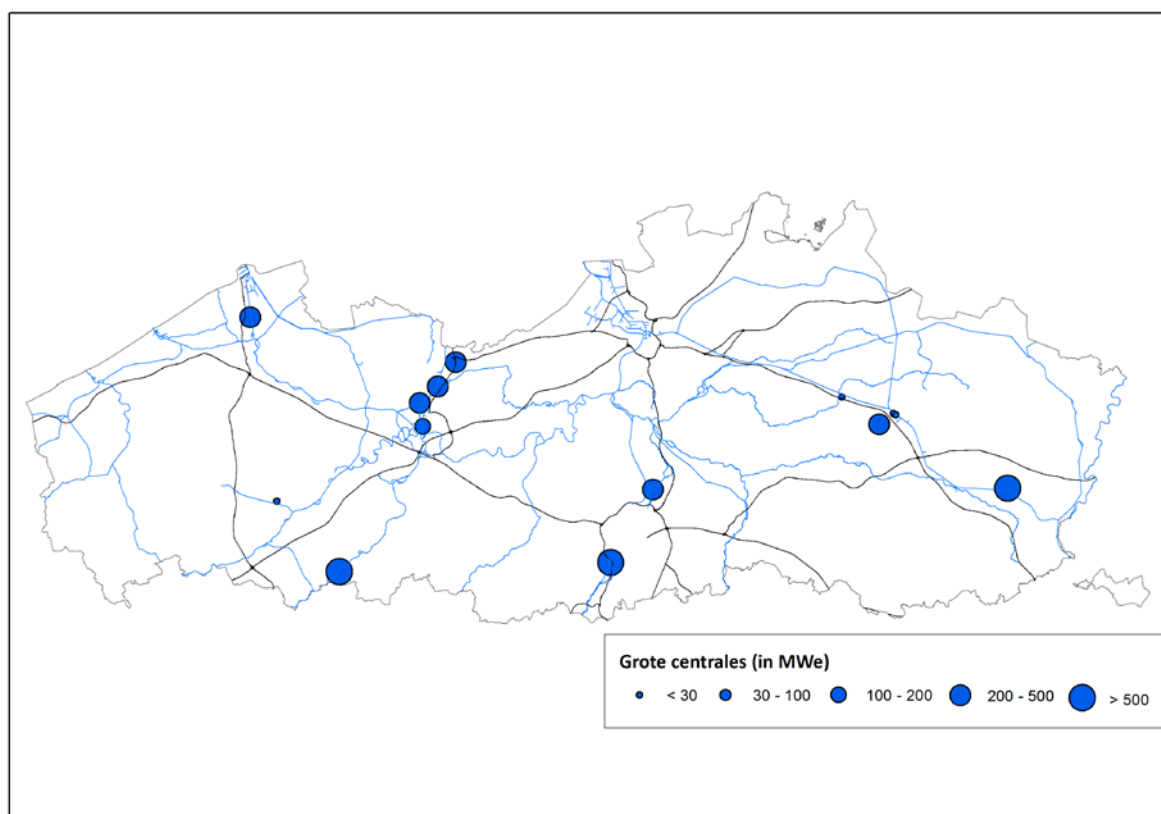
Het gaat hier om installaties die alleen maar stroom produceren, en niet om WKK's en afvalverbrandingsinstallaties. Verder wordt in de richtlijn een minimum gesteld aan de stroomproductie, zijnde minstens 20 GWh per jaar, waardoor een aantal installaties uitgesloten kunnen worden omdat ze een te laag vermogen hebben (stortgasinstallaties) en/of omdat ze te weinig vollasturen hebben (turbojets). De volgende installaties behoorden in 2012 tot deze categorie:

Naam	Publiek of zelfprod	Omschrijving	kWe netto
Langerlo (include repow)		conventioneel thermisch	556.000
Rodenhuize	publiek	conventioneel thermisch	268.000
Ruien	publiek	conventioneel thermisch	627.000
Drogenbos	publiek	Gas-Stoomturbine (gecombineerde cyclus)	538.000
Vilvoorde	publiek	Gas-Stoomturbine (gecombineerde cyclus)	385.000
Herdersbrug	publiek	conventioneel thermisch	460.000
uitbreiding Gent Ham	publiek	Gas-Stoomturbine (gecombineerde cyclus)	104.000
Gent Ringvaart	publiek	conventioneel thermisch	357.000
Knippegroen	publiek	conventioneel thermisch	305.000
T-Power beringen	publiek	Gas-Stoomturbine (gecombineerde cyclus)	422.000
Biokracht A&S energie	publiek	Andere	24.600

BP Chembel (PTA2)	zelfprod	Stoomturbine met condensor	4.455
TC Ham zwavelzuur	zelfprod	Stoomturbine met condensor	12.780
BP Chembel (PTA3)	zelfprod	Andere	20.000
4HamCogen	zelfprod	Andere	9.820

Tabel 4: Overzicht van de elektriciteitsopwekkingsinstallaties (geen afvalverbranding en geen WKK) met een productie > 20 GWh in 2012 in Vlaanderen

Deze werden op kaart gezet:



Figuur 4: Overzicht van de installaties met een elektriciteitsopwekking > 20 GWh (geen afvalverbrandingsinstallaties en geen WKK) - [MWe]

4.1.2. METHODE INSCHATTING RESTWARMTE POTENTIEEL

In deze paragraaf maken we een inschatting van het restwarmtepotentieel van installaties voor elektriciteitsopwekking met een totale jaarlijkse elektriciteitsproductie van meer dan 20 GWh die in 2012 operationeel waren of gepland waren. Er zijn diverse categorieën installaties met elektriciteitsopwekking; we leggen de lijst van installaties met potentieel aan restwarmte voor verwarming vast via eliminatie:

- Een paar installaties zijn ingebed in industriële bedrijven. Deze sluiten we uit omdat restwarmte van de industrie apart wordt ingeschat (zie Paragraaf 4.4).
- Nucleaire centrales sluiten we ook uit, gezien we het moeilijk achten om op kostenefficiënte wijze, binnen de contouren van de strenge veiligheidsregels, een warmte-aftap in deze

installaties te kunnen voorzien. Bovendien gaan we ervan uit dat daarvoor maatschappelijk tevens geen draagvlak is.

Na deze eliminaties houden we volgende twaalf installaties over, het type installatie en nettovermogen is afkomstig uit de Energiebalans Vlaanderen 2012.

Tabel 5: Overzicht elektriciteitsopwekkingsinstallaties met potentieel aan restwarmte

Locatie	Installatie	Technologie	Voornaamste brandstoffen	MW _e netto	Opmerkingen
Oostende	Biofuel	Dieselmotor	Bio-olie	16,6	Op 5 km van Oostende en 1 km van IVOO Stroomproductie < 20GWh
	GreenPower	Dieselmotor	Bio-olie	19,5	
Brugge	Herderbrug	STEG	Aardgas	460	Op 1 km van IVBO van waaruit reeds een warmtenet vertrekt Wordt nu ingezet als piekcentrale
Oostrozebeke	Biokracht A&S	Roosteroven	Biomassa	24,6	
Gent	Knippegroen	Conventioneel thermisch	Hoogovengas	305	
	Rodenhuize 4	Conventioneel thermisch	Biomassa en hoogovengas	268	
	BEE	Conventioneel thermisch	Biomassa	215	Wordt naar alle waarschijnlijkheid in 2017 opgestart
	Ringvaart	Gasturbine	Aardgas	350	
	Ham	Gasturbine	Aardgas	104	Voedt reeds een warmtenet
Ruien	Ruien	Conventioneel thermisch	Kolen, biomassa aardgas	627	Werd in 2013 gesloten
Vilvoorde	Verbrande Brug	STEG	Aardgas	385	Wordt nu ingezet als piekcentrale
Drogenbos	Drogenbos	STEG	Aardgas	538	Wordt nu ingezet als piekcentrale
Beringen	T-Power	STEG	Aardgas	422	
Ham	4HamCogen	Roosteroven	Biomassa	9,8	
Genk	Langerlo	Conventioneel thermisch	Kolen, biomassa aardgas	556	Wordt overgenomen en omgebouwd tot een centrale op biomassa; 519 MW _e na conversie

Tabel 5 bevat voor de volledigheid ook drie installaties die niet in rekening worden gebracht:

- Ruien, die in 2012 nog stroom produceerde maar intussen volledig en definitief uit dienst is genomen
- BEE, een nieuwe biomassacentrale dat op de Gentse kolenterminal wordt gebouwd, maar pas ten vroegste in 2017 stroom aan het net zal leveren

Een aantal installaties hebben een jaarlijkse stroomproductie dat onder de 20 GWh ligt, zijnde de 2 installaties op bio-olie te Oostende. Voor de volledigheid worden deze installaties toch mee in de berekening meegenomen.

Voor de centrales van Herdersbrug, Vilvoorde en Drogenbos hebben de marktcondities ertoe geleid dat de uitbaters deze inzetten als piekcentrale. Als gevolg hiervan is het mogelijk dat hun

jaarstroomproductie ook onder de 20 GWh duikt. Desalniettemin worden ook deze centrales toch in de berekening opgenomen.

Voor de bovenvermelde installaties schatten we het restwarmtepotentieel in. Deze centrales worden door de restwarmtelevering de facto een warmtekrachtkoppelinginstallatie. Als basishypothese voor deze potentieelinschatting nemen we een zo hoog mogelijke conversie van de brandstof naar elektriciteit en warmte aan. Als gevolg van deze aanname zal het resultaat van deze inschatting een technische bovengrens van potentiële warmtelevering opleveren. De WKK-inventaris leert ons dat het totaalrendement (elektrisch & thermisch) van een WKK met een vermogen boven de 20 MW_e gemiddeld 80% bedraagt. Dat is dan ook het totaal rendement dat we aannemen van deze centrales, nadat ze geconverteerd worden om warmte te leveren.

Elektriciteitscentrales zijn installaties die ontworpen zijn om zoveel mogelijk stroom uit de brandstof te kunnen genereren. Als warmte onttrokken wordt aan deze centrales om een warmtenet te voeden, leidt dit echter tot een reductie van het elektrisch rendement. Om dat in te kunnen schatten zijn 2 bronnen gebruikt:

- JRC (2012) Background Report on EU-27 District Heating and Cooling Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion:
 - In hoofdstuk 19 wordt uitgelegd over hoe je verlies aan elektrisch rendement in rekening moet brengen. Uiteindelijk rekent men met een Z-factor die gelijk is aan de verhouding toename in thermische efficiëntie t.o.v. het verlies in elektrische efficiëntie.
 - Er worden ook een aantal voorbeelden gegeven:
 - P 151 : Nordjylland centrale (Denemarken; op kolen): Z-factor 7
 - P 153: Een STEG-centrale: Z-factor: 5,6
 Gascentrales hebben dus blijkbaar een lagere Z-factor.
- Ricardo-AEA (2011) A study into the recovery of heat from power generation in Scotland
 - Men neemt een Z-factor aan van 6,3 voor 4 te converteren centrales;
 - 3 van de 4 centrales stoken kool (1 ook biomassa); de andere stookt gas.

Voor onze berekening nemen we een Z-factor van 6 aan. Een beperkte sensitiviteitsanalyse geeft aan dat het verhogen of verlagen van deze Z-factor met 1 het restwarmtepotentieel met ongeveer 4% doet af- of toenemen. Het is dus geen kritische factor.

Deze aanpak passen we dus toe op de 12 hierboven vermelde centrales. Echter, omdat de operationele gegevens van deze individuele installaties vertrouwelijk zijn, maken we hiervoor de volgende assumpties:

- Elektrische vermogens zijn gekend (zie Tabel 5); Voor Langerlo wordt wel het vermoedelijke vermogen na de conversie genomen (519 MW).
- Voor het elektrisch rendement hebben we cijfers overgenomen uit een recente studie van Ricardo-AEA, waarin speurwerk werd verricht naar elektrische rendementen van centrales voor de actualisatie van referentierendementen voor WKK²:
 - 33% voor installaties op biomassa < 25 MW (Biokracht A&S; 4HamCogen)
 - 35% voor installaties op hoogovengas (Knippegroen)
 - 37% voor installaties op biomassa > 25 MW (Langerlo)
 - Voor Rodenhuize4 (180 MW op biomassa – 88 MW op hoogovengas) is een gewogen gemiddelde van de 2 bovenstaande rendementen genomen
 - 44% voor de 2 bio-olie-installaties te Oostende
 - 53% voor de gascentrales.

² Ricardo-AEA (2014) Review of the Reference Values for High-Efficiency Cogeneration – DRAFT report to the stakeholders – Table 12: Proposed electrical and heat reference values, p 23

- We nemen volgende vollasturen aan:
 - 5% van de tijd doorheen het jaar voor piekcentrales
 - 40% voor gas- en bio-oliecentrales
 - 60% voor centrales op biomassa en/of hoogovengas.

Combinatie van het vermogen; elektrische en thermische rendementen en vollasttijd levert een inschatting op van het potentieel aan restwarmtelevering.

4.1.3. RESULTATEN

Tabel 6 en Figuur 5 geven de inschatting van het restwarmtepotentieel voor installaties voor elektriciteitsopwekking dat volgens de hierboven toegelichte methode werd bekomen.

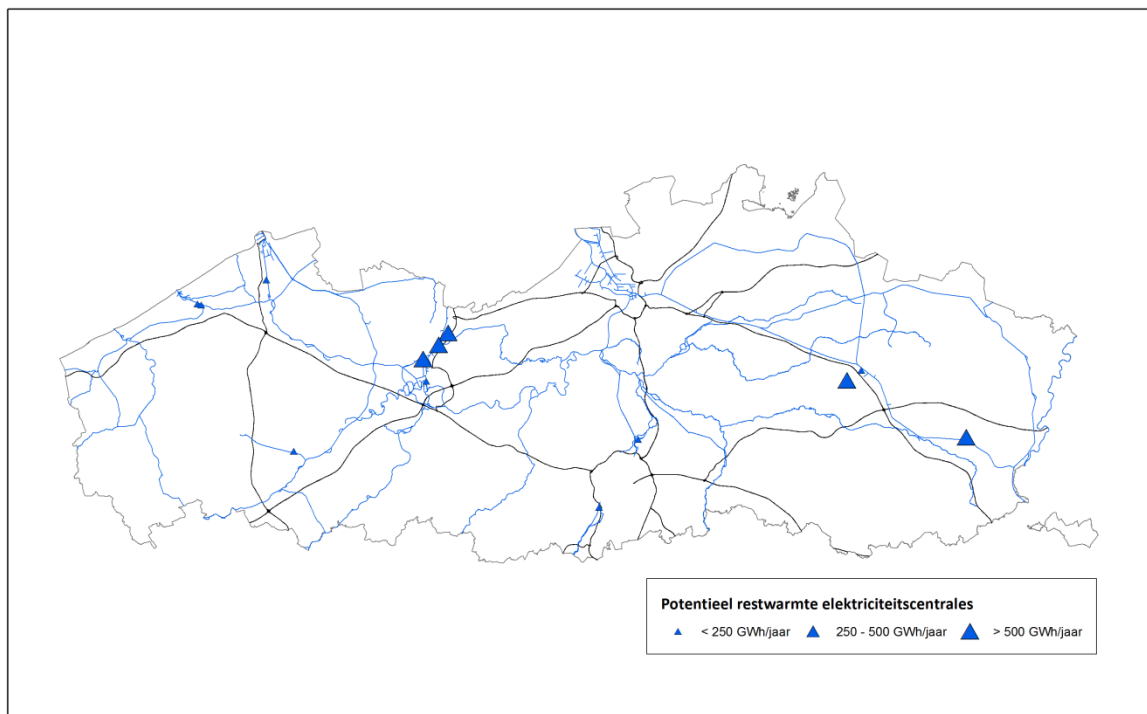
Tabel 6: Inschatting restwarmte potentieel voor installaties met elektriciteitsopwekking > 20GWh, in Vlaanderen anno 2012

Locatie	Installatie	MW _e netto	η_{elek} Voor	η_{elek} Na	η_{therm} Na	Vollasttijd (%)	Warmte-productie (GWh)	Reductie stroom-productie (GWh)
Oostende*	Biofuel	16,6	44%	37%	43%	40%	60	10
	GreenPower	19,5	44%	37%	43%	40%	70	10
Brugge	Herderbrug	460	53%	48%	32%	5%	120	20
Oostrozebeke	Biokracht A&S	24,6	33%	24%	56%	60%	220	40
Gent	Knippegroen	305	35%	26%	54%	60%	2.470	410
	Rodenhuize 4	268	36%	28%	52%	60%	2.030	340
	Ringvaart	350	53%	48%	32%	40%	750	130
	Ham**	104	53%	48%	32%	40%	200	40
Vilvoorde	Verbrande Brug	385	53%	48%	32%	5%	100	20
Drogenbos	Drogenbos	538	53%	48%	32%	5%	140	20
Beringen	T-Power	422	53%	48%	32%	40%	900	150
Ham	4HamCogen	9,8	33%	24%	56%	60%	90	10
Genk	Langerlo	519	37%	28%	52%	60%	3.800	630
TOTAAL							11.000	1.800

*Beide installaties kennen een lagere stroomsopwekking als 20GWh.

**Deze installatie voedt reeds een warmtenet (WKK) en houdt dus geen bijkomend potentieel in.

Het totale restwarmtepotentieel bedraagt volgens deze inschatting 11 TWh, met een temperatuurniveau tussen 80-120°C. Zoals aangegeven is dit een bovengrens omdat we aannemen dat elk van deze installaties in WKK-modus kan werken met een totaalrendement van 80%.



Figuur 5: Inschatting restwarmte potentieel voor installaties met elektriciteitsopwekking > 20GWh, in Vlaanderen anno 2012.

Drie kwart van dit potentieel ligt bij 3 centrales, waarvan de helft wordt ingenomen door de centrale van Langerlo. Voor deze centrale zijn er reeds ideeën geopperd voor het aanleggen van een warmtenet in de buurt. Daarnaast zijn de Gentse centrales Knippegroen en Rodenhuzen ook mogelijks belangrijke leveranciers van warmte.

De helft van het potentieel situeert zich in de Gentse haven en dat is dan buiten het toekomstig potentieel van de BEE centrale gerekend, waarvan we het restwarmtepotentieel volgens dezelfde methode inschatten op 1.200 GWh/jaar.

De centrale van Herdersbrug ligt op 1 km van de afvalverbrandingsoven IVBO van waaruit reeds een warmtenet vertrekt, welke de kansen verhoogt om deze centrale aan een warmtenet te kunnen koppelen. De centrale wordt thans ingezet als piekcentrale. Als overwogen zou worden om de positie van de centrale van Herdersbrug te herzien en deze ook in te zetten als gewone centrale i.p.v. piekcentrale, zal dat een positieve impact hebben op het potentieel. In de veronderstelling dat de vollasttijd dan stijgt van de aangenomen 5% naar 40% per jaar, verhoogt het potentieel met 860 GWh (van 120 GWh naar 980 GWh).

Warmtelevering door elektriciteitscentrales leidt, zoals in de methodiek uitgelegd, tot een reductie van de elektriciteitsproductie. Onder de hierboven geschetste veronderstellingen bedraagt de totale reductie van de stroomproductie 1,8 TWh, wat overeenkomt met daling van 19%:

- Wat meer is dan het wegvallen van een gascentrale van ongeveer 500 MW_e met een vollasttijd van 40%
- Of wat meer is dan de totale stroomproductie uit wind en biogas samen in Vlaanderen anno 2014 (1.655 GWh)
- Of wat een tiende bedraagt van de totale stroominvoer in Vlaanderen anno 2014

Het spreekt voor zich dat dit verlies aan stroomproductie op een of andere manier gecompenseerd dient te worden.

4.2. AFVALVERBRANDINGSINSTALLATIES

4.2.1. OVERZICHT

Tabel 7 geeft een overzicht van de installaties die in 2012 tot de categorie “afvalverbrandingsinstallaties” behoorden. De oorsprong van het afval dat in deze installaties verwerkt worden en hun capaciteit werden overgenomen van OVAM³. Het type installatie en netto-vermogen is afkomstig uit de Energiebalans Vlaanderen 2012.

Tabel 7: Overzicht van de afvalverbrandingsinstallaties in 2012 in Vlaanderen.

Locatie	Naam	Oorspong afval	Verbrand in 2012 (ton/jaar) ³	Type installatie	Warmtelevering 2012 (MWh)
Oostende	IVOO	Huishoudelijk	61.651	Stoomturbine met condensor	
	Biostoom centrale	Industrieel	158.603	Dieselmotor	
Roeselare	MIROM	Huishoudelijk	64.532	Andere	27.420
Brugge	IVBO	Huishoudelijk	162.290	Tegendruk stoomturbine	43.009
Knokke-Heist	Dalkia	Huishoudelijk	33.938	andere	508
Harelbeke	IMOG	Huishoudelijk	63.489	Stoomturbine met condensor	
Eeklo	IVM	Huishoudelijk	95.460	Andere	
Gent	IVAGO	Huishoudelijk	104.161	Stoomturbine met condensor	45.947
Beveren	SLECO	Industrieel	585.739	stoomturbine	
Beveren	Indaver roosteroven	Huishoudelijk	414.318	Stoomturbine met condensor	173.724
Antwerpen	Indaver draai-trommelovens	Industrieel	141.649	stoomturbine	214
Wilrijk	ISVAG	Huishoudelijk	152.020	Andere	
Houthalen-Helchteren	Bionerga	Huishoudelijk	94.569	Stoomturbine met condensor	24.016
SOM			2.132.419		314.838

In 2012 leverden de afvalverbrandingsinstallaties 315 GWh warmte aan derden (zie overzicht warmtelevering in Hoofdstuk 3), terwijl ze 2,1 miljoen ton aan afval verbrandden, goed voor 5.900 GWh gerekend aan 10 GJ/ton. Hierdoor wordt 5,3% van de energie-input in de Vlaamse huisvuilverbrandingsovens als warmte geleverd aan een warmtenet. Een deel van deze installaties levert geen warmte. Indien we enkel die installaties die wel warmte leveren in rekening brengen, dan bedraagt het aandeel 11%. De maximale warmtelevering aan het net bedraagt 15 à 16% voor MIROM, IVAGO en Indaver Beveren.

³ OVAM (2014) Tarieven en capaciteiten voor sorteren en verbranden – Actualisatie tot 2013

4.2.2. METHODE INSCHATTING RESTWARMTE POTENTIEEL

Voor een inschatting van het restwarmtepotentieel van afvalverbrandingsinstallaties doen we inspiratie op in andere landen.

Warmtelevering door afvalverbrandingsinstallaties in Nederland werd in 2010 onderzocht door CE Delft, zie Tabel 8.⁴

Tabel 8: Rendement elektriciteitsopwekking en warmtelevering en vermeden CO₂-uitstoot door afvalverbrandingsinstallaties in Nederland (2008).

	Rendement (als percentage van energiewaarde verbrand afval)		Vermeden CO ₂ -uitstoot
	Elektrisch (netto geleverd)	Warmtelevering	Totaal elektrisch + warmte
AZN	25%	13%	482
AEB	26%	2%	423
EVI	27%	0%	422
ARN	16%	21%	389
SITA ReEnergy	22%	5%	379
HVC Dordrecht	21%	4%	361
AVR Rijnmond	15%	17%	339
HVC Alkmaar	21%	1%	336
Twence	15%	12%	316
Attero Wijster (voorheen Essent)	18%	0%	289
AVR Duiven	10%	15%	258
AVR Rotterdam*	12%	0%	194

Hieruit blijkt dat de Nederlandse afvalverbrandingsinstallaties in 2008 1.600 GWh warmte leverden aan warmtenetten terwijl ze voor 20.000 GWh aan afval (en toeslagbrandstoffen) verbrandden. Dat maakt dat 8% van de energie-input in de Nederlandse huisvuilverbrandingsovens in 2008 als warmte werd geleverd aan een warmtenet. Een deel van deze installaties levert geen warmte. Indien we enkel die installaties die wel warmte leveren in rekening brengen, dan bedraagt het aandeel 9,6%. De maximale warmtelevering aan het net bedraagt 21% voor de ARN installatie bij Nijmegen. Deze had in 2008 een elektrisch rendement van 16% of een totaal rendement van 37%. Ook de verbrandingsinstallatie AZN te Moerdijk heeft een totaal rendement van 38%, maar de verhouding stroom/warmte ligt er anders.

Vervolgens kijken we naar afvalverbrandingsinstallaties in Zweden, een land waar warmtenetten breed ingebed zijn en waar afvalverbrandingsinstallaties in meer dan 30 steden een basisbron van warmte zijn.

⁴ CE Delft (2010) Beter één AVI met een hoog rendement dan één dichtbij - Hoeveel transport van afval is nuttig voor een hoger energierendement?

Van 26 van de 33 Zweedse afvalverbrandingsinstallaties hebben we voldoende gegevens kunnen vinden over warmtelevering in 2012, zie Tabel 9.⁵

Niet minder dan 83% van de energie-input in deze 26 Zweedse huisvuilverbrandingsovens werd in 2012 als warmte geleverd aan een warmtenet. Een aantal Zweedse installaties leveren alle warmte die ze opwekken uit het afval door aan een warmtenet.

Tabel 9: Rendement van warmtelevering door afvalverbrandingsinstallaties in Zweden (2012).

2012	Afvalinput (ton)	Afvalinput (GWh)	Warmteproductie (MWh)	Warmteproductie / afvalinput
Avesta	54.444	176	176	100%
Bollnäs	70.000	196	90	46%
Borlänge	90.958	237	203	86%
Eda	60.537	163	144	89%
Esksjö	55.000	154	88	57%
Göteborg	539.118	1.662	1.317	79%
Halmstad	185.000	517	388	75%
Helsingborg	40.000	112	80	72%
Hässleholm	50.000	140	101	72%
Jönköping	165.000	461	270	58%
Karlstad	48.389	152	152	100%
Kiruna	65.995	195	136	70%
Köping	28.670	67	67	100%
Landskrona	12.000	34	28	83%
Lidköping	100.000	280	280	100%
Linköping	400.000	1.118	827	74%
Malmö	549.365	1.579	1.325	84%
Mora	19.000	55	53	96%
Norrköping	205.169	514	514	100%
Stockholm	520.000	1.565	1.537	98%
Sundsvall	185.000	517	368	71%
Södertälje	175.000	527	527	100%
Uddevalla	98.000	274	141	52%
Umeå	160.000	447	277	62%
Uppsala	375.000	1.049	1.030	98%
Västervik	56.000	157	123	79%
TOTAAL				83%

De Zweedse situatie nemen we aan als leidraad voor de inschatting van het restwarmtepotentieel van de afvalverbrandingsinstallaties in Vlaanderen:

- 20% van de energie-input in een afvalverbrandingsoven wordt aangewend voor stroomproductie
- 80% van de energie-input in een afvalverbrandingsoven kan als warmte aan een warmtenet geleverd worden

⁵ Bronnen: ISWA (2012) Waste-to-Energy State-of-the-Art-Report; Avfall Sverige (2013) Kapacitetsutredning 2013- afvalsförbränning till år 2020; statistieken van Svensk Fjärrvärme: Fjärrvärmens bränslen och produktion 2012

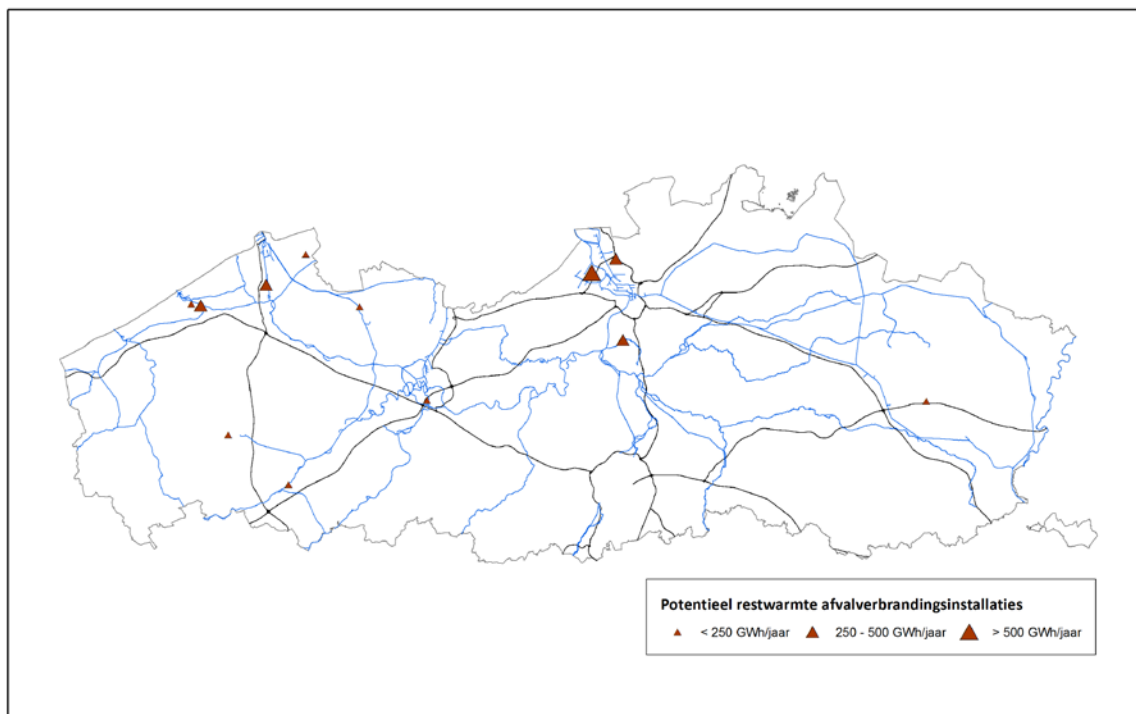
Net zoals bij de elektriciteitscentrales leidt deze aanname tot een inschatting van de bovengrens van het restwarmtepotentieel. Dergelijke hoge thermische rendementen kunnen alleen maar gerealiseerd worden als er grote warmtenetten zijn, waaraan de afvalverbrandingsinstallatie als basisbron volcontinu warmte kan leveren (zoals thans in Zweden het geval is).

4.2.3. RESULTATEN

Tabel 10 en Figuur 6 tonen de inschatting van het potentieel aan restwarmte van de afvalverbrandingsinstallaties. Zoals hierboven vermeld is het een inschatting van het maximum potentieel.

Tabel 10: Inschatting potentieel restwarmte van de afvalverbrandingsinstallaties in Vlaandere anno 2012.

Locatie	Naam	Oorspong afval	Capaciteit (kton/jaar)	Energie-input (GWh/jaar)	Potentiële warmte-output (GWh/jaar)
Oostende	IVOO	Huishoudelijk	77	210	170
	Biostoom centrale	Industrieel	180	500	400
Roeselare	MIROM	Huishoudelijk	68	190	150
Brugge	IVBO	Huishoudelijk	206,5	570	460
Knokke-Heist	Dalkia	Huishoudelijk	33	90	70
Harelbeke	IMOG	Huishoudelijk	84	230	190
Eeklo	IVM	Huishoudelijk	104	290	230
Gent	IVAGO	Huishoudelijk	99,5	280	220
Beveren	SLECO	Industrieel	466	1.290	1.040
Beveren	Indaver roosteroven	Huishoudelijk	382	1.060	850
Antwerpen	Indaver draai-trommelovens	Industrieel	150	420	330
Wilrijk	ISVAG	Huishoudelijk	158	440	350
Houthalen-Helchteren	Bionerga	Huishoudelijk	89	250	200
TOTAAL					4.700

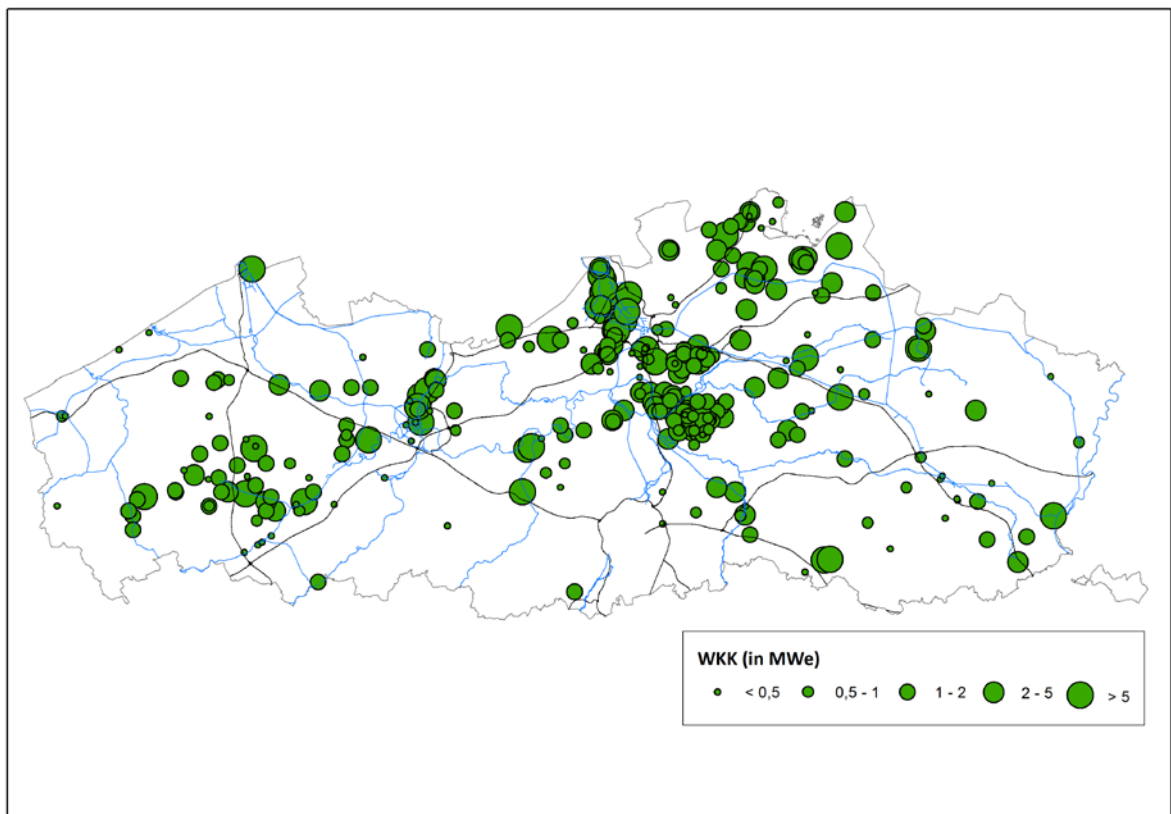


Figuur 6: Inschatting potentieel restwarmte van de afvalverbrandingsinstallaties in Vlaandere anno 2012.

Het totale (maximum) potentieel bedraagt 4.700 GWh. De twee grootste potentiële warmtebronnen zijn, conform hun verbrandingscapaciteit, de Indaver-installaties in Beveren. Mochten we rekening hebben gehouden met een thermisch rendement van 20%, wat het maximum is dat in Nederland gerealiseerd wordt, dan verlaagt het potentieel met een factor 4 en bedraagt het 1.200 GWh.

4.3. WARMTEKRACHTKOPPELINGSINSTALLATIES

De bestaande WKK installaties van 2012 die zijn opgenomen in de volgende kaart (Figuur 7), staan tevens vermeld in Tabel 18 in Bijlage A. WKK installaties met een vermogen < 50 kWe zijn (nog) niet opgenomen. Indien in de loop van het jaar 2012 een installatie werd vervangen, werd de meest recente installatie in onderstaande kaart opgenomen.



Figuur 7: Overzicht van de ligging van de WKK's in Vlaanderen per vermogensklasse (excl. installaties < 50 kWe) – [MWe]

4.4. RESTWARMTE IN DE INDUSTRIE

Het potentieel aan industriële restwarmte wordt gemaakt voor grote, industriële puntbronnen (IMJV-plichtige bedrijven). Voor de kleinere bedrijven wordt de restwarmte niet ingeschat, gezien we ervan uitgaan dat de restwarmte een te lage temperatuur kent voor valorisatie (<80°).

4.4.1. METHODE INSCHATTING RESTWARMTE POTENTIEEL

Voor de opmaak van de industriële restwarmtekaart volgen we dezelfde methode als in Nederland. Deze methode werd ontwikkeld door het studie bureau PDC en wordt in het vervolg van dit rapport aangeduid als de 'PDC-methode'⁶.

De PDC-methode vertaalt de netto warmtevraag, zijnde het brandstofverbruik dat ingezet wordt voor de warmtebehoefte, eerst naar een bruto warmtevraag voor de diverse, industriële sectoren verdeeld over:

- HTW: >200°C
- MTW: 120-200°C
- LTW: <120°C

⁶ Bron: H. Vleeming, E. van der Pol (2011) Ontwikkelen van methodieken voor het opstellen van industriële warmtekaarten. Process Design Center B.V.

Vervolgens neemt de PDC-methode aan dat de helft van de warmtevraag van een hoger liggend niveau beschikbaar is voor intern gebruik op een lager liggend niveau. De andere helft is beschikbaar als restwarmte. Uiteindelijk degradeert alle gevraagde warmte tot restwarmte. Tekstbox 1 licht de methode toe; Figuur 8 illustreert ze.

Tekstbox 1: Voorbeeld ter illustratie van de PDC-methode voor inschatting van industriële restwarmte.

Stel dat een bedrijf een netto warmtevraag heeft van 50 GWh/jaar.

Per industriële activiteit / subsector geeft de PDC-methode een opsplitsing van de warmtevraag per temperatuurniveau. Stel dat dit bedrijf volgende verdeling heeft:

- Aandeel warmtevraag >200°C: 30%
- Aandeel warmtevraag 120-200°C: 70%
- Aandeel warmtevraag <120°C: 0%

Volgens de PDC-methode komt de helft van de warmte op een hoger liggend niveau vrij als warmte op een lager liggend niveau:

- Alle warmte >200°C (30%) wordt ingevuld door externe energiebronnen.
- Een deel van de warmte op 120-200°C is restwarmte van >200°C: 15% of de helft van 30%
- Het overige deel van de warmte op 120-200°C wordt ingevuld door externe energiebronnen: 70% - 15% = 55%
- Het bedrijf heeft geen warmtevraag <120°C

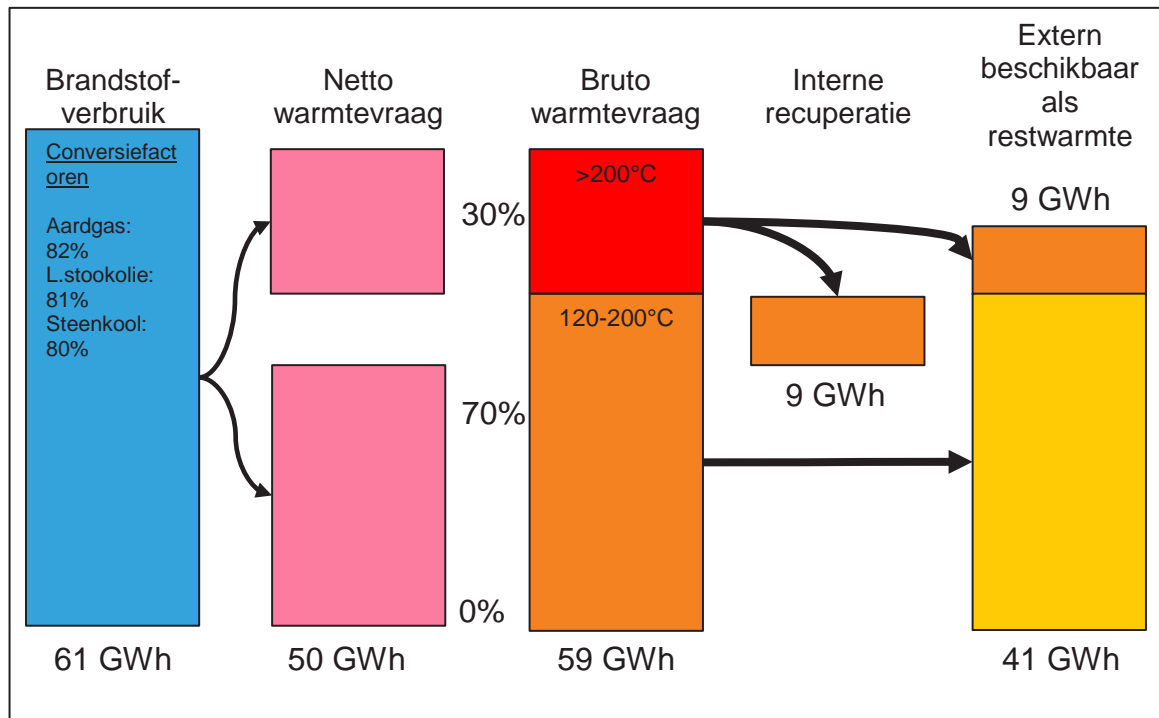
Hieruit wordt de BRUTO warmtevraag berekend:

$$\text{BRUTO} = \text{NETTO} / \text{gedeelte dat ingevuld moet worden door externe energiebronnen} = 50 / (30\% + 55\%) \text{ GWh/jaar} = 59 \text{ GWh/jaar}$$

Van die bruto warmtevraag:

- Bevindt zich 30% >200°C: 18 GWh/jaar
 - Daarvan is de helft beschikbaar als *interne* restwarmte op 120-200°C: 9 GWh/jaar
 - Daarvan is de helft beschikbaar als *externe* restwarmte op 120-200°C: 9 GWh/jaar
- Bevindt zich 70% op 120-200°C: 41 GWh
 - Daarvan is niets beschikbaar als interne restwarmte omdat het bedrijf geen warmtevraag heeft <120°C
 - Dus is alles beschikbaar als externe restwarmte <120°C: 41 GWh/jaar

Het resultaat is dus een inschatting van het restwarmteaanbod voor twee temperatuurbereiken: onder de 120 °C en tussen 120 en 200 °C, resp. 41 en 9 GWh/jaar.



Figuur 8: Illustratie van de PDC-methode voor inschatting van de restwarmte voor de industrie.

De PDC-methode schat het restwarmtepotentieel in door enkel de eerste wet van de thermodynamica in rekening te brengen: dat wil zeggen dat alle brandstof die in het bedrijf gebracht wordt, het bedrijf op een of andere manier als restwarmte ook verlaat. De PDC-methode houdt geen rekening met de tweede wet van de thermodynamica; m.a.w. het houdt geen rekening met de wijze waarop de warmte beschikbaar komt en of het technisch te recupereren is (bv. zeer verspreide vrijstelling via dissipatie in tegenstelling tot vrijstelling in een geconcentreerde stroom als warm water onder druk op bv. 150 °C). Deze potentieelinschatting is bijgevolg te beschouwen als een theoretisch potentieel en geeft een bovengrens aan van het potentieel restwarmteaanbod.

Een andere tekortkoming van de PDC-methode is dat ze voor een aantal sectoren de interne warmtevraag situeert in de hoogste temperatuurschijf (>200 °C). Bedrijven uit deze sectoren hebben dan volgens de methode een potentieel aanbod aan restwarmte 120-200°C gelijk aan de interne warmtevraag, wat een overschatting is.

Dit is specifiek van toepassing op volgende sectoren:

- De keramische sector (vervaardiging van baksteen, tegels, ander aardewerk, glas)
- De ijzer- en staalsector (hoogovens, walsen, gieterijen)

Voor de sectoren chemie en raffinaderijen zijn de inschattingen, die volgens deze PDC-methode werden bekomen, in onderling overleg met VEA, Essenscia en de Belgische Petroleum Federatie bijgesteld aan de hand van de resultaten van de MIP2 Heat-studie⁷. Deze studie besluit (op pagina's 21 en 22):

“Figuur 1 [hieronder overgenomen als Figuur 9] toont een kaart met daarop een inventaris van de warmteverliezen, per bedrijvencluster, in de industriële sites die werken met geïntegreerde

⁷ Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (2012) Havenwarmte – Haalbaarheidsonderzoek naar de valorisatie van industriële restwarmte in de haven van Antwerpen.

warmtevoorzieningen (zgn. utilities). [...] De aangegeven vermogens vormen een sommatie van geïnventariseerde restwarmtebronnen met een vermogen van minimum $1MW_{th}$ en een temperatuur tussen 80° en $120^{\circ}C$. Samen hebben ze een vermogen van ca. $433 MW_{th}$.

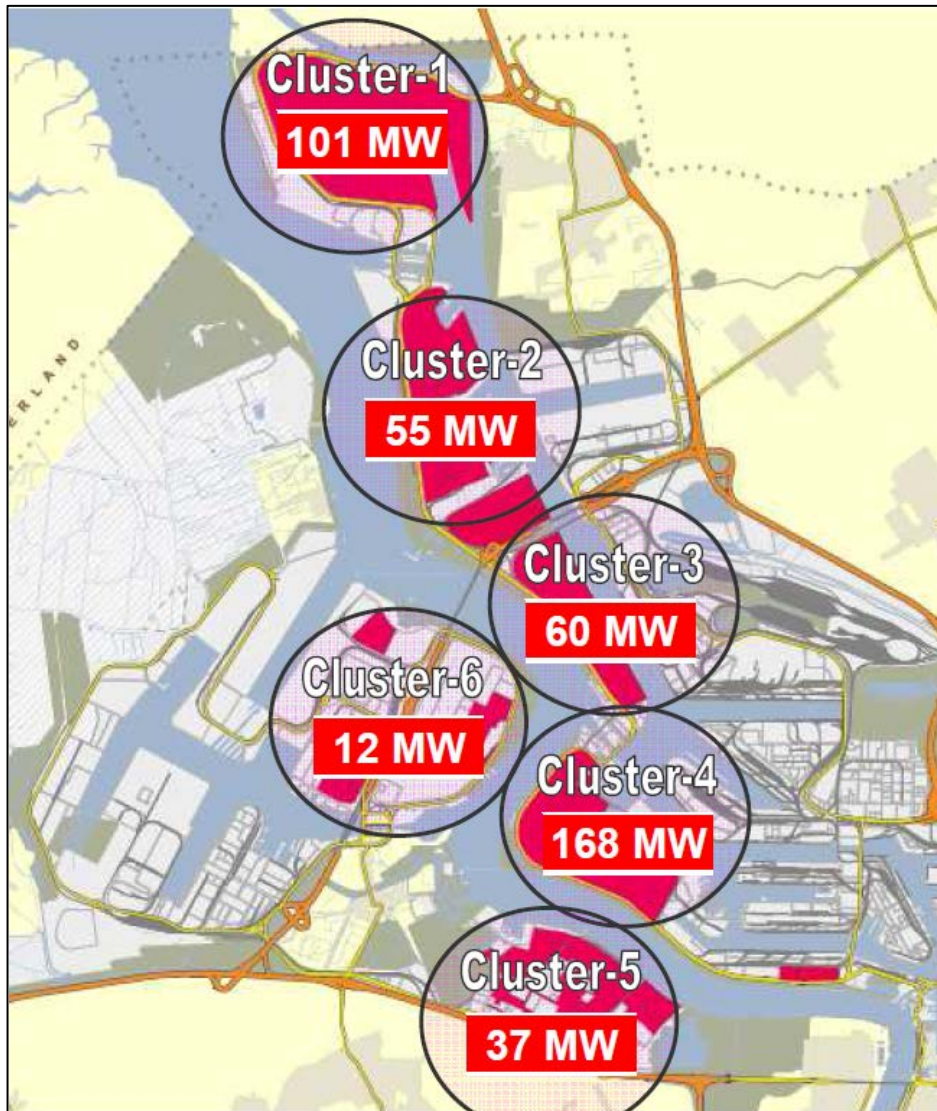
Naast de warmteverliezen in sites met geïntegreerde utilities werd nog eens $48 MW_{th}$ aan restwarmte geïnventariseerd in niet-geïntegreerde industriële sites, m.a.w. in sites met een eenvoudiger warmtevoorziening. Zodoende komt met in totaal een ca. $481 MW_{th}$ aan restwarmte aan temperaturen tussen 80° en $120^{\circ}C$.

In de loop van de restwarmte-inventarisatie werd echter vast gesteld dat ook op hogere temperaturen heel wat restwarmte verloren gaat. Deze werd niet geïnventariseerd of nauwkeurig gekwantificeerd, maar het gesommeerde vermogen daarvan wordt door experts geschat in dezelfde grootteorde als de warmteverliezen tussen 80° en 120° .

De bijstelling is als volgt in voorliggende studie uitgevoerd:

- Voor elke cluster binnen havengebied Antwerpen, afgebeeld in Figuur 9, wordt de totale restwarmtepotentieelinschatting voor het temperatuurbereik $<120^{\circ}C$, waar de PDC-methode op uitkomt, vergeleken met de potentieelinschatting van de MIP2 Heat studie. Dit levert per cluster een verhouding op, die als correctiefactor wordt toegepast op elk van de individuele bedrijven in de clusters. Cluster 2 wordt hierbij wel opgesplitst in BRC (raffinaderij) en de rest (chemiebedrijven).
- De correctiefactor voor cluster 3 in het havengebied Antwerpen staat model voor de overige grote chemische bedrijven in Vlaanderen (gemiddelde warmtevraag in deze cluster: 6,9 PJ). Deze factor wordt dan toegepast op volgende 3 bedrijven:
 - BP Chembel Geel
 - Evonik, Antwerpen
 - Ineos Chlorvinyls Belgium
- Voor alle overige chemische bedrijven in Vlaanderen nemen we de correctiefactor over van cluster 5 (gemiddelde warmtevraag in deze cluster: 1,67 PJ).
- Deze correctiefactoren worden toegepast op het temperatuursbereik $<120^{\circ}C$. Voor het temperatuursbereik $120-200^{\circ}C$ wordt – op basis van de laatste paragraaf uit de hierboven geciteerde conclusies van de MIP2 Heat-studie – de inschatting van $<120^{\circ}C$ gekopieerd.

Los van deze aanpassing voor de chemie en de raffinaderijsector zijn voor 7 andere bedrijven restwarmte-inschattingen opgegeven aan VITO/VEA door de bedrijven zelf. Deze werden overgenomen in de potentieel inschatting i.p.v. onze inschattingen volgens de PDC-methode.



Figuur 9: Clusters van industriële restwarmteverliezen. (bron: GHA), Havengebied Antwerpen.

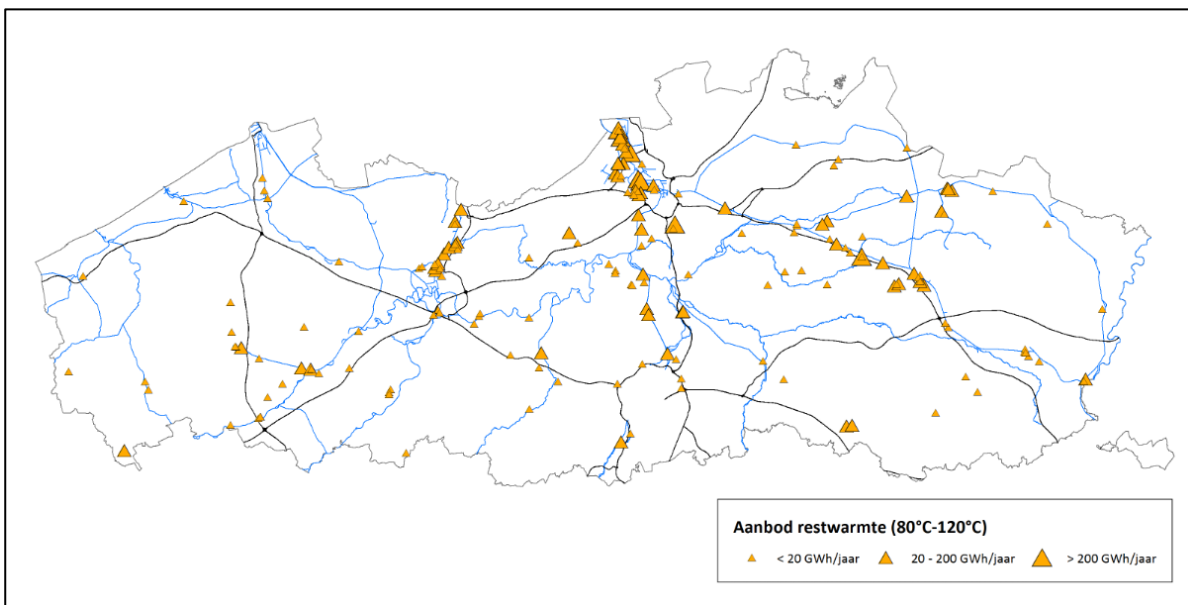
4.4.2. RESULTATEN

Tabel 11 toont de resultaten per industriële subsector van de PDC-methode voor Vlaanderen, terwijl Figuur 10 en Figuur 11 dit restwarmteaanbod per puntbron weergeven voor respectievelijk de temperatuurbereiken < 120 °C en $120-200$ °C. De bedrijven zonder restwarmte aanbod zijn niet opgenomen in de kaart. Zoals eerder aangegeven, geeft deze potentiëleinschatting een theoretisch potentieel of een bovengrens van het restwarmte aanbod aan. Zo zal de restwarmte > 120 °C niet noodzakelijk beschikbaar zijn voor externe warmtelevering, maar kan het ook intern binnen bedrijven gerecupereerd worden, als daarvoor geschikte toepassingen bestaan. Het is dus van belang dat in meer gedetailleerde haalbaarheidsstudies wordt nagegaan welke toepassing voor de restwarmte haalbaar is.

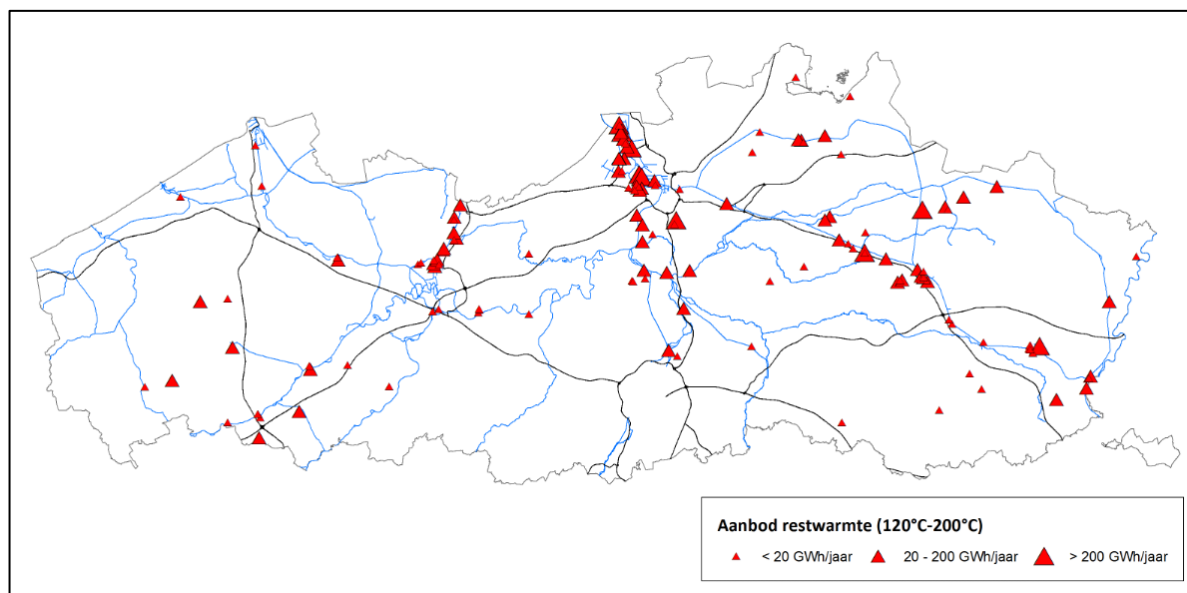
Tabel 11: Aanbod restwarmte per industriële subsector in Vlaanderen (< 120°C en 120-200°C) voor het basisjaar 2012 - [GWh]

	Warmtevraag (GWh)	Aanbod Restwarmte <120°C (GWh)	Aanbod Restwarmte 120-200°C (GWh)
Raffinaderijen	17.300	900	900
IJzer & staal	4.300	0	4.300 (*)
Non-ferro	1.500	200	800
Chemie	33.600	4.900	4.900
Mineraal	2.100	600	1.400 (*)
Voeding	5.600	500	0
Textiel	600	0	0
Papier, druk	3.000	0	0
Technologie	900	0	0
Kunststof, hout	1.200	200	0
TOTAAL	70.100	7.400	12.300

(*) Overschatting van het potentieel wegens onvoldoende in rekening brengen van de mogelijkheden tot interne warmterecuperatie door de PDC-methode, zie eerdere opmerking bij de beschrijving van de methode



Figuur 10. Aanbod restwarmte <math><120^{\circ}\text{C}</math>, afkomstig van grote industrie, in 2012 in Vlaanderen - [GWh/jaar].



Figuur 11. Aanbod restwarmte 120-200°C, afkomstig van grote industrie, in 2012 in Vlaanderen - [GWh/jaar].

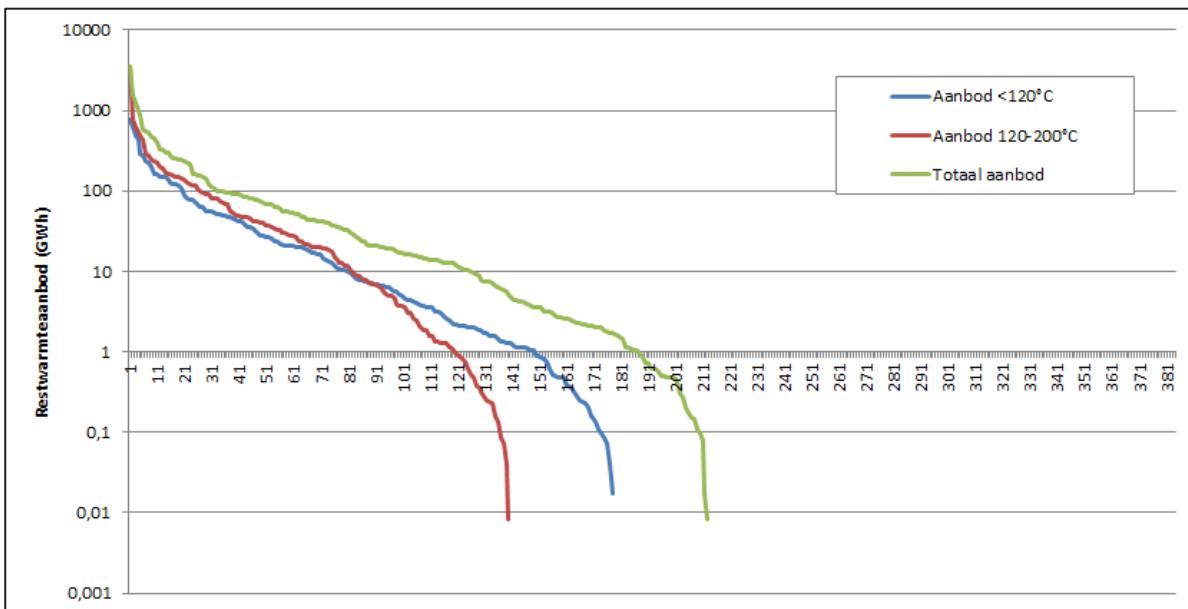
Nota: Overschatting van het potentieel in de keramische en de ijzer en staal sector, wegens onvoldoende in rekening brengen van de mogelijkheden tot interne warmterecuperatie door de PDC-methode, zie eerdere opmerking bij de beschrijving van de methode.

Het totale aanbod bedraagt volgens deze inschatting 7.400 GWh in het temperatuursbereik 80-120°C en 12.300 GWh in het temperatuursbereik 120-200°C. Deze laatste is wel een overschatting omdat voor keramische en de ijzer en staal sector de mogelijkheden tot interne warmterecuperatie door de PDC-methode onvoldoende in rekening gebracht zijn.

Tabel 12 en Figuur 12 geven meer detail weer van het restwarmte aanbod. Zoals te verwachten is er een grote variatie in potentieel aanbod tussen de bedrijven. Het varieert van ongeveer 3,5 TWh tot bijna niets. In totaal kennen 23 bedrijven van de 384 IMJV-bedrijven een restwarmtepotentieel groter dan 200 GWh op jaarbasis, goed voor 73% van het totale restwarmte aanbod uit de industrie in Vlaanderen. De PDC-methode kent aan een aantal sectoren zoals bijvoorbeeld voeding en textiel geen restwarmte-aanbod toe, in tegenstelling tot praktijkvoorbeelden in andere Europese landen.

Tabel 12: Aantal bedrijven en totaal restwarmte aanbod, afkomstig van de grote industrie, in Vlaanderen voor het basisjaar 2012.

Aanbod GWh/jaar	Restwarmteaanbod <120°C		Restwarmteaanbod 120-200°C		Restwarmteaanbod <200°C	
	Aantal bedrijven	Totaal aanbod (GWh)	Aantal bedrijven	Totaal aanbod (GWh)	Aantal bedrijven	Totaal aanbod (GWh)
Geen	206	0	244	0	171	0
≤ 20	116	500	73	400	120	700
20 - ≤ 200	54	3.500	56	4.200	70	4.600
> 200	8	3.300	11	7.700	23	14.300
TOTAAL	384	7.400	384	12.300	384	19.700



Figuur 12. Pareto diagram van aanbod restwarmte per industriële puntbron voor basisjaar 2012 – [GWh].

HOOFDSTUK 5. SCENARIO'S WARMTEVRAAG EN -AANBOD

Bijlage VIII van de Richtlijn 2012/27/EU (EED richtlijn), geeft aan dat “een prognose van de ontwikkeling van deze vraag [naar verwarming en koeling] in de komende tien jaar, waarbij met name rekening wordt gehouden met de verandering in de vraag in gebouwen en in de verschillende industrietakken”, dient te worden uitgevoerd. Deze prognose is – samen met de inschatting van technische potentiëlen – een voorbereiding op de kosten/baten analyse (KBA), om zo de economisch interessante gebieden te bepalen voor de aanleg van warmtenetten en inzet van hoogrenderende WKK. Om verschillende mogelijke ontwikkelingen van de warmtevraag in beeld te brengen vraagt de richtlijn om, naast de centrale prognose, 1 à 2 alternatieve scenario's te ontwikkelen. Gegeven de beperkte beschikbaarheid van energieprognoses voor Vlaanderen, werd in samenspraak met de opdrachtgever beslist om in voorliggende studie enkel een centrale prognose op te stellen. In dit hoofdstuk lichten we de methodologie toe die we hebben toegepast om de toekomstige warmtevraag in te schatten en geven we tevens een overzicht van de resultaten.

5.1. METHODOLOGIE

5.1.1. BESTAANDE ENERGIEPROGNOSES ALS UITGANGSPUNT

Voor het afleiden van de toekomstige evolutie van de warmtevraag op Vlaams niveau sluiten we aan bij het WM-scenario (With Measures, of ook wel BAU Business As Usual Scenario) dat door LNE in 2015 werd ingediend bij de Europese Commissie in het kader van de Monitoring Mechanism Regulation . Deze scenario's geven een recente reflectie van de impact van het huidige, gekende energie- en klimaat beleid, alsook van autonome evoluties, op het verwachte energieverbruik in Vlaanderen tot 2035. We willen aangeven dat enkel een WM-scenario werd ingediend, en geen WAM (With Additional Measures) Scenario, gezien er geen, duidelijk zicht is op bijkomend, nieuw beleid.

Bij de opmaak van het WM-scenario maakte LNE gebruik van de simulatietool, ontwikkeld door VITO, en de input vanuit verschillende administraties, waaronder VEA. De simulatietool laat toe om voor de verschillende CRF/NFR sectoren (energie, industrie, landbouw, tertiair, huishoudens, ...) prognoses voor broeikasgassen en luchtpolluenten tot 2035 te simuleren. De prognose voor energiegerelateerde emissies vertrekken hierbij van energieprojecties per sector (eventueel per subsector) en per energiedrager.

Het WM-scenario houdt rekening met volgende beleidspakketten en autonome evoluties:

- Residentieel: bestaande & geplande energie efficiëntie maatregelen tot 2020 zoals ingediend volgens het Energie Efficiëntie Actie Plan NEEAP2014 (vnl. REG-acties); E-peil normering nieuwbouw tot 2020; Verhoogde inzet van warmtepompen bij nieuwbouw en zonneboilers bij renovatie; Conform Ecodesign, verplichte inzet van condenserende ketel indien gas/stookolieketel vanaf 2016; evolutie aantal gezinnen. Voor de implementatiegraad van beleidsmaatregelen tussen 2020-2030 werd het beleid anno 2020 aangehouden (of lichtjes verhoogd).
- Tertiair: autonome evolutie van deze sector rekening houdend met economische groei en demografische evolutie; REG-acties, alsook verstrenging van de energieprestatie nieuwbouw,

werden als beleidsmaatregelen meegenomen. Ook hier werd het beleid anno 2020 doorgetrokken tot 2035.

- Landbouw en industrie: verwachte autonome groei van de activiteiten tot 2035; verwachte verbetering van energie-efficiëntie gegeven het gekende beleid/autonome evoluties; verhoogde inzet van WKK.

5.1.2. HERSCHALING EVOLUTIE VLAANDEREN NAAR GRIDCEL

De evolutie in energieverbruiken uit het WM-scenario werd omgezet naar een evolutie van de warmtevraag, rekening houdend met de verwachte groei van WKK's en de verwachte evolutie van installatierendementen. Voor de industriële sectoren nemen we aan dat de toekomstige ketelrendementen constant blijven t.o.v. 2012 en deze stellen we dan ook gelijk aan de referentierendementen aangenomen in de Warmtekaart AS IS (Tabel 1).

Voor de vertaling van de toekomstige warmtevraag op Vlaams niveau naar het lokale niveau (niveau gridcel) werd zoveel mogelijk rekening gehouden met geografisch specifieke informatie. Op het niveau van de gridcel is volgende informatie gekend m.b.t. lokale warmtevraag:

- Totale warmtevraag voor sectoren residentieel/tertiair/landbouw samen (d.i. sector gebouwen) en totale warmtevraag voor de sector industrie (diffuse vraag niet IMJV bedrijven). Voor de grote industrie (IMJV bedrijven) is de totale warmtevraag per specifiek bedrijf gekend.
- Een verdere indeling naar subsectoren bij de sector industrie of de sector gebouwen is niet gekend op het niveau van de gridcel; noch op een hoger gelegen geografisch niveau zoals een gemeente.

Gegeven de beschikbaarheid van de warmtevraag op het niveau van de gridcel, aggregeren we de prognoses van de warmtevraag per sector op Vlaams niveau opdat we prognoses voor de sector gebouwen (tertiair, landbouw en residentieel) en industrie bekomen. Deze Vlaamse evoluties tot 2035 worden vervolgens aan elke gridcel opgelegd.

5.2. RESULTATEN

5.2.1. EVOLUTIE DIFFUSE WARMTEVRAAG: GEBOUWEN EN KLEINE INDUSTRIE

Onderstaande tabel geeft de evolutie van de warmtevraag op Vlaams niveau weer voor de sectoren industrie en gebouwen t.o.v. het basisjaar 2012. Deze evolutie wordt verondersteld voor elke gridcel binnen de Warmtekaart Vlaanderen.

Tabel 13: Evolutie Warmtevraag in Vlaanderen, gebaseerd op WM-scenario 2015.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035
Residentieel, tertiair en landbouw	100%	98%	94%	92%	91%	90%
Kleine industrie (excl. ijzer en staal)	100%	99%	104%	107%	111%	116%

5.2.2. EVOLUTIE WARMTEVRAAG INDUSTRIËLE VRAAGPUNTEN EN BIJHORENDE RESTWARMTE AANBOD

Wat betreft de grote bedrijven (IMJV bedrijven) lijkt het ons beter om geen verandering in de warmtevraag te veronderstellen. Het is immers erg onzeker om een bedrijfsprognose op te stellen.

Het restwarmte-aanbod en bijhorende T-indelingen veronderstellen we dan ook constant tot 2035. Deze redenering wordt ook ondersteund door het feit dat de huidige economische context en energieprijzen, aanzetten tot een efficiënte inzet van energie. We veronderstellen dat restwarmte bij nieuwe installaties bijgevolg binnen het bedrijf zal worden ingezet of wordt vermeden.

5.2.3. EVOLUTIE RESTWARMTE AANBOD AFVALVERBRANDINGSINSTALLATIES EN ELEKTRICITEITSOPWEKKINGSINSTALLATIES

Ook hier beschouwen we een constant aanbod tot 2035, gezien de onzekerheden.

HOOFDSTUK 6. TECHNISCH POTENTIEEL WARMTENETTEN EN WKK

Voor het verdere verloop van de studie is het noodzakelijk om een inschatting van het technisch potentieel te maken voor de verschillende technologieën om warmte te produceren. We maken een onderscheid tussen volgende technologieën: (micro) WKK ter vervanging van een stookinstallatie (in sector industrie en gebouwen), WKK die bijgeplaatst wordt om een warmtenet van warmte te voorzien, en een warmtenet. Dit technisch potentieel vormt de bovengrens voor het economisch potentieel dat voortvloeit uit de kosten-baten analyse.

6.1. WKK TER VERVANGING VAN STOOKINSTALLATIE BIJ SECTOR INDUSTRIE, TERTIAIR EN LANDBOUW

De inschatting van het technisch potentieel voor WKK's met een vermogen > 50 kW_e splitsen we op in functie van de berekeningen die we later in de kosten-baten analyse maken. Enerzijds zijn er WKK's ter vervanging van stookinstallaties bij industrie; landbouw en tertiair. Anderzijds is er een mogelijkheid om bijkomende warmtenetten van warmte te voorzien met nieuwe WKK's.

Voor WKK's ter vervanging van stookinstallaties bij de industrie, tertiair en landbouw zijn er geen actuele Vlaamse schattingen van het technische potentieel beschikbaar. De laatste bottom-up analyse van het technologische potentieel voor Vlaanderen stamt uit 1997 (Martens en Dufait, 1997⁸) en is achterhaald, zowel in gerealiseerd WKK vermogen als in samenstelling van het Vlaams economisch weefsel. Andere WKK scenario studies zijn altijd deels of volledig op voornoemde studie gebaseerd en zijn dus niet rechtstreeks bruikbaar om het technisch potentieel op te baseren. (Briffaerts et al., 2005) (Briffaerts et al., 2009) (De Decker et al., 2010) (Meynaerts et al., 2011)⁹ Een goede inschatting van het technisch potentieel specifiek voor Vlaanderen zou een bijkomend onderzoek vergen dat buiten de scope van de huidige studie valt.

In overleg met VEA wordt uitgegaan van volgende aanpak:

1. In kader van de *EnergieBeleidsOvereenkomst* daarentegen, verbinden de aangesloten bedrijven volgens art 6^o zich ertoe om een studie uit te voeren die het economisch potentieel aan kwalitatieve warmtekrachtkoppeling in de vestiging te onderzoeken. Hiertoe wordt het technisch potentieel samen met de ruwe IRR door de Onderneming aan het VerificatieBureau Benchmarking Vlaanderen (VBBV) gerapporteerd voor 30/06/2015. Indien dit project economisch niet haalbaar blijkt, dan wordt dit ook door de onderneming gemotiveerd. Het technische potentieel voor de aangesloten bedrijven, zoals gerapporteerd aan VBBV, veronderstellen we *als het totale potentieel bij de grote industrie* (IMJV bedrijven). Bijlage B geeft het verslag van het VBBV weer. Dit geeft aan dat "86 ondernemingen vormen samen een technisch potentieel van ongeveer 187 MWe hebben. Het vermogen van deze WKK's varieert van 0.07 tot 15 MWe; het geraamde aantal draaiuren ligt tussen ong. 4000 en 8600u."

⁸ Martens Adwin, Dufait Nadine (1997) Energetisch potentieel warmtekrachtkoppeling in België, studie uitgevoerd in opdracht van Electrabel.

⁹ Briffaerts K. et al. (2005) Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020, VITO voor VEA; Briffaerts K. et al. (2009) Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020, VITO voor VEA; Meynaerts et al. (2011) Doorrekeningen ter ondersteuning van evaluatie GSC en WKC-systeem, VITO voor VEA

2. Het technisch potentieel aan WKK bij kleinere industrie en gebouwen (landbouw en tertiair) veronderstellen we gelijk aan 100%, wegens gebrek aan betrouwbare informatie, *met de belangrijke kantlijn dat dit in de praktijk niet steeds mogelijk is om diverse redenen.*

6.2. WKK VOOR WARMTENETTEN

WKK's die bijgeplaatst worden om een bijkomend warmtenet van warmte te voorzien zijn niet beperkt door een technisch potentieel. Anders gezegd, de volledige warmtevraag voor gebouwenverwarming/kleine industrie dat geleverd wordt door nieuwe warmtenetten, kan gevoed worden vanuit WKK-warmte. Het is mogelijk dat deze optie niet economisch rendabel is maar die analyse maakt deel uit van de kosten-baten analyse.

Bij de evaluatie van WKK voor nieuwe warmtenetten dienen geen bestaande WKK's in mindering gebracht te worden, omdat het steeds nieuwe warmtenetten zou betreffen en bijgevolg een nieuw WKK potentieel.

6.3. MICRO-WKK BIJ SECTOR GEBOUWEN

Ook micro-WKK's die in gebouwen worden geplaatst zijn niet beperkt door een technisch potentieel. We veronderstellen dus dat de volledige warmtevraag voor gebouwverwarming in principe gevoed kan worden vanuit micro-WKK warmte. In hoeverre dit economisch rendabel is, zal blijken uit de kosten-baten analyse.

6.4. WARMTENETTEN

Voor warmtenetten is er geen zuiver technische beperking wat wil zeggen dat een geïdentificeerde warmtevraag altijd kan aangevoerd worden van een andere locatie. Dit gegeven is niet verwonderlijk omdat een warmtenet op zich niet meer is dan een transportmiddel voor warmte en de echte technische beperkingen zich eerder bevinden aan de zijde van de energieconversie.

Hoewel er geen zuiver technische barrière voor warmtenetten is, kunnen beperkingen voortvloeien uit het regulator kader bij aanleg van nieuwe warmteleidingen (bv. Nature 2000). Na consultatie met EANDIS, kunnen we geen juridische beperkingen voor warmtenetten identificeren. We nemen bijgevolg een ongelimiteerd, technisch potentieel aan voor warmtenetten.

Ten slotte kan er een economische barrière zijn bij de aanleg van een warmtenet. Dit aspect wordt geanalyseerd bij de kosten-baten analyse. Illustratief verwijzen we naar de studie van Pöyry waarin een gelijkaardige stelling wordt gemaakt. Zij geven aan dat er geen absolute technische beperking is, maar dat er vooral een economische beperking invloed uitoefent: *"While technically, district heating schemes may be applied to the whole housing stock, this is not a realistic figure for its national potential. Our analysis of the UK potential for district heating is grounded in economics..."*. (Pöyry , 2009)¹⁰.

¹⁰ Pöyry (2009) The potential and costs of district heating networks, studie uitgevoerd voor het UK Department of Energy and Climate Change

HOOFDSTUK 7. KOSTEN EN BATEN ANALYSE WARMTE

Het resultaat van de kosten-baten analyse is een evaluatie voor Vlaanderen van het economisch potentieel (aan de hand van netto contante waarde) van warmtenetten en WKKs zoals gevraagd in richtlijn 2012/27/EU artikel 14 lid 3. Op basis van deze evaluatie kan overeenkomstig met richtlijn 2012/27/EU artikel 14 lid 5 een bijkomende kosten baten met financiële analyse worden opgevraagd, indien een relevante energie investering wordt gepland.

Voor de warmtekaart van Vlaanderen streven we er naar om per per gridcel aan te geven of het een kansrijk (economisch interessant oftewel baten groter dan de kosten) gebied is voor één van de volgende investeringen:

- Warmtenetten op basis van restwarmte (gevoed vanuit industrie, elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties);
- Warmtenetten op basis van warmte uit een nieuwe hoogrenderende warmtekrachtkoppeling.

De kosten-baten analyse voor hoogrenderende warmtekrachtkoppeling voor individueel opgenomen bedrijven wordt volledig gebaseerd op de potentieelstudies WKK per bedrijf binnen de EnergieBeleidsOvereenkomst EBO art 6 6°. Voor micro-WKK en WKK's bij kleinere bedrijven (kleine industrie, tertiaire sector) daarentegen geven we een ruwe indicatie van het potentieel aan de hand van een voorbeeldberekening.

7.1. METHODOLOGIE

De berekening van kosten en baten van warmtenetten en WKK is gebaseerd op de voorschriften uit richtlijn 2012/27/EU bijlage IX. Om deze analyse uit te voeren moeten er vooraf kostenberekeningen/aannames gemaakt worden om zowel de warmte als elektriciteit te waarderen. Bovendien gaan we uit van een technisch potentieel voor bovenstaande opwekkings- en distributie-technologieën, dat in een eerdere stap werd bepaald in HOOFDSTUK 6.

We willen er op wijzen dat het detailniveau van de warmtekaart AS IS ook het detailniveau van de kosten baten analyse bepaalt. Zo zullen de sectoren residentieel, tertiair en landbouw niet apart behandeld kunnen worden in de kosten baten analyse, evenals de industriële subsectoren voor de kleine industrie.

De berekeningen en aannames die we maken voor de kosten baten analyse zijn de volgende:

- [B0] Basis aannames zoals discontovoet (zonder berekening)
- [B1] Opwekkingskost warmte stookinstallatie op gas voor industriële toepassingen
- [B2] Opwekkingskost warmte condensatieketel op gas voor gebouwenverwarming
- [B4] Kosten baten voor WKK installatie voor warmtenet
- [B5] Kosten baten voor distributie van warmte voor verwarming (lokale levering van warmte)
- [B6] Kosten baten voor transport van warmte (transport warmte zonder lokale levering)

Naast de berekeningen volgens bovenstaand algoritme (GIS gerelateerde berekeningen) voeren we voor de kosten/baten analyse micro-WKK bij gebouwen en WKK bij KMO's, tertiair en landbouw voorbeeldberekeningen uit.

De kosten/baten analyse voor grote bedrijven (IMJV bedrijven) valt volledig samen met het aangeduide economische potentieel volgens de potentieelstudies WKK binnen de

EnergieBeleidsOvereenkomst. Volgens Art. 6(6) van de EBO verbinden de ondernemingen zich ertoe om een studie uit te voeren die het economisch potentieel aan kwalitatieve warmtekrachtkoppeling in de vestiging onderzoekt. Hiertoe wordt het technisch potentieel samen met de ruwe IRR door de Onderneming aan het VerificatieBureau Benchmarking Vlaanderen (VBBV) gerapporteerd voor 30/06/2015. Indien dit project economisch niet haalbaar blijkt, dan wordt dit ook door de onderneming gemotiveerd. In Bijlage B kan je de resultaten, zoals gerapporteerd door het VBBV, terugvinden. Het doel is om vast te stellen of er in de vestiging een economisch potentieel is voor toepassing van een kwalitatieve WKK installatie voor gecombineerde productie van warmte en mechanische arbeid of elektriciteit. De uiteindelijke implementatie kan als flexibele maatregel beschouwd worden volgens bijlage 7 van de EBO.

In volgende paragrafen lichten we de nodige berekeningen met bijhorende algoritmes verder toe.

7.1.1. ALGORITMES OP NIVEAU VAN EEN GRIDCEL

Het algoritme is een aaneenschakeling van combinaties van de bovenstaande berekeningen.

De stappen zijn als volgt en worden voor elke gridcel op de warmtekaart uitgevoerd:

- [A1] Berekenen van waarde van warmte die reeds op de warmtekaart aanwezig is
- [A2] Berekenen van kosten baten voor een warmtenet op basis van restwarmte binnen de eigen grid cel
- [A3] Berekenen van kosten baten voor een warmtenet op basis van restwarmte in naburige grid cellen
- [A4] Berekenen van kosten baten voor een combinatorisch warmtenet op basis van restwarmte in naburige grid cellen
- [A5] Berekenen van kosten baten voor een warmtenet met nieuwe WKK binnen de eigen grid cel

→ [A1] Waarde van warmte op warmtekaart

Als eerste stap moet de vervangbare warmtevraag (volgens het eerder bepaalde technisch potentieel) gewaardeerd worden. Dit is noodzakelijk omdat in verdere stappen van het algoritme de door alternatieve technologieën geleverde warmte als baat wordt opgenomen. We waarderen deze warmte op basis van de opwekkingskost door een klassieke stookinstallatie op gas (de zogenaamde 'baseline of referentietechnologie'). De nominale kost per energetische eenheid wordt als resultaat overgenomen voor de verdere kosten baten berekeningen.

De technische - en economische aannames voor de *klassieke stookinstallaties* worden *gedifferentieerd voor de verschillende sectoren (gebouwen versus industrie)*.

Gecombineerde berekening: [B0] + [B1]; [B0] + [B2]

→ [A2] Kosten baten warmtenet restwarmte eigen grid cel

Voor elke grid cel met beschikbare restwarmte wordt een kosten baten berekening gemaakt die het economisch potentieel voor een lokaal warmtenet binnen de grid cel evalueert. De kosten baten berekening neemt de capex en opex van het warmtenet, de waarde van uitgekoppelde restwarmte, de waarde van geleverde warmte aan de consument en de capex voor een backup

installatie in rekening. De capex en opex van het warmtenet wordt gebaseerd op verstedelijkingsgraad in de grid cel (aantal aansluitingen per grid) wat een reflectie is van dichtheid, energie intensiteit, etc. We nemen in deze studie aan dat de waarde van restwarmte wordt verondersteld gelijk te zijn aan de uitkoppelingskost. Deze uitkoppelingskost veronderstellen we nul (vermijden onderschatting potentieel + grote onzekerheid wegens gevalspecifiek). De waarde van geleverde warmte is gebaseerd op een berekening met referentie installatie zoals beschreven in [A1]. De capex van de backup installatie is gebaseerd op de kosten van een klassieke installatie. We nemen de brandstofkosten niet mee van de back up installatie, omdat de backupinstallatie idealiter nooit wordt ingezet. Ze is slechts aanwezig om de bevoorradingszekerheid te vrijwaren.

Gecombineerde berekening: [B0] + [B2] + [B5]

→ [A3] Kosten baten warmtenet restwarmte naburige gridcellen

Voor elke grid cel (met een warmtevraag) wordt een kosten baten berekening gemaakt die gelijkaardig is aan de berekening in [A2] maar dan gebaseerd op beschikbare restwarmte in naburige gridcellen, de zogenaamde gridcel met “warmtebron”. Het transport van de restwarmte naar de gridcel onder beschouwing brengt extra kosten met zich mee. De kostenzijde van deze kosten baten wordt dan ook uitgebreid met transportkosten. De afstand van transport wordt berekend als de Manhattan-afstand tussen een cel en de dichtstbijzijnde cel met restwarmte (cfr. Figuur 13).

Gecombineerde berekening: [B0] + [B2] + [B5] + [B6]

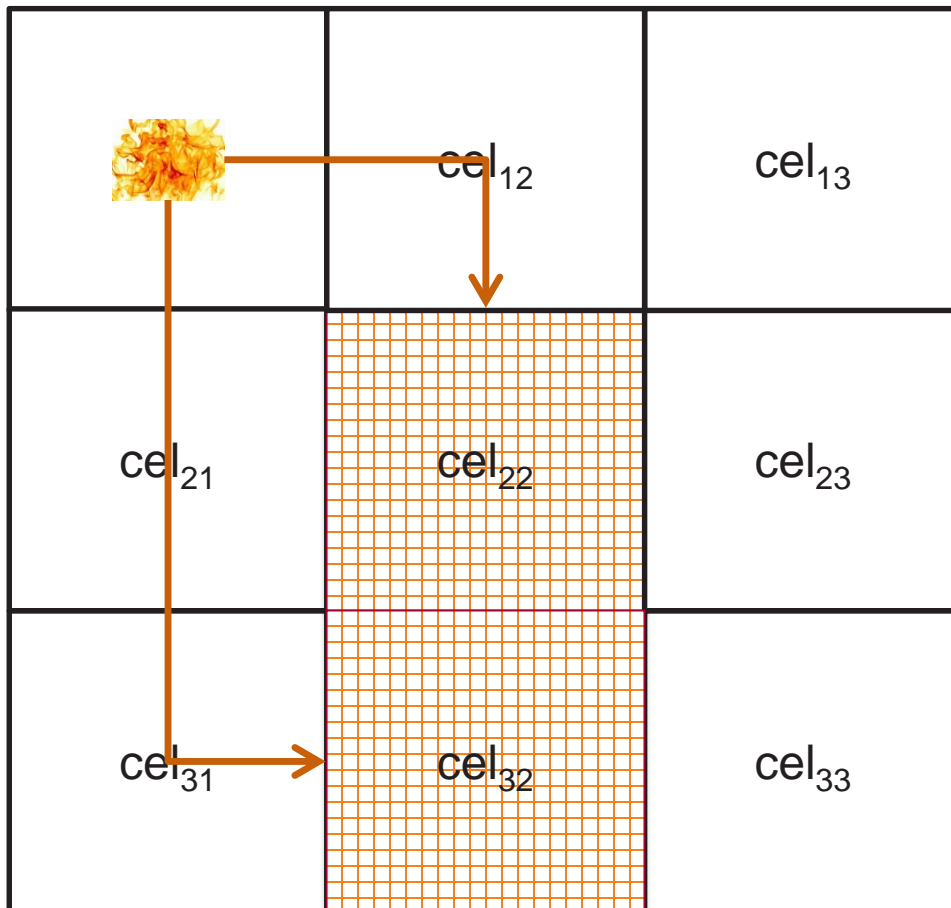
→ [A4] Kosten baten warmtenet restwarmte naburige gridcellen combinatorisch

In stap [A3] wordt er vanuit gegaan dat restwarmte uit de “warmtebron” rechtstreeks aan de grid cel onder evaluatie wordt geleverd. In realiteit is een schaalvoordeel mogelijk indien tussenliggende gridcellen zelf overgaan tot de aanleg van een warmtenet zoals berekend in [A3]. Om deze optie te simuleren voeren we berekening [A3] uit met een verlaagde transportkost voor die tussenliggende gridcellen met een economisch potentieel volgens [A3].

Meer in detail worden de kosten/baten als volgt op kaart berekend: Iedere gridcel C zoekt in een straal van 7 cellen (i.e. $7 * 1200 \text{ m} = 8400 \text{ meter}$) naar een buurcel met een positieve kosten/baten verhouding. De gezamenlijke warmtevraag wordt getransporteerd naar de cel die het dichtst bij een restwarmtebron ligt en vervolgens wordt de resterende warmtevraag naar de naburige cel getransporteerd. De hierbij gemaakte transportkosten worden vergeleken met de som van de transportkosten naar iedere cel apart volgens berekening [A3]. De mogelijke besparing die hier bij optreedt, komt geheel ten goede van gridcel C. Zijn er geen buurcellen met positieve kosten/baten of levert de samenwerking geen besparing op, dan is er voor gridcel C geen extra baat ten opzichte van de vorige berekening [A3]. Zijn er wel buurcellen met positieve kosten/baten dan wordt aangesloten bij de buurcel die de grootste kostenbesparing geeft. Waren de kosten/baten van gridcel C negatief en worden de kosten/baten positief door de combinatorische oplossing, dan wordt de procedure herhaald zodat andere cellen de mogelijkheid hebben om bij gridcel C aan te sluiten. Er is nog steeds een overschatting van de transportkosten omdat de winst enkel uit de koppeling van twee buurcellen gehaald wordt.

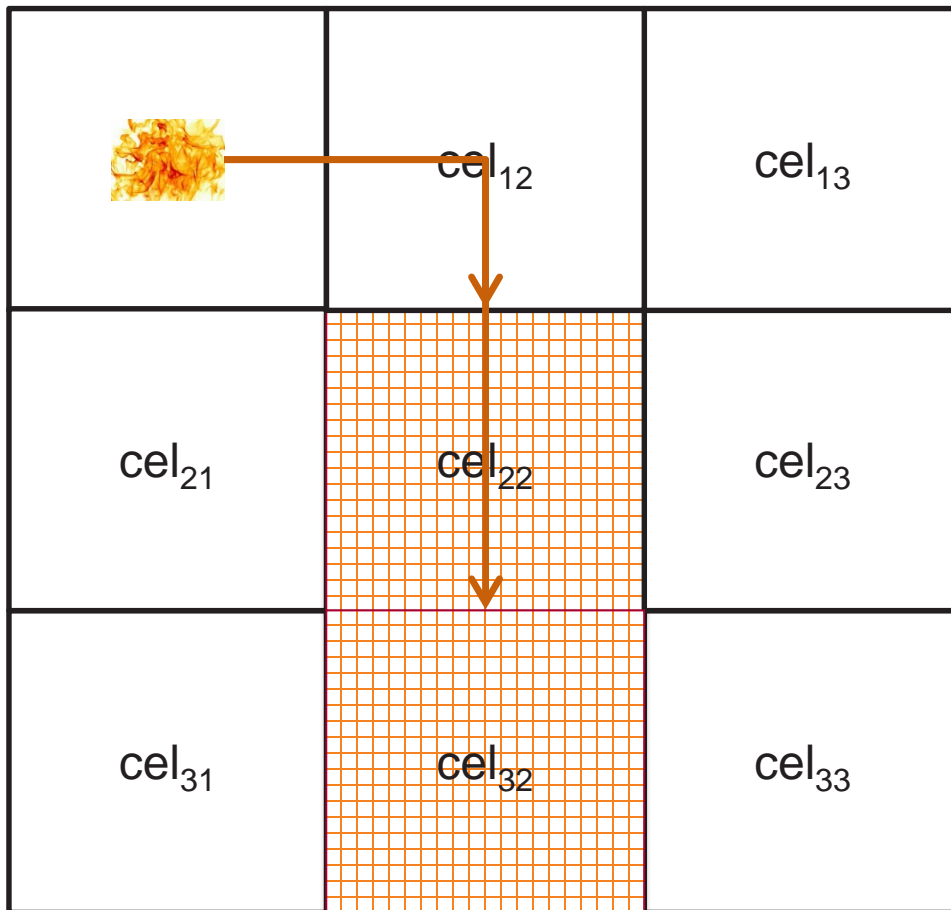
Gecombineerde berekening: [B0] + [B2] + [B5] + [B6]

Bij wijze van verduidelijking geven we een figuur van het concept [A4] hieronder. Stel je hebt twee gridcellen cel22 en cel32 die beiden een warmtenet aanleggen. Indien je ze apart bekijkt wordt de transportkost overschat in afstand zoals blijkt uit de afzonderlijke pijlen van de warmtebron in cel11 naar respectievelijk cel22 en cel32.



Figuur 13: Schematisch overzicht combinatorisch warmtetransport met overschatting van afstand.

In realiteit kan het warmtetransport naar cel32 mee genieten van het warmtetransport dat reeds naar cel22 plaatsvindt. Het resultaat zou dan zijn zoals in onderstaande figuur.



Figuur 14: Schematisch overzicht combinatorisch warmtetransport zonder overschatting van afstand.

→ [A5] Kosten baten warmtenet WKK

Voor elke grid cel wordt een kosten baten berekening gemaakt voor het plaatsen van een nieuwe centrale WKK (gasturbine) die met behulp van een warmtenet zijn warmte aflevert binnen dezelfde grid cel. Deze optie gelijkt op [A2], waarbij de restwarmte wordt vervangen door warmte uit een nieuwe WKK installatie (gasturbine). De kosten baten analyse neemt als kost zowel capex, opex, als brandstofuitgaven voor de WKK in acht. Deze kosten worden afgezet tegen de geproduceerde warmte en - elektriciteit. De warmte wordt gewaardeerd aan de waarde per energetisch eenheid op basis van een klassieke stookinstallatie zoals berekend in [A1]. De opgewekte elektriciteit wordt gewaardeerd volgens aannames van opwekkingskost.

Gecombineerde berekening: [B0] + [B1] + [B4] + [B5]

7.1.2. VOORBEELDBEREKENINGEN MICRO-WKK EN WKK KMO's, TERTIAIR EN LANDBOUW

De kosten-baten analyse voor micro-WKK bij gebouwen, alsook de analyse van WKK bij de sectoren tertiair, landbouw en kleine/middelgrote ondernemingen verloopt niet volgens het hierboven omschreven algoritme. De analyse van beide type WKK's is immers afhankelijk van de specifieke warmtevraag binnen de woning/gebouw/bedrijf. Deze warmtevraag, alsook het warmtevraagprofiel, kan sterk variëren van bedrijf tot bedrijf, van gebouw tot gebouw.

Daarenboven zijn deze gegevens niet gekend vanuit de Warmtekaart AS IS voor het basisjaar 2012. We opteren er dan ook voor om voor elk geval een voorbeeldberekening uit te voeren.

→ Micro-WKK bij gebouwen

Voor micro-WKK bij gebouwen wordt een kosten baten analyse gemaakt voor een typische installatie van 1 kWe/7,82 kWth voor een huishouden. De kosten baten analyse neemt als kost zowel capex, opex, als brandstofuitgaven voor de micro-WKK in acht. Deze kosten worden afgezet tegen de geproduceerde warmte en elektriciteit.

De warmte wordt gewaardeerd aan de waarde per energetisch eenheid op basis van een klassieke stookinstallatie zoals berekend in [A1]. De ingaande brandstof wordt gewaardeerd volgens de prijs voor typecategorie D3 (23.260 kWh op jaarbasis) [Marktmonitor VREG 2014].

De opgewekte elektriciteit wordt gewaardeerd volgens de prijs voor gemiddeld verbruik (Dc – 1.600 kWh dagverbruik en 1.900 kWh nachtverbruik op jaarbasis, 3 personen) [Marktmonitor VREG 2014]. Er wordt verondersteld dat de opgewekte stroom volledig zelf verbruikt wordt.

De investeringskost werd bepaald in overleg met Cogen Vlaanderen. De onderhoudskost is gebaseerd op expertenkennis Cogen Vlaanderen en het artikel 'Micro-CHP systems for residential applications' van M. De Paepe.

Een overzicht van alle parameters is weergegeven in onderstaande tabel.

parameter	
vollasturen (uren)	2000
conversie efficiëntie thermisch (%)	86%
conversie efficiëntie elektrisch (%)	11%
capex (€/MWth)	1, 8 miljoen
opex (€/MWth)	5,85
referentierendement warmte WKB (%)	90%
referentierendement ele WKB (%)	47,30%
waarde brandstof (€/MWh)	60
waarde elektriciteit (€/MWh)	179
waarde warmte	berekende opwekkingkost volgens referentie installatie
technische levensduur (jaar)	10
WKK-certificaten	/

Tabel 14 Parameters kosten en baten berekening voor een micro-WKK

De kosten en baten zijn analoog berekend als die van de technologieën warmtenetten op basis van restwarmte en warmtenetten op basis van warmte uit een nieuwe hoogrenderende warmtekrachtkoppeling of stookinstallatie

Met bovenstaande parameters en de gehanteerde kosten baten berekening resulteert de NCW voor een micro-WKK in -13.000 € over de levensduur van 10 jaar.

→ **WKKs bij KMOs, tertiair en landbouw**

Voor WKKs bij KMOs, in de tertiaire sector en de landbouw is een voorbeeldcase uitgewerkt: WKK in een ziekenhuis. De typische installatie voor deze case is een WKK in de vermogensklasse 200 kWe – 1 MWe.

De warmte wordt gewaardeerd aan de waarde per energetisch eenheid op basis van een klassieke stookinstallatie zoals berekend in [A1]. De ingaande brandstof wordt gewaardeerd volgens de prijs gebruikt door Monitoring en Evaluatie voor de berekening van de onrendabele top en banding factor [Evaluatierapport 2014/1, deel 1].

De opgewekte elektriciteit wordt gewaardeerd volgens de prijs gehanteerd door Monitoring en Evaluatie voor de berekening van de onrendabele top en banding factor [Evaluatierapport 2014/1, deel 1].

De overige parameters werden overgenomen van Monitoring en Evaluatie voor de berekening van de onrendabele top en banding factor [Evaluatierapport 2014/1, deel 1].

Een overzicht van alle parameters is weergegeven in onderstaande tabel.

Parameter	
vollasturen (uren)	3800
conversie efficiëntie thermisch (%)	51%
conversie efficiëntie elektrisch (%)	36%
capex (€/MWth)	0,8 miljoen
opex (€/MWhth)	16,94
referentierendement warmte WKB (%)	90%
referentierendement ele WKB (%)	49,56%
waarde brandstof (€/MWh)	44
waarde elektriciteit (€/MWh)	58,88
waarde warmte	berekende opwekkingkost volgens referentie installatie
technische levensduur (jaar)	10
Waarde WKK-certificaten	31 €/MWh _{th}

Tabel 15 Parameters kosten en baten berekening voor case WKK in een ziekenhuis

De kosten en baten zijn analoog berekend als die van de technologieën warmtenetten op basis van restwarmte en warmtenetten op basis van warmte uit een nieuwe hoogrenderende warmtekrachtkoppeling of stookinstallatie.

Met bovenstaande parameters en de gehanteerde kosten baten berekening resulteert de NCW voor een WKK in -331.000 € (inclusief WKK-certificaten).

7.1.3. DELIVERABLES

Het resultaat van de kosten-baten analyse zijn GIS kaartlagen (1200m x 1200m voor diffuse warmtevraag en individuele vraagpunten voor grote industrie) met daarop een aanduiding of de gridcellen zeer weinig tot sterk economisch interessant (--- tot +++) zijn, voor de volgende technologieën:

- Warmtenetten voor gebouwenverwarming en kleine industrie gevoed door restwarmte;
- Warmtenetten voor gebouwenverwarming en kleine industrie gevoed een nieuwe WKK installatie.

Voor micro-WKK en WKK's bij KMOs, tertiair en landbouw bepalen we de kosten/baten analyse aan de hand van een voorbeeld, wat zo een indicatie geeft van de economische rendabiliteit. Voor de resultaten van de potentieelstudies WKK binnen het EBO verwijzen we naar Bijlage B.

7.1.4. PARAMETERS

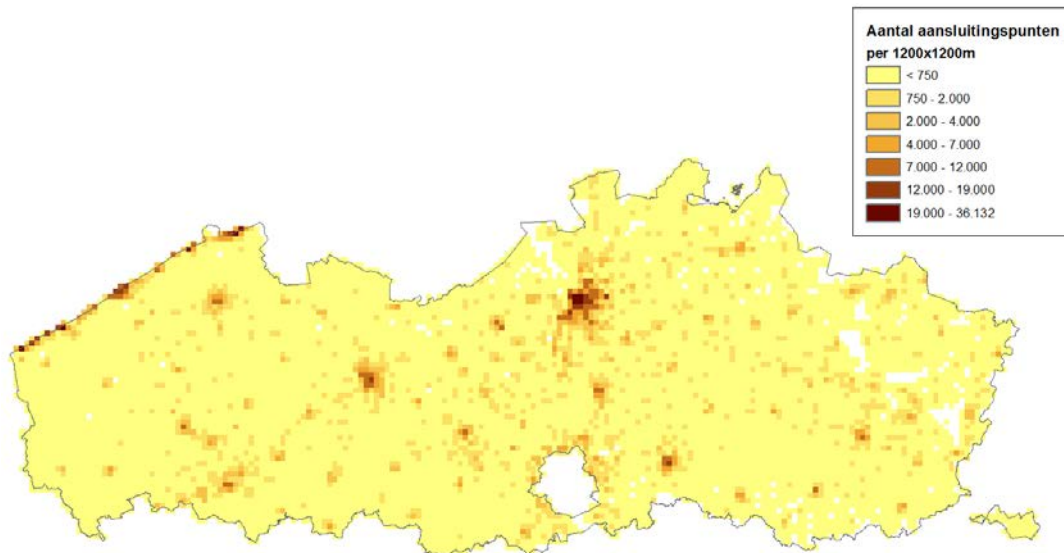
De berekeningen zijn op een brede waaier van parameters gebaseerd. Sommige parameters zijn geldig voor alle berekeningen, andere variëren in relatie tot jaartal, sectorgroep, type WKK en vermogensgroep warmteleiding. Parameters die wijzigen doorheen de tijd (jaartal) zijn enkel de warmtevraag van de sector gebouwen en de kleinere industrie. Overige parameters als investeringskosten, brandstofkosten, ... evolueren niet.

In de berekeningen wordt ook rekening gehouden met steunmechanismen vanuit de Vlaamse overheid:

- WKK certificaten: 31 €/ MWh warmtekrachtbesparing
- Investeringssteun restwarmte volgens "Calls Recuperatie Restwarmte - Groepsvrijstellingsverordening 2008-2014": We veronderstellen een steunpercentage 20% (t.o.v. klassieke stookinstallatie op gas), wat binnen deze call wordt gegeven aan "grote ondernemingen". Restwarmte veronderstellen we immers enkel bij IMJV-plichtige ondernemingen. Bijgevolg zal het warmtenet (distributie + transport) voor 20% worden ondersteund vanuit de overheid.

Voor deze analyse vertrekken we naast de warmtekaart (1200 x 1200 m), ook van een kaart met aantal aansluitingspunten per gridcel, tevens opgesteld op een resolutie van 1200m. De gegevens zijn afkomstig van Eandis en Infrac en geven per gridcel het totaal aantal aansluitingspunten weer, ongeacht de confidentialiteit.

Voor Voeren is de locatie van individuele aansluitingen niet gekend. Het aantal aansluitingen per gridcel wordt hier berekend door toepassing van het gemiddeld aantal aansluitingspunten per kWh warmtevraag op de warmtevraag van Voeren. Voor de berekening van het gemiddeld aantal aansluitingspunten per totale warmtevraag baseren we ons enkel op gemeenten met een gelijkaardige verstedelijkingsgraad. Dit gemiddelde bedraagt 0,1 aansluitingspunten per MWh warmtevraag.



Figuur 15. Aantal aansluitingspunten (1200 x 1200 m) in Vlaanderen (2012)- excl. grote industrie.

7.1.5. SCENARIO OEFENING

Het concreet invullen van de waaier aan parameters brengt onzekerheid met zich mee. De kosten baten analyse tracht immers de netto contante waarde in te schatten van een mogelijk warmtenet en/of WKK voor zowel gebouwen als industrie, gelegen in een gridcel, en dit over de ganse levensduur van de techniek. Noch de exacte ligging van het warmtenet, noch de exacte vraag- en aanbodprofielen enz. zijn gekend. Daarenboven wordt de invulling van de diverse financiële parameters over deze periode en voor het brede gamma aan gebruikers/investeerders generiek benaderd. De keuze van de parameters gaat uit van plausibele aannames of referentiewaarden, toch willen we – gezien de onzekerheid – enkele parameters variëren om de impact op de resultaten te kennen. In onderstaande tabel geven we de parameters weer die zijn opgenomen in de scenario-oefening, evenals hun standaardwaarden, alsook hun mogelijke onder- en bovengrenzen.

Tabel 16. Financiële parameters scenario-oefening standaard – ondergrens - bovengrens

Parameter	Standaard	Ondergrens	Bovengrens
Discontovoet	1,34% Bron: Europees referentierendement voor staatssteun, indicatie voor marktrente, http://ec.europa.eu/competition/state_aid/legislation/reference_rates.html	/	14% Bron: Vanaf 14% wordt investering in energiebeleidsvereenkomst "rendabel" genoemd (ETS)
Prijs Restwarmte	0 Reden: vermijden onderschatting potentieel & gevals specifiek	/	25 €/MWh _{th} Bron: Expert judgement EANDIS
Aardgasprijs	€/MWh _{th}		
Gasturbine 20 -50 MWe	30,3	19,11	34,62
	Bron: Onrendabele Top, VEA, incl. CO ₂ kost	Bron: ENDEX TTF - minimum 2012-2015 - Boordtabel CREG, incl. transmissie, taksen, CO ₂ heffing	Bron: ENDEX TTF – maximum 2012-2015 - Boordtabel CREG, incl. transmissie, taksen, CO ₂ heffing
Kleine industrie	44,00	31,34	/ (= standaard)
	Bron: Eurostat I3 - Gas price industrial consumer	Bron: Eurostat I3 - Gas price industrial consumer - minimum 2010-2014	
Gebouwen	60 Bron: Marktmonitor VREG 2014 - gemiddeld verbruik D3 - 2014	/ (=standaard)	69,65 Bron: Marktmonitor VREG 2014 - gemiddeld verbruik D3 - Minimum 2011-2014
Elektriciteitsprijs	€/MWh _{ele}		
Gasturbine 20 – 50 MWe	52,80 Bron: onrendabele top, VEA, vermeden kost bij zelfafname	47,50 Endex - minimum 2011-2015 - Boordtabel CREG, incl. transmissie, taksen	71,50 Endex - maximum 2011-2015 - Boordtabel CREG, incl. transmissie, taksen

7.1.6. AANDACHTSPUNTEN

De methodologie die voorgesteld wordt is een iteratieve berekening op een warmtekaart met als doel de economisch interessante gebieden voor warmtenetten/WKK binnen Vlaanderen te bepalen. Deze aanpak heeft enkele specifieke eigenschappen die we duidelijk willen stellen.

De methodologie geeft voor elk cel op de kaart aan of het economisch rendabel kan zijn om een WKK of warmtenet aan te leggen. Deze analyse wordt voor elke cel in een vacuüm gevoerd. Dat betekent dat de evaluatie van één bepaalde cel geen rekening houdt met de gedragingen bij andere cellen (met uitzondering van [A5] waar minimale voorkennis wordt verondersteld). Elke cel die een potentieel van restwarmte op een economisch haalbare manier kan gebruiken krijgt een positieve kosten baten evaluatie. Dit betekent niet dat deze cel de restwarmte vanuit economisch standpunt zal gebruiken. Het is immers mogelijk dat een andere cel de restwarmte aanwendt en er bijgevolg niets meer over is van het potentieel. De methodologie geeft dus *de economische mogelijkheden aan en geen systeemoptimum*. Een systeemoptimum zou immers niet het volledig potentieel geven om te voldoen aan het opzet van richtlijn 2012/27/EU artikel 14 lid 3. Er zou alleen één optimum bepaald worden, met het maximale kosten baten overschot, en niet alle mogelijkheden die een gunstige kosten baten structuur hebben. Idealiter zouden beiden gecombineerd worden.

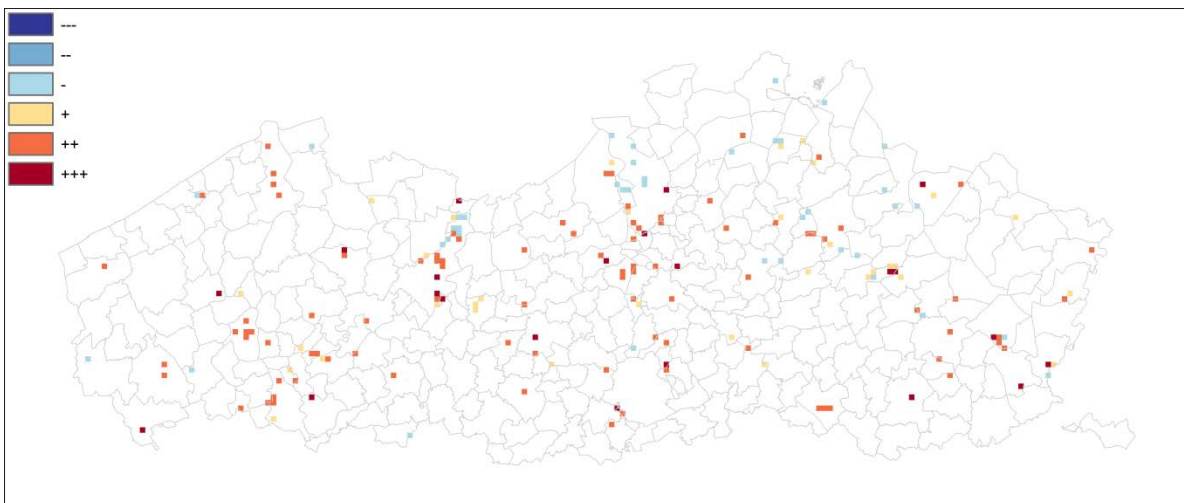
Bij het vastleggen van de berekeningswijze en parameters hebben we ook steeds het volgende voor ogen gehouden: *Het is belangrijk dat de resultaten alle kansrijke gebieden aanduiden en dat de uitkomst niet het minimum aan kansen aanduidt.* In een volgende onderzoeksstap, dienen de rendabele gebieden immers beter onder de loep te worden genomen, waarbij specifieke karakteristieken van de gebouwen, bedrijven in rekening worden gebracht om zo nauw aan te sluiten bij de praktische haalbaarheid van een project. Een te enge blik in deze studie, zou interessante oplossingen voor collectieve warmteprojecten of WKKs kunnen uitsluiten. Deze assumptie leidt er toe dat we bijvoorbeeld uitgaan van 0 €/MWh voor de uitkoppeling van restwarmte, dat alle gebouwen onmiddellijk op het net aansluiten zonder enige vertraging, enz.

7.2. RESULTATEN

7.2.1. WARMTENETTEN GEBOUWEN & KLEINE INDUSTRIE – 1200 x 1200 M

→ Kosten/baten warmtenet restwarmte binnen gridcel

De restwarmte wordt aan gebouwen/kleine industrie geleverd, gelegen binnen dezelfde gridcel als de industriële restwarmtebron (grote IMJV-plichtige industrie). De warmtevraag binnen cellen met een restwarmtebron is 5 TWh. Dit is 8% van de totale warmtevraag binnen Vlaanderen. Zoals Figuur 16 aangeeft, hebben cellen met weinig warmtevraag een negatieve baat, en cellen met hogere warmtevraag een positieve baat. Voor de warmtevraag die op deze manier gedekt wordt, heeft 99% een positieve baat en slechts 1% een negatieve baat.

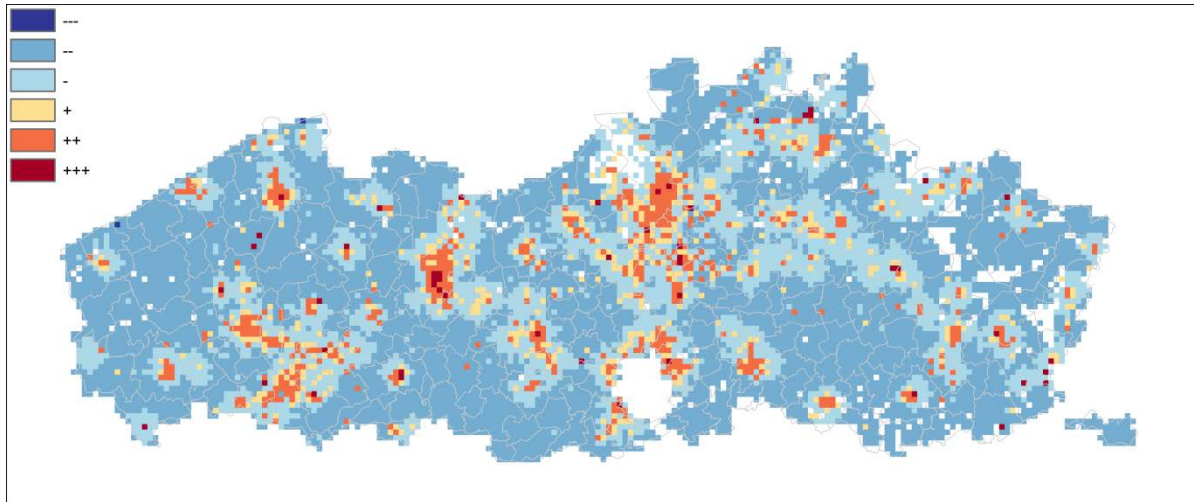


Figuur 16: De baten van een warmtenet voor het gebruik van restwarmte van grote industriële bedrijven in dezelfde gridcel.

→ Kosten Baten warmtenet restwarmte naburige gridcellen

De restwarmte wordt getransporteerd naar naburige gridcellen en aangeboden aan gebouwen/kleine industrie met warmtevraag. De afstand wordt berekend als de Manhattan-afstand tussen een cel en de dichtstbijzijnde cel met restwarmte. Rond de bronnen van restwarmte vormen zich clusters met een positieve baat afhankelijk van warmtevraag, aantal aansluitingen en afstand, zie Figuur 17. Hoe hoger de warmtevraag, hoe minder belangrijk de afstand: de twee zeer

positieve cellen in Zedelgem onder Brugge liggen ver van enige restwarmte bron, maar door hun zeer grote warmtevraag kleuren ze toch donkerrood. Het percentage van de warmtevraag met een positieve baat is 60%. We willen aangeven dat we voor inzet van restwarmte, vanuit welke installatie dan ook afkomstig (elektriciteitscentrale, afvalverbranding of industrie), het aanbod aan restwarmte en de vraag naar warmte lokaal niet in balans brengen. We berekenen immers alle mogelijke kansrijke gebieden en niet een systeemoptimum.



Figuur 17: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun) indien de restwarmte naar naburige cellen wordt getransporteerd.

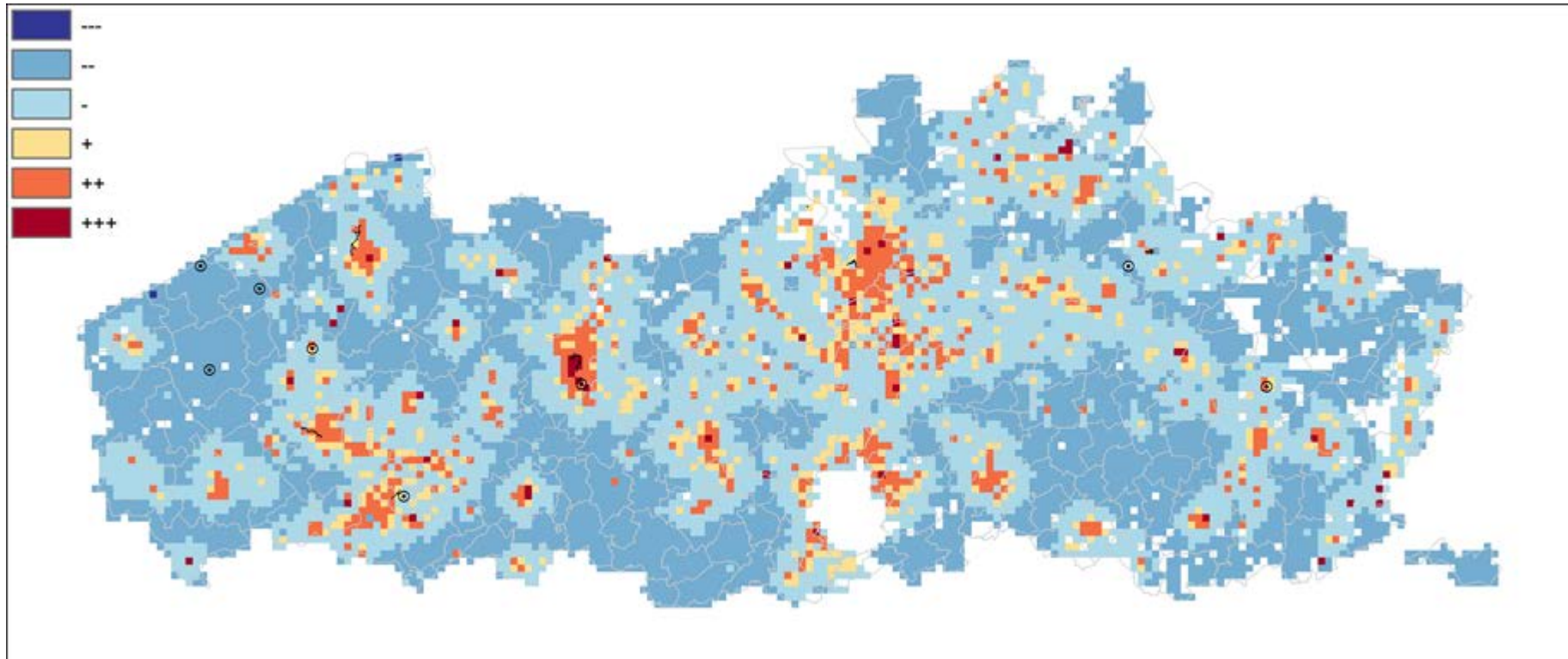
Zoals aangegeven, houden we rekening met steunmechanismen vanuit de Vlaamse overheid:, namelijk de “Investeringssteun restwarmte”. Indien we deze steun buiten beschouwing laten voor de inzet van restwarmte in naburige cellen, neemt de rendabiliteit van warmtenetten af en daalt het percentage warmtevraag met een positieve baat tot 55%.

→ **Kosten Baten warmtenet naburige gridcellen combinatorisch**

Iedere gridcel C zoekt in een straal van 7 cellen (8400 meter) naar een buurcel met een positieve kosten/baten verhouding. De gezamenlijke warmtevraag wordt getransporteerd naar de cel die het dichtst bij een restwarmtebron ligt en vervolgens wordt de resterende warmtevraag naar de naburige cel getransporteerd. De hierbij gemaakte transportkosten worden vergeleken met de som van de transportkosten naar iedere cel apart volgens berekening [A4]. De mogelijke besparing die hier bij optreedt, komt geheel ten goede van gridcel C. Zijn er buurcellen met positieve kosten/baten dan wordt aangesloten bij de buurcel die de grootste kostenbesparing geeft. Waren de kosten/baten van gridcel C negatief en worden de kosten/baten positief door de combinatorische oplossing, dan wordt de procedure herhaald zodat andere cellen de mogelijkheid hebben om bij gridcel C aan te sluiten.

Het percentage van de warmtevraag met positieve baat is nu 62% met investeringssteun en 56% zonder investeringssteun. Dit is niet zoveel beter dan in de voorgaande berekening. Wel is in Figuur 18 duidelijk te zien dat de kosten/baten voor veel cellen minder negatief worden. De 95 cellen die van een negatieve baat overgegaan zijn naar een positieve baat zijn onder andere te vinden ten noorden van Antwerpen, in en rond Hamme, rond Zaventem, in Sint-Genesius-Rode, in de as Waregem-Roeselare, en in het oosten van Limburg.

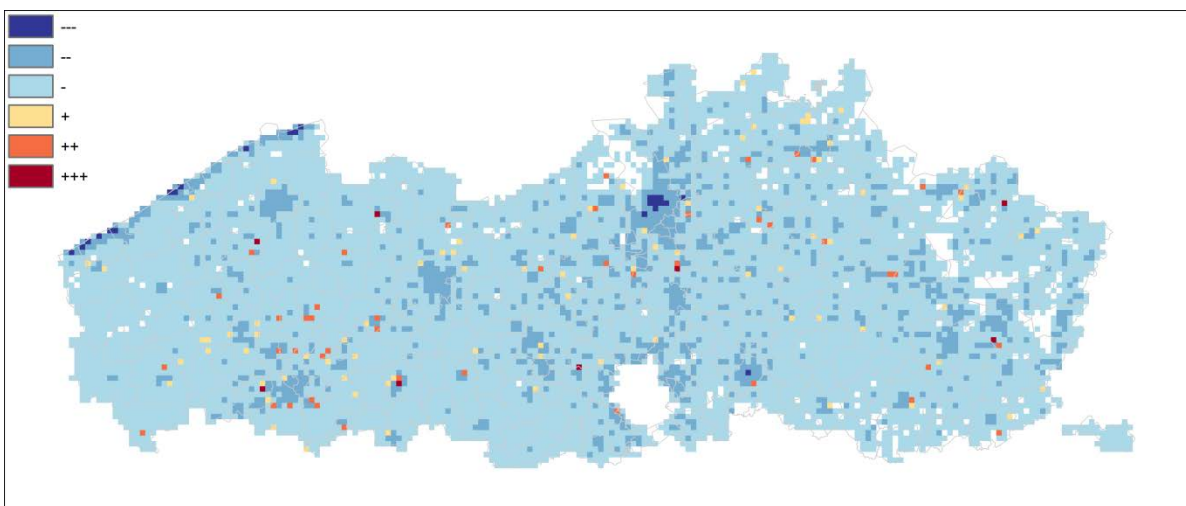
In Figuur 18 zijn de bestaande en geplande warmtenetten in Vlaanderen eveneens aangeduid (zie HOOFDSTUK 3). Merendeel van deze bestaande netten maken gebruik van restwarmte uit afvalverbrandingsinstallaties. De netten Brugge (IVBO), Torhout (Infrac), Roeselare (Mirom), Harelbeke (fase 1 en 2, Infrac), Gent (IVAGO en EDF Luminus), Antwerpen (Indaver), Mol (VITO) en Houthalen (Bionerga) liggen in kansrijke gebieden volgens de kosten/baten analyse. Het warmtenet in Antwerpen Nieuw-Zuid ligt aan de rand van een kansrijk gebied.



Figuur 18: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun) waarbij de restwarmte niet rechtstreeks van de bron wordt betrokken maar via een buurcel. De bestaande warmtenetten in Vlaanderen uit Figuur 3 worden weergegeven in zwart.

→ **Kosten Baten Warmtenet WKK**

In plaats van restwarmte te transporteren wordt de gevraagde warmte nu lokaal geproduceerd door een WKK en gedistribueerd over de aansluitingen. Doordat slechts lage vollasturen worden gevraagd om de diffuse warmtevraag (= gebouwen en kleine industrie) in te vullen, is dit niet rendabel, zie Figuur 19. Enkel de cellen met een hoog aandeel warmtevraag van de kleine industrie scoren goed. Dit komt door hogere vollasturen in vergelijking tot gebouwen en ook door de hogere warmtevraag per aansluiting. De stedelijke gebieden (zie centrum Antwerpen) en de kust hebben een lage warmtevraag per aansluiting, wat ondanks de hoge warmtedensiteit in deze gebieden, toch leidt tot minder gunstige situaties. Met een WKK-certificaat van 31 €/MWh wordt 17% van de totale warmtevraag positief uitgebaat, zonder WKK-certificaat zakt dit naar 0%.



Figuur 19: De baten van een lokaal warmtenet met WKK (incl. WKK-certificaat).

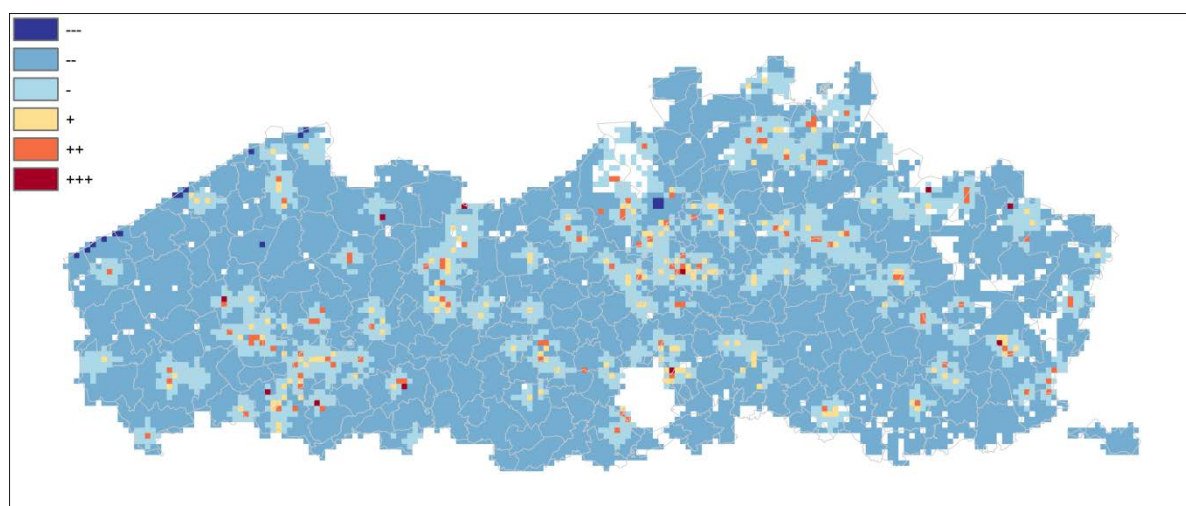
7.2.2. SCENARIO OEFENING

Hoewel we voor de diverse parameters in de kosten/baten analyse uitgaan van plausibele aannames of referentiewaarden, variëren we – gezien de onzekerheid – enkele parameters om vervolgens de impact op de resultaten te bepalen. Onderstaande tabel vat de resultaten van de parameter variatie samen en dit voor de verschillende types van kaarten.

	restwarmte naburige cellen	restwarmte naburige cellen combinatorisch	WKK & warmtenet
BAU	60%	62%	17%
Max discontovoet	25%	25%	11%
Max waarde restwarmte	24%	24%	
Max waarden brandstof	65%	68%	16%
Min waarden brandstof	59%	62%	45%
Max waarden elektriciteit			33%
Min waarden elektriciteit			13%

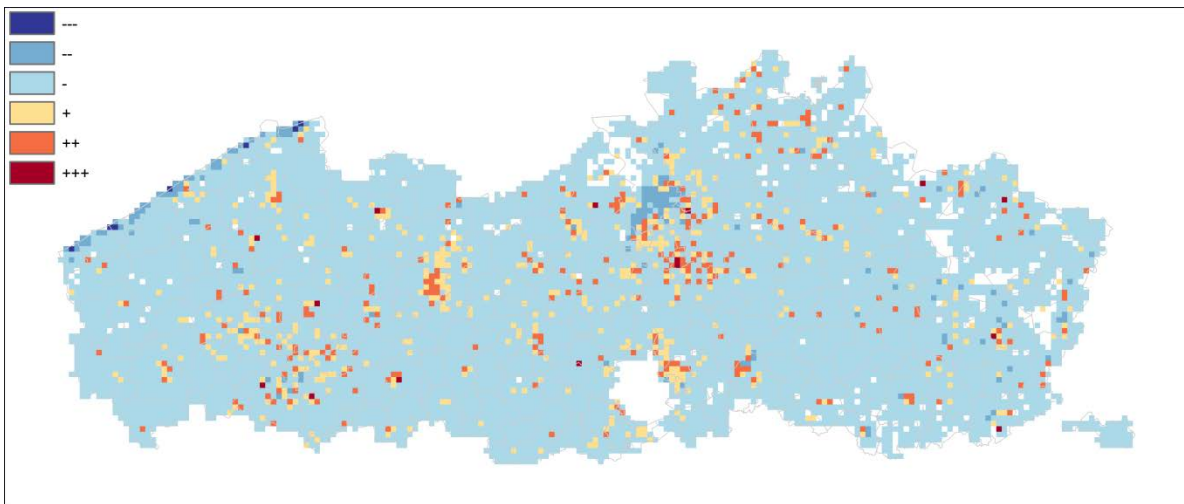
Tabel 17: Percentage van de totale warmtevraag in Vlaanderen met positieve baat voor de verschillende scenario's.

Het verhogen van de discontovoet of de waarde van de restwarmte heeft een groot effect op de kosten en daarmee ook op het percentage van de warmtevraag met een positieve baat. De sterke terugval bij de inzet van restwarmte (naburige cellen) geeft aan dat de rendabiliteit van vele warmtenetten met restwarmte sterk wordt bepaald door de specifieke financiële context (bv. prijs restwarmte). Toch blijft bij de rendabele discontovoet van 14%, nog steeds 11% tot 25% van de totale warmtevraag in Vlaanderen kosteneffectief, hoewel warmtenetten kapitaalintensieve investeringen zijn (in vergelijking tot de gebruikskosten). Deze 11% van de warmtevraag concentreert zich vooral rond bestaande restwarmtebronnen. Het effect van een hoge waarde voor restwarmte op de baten van een "warmtenet naburige gridcellen combinatorisch" is te zien in Figuur 20 (vergelijk met Figuur 18)



Figuur 20: De baten van een warmtenet waarbij de restwarmte niet rechtstreeks van de bron wordt betrokken maar via een buurcel in het scenario met hoge waarde van de restwarmte.

Het verhogen of verlagen van de brandstofprijzen heeft voor het al dan niet rendabel zijn van warmtenet gevoed door restwarmte, minder impact. De financiële baten/kosten per net worden uiteraard wel beïnvloed. Voor de kosten/baten van een warmtenet met WKK is het effect daarentegen groter, gezien niet enkel de referentietechnologie (aardgasketel) wordt beïnvloed door de brandstofprijzen, maar ook de technologie onder evaluatie (WKK voor warmteproductie). De grote stijging in het percentage positieve baat bij een lage brandstof prijs wordt veroorzaakt doordat de prijs van de brandstof voor de productie (WKK) sterker daalt dan de prijs van de brandstof voor de consument (referentietechnologie aardgasketel). De stijging van de positieve baat is duidelijk te zien in Figuur 21 (vergelijk met Figuur 19). Antwerpen en de kust blijven een negatieve baat houden door het grote aantal aansluitingen en een lage warmtevraag per aansluiting.



Figuur 21: De baten van een lokaal warmtenet met WKK in het scenario met lage waarde van de brandstof.

De scenario's met hoge en lage waarde van de elektriciteit hebben alleen invloed op een warmtenet met WKK. Een hoge elektriciteitsprijs geeft significant meer opbrengst en een lagere elektriciteitsprijs geeft minder opbrengst en dit vertaalt zich rechtstreeks naar een significant hoger respectievelijk lager percentage warmtevraag met een positieve baat.

7.2.3. VOORBEELDBEREKENINGEN MICRO-WKK EN WKK KMO's, TERTIAIR EN LANDBOUW

Er werd een kosten baten berekening gedaan voor een micro-WKK voor een huishouden en een WKK in een ziekenhuis. Voor beide installaties is de NCW - met de gehanteerde parameters - negatief en bedraagt respectievelijk -13.000 € en -331.000 €. De WKK bij ziekenhuis houdt rekening met WKK-certificaten. De negatieve rendabiliteit van deze middelgrote WKK's stemt overeen met bevindingen onrendabele top.

7.2.4. WKK GROTE INDUSTRIE – POTENTIEELSTUDIES BINNEN EBO

Het economische potentieel van hoogrenderende WKK bij grote bedrijven (IMJV) stemmen we volledig af op de geaggregeerde resultaten van de individuele potentieelstudies (zie Bijlage B). Het rapport van het VBBV geeft aan dat 26 ondernemingen een totaal economisch potentieel van ongeveer 59,5 MWe kennen.

HOOFDSTUK 8. KOSTEN EN BATEN ANALYSE KOELING

De Energie Efficiëntie richtlijn vraagt tevens om naast een koudekaart, de kosten baten van koudenetten te evalueren. De koudevraag voor Vlaanderen werd ingeschat voor tertiaire gebouwen, wat resulteerde in de koudekaart AS IS voor het basisjaar 2012 (zie HOOFDSTUK 2). Binnen de sector industrie is eveneens koeling vereist, maar gezien de specifieke noden en bij het gebrek aan individuele data, schatten we deze vraag naar koude niet in.

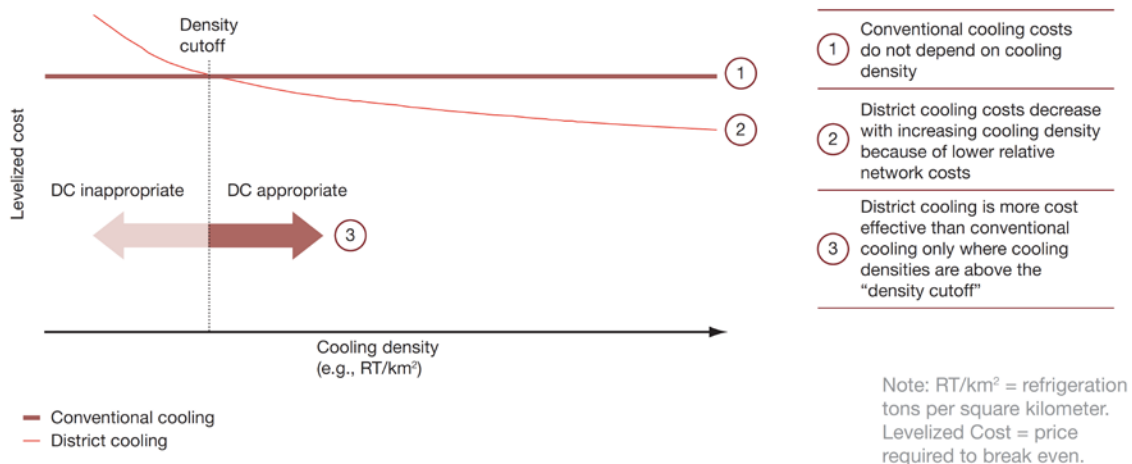
Het principe van koudenetten, naar analogie met warmtenetten, is dat de koude elders centraal wordt geproduceerd om vervolgens via een netwerk van buizen naar kantoren, ziekenhuizen etc. te worden getransporteerd. Na de koeling van de gebouwen m.b.v. warmtewisselaars, wordt het opgewarmde koelwater terug gevoerd naar de productie-installatie waar het wederom wordt gekoeld. De temperatuur van het aanvoerwater is gemiddeld een 6 graden, terwijl het retourwater rond de 16 graden zal schommelen (Bron: <http://www.svenskfjarrvarme.se/In-English/District-Heating-in-Sweden/District-Cooling/What-is-district-cooling/>).

De koude binnen district cooling wordt vaak op diverse wijzen geproduceerd. Zo heb je vrije koeling ('free cooling') waarbij de koude uit een meer, zee of waterweg wordt onttrokken. Gebouwen kunnen daarnaast ook gekoeld worden met absorptiekoeling, waarbij de restwarmte van industrie of afvalverbranding, wordt ingezet om koude te genereren. Een voorbeeld van zulk een toepassing is het koelingssysteem binnen het AZ Sint-Jan ziekenhuis te Brugge (VITO, 2009¹¹). Door toepassing van absorptiekoeling¹² kan afvalwarmte ook tijdens de zomermaanden nuttig gebruikt worden en zo de rendabiliteit van een warmtenet verhogen. De koeling van deze installatie (de absorber en de condensor) gebeurt met kanaalwater. De nabijheid van een aquifer, waterweg, etc. is dan ook onontbeerlijk bij absorptiekoeling. Daarnaast kan ook koeling met warmtepompen worden voorzien. Vele stadsverwarmingsnetten in Zweden gebruiken de aanwezige warmte in het gezuiverde afvalwater om koeling m.b.v. warmtepompen te realiseren.

¹¹ Afvalwarmte energiebron voor absorptiekoeling ziekenhuis St. Jan, RCC Total Energy – Schoon & zuinig koelen en verwarmen, http://www.koudeenluchtbehandeling.nl/wp-content/files/12607p20_24.pdf

¹² Absorptiekoeling maakt gebruik van het effect dat een vloeistof bij verdamping warmte opneemt en deze bij het condenseren op een hogere druk en temperatuur weer afgeeft. Het bijzondere aan absorptiekoeling is dat, in tegenstelling tot een traditionele koelinstallatie, er geen gebruik wordt gemaakt van een compressor. Er wordt gewerkt met moleculaire aantrekkingskrachten en met (afval)warmte als energiebron. De absorptiekoelmachine in dit project werkt met water en het zout lithiumbromide. Het water is het koudemiddel en verdampt onder vacuüm in de verdamper van de koelmachine bij lage temperatuur. Het verdampen wordt bereikt door de aantrekkingskracht van een sterke wateroplossing met lithiumbromide in de absorber, dat in open verbinding staat met de verdamper. De oplossing in de absorber trekt waterdamp aan, net zoals keukenzout vochtig wordt als het zoutvaatje blijft open staan. Om het proces gaande te houden, moet de concentratie zout in de absorber op peil blijven en moet steeds vers water aan de verdamper toegevoegd worden. Vanuit de absorber wordt daarom vloeistof naar de generator gepompt, waar water uitgedampt wordt door toevoer van warmte. De geconcentreerde vloeistof stroomt terug naar de absorber en wisselt warmte uit met de oplossing uit de absorber in een warmtewisselaar. De waterdamp uit de generator wordt weer neergeslagen met behulp van koelwater. Dit water kan weer terug naar de verdamper en zo is de cirkel rond.

De economische rendabiliteit van district cooling is sterk afhankelijk van de koelvraag-densiteit, zoals in onderstaande figuur wordt geïllustreerd. Binnen Vlaanderen is deze densiteit eerder laag, gezien het gematigde klimaat. Warme landen als Qatar, Verenigde Emiraten, ... hebben dan ook hogere baten bij het aanleggen van een koudenet.



Figuur 22. Stadskoeling is meer rendabel in gebieden met dense koelvraag. (Strategy&, 2012¹³)

Laten we om de kosten-baten verhouding van een koudenet te bepalen, focussen op de meest financieel voordelige situatie, namelijk de toepassing van absorptiekoeling in geval van een warmtenet gevoed door restwarmte. Het voorbeeld van AZ Sint-Jan te Brugge kende gunstige omgevingsfactoren: een warmtenet met restwarmte was reeds voorhanden, evenals het kanaal Gent-Brugge-Oostende voor de aanvoer van het nodige koelwater. Het ziekenhuis kent een aanzienlijke koelvraag gedurende het grote deel van het jaar (maart tot en met november). Hoewel de totale hoeveelheid besparing aan primaire energie 55% bedraagt t.o.v. een klassieke compressiekoelmachine, werd de terugverdiendtijd destijds (2007) berekend op 58 jaar. In de huidige economische situatie zouden de terugverdiendtijden lager moeten liggen doordat de energieprijzen gestegen zijn en de investeringskosten verder blijven dalen. Toch ligt de rendabiliteit laag, wat onder andere te maken heeft met een lage efficiëntie van absorptiekoeling (COP van slechts 0.69 in geval van Brugge (VITO, 2009). Dit voorbeeld toont aan dat district cooling kosten-baten gewijs niet een voordelige optie vormt voor de koeling van gebouwen binnen Vlaanderen.

¹³ Unlocking the potential of district cooling - The need for GCC governments to take action, <http://www.strategyand.pwc.com/global/home/what-we-think/reports-white-papers>

HOOFDSTUK 9. BESLUIT

Deze studie brengt diverse aspecten over het gebruik en de levering van warmte binnen Vlaanderen zowel letterlijk als figuurlijk in kaart. Om kansrijke gebieden of economisch interessante gebieden voor de toepassing van warmtenetten of WKK aan te duiden, hebben we volgende ingrediënten samengebracht.

WARMTEKAART AS IS voor het basisjaar 2012, waar we de diffuse vraag naar warmte voor gebouwen (residentieel, tertiair en landbouw) & kleine industrie (niet-IMJV bedrijven) hebben bepaald, vertrekkende van EANDIS/INFRAX verbruiksdata voor gas en elektriciteit per aansluitingspunt. De resulterende warmtekaart volgt de logische leidraad: gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid of industriële activiteit kennen een hoge warmtevraag. De totale, diffuse warmtevraag in Vlaanderen bedroeg in 2012 65.682 GWh. Voor de grote industrie (IMJV bedrijven of aangesloten op het Fluxys net), schatten we de warmtevraag in per vraagpunt. Deze kaart diende tevens als basis voor de inschatting van het restwarmte aanbod, conform de Nederlands PDC-methode gecorrigeerd voor MIP2 Heat-studie en specifieke data voor 7 bedrijven. Deze berekeningen geven aan dat de grote industrie 7.400 GWh aan restwarmte 80-120°C en 12.300 GWh aan restwarmte >120°C zou kunnen leveren. We willen benadrukken dat deze cijfers een grote onzekerheid kennen en een bovengrens van het restwarmte aanbod binnen Vlaanderen aanduiden. Vooral het potentiële aanbod >120 °C is een overschatting omdat de PDC-methode de mogelijkheden tot interne warmterecuperatie bij de keramische en de ijzer en staalsector onvoldoende in rekening brengt. Bovendien zal de restwarmte > 120°C niet noodzakelijk beschikbaar zijn voor externe warmtelevering, maar kan het ook intern binnen bedrijven gerecupereerd worden. Het is bijgevolg van belang dat in meer gedetailleerde haalbaarheidsstudies wordt nagegaan welke toepassing voor de restwarmte haalbaar is.

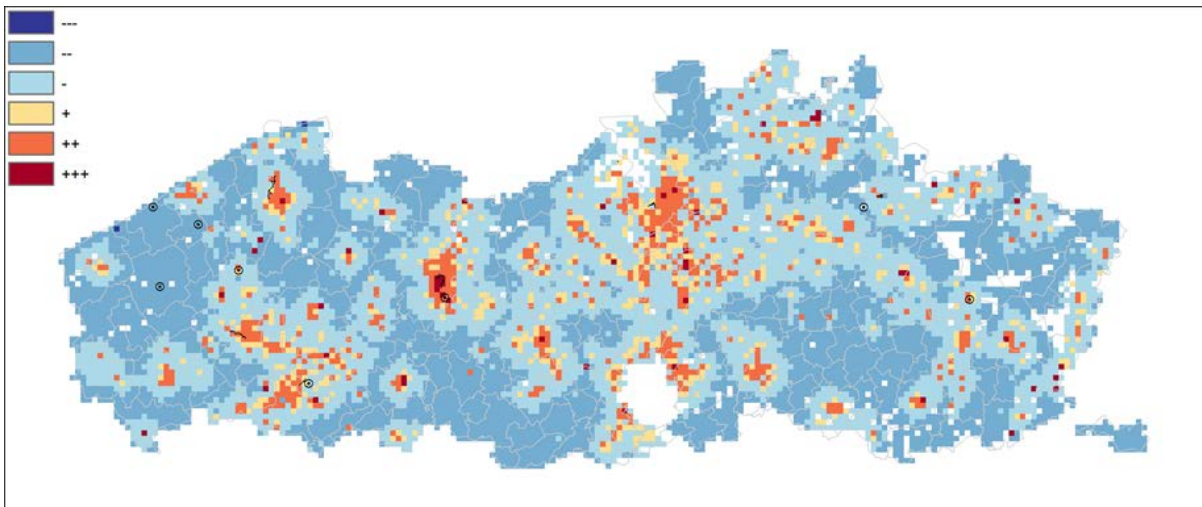
Naast het aanbod vanuit de industrie, schatten we tevens het aanbod 80-120 °C vanuit de bestaande elektriciteitscentrales (11 TWh) en bestaande afvalverbrandingsinstallaties (4,7 TWh) in. De afvalverbrandingsinstallaties vormen vandaag de dag de belangrijkste warmtebron voor de weinige warmtenetten binnen Vlaanderen. Zoals algemeen geweten, zal de inzet van warmte afkomstig van elektriciteitscentrales leiden tot een reductie van de elektriciteitsopbrengst.

In een tweede stap, hebben we de ingrediënten 'evolutie warmtevraag tot 2035', alsook de 'technische beperkingen voor de inzet van WKK of warmtenetten' vastgelegd of gedefinieerd. Bij het bepalen van deze scenario's/parameters kwamen volgende aandachtspunten duidelijk naar voren:

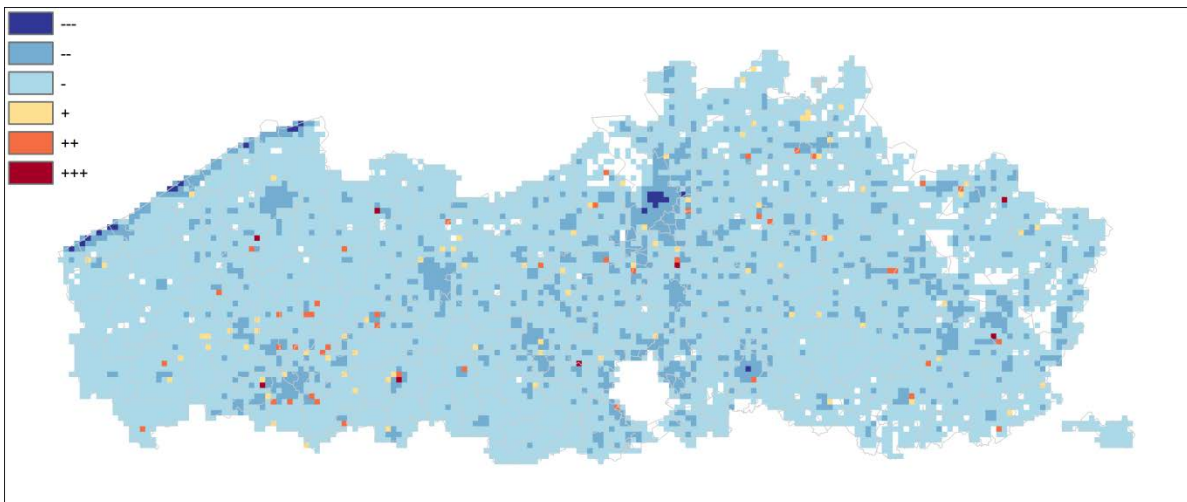
- Het is belangrijk dat de resultaten van deze studie alle kansrijke gebieden aanduiden en dat de uitkomst niet het minimum aan kansen aanduidt.
- Het gebrek aan gegevens per sector/subsector/aansluitpunt drijft ons naar generieke assumpties. Zo kunnen we geen technisch potentieel voor WKK inschatten, gezien de beperkte informatie bijkomend onderzoek vergt op niveau van gebouw/bedrijf.

In de kosten-baten analyse brachten we bovenstaande gegevensbronnen en assumpties samen om zo – aan de hand van de netto contante waarde NCW – volgende technologieën op kaart te evalueren:

- Warmtenetten op basis van restwarmte (gevoed vanuit industrie, elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties);
 - Warmtenetten op basis van warmte uit een nieuwe hoogrenderende warmtekrachtkoppeling.
- Onderstaande figuren vatten het resultaat samen voor warmtenetten.



Figuur 23: De baten van een warmtenet (incl. investeringssteun restwarmte) waarbij de restwarmte niet enkel rechtstreeks van de bron wordt betrokken, maar ook via een buurcel (1200 x 1200m).



Figuur 24: De baten van een lokaal warmtenet met WKK (incl. WKK-certificaat) op niveau van 1200 x 1200 m gridcellen.

De kosten-baten analyse geeft aan dat 62% van de warmtevraag binnen Vlaanderen kosteneffectief kan worden uitgebaat door een warmtenet gevoed met restwarmte (incl. investeringssteun). Tijdens de scenario oefeningen (variatie parameters) leerden we dat - zelfs onder financieel ongunstige omstandigheden (hoge discontovoet 14%, prijs uitgekoppelde restwarmte 25 €/MWh) - toch nog 11% tot 25% van de totale warmtevraag in Vlaanderen kosteneffectief blijft, hoewel warmtenetten kapitaalintensieve investeringen zijn. Toch duidt de sterke daling op een significante gevoeligheid van de kosten/baten verhouding voor specifieke omgevingsvoorwaarden. We raden dan ook aan om bij meer concrete projecten voor de aanleg van warmtenetten

specifieke analyses en potentieel inschattingen voor de betrokken gebieden te ontwikkelen. De resultaten van deze studie zullen hopelijk een aanzet geven voor het vertalen en concreter maken van de mogelijkheden op lokaal niveau. Wederom willen we er op wijzen dat deze studie de economische mogelijkheden met een gunstige kosten/baten structuur aanreikt en geen systeemoptimum.

De toepassing van WKK om zuiver een warmtenet te voeden is daarentegen niet interessant, gezien het laag aantal, gevraagde vollasturen (cfr. beperkte warmtevraag in de zomer): met een WKK-certificaat van 31 €/MWh wordt 17% van de totale warmtevraag positief uitgebaat, zonder WKK-certificaat zakt dit naar volledig naar 0%. De inzet van WKK binnen grote bedrijven draagt een economisch potentieel in zich van 59,5 MWe. Dit werd op bedrijfsniveau geanalyseerd in de haalbaarheidstudies WKK zoals gevraagd binnen de Energiebeleidsvereenkomst, waarbij zowel technische als economische beperkingen in rekening werden gebracht.

BIJLAGE A

Tabel 18: Overzicht van de WKK's in 2012 in Vlaanderen - [kWe]

Naam WKK	Netto kWe
RWZI Zwalm (nieuw 2010)	60
WKK biogas	291
WKK-0345 Limburgs Galvano Technisch Bedrijf	50
Hogeschool West-Vlaanderen, Departement Phi + Pti	280
WKK D'leteren Zaventem (WKK 0343)	178
WKK AZ alma (EVW/perkins 4006)	286
Interbrew anaerobe waterzuivering	161,9
WKK De Backer	120
Deweja WKK 0249	640
WKK Ysebaert	182
WKK Sportoase elshout	53,7
VZW Monica - AZ Monica Antwerpen	60
RWZI Grazenweg 13 3803 St Truiden	177
RWZI Hoebenschot 20B 2460 Lichtaart	200
RWZI Kwarekkendreef 2 2260 Westerlo	200
WKK-0317 Zorg-Saam Zusters	80
RWZI Wiekevorstse weg 44 2200 Herentals-Morkhoven	200
RWZI Drongensesteenweg 254 9000 Gent	350
WKK Slamotra	528
RWZI Slachthuisstraat 62 2300 Turnhout	200
V.Z.W. Domino (vroeger Volkskliniek)	300
Domarco	733
WKK-0297 Herman Vervoort	173
WKK Albrecht	1400
WKK ZNA sint vincentius	213,4
RWZI Driebek 9 9200 Dendermonde	500
WKK Henri Serruys ziekenhuis	260
WKK-0314 Hydroponic	528
RWZI Rollekens 4 2320 Hoogstraten	200
WKK-0308 Proefstation voor Groenteteelt	265
Biogas-Wkk Alpro	209,4
WKK-0274 REO Veiling	500
AZ Sint-Augustinus Veurne	291
WKK AZ Klina	140
Cassaer	800
Alken Maes (Meerdegatstraat 151, Alken)	250
RWZI Diepenbekerbos 2 3600 Genk	216
RWZI Aarschotseswg 208 3010 Leuven	312
WKK Beaulieu (WKK 335)	254
WKK-0311 + BMS-0088 Rozenkwekerij Van Biesen	294
RWZI Kortrijksesteenweg 308 8530 Harelbeke	200
WKK-0367 Guido Verschueren	1160
aardgas Wimceco	1359
A.Z. Sint Dimpna	500
WKK AZ groeninge	142,5

WKK Desta	122
RWZI Rode Okstraat 200 3511 Hasselt-Kuringen	240
RWZI Kielsbroek 5 2020 Antwerpen - Zuid	300
WKK-0312 + BMS-0090 Willy Jacobs	950
WKK-0342 GRL-Glasrecycling	810
WKK Militair kwartier Peutie	300
WKK D'ieten 0240	526
WKK Christophe Pieters	877
WKK Axima Leopoldsburg	294
lissens palmolie	720
Imelda Vzw	662
WKK Knauf Isolava	254
WKK-0286 Dirk Mermans	1286
campus Maria-Middelares WKK	320
Dens PPO (WKK-0199)	2457
AZ St Elisabeth Vzw (gasmotor HPC 320 M)	300
WKK-0097 vzw Jessa Ziekenhuis (voorheen CAZ Midden-Limburg)	213
WKK Dacoveg	1058
De Rese Roger	625
WKK-0368 Rovana	1560
WKK Scana Noliko	350
WKK-0227 VLS-Group Ghent	2200
WKK-0265 + BMS-0078 Guido De Weerd	1058
WKK-0363 Neegro	1400
WKK Tecoma	1325
De Maeyer Werner	485
WKK-0273 Raf Bossaerts	800
WKK-0176 Steenfabrieken Vandersanden - Lanklaar-Dilsen	773
WKK Catala 1 (Aardgas)	1535,4
WKK-0304 Gromo	1640
WKK-0272 Paul Geerts	800
WKK 0045 Senergho	1064
palmolie WKK	1930
WKK-0263 Frans Tuinbouwbedrijf	800
Steenfabrieken Vandersanden - Spouwen Bilzen	1030
WKK-0092 Hans De Weerd	1790
Walcarius	1006
WKK Tonny De Smet	800
UNIPRO	806
WKK-0268 Johan Bossaerts	1008
WKK Tuinderij Joosen	1169
Ideco Tielt WKK	990
WKK Van Lommel Van Reusel	1008
WKK-0333 Josikem	1415
WKK-0283 Bertels	1008
WKK-0271 Mave	1008
WKK-0350 Alex Allemeersch	1485
WKK-0252 Baanheidehof	4309
WKK Verdonck-Van Dessel	1635
WKK VITO 0241	834

Bijlage A

WKK Anne Mortelmans (WKK 351)	1184
WKK groeikracht Lierbaan (Putte)	1464
WKK-0300 Groeikracht Bavikhove	2057
WKK-0305 Cummins (Dockx Putte)	1400
WKK Iavallo bvba	1147
WKK Wervic	1006
WKK-0330 Supra-Natura	1415
WKK Almo energie	1127
WKK Vervloet	1169
Groeikracht Broeichout Hellestraat 80	1415
Vitaetom WKK 0246	2067
WKK-0073 Didier Algoet	1147
WKK-0015 Willaert Moerzeke	1152
WKK-0323 Franky Galle	1485
WKK-0341 Husagro	1477
WKK Agrikracht NV	835
WKK Agrikracht Moorslede (wkk 324)	1486
WKK Coghe Luc 2009	1925
WKK Solae	1413
WKK Adriplant	1400
WKK vandaele	1038
WKK-0135 Hamerlinck	1400
WKK Hortigro	1400
biogas De Biezen WKK 0237	1151
Fikoplant en Konaplant	1562
WKK Hagewest bvba (WKK 186)	2000
WKK Bloemen Scheers	3370
WKK Costermans Marc	1147
WKK Lanckpaep Geert	1532
WKK Peemat bvba	1147
WKK GSL bvba	1131
WKK-0326 Ceulemans Slacenter	2014
WKK-0198 Wauters Energy bvba	1065
WKK Reneco Serilge	1400
WKK-0221 René en Johan Vermeir	1400
WKK-0306 Groeikracht Vrasene	1994
Bio energie Herk	1000
WKK Groeikracht De Boskapel NV	2732
Groeikracht Abelelaan	2016
WKK Hagewest (WKK 0357)	2000
WKK Middendorp Ronny	2014
Depovan WKK00197	1074
WKK Groeikracht merksplas (WKK 0012)	2758
biogas installatie Calagro energie bvba	1670
WKK-0091 Van De Ven	1372
WKK De Wit Dirk	1147
WKK groeikracht Rielbro (Meer)	2028
WKK Ludo Van Rompaey	1558
Grobar	1558
WKK Schiettekatte Marc	1158
WKK Tomaver	1564

WKK Frani bvba	1532
WKK Costermans bvba	1532
WKK Van Den Heuvel bvba	1562
Lytoma	1562
WKK Biocogen (bij oudegem papier)	1400
WKK-0171 De Sprong	1558
WKK Tovabo bvba	2000
Sibon bvba	2014
Rousselot NV	1900
WKK Horizon (2008)	2000
WKK-0160 Uytterhoeven Dirk bvba	2014
Biofors	2262
WKK Paulanco	1562
Agri-power grote wkk (WKK-0042)	3854
WKK Tomerel	1562
WKK BIO7	1416
WKK Vlaemynck	2000
WKK Pomidory (nieuw)	1600
WKK groeikracht waver	1747
Rovak	1998
WKK Gemapa	2000
Toon Mulders WKK234	2014
WKK-0216 Johan Opdebeeck	2014
WKK Rudy Franco - Topas bvba (Jabbeke)	2000
WKK Pittori	1995
Storg	4000
WKK Celson bvba	2000
WKK HDS glastuinbouw	2014
Patoma bvba	2000
De Groentuin Merksplas	1960
WKK-0302 Beltomex	1998
biogas installatie biomass center leper	1021
Varegro	2014
WKK-0202 Mark Vertommen	2014
WKK-0205 Kris Ceulemans	2014
WKK Peetrima (ingr.wijz.)	2333
WKK-0063 Tom Vermeiren	1575
WKK teepak	2000
den Breyn Weelde	5210
WKK Vergo Energie	2000
WKK Alnica NV	2000
BASF 2003 tegendrukstoomturbine zonder noodcondensator (turbine STU)	2700
Umicore Balen (T4 condensatieturbine met aftap)	9500
Green Power Pittem WKK0236	1975
BASF 2004 tegendrukturbine zonder noodcondensator (ethyleenoxide)	2000
WKK groeikracht Hooikt	2425
Umicore Balen (T5 tegendrukturbine)	3900
WKK Ria Krijnen	2014
WKK Verlinden Dirk	1984
WKK Pfizer Manufacturing Belgium NV	2014
WKK-0316 Benteltom	2680

Bijlage A

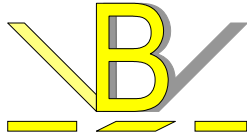
WKK Power energy Kalmthout	2014
Bijhuis Cargill France SAS (WKK-0207)	2586
WKK Bio-electric	2461
WKK Pijl NV	2731
WKK-0071 Groeikracht Marvado	3256
WKK-0096 Eric Van Den Eynde	4008
WKK groeikracht de Blackt	2028
WKK groeikracht Boechout (flex 9 kwekerij A&D Naenen)	3777
WKK Tomana	2425
Mepetom	2941
WKK Prayon	3716
WKK groeikracht zwarthout	3538
WKK ESD	2423
WKK Beirinckx Luc	3041
Greenenergy WKK 0247	2226
WKK groeikracht Wommelgem	2732
WKK Barka	1558
WKK-0072 Groeikracht Marveco	4141
WKK Bio-energy	4026
WKK Pittoors (2008)	3116
Varom bvba	4028
WKK-0126 Dielis Kurt FV	2014
WKK-0034a Groeikracht Markvallei Horst 12	7314
biogas installatie Shanks	4024
WKK Mildevan	1584
WKK Den Boschkant	3041
WKK VGT (uitbreiding installatie 2004)	5150
WKK Tomwatt	5120
WKK-0124 V.W. Tuinderijen	5140
WKK Meer Fresh Products	2425
WKK-0250 Algist Bruggeman	4652
WKK Agfa (WKC 0057)	8029,1
Citrique Belge (TU001 & T003)	8700
Monsanto Europe	7550
WKK-0294 Hortipower	8585
WKK AOP	7148
Den Berk WKK 0243	8020
WKK Belgomilk Langemark	7589
Cargill NV	4600
WKK Tiense Suikerraffinaderij NV (tegendruk-turbine)	18500
VPK Oudegem Papier (kolenketel + turbine 4)	9000
Stora Enso	9350
Umicore Olen	19065
centrale Lillo	23000
WKK BRC	14810
Stora enso EC2	36125
WKK esso raffinaderij	130220
WKK Inbev (wkk 332)	4581
Gent ham (WKK)	54300
Remo	1365
Ivarem (uitbreiding dec2004)	2798

Dranco II (alles van Dranco samen)	2261
IVVO GFT vergisting en composteringsinstallatie	1208
WKK Vanremoortel	617
WKK Sint Augustinus	800
WKK Sobelgra	5200
WKK Balta Avelgem	1758
WKK Balta St-Baafs-Vijve	5922
WKK Ocmw De Ril	165
WKK 210 Ocmw Sint Augustinus Torhout	165
WKK-0036 Vandevelde (Vandtra)	1145
TOTAL Antwerpen	148500
WKK VPK Oudegem Papier	15090
WKK BP Chembel	47922
WKK Bayer	43000
Lillo Energy (degussa, nieuw 2011)	85000
WKK Sappi (Albertcentrale)	40700
WKK Monsanto	43000
WKK Ineos- Phenolchemie	22990
WKK LNG terminal	39500
WKK Primeur	700
Biogas Aspiravi Vuurkruisenlaan Leuven	900
WKK-0106 Inesco	133000
Zandvliet power	395000
WKK Agristo	537
WKK-0164 Pafa	1556
WKK neel Vissers	801
WKK Taminco	6210
Electrabel Lanxess Canadastraat	55000
WKK-0275 Syral	50500
BMS-0073 Horticotrade	695
Biogas-Wkk Unifrost	273,9
IVEB mestvergisting en co-vergisting	1095
0044 Herman De Langhe Zwijndrecht	2000
Biofer Guascor (WKK-gedeelte)	782
Eddy Van De Kerkhof (Kegelslei in OLV Waver) WKK0181	1400
WKK-0299 ZNA Middelheim	834
WKK-0310 Sunnyland	1375
WKK Van der Valk Hotel Beveren (WKK 261)	197
WKK Floreac (WKK 0301)	1006
WKK 370 Belgomilk	772
Eddy De kerkhof wkk 359	2040
WKK 123 groeikracht Vremde	4141
TWZ	379
Op de Beeck	2978
Biopower Tongeren	2826
Pitoma	2358
Wittevrongel Eneco Energy	2830
Nobis	2358
Vandevelde	1156
Krikato	1200
DeWeerd-Rockele	800

Bijlage A

Jozef De Weerd	800
Eurofreez	250
Duc d'O	140
Quirijnen Energy Farming	3570
Ampower	8934
Zwembad Wezenberg	199
Zwembad Iepermann	70
Malve	404
Alcon-couvreur	1189
Biogas Boeye	2233
Wim Vertommen Den overkant	2566
Deltapellets	820
Agrokom	3938
Desmet (Ardoorie)	2000
Tomaline bvba _na wijziging	3898
Van Bulck BVBA _na wijziging	3602
Stoffels	6900
WKK groeikracht broechem (WKK 0040) nieuw	1817
WKK 0053 Deweerdt Frans	1129
WKK-0321 Handelskwekerij Vantuyghem	70
WKK 0376	732
WKK 0387	220
WKK-0435 + BGS-0110 Digrom Energy (WKK-gedeelte)	495
WKK-0459 Tuinbouwbedrijf Vandewaetere	1200
WKK 344 Agfa Mortsel	7510
Kronos Europe	6270
VC power WKK 219	5500
BASF D	9727
WKK 0296 Varico	2000

BIJLAGE B



Verificatiebureau Benchmarking

Roderveldlaan 5/1, 2600 Berchem
Tel: 03.286 74 30 Fax: 03.286 74 39
E-mail: vbbv@vbbv.be

**Overzicht en resultaten van de
WKK-potentieelstudies bij
ondernemingen toegetreden
tot de EBO**

6 oktober 2015

Geert Reunes – Hoofd Verificatiebureau

1. OVERZICHT WKK-potentieelstudies

De eerste stap in het onderzoek naar het WKK-potentieel van de betrokken ondernemingen was de aanvraagprocedure waarbij de ondernemingen drie mogelijke opties hadden:

- Optie 1: Aanvraag tot aanvaarding van een deskundige voor het uitvoeren van de WKK-potentieelstudie
- Optie 2: Ontheffing van de verplichting tot het uitvoeren van de potentieelstudie (indien voldaan werd aan één of meerdere voorwaarden – zie paragraaf 2.2 van Toelichting 05 van de EBO)
- Optie 3: Aanvraag tot aanvaarding van een reeds uitgevoerde studie

Bij het opstellen van dit rapport zijn 337 ondernemingen (of vestigingen) toegetreden tot de EBO. Drie vestigingen hebben vooralsnog geen aanvraagformulier ingediend bij het Verificatiebureau; twee ondernemingen omwille van hun late toetreding tot de EBO (na 30 juni 2015) en één onderneming die wegens een calamiteit uitstel gekregen heeft om aan haar EBO-verplichtingen te voldoen. De 334 ontvangen en behandelde aanvragen zijn als volgt onderverdeeld:

- 119 ondernemingen hebben een nieuwe WKK-potentieelstudie uitgevoerd (optie 1)
- 193 ondernemingen voldeden aan één of meerdere voorwaarden om ontheven te worden van hun verplichting tot het uitvoeren van een studie (optie 2)
- 22 ondernemingen konden zich beroepen op een reeds uitgevoerde potentieelstudie (optie 3)

Volgens bovenstaand overzicht was het de intentie dat het WKK-potentieel van $119 + 22 = 141$ ondernemingen zou opgenomen worden in onderstaande resultaten. Er zijn echter twee ondernemingen – één latere toetreders tot de EBO en één bedrijf dat in het voorjaar eveneens getroffen werd door een ernstige calamiteit – die tot op heden geen WKK-potentieelstudie ter beoordeling ingediend hebben. Er is tenslotte één onderneming waarvoor de ingediende studie vooralsnog niet goedgekeurd werd wegens gebrek aan een aangepaste (en aangevulde) studie naar aanleiding van de opmerkingen van het Verificatiebureau.

Er zijn bijgevolg $141 - 3 = 138$ potentieelstudies opgenomen in onderstaande resultaten.

2. RESULTATEN WKK-potentieelstudies

De 138 goedgekeurde WKK-potentieelstudies leveren volgend resultaat op:

- Door 26 ondernemingen wordt in de studie aangetoond dat er geen technisch potentieel is voor een kwalitatieve warmtekrachtkoppeling.
- 26 ondernemingen geven aan dat er in hun vestiging een economisch potentieel is voor een kwalitatieve WKK.
- In de overige 86 ondernemingen heeft de studie uitgewezen dat er een technisch potentieel aanwezig is voor een kwalitatieve WKK maar dit potentieel wordt door de betrokken ondernemingen momenteel als niet economisch rendabel geacht.

a. Ondernemingen met een economisch potentieel

Zoals vastgelegd in Toelichting 05 van de EBO worden de bedrijven met een economisch potentieel in onderstaande tabel opgesomd. De 26 ondernemingen geven samen aanleiding tot een totaal economisch potentieel van ongeveer 59,5 MWe.

Vestiging	Potentieel
Bedrijf 1	2 MWe - 7900u
Bedrijf 2	6 MWe - 8000u
Bedrijf 3	4,4 MWe - 8000u
Bedrijf 4	4 MWe - 7500u
Bedrijf 5	1,2 MWe - 8000u
Bedrijf 6	7,55 MWe - 8000u
Bedrijf 7	3,85 MWe - 8000u
Bedrijf 8	2 MWe - 5400u
Bedrijf 9	0,13 MWe - 8500u
Bedrijf 10	2 MWe - 8000u
Bedrijf 11	0,53 MWe - 7780u
Bedrijf 12	1,6 MWe - 8200u
Bedrijf 13	0,6 MWe - 8000u
Bedrijf 14	1,5 MWe - 7900u
Bedrijf 15	0,14 MWe - 8200u
Bedrijf 16	0,335 MWe - 4750u
Bedrijf 17	0,35 MWe - 6000u
Bedrijf 18	1 MWe - 5250u
Bedrijf 19	0,8 MWe - 6200u
Bedrijf 20	1,4 MWe - 7150u
Bedrijf 21	1,2 MWe - 8200u
Bedrijf 22	6,3 MWe - 8000u
Bedrijf 23	0,8 MWe - 7400u
Bedrijf 24	0,5 MWe - 6000u
Bedrijf 25	3 MWe - 5500u
Bedrijf 26	6,3 MWe - 8100u
TOTAAL	59,5 MWe

b. Ondernemingen met een technisch potentieel

Zoals eveneens vastgelegd in Toelichting 05 wordt het technisch potentieel van de overige ondernemingen geaggregeerd gerapporteerd en worden de redenen vermeld waarom dit niet leidt tot een economisch potentieel.

De 86 betreffende ondernemingen vormen samen een technisch potentieel van ongeveer 187 MWe. Het vermogen van deze WKK's varieert van 0.07 tot 15 MWe; het geraamde aantal draaiuren ligt tussen ong. 4000 en 8600u.

In volgende tabel worden de redenen opgesomd waardoor het vastgestelde technisch potentieel als niet-economisch rendabel beschouwd wordt.

Vestiging	Reden van niet-economisch rendabel
Bedrijf 1	IRR wordt te laag bevonden; voorkeur voor import stoom van naburig bedrijf
Bedrijf 2	IRR wordt te laag bevonden; nog mogelijkheden voor recuperatie
Bedrijf 3	Andere prioriteiten voor investeringen (incl optimalisatie stoomverbruik + warmterecuperatie)
Bedrijf 4	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 5	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 6	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 7	Voorbehoud: nog bijkomende studie vereist ivm retourtemperatuur
Bedrijf 8	IRR wordt te laag bevonden; te veel onzekerheid betreffende de ...productie
Bedrijf 9	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 10	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 11	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 12	IRR wordt te laag bevonden (met BF 2016; 11,14% met BF 2015) + diepgaandere studie vereist
Bedrijf 13	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 14	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 15	IRR wordt te laag bevonden + warmtenetwerk in opbouw vanuit naburig bedrijf
Bedrijf 16	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 17	Bedrijf zal aankoppelen op het warmtenet van een naburig bedrijf
Bedrijf 18	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 19	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 20	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 21	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 22	IRR wordt te laag bevonden (met BF 2016 = 0,734)
Bedrijf 23	IRR wordt te laag bevonden (op de grens van het aanvaardbare)
Bedrijf 24	IRR wordt te laag bevonden Warmtebehoefte zal nog verder dalen door nieuwe projecten.
Bedrijf 25	Impact en de inpassing van de WKK-warmte in het huidige warmterecuperatiesysteem dient nog nader uitgewerkt te worden
Bedrijf 26	IRR wordt te laag bevonden Onzekerheid ivm vervuiling WW die WKK warmte moet opnemen
Bedrijf 27	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 28	Te hoog investeringsbedrag (in niet-core installaties) voor een bedrijf in volle ontwikkeling
Bedrijf 29	Te grote investering (recent andere grote investering gedaan)
Bedrijf 30	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 31	Onzekerheid over productievolumes in de komende jaren
Bedrijf 32	IRR wordt te laag bevonden Ook nog bijk. ombouwwerken vereist voor nuttig gebruik WW
Bedrijf 33	Warmterecuperatiemogelijkheden dienen eerst nader bestudeerd (en geïmplementeerd) te worden.

Bedrijf 34	IRR wordt te laag bevonden + onzekerheid mbt doorzet na herstructurering + nog bijkomende investeringen vereist voor aanwending warmte uit WKK
Bedrijf 35	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 36	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 37	IRR wordt te laag bevonden; bovendien zijn er nog bijkomende investeringen vereist die de IRR verder doen afnemen.
Bedrijf 38	Onzekerheid over voortbestaan van het bedrijf na opstart van de nieuwe site
Bedrijf 39	IRR wordt te laag bevonden; Bovendien te veel onzekerheid over certificaten (BF)
Bedrijf 40	IRR wordt te laag bevonden; investeringsgrens van de groep is een TVT van max. 3 jaar
Bedrijf 41	Te veel onzekerheid over de warmwaterverbruikers
Bedrijf 42	finale resultaten EBO plan afwachten + masterplan voor productie (en productmix) in opmaak
Bedrijf 43	IRR wordt te laag bevonden; Bovendien onzekerheid over de volumes in de toekomst
Bedrijf 44	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 45	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 46	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 47	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 48	Investeringsbudget wordt voor andere middelen aangewend.
Bedrijf 49	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 50	Nuttige inzet van warm water is niet mogelijk in huidige situatie (en vraagt nog bijkomende ombouw en investeringskosten)
Bedrijf 51	Finale resultaten EBO plan afwachten (warmtececupatiemogelijkheden)
Bedrijf 52	IRR wordt te laag bevonden Bovendien onzekerheid over warmtegebruik in een net.
Bedrijf 53	Momenteel geen budget wegens nieuwe strategische cap.studie + EBO doorlichting afwachten
Bedrijf 54	Te grote onzekerheid ivm toekomstige productie
Bedrijf 55	Onzekerheid aangaande investeringskosten voor nuttig gebruik van WW uit WKK.
Bedrijf 56	IRR wordt te laag bevonden + grote onzekerheid over de bezettingsgraad van de poederafdeling
Bedrijf 57	IRR wordt te laag bevonden + eerst nieuwe situatie (TNV) evalueren.
Bedrijf 58	IRR wordt te laag bevonden + recente invest. in nieuwe ketels
Bedrijf 59	IRR wordt te laag bevonden + recente stoom- en TO-installatie + TNV met warmterecup
Bedrijf 60	IRR wordt te laag bevonden + alternatief van 3 MW - 7200u ook als te riskant bevonden voor het proces.
Bedrijf 61	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 62	IRR wordt te laag bevonden + efficiënter stoomverbruik in nieuwe modus met één TNV
Bedrijf 63	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 64	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 65	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 66	IRR wordt te laag bevonden (gevolg van lage electr prijs)
Bedrijf 67	IRR wordt te laag bevonden + onzekerheid bezetting ... afdeling
Bedrijf 68	IRR wordt te laag bevonden + evaluatie na ombouw ...hall
Bedrijf 69	IRR wordt te laag bevonden voor investering in niet-core activiteiten.
Bedrijf 70	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 71	Te hoge investeringskost op korte termijn

Bedrijf 72	Geen goedkeuring HQ
Bedrijf 73	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 74	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 75	Pas na de optimalisatie van de processen (en duidelijkheid over warmtevraag en -aanbod) zal dit in overweging genomen worden
Bedrijf 76	Pas na de optimalisatie van de processen (en duidelijkheid over warmtevraag en -aanbod) zal dit in overweging genomen worden
Bedrijf 77	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 78	Pas na de optimalisatie van de processen (en duidelijkheid over warmtevraag en -aanbod) zal dit in overweging genomen worden
Bedrijf 79	Resultaten interne warmterecuperatie + strategisch project afwachten.
Bedrijf 80	Nog lopende energetische optimalisaties eerst afwerken om een beter zicht te hebben op de resterende warmtebehoefte.
Bedrijf 81	Pas na de optimalisatie van de processen (en duidelijkheid over warmtevraag en -aanbod) zal dit in overweging genomen worden
Bedrijf 82	Pas na de optimalisatie van de processen (en duidelijkheid over warmtevraag en -aanbod) zal dit in overweging genomen worden
Bedrijf 83	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 84	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 85	IRR wordt te laag bevonden
Bedrijf 86	IRR wordt te laag bevonden + toekomstplannen hebben een negatieve invloed op de rendabiliteit van de WKK