Verspreiding: Beperkt

# Evaluatie van de RFI over de verwerking van brandbaar restafval voor de stad Antwerpen

## Finaal eindrapport

[redacted]

Studie uitgevoerd in opdracht van: stad Antwerpen

Versie 14 Januari 2020

**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

# SAMENVATTING

## Context

De Stad Antwerpen produceert restafval dat ze via een nabijgelegen en milieuvriendelijke oplossing wil laten verwerken. Momenteel gebeurt deze verwerking door verbranding met energierecuperatie in de installatie van ISVAG. Deze installatie verwerkt naast het restafval van de Stad Antwerpen ook het restafval van andere gemeenten in de omgeving. De installatie is aan het einde van haar vergunning en er moet een nieuwe oplossing komen voor verwerking van het afval tegen 1 januari 2026.

ISVAG voorziet de bouw van een nieuwe verbrandingsoven op dezelfde locatie, met capaciteit van 190.000 ton per jaar en levering van elektriciteit aan het net en warmtelevering aan bedrijven en een woonwijk in het Zuiden van Antwerpen. De vergunningsaanvraag is hangende en er werden reeds contracten voor warmtelevering afgesloten.

## Aanpak

De stad Antwerpen deed met een RFI (request for information) navraag op de markt of er voor deze oplossing alternatieven beschikbaar zijn. Het gaat dan zowel om de verwerking van het restafval (190 kton afkomstig van Stad Antwerpen en de andere gemeenten) als de levering van warmte in de sector Antwerpen Zuid. Het geheel van de opdracht betreft dus 2 luiken, namelijk enerzijds het te verwerken restafval en anderzijds de reeds aangegane engagementen van warmteproductie. Het was echter ook toegelaten om slechts voor één van beide delen een alternatief aan te bieden. Indien de stad voor een alternatief zou opteren, zal echter zowel voor de afvalverwerking als de warmtelevering een oplossing geboden moeten worden, en moeten mogelijk dus oplossingen worden gecombineerd.

Verschillende marktpartijen boden een alternatief aan, waarvan de stad Antwerpen besloot om de voorstellen verder te onderzoeken die gebruik maken van bewezen technologie en die niet op de ISVAG-site gebouwd zouden worden.

De marktbevraging bestond uit 2 stappen/fasen:

1. Een eerste brede bevraging om geïnteresseerde marktpartijen te identificeren en hun voorgestelde scenario te verkennen;
2. Een tweede ronde waarin een selectie van marktpartijen gevraagd wordt om meer gedetailleerde informatie in te dienen.

De informatie uit de ingediende dossiers wordt in het voorliggend rapport geëvalueerd, zodat de voor- en de nadelen van de dossiers ten opzichte van elkaar duidelijk zijn én ten opzichte van het toekomstdossier van ISVAG.

Het doel van deze evaluatie is om inzichten te creëren in de ingediende voorstellen voor de marktbevraging en de stad Antwerpen toe te laten om vervolgens een éénduidige beslissing te nemen omtrent het gewenste toekomstige scenario voor de verwerking van het restafval en de levering van warmte voor Antwerpen.

We baseren ons voor de analyse op de informatie zoals toegeleverd door de betrokken bedrijven (inclusief ISVAG) én bijkomende informatie en verduidelijking uit de interviews met de bedrijven (exclusief ISVAG).

In een vervolgstap op het RFI-project zal het stadsbestuur bekijken hoe de voor- en nadelen van het mogelijke alternatief en/of het toekomstdossier van ISVAG aansluiten bij het beleid dat de stad

Antwerpen de komende jaren wil voeren. De RFI legt de basiselementen op tafel om te beslissen of er een nieuwe route mogelijk is en welke uitdagingen zo'n nieuwe route kan stellen.

In voorliggend rapport werden de ingediende dossiers niet verder geoptimaliseerd. Evenmin werd een beste of optimaal scenario gecreëerd door het samenbrengen van delen uit verschillende voorstellen, noch voor de ingediende dossiers, noch voor het toekomstdossier van ISVAG.

## Analyse

Alle weerhouden aanbieders van bewezen technologie stellen voor om een afvalverbrandingsinstallatie te bouwen in de haven. De gekozen technologie voor verwerking van het afval is vergelijkbaar met de technologie gebruikt op de huidige en toekomstige ISVAG-site. De geproduceerde stoom kan echter rechtstreeks ingezet worden in de nabijgelegen industrie van de haven. In vergelijking met de omzetting naar elektriciteit of warmte, zoals door ISVAG voorgesteld, is dit een efficiëntere toepassing van de warmte,

Een cruciale randvoorwaarde hierbij is dat de stoomvalorisatie uit afvalverwerking in de plaats komt van een klassiek stoomproductieproces op basis van aardgas en stookolie (en niet in de plaats van een WKK-installatie op aardgas).
die meer $CO_2$-emissies zal vermijden dan in het ISVAG-scenario.

Om de kostprijs voor de verwerking te evalueren, analyseerden we de gate fee (of te betalen verwerkingskost). Hieruit blijkt de alternatieve installaties gekenmerkt worden door een lagere investeringskost en hogere opbrengst uit energievalorisatie dan ISVAG.

Het is belangrijk om op te merken dat de studie werkte met geschatte kosten op basis van een RFI-proces. De reële kosten zullen pas met meer nauwkeurigheid gekend zijn op het moment dat de stad haar specificaties heeft verduidelijkt en contracten worden gesloten.

Om het afval naar de installatie in de haven te vervoeren, zonder bijkomende impact van het extra transport van het afval naar de site in de haven, is het nodig een overslaginstallatie voor het restafval te bouwen. De aanbieders stellen voor om deze te plaatsen op of nabij Blue Gate en het afval via vrachtwagen, trein of boot naar de haven te transporteren. Afhankelijk van het gekozen vervoer en de capaciteit, zorgt dit overslagstation voor een extra kost van 5 tot 25€/ton afval.

Voor het verwerven van de rechten op de grond voor de overslaglocatie heeft geen enkele aanbieder lopende gesprekken vermeld noch een aanpak voorgesteld.

Door het grofvuil verder te sorteren (in het overslagstation of op een specifieke locatie) kan de hoeveelheid te verbranden afval beperkt worden met 5%. Daarnaast suggereren enkele aanbieders om de capaciteit van de installatie te beperken tot 160.000 ton/j in plaats van de voorziene 190.000 ton/j. Het tekort aan capaciteit kan opgevangen worden door afsluiten van een bijkomend contract voor verwerking van het extra afval in andere installaties, van de aanbieders of in de markt. Het verkleinen van de capaciteit van de verbrandingsoven leidt naar verwachting niet tot een lagere verwerkingskost per ton, vermits er schaaleffecten spelen bij de bouw van dit type installaties, anderzijds kan de kost voor het verwerken van het eventueel overschot aan afval oplopen door marktwerking. Een krappe capaciteitsplanning voorziet een stimulans voor de stad om actief beleid te voeren om de hoeveelheid restafval verder te beperken in de toekomst, en voorkomt een lock-in waarbij afval moet aangetrokken worden om de voorziene warmte- of stoomcontracten te kunnen blijven invullen.

Als gekozen wordt om de afvalverwerking naar de haven te verplaatsen, blijft er een warmtevraag in het zuiden van de stad. Voor de levering van warmte in de sector Zuid en Blue Gate zijn op dit moment geen warmtebronnen voorhanden. Eén van de aanbieders stelt voor om op de site van Blue Gate een verbrandingsinstallatie voor waterzuiveringsslib te bouwen. Deze zou instaan voor

verbranding van ongeveer 160.000 ton/j RWZI-slib, aangevoerd vanuit heel Vlaanderen. De geproduceerde assen vormen, na verdere verwerking in het buitenland, een bron voor recuperatie van fosfor. Daarnaast kan ook gebruik gemaakt worden van warmtepompen, te installeren op de RWZI op Blue Gate. De combinatie van slibverbranding en warmtepompen kan volstaan voor de warmtevraag van cluster Zuid en Blue Gate. In dat geval moet er niet geïnvesteerd worden in een voorziene warmtecollector, maar is de kostprijs van de warmte hoger dan deze van ISVAG. De warmte van de slibverwerking en de warmtepompen kan niet het volledige mogelijke warmte-aanbod van ISVAG compenseren. Om tot een volledige voorziening te komen zal gerekend moeten worden op uitbreiding van de backbone die restwarmte aanvoert vanuit de haven naar het zuiden van de stad. Zowel de timing als de realisatie hiervan is nog niet beslist.

De realisatie van de alternatieve installaties moet rekening houden met enkele risico's:

- Timing: de aanbieders geven allen aan dat het project realiseerbaar is in het voorziene tijdsbestek, mits een duidelijke afbakening van de voorwaarden door de stad en toewijzing afhankelijk van de gevolgde aanpak tussen midden 2020 en midden 2021. De stad zal dus op korte termijn de vraag in de markt moeten zetten.
- Verwerven van de gronden: verschillende aanbieders zijn nog geen eigenaar van de grond waarop hun installatie gepland wordt, maar konden wel een letter of intent (LoI) of memorandum of understanding (MoU) voorleggen. Gezien de aard van de marktbevraging (RFI) is dit het maximum dat kon verwacht worden. Het sluiten van een bindende overeenkomsten is mede afhankelijk van de medewerking van de industriële partners, de havenautoriteit, BGAD (Blue Gate).
- Verwerven van vergunning: De installatie zal een omgevingsvergunning moeten verwerven, op basis van een MER en vergunningsprocedure. De aanbieders voorzien op basis van hun ervaring tijd voor deze procedure. De benodigde tijd wordt mede bepaald door het politieke en maatschappelijk draagvlak dat gecreëerd kan worden voor de installatie.
- Opzetten van nieuwe eigendoms- en samenwerkingsstructuur: De aanbieders tonen zich bereid en hebben aantoonbare ervaring om een nieuwe samenwerkingsstructuur op te zetten, waarin de stad medezeggenschap kan behouden. De tijd, aanpak en inzet voor vorming van deze samenwerking en de bijhorende ontmanteling van de bestaande ISVAG-structuur, werden niet in deze evaluatie onderzocht.

## Conclusie

Op de vraag of de markt een alternatief kan aanbieden voor verwerking van de 190.000 ton/j restafval van de Stad Antwerpen is het antwoord dat er verschillende bedrijven zijn die een gelijkaardig alternatief aanbieden. Dit alternatief bestaat uit een verbrandingsoven (afvalenergiecentrale vergelijkbaar met de ISVAG-installatie) in de haven, met stoomlevering aan de industrie, in plaats van productie van elektriciteit en warmte. Dit alternatief kan door minstens 3 marktpartijen ontwikkeld worden. Als de stoom optimaal kan afgezet worden, heeft de installatie een hogere energie-efficiëntie dan de ISVAG-installatie en zorgt het alternatief voor meer vermeden $CO_2$-emissies.

Op de vraag of de markt een alternatief kan aanbieden voor voeding van het warmtenet ten Zuiden van Antwerpen, is het antwoord dat er een alternatieve warmtebron mogelijk is die de warmtevraag voor wat betreft de huidige engagementen (Cluster Zuid en Blue Gate) afdekt. Het alternatief bestaat uit een slibverbrandingsinstallatie (160.000 ton/j) en de installatie van warmtepompen op RWZI Zuid.

Op de vraag of deze alternatieven goedkoper zijn dan de referentie van ISVAG is het antwoord niet eenduidig. De gegevens voorgelegd door de aanbieders in deze RFI suggereren dat afvalverwerking financieel interessanter is dan het ISVAG scenario wat betreft investeringskost en operationele

opbrengst, maar dat de levering van warmte via het voorgestelde scenario met slibverwerking en warmtepompen duurder is. De alternatieven houden bovendien enkele bijkomende keuzes in, zoals aanleg van een overslagstation (omgeving Blue Gate), transport van het afval naar de haven, langere termijn uitbouw van het warmtenetwerk, die bepalend zijn voor de kosten en opbrengsten. Ook voor het ISVAG-scenario liggen de kosten en baten op langere termijn niet eenduidig vast. Deze keuzes of voorkeuren moeten begin 2020 verduidelijkt worden aan de markt om de timing van 1 januari 2026 te kunnen handhaven.

Bij de keuze voor een alternatief moet rekening gehouden worden met risico's op het vlak van eigenaarschap van de gronden, vergunningen en administratief-organisatorische opzet. De beslissing zal genomen moeten worden op basis van een afweging van al deze verschillende aspecten.

# INHOUD

**SAMENVATTING** I

**INHOUD** V

**HOOFDSTUK 1. Inleiding** 1

**HOOFDSTUK 2. RFI FASE 1** 3

*2.1. Aanpak* 3

*2.2. Resultaat* 3

*2.3. Conclusie* 6

**HOOFDSTUK 3. RFI FASE 2** 7

*3.1. Aanpak* 7

*3.2. Resultaat* 8

**HOOFDSTUK 4. Aanpak evaluatie aspecten** 9

*4.1. Mate van bewezen technologie* 9

*4.2. Rechten op de grond* 9

*4.3. Valorisatie van de outputstromen* 10

*4.4. Business model* 11

*4.5. Mobiliteitsaspecten* 11

*4.6. Directe emissies* 12

*4.7. Koolstofvoetafdruk* 13

*4.8. Samenwerkingsvorm* 13

*4.9. Verwerkingsflexibiliteit* 14

*4.10. Timing* 14

**HOOFDSTUK 5. Evaluatie van de voorstellen voor het afvalwerkingsluik** 15

*5.1. Mate van bewezen technologie* 15

*5.2. Rechten op de grond* 17

*5.3. Valorisatie outputstromen* 19

5.3.1. [redacted] 19

5.3.2. [redacted] 20

5.3.3. [redacted] 20

5.3.4. [redacted] 20

5.3.5. Conclusie 21

*5.4.* [redacted] 21

5.4.1. [redacted] 21

5.4.2. [redacted] 23

5.4.3. [redacted] 24

5.4.4. [redacted] 25
5.4.5. [redacted] 27
*5.5. Mobiliteitsaspecten* 29
*5.6. Directe Emissies* 32
*5.7. Koolstofvoetafdruk* 32
*5.8. Samenwerkingsvorm* 36
*5.9. Verwerkingsflexibiliteit* 37
*5.10. Timing* 38
*5.11. Samenvatting* 40

**HOOFDSTUK 6. Evaluatie van de warmtelevering** **42**
*6.1. Mate van bewezen technologie* 42
*6.2. Rechten op de grond* 42
*6.3. Valorisatie outputs* 43
6.3.1. [redacted] monoslibverwerker 43
6.3.2. [redacted] warmtepompen 44
6.3.3. Analyse 44
6.3.4. Conclusie 48
*6.4. Business model* 49
6.4.1. [redacted] 49
6.4.2. [redacted] 50
6.4.3. [redacted] 51
**6.4.4.** [redacted] 52
*6.5. Mobiliteitsaspecten* 52
*6.6. Koolstofvoetafdruk* 53
*6.7. Timing* 54
*6.8. Samenvatting* 55

# HOOFDSTUK 1. INLEIDING

De stad Antwerpen wil, als belangrijkste vennoot van Isvag, onderzoeken of en waar er alternatieven mogelijk zijn voor het verwerken van restafval zoals in de nieuwe plannen van Isvag voorgesteld, en doet hiervoor een beroep op VITO om samen met de stad Antwerpen een marktbevraging via een Request for Information (RFI) op te stellen, te begeleiden en de resultaten hiervan te analyseren om tot een concrete werkbare conclusie te komen.

De marktbevraging bestond uit 2 stappen/fasen:

1. Een eerste brede bevraging om geïnteresseerde marktpartijen te identificeren en hun voorgestelde scenario te verkennen;
2. Een tweede ronde waarin een selectie van marktpartijen gevraagd wordt om meer gedetailleerde informatie in te dienen.

De informatie uit de ingediende dossiers wordt in het voorliggend rapport geëvalueerd, zodat de voor- en de nadelen van de dossiers ten opzichte van elkaar duidelijk zijn én ten opzichte van het toekomstdossier van ISVAG.

Het doel van deze evaluatie is om inzichten te creëren in de ingediende voorstellen voor de marktbevraging en de stad Antwerpen toe te laten om vervolgens een éénduidige beslissing te nemen omtrent het gewenste toekomstige scenario voor de verwerking van het restafval voor Antwerpen.

We baseren ons voor de analyse op de informatie zoals toegeleverd door de betrokken bedrijven (inclusief ISVAG) én bijkomende informatie en verduidelijking uit de interviews met de bedrijven (exclusief ISVAG).

De volgende stap in het volledige traject is binnen het stadsbestuur te kijken hoe de voor- en nadelen van het mogelijke alternatief en/of het toekomstdossier van ISVAG aansluiten bij het beleid dat de stad Antwerpen de komende jaren wil voeren. De RFI legt de basiselementen op tafel om te beslissen of er een nieuwe route mogelijk is en welke uitdagingen zo'n nieuwe route kan stellen.

Het is niet de bedoeling om de ingediende dossiers verder te optimaliseren, noch om door het samenbrengen van delen uit verschillende dossiers een beste of optimaal scenario te creëren (noch voor de ingediende dossiers, noch voor het toekomstdossier van ISVAG).

# HOOFDSTUK 2. RFI FASE 1

## 2.1. AANPAK

In Fase 1 werd de markt bevraagd om voorstellen aan te reiken die een alternatief konden bieden voor het toekomstscenario voor ISVAG ofwel de toekomstige restafvalverwerking van Antwerpen ofwel de toekomstige warmtelevering voor de warmtecollector Zuid.

In Fase 1 werd specifiek gevraagd om voor het voorgestelde alternatief informatie te geven over volgende aspecten:

- Beschrijving van het aanbod
- Referenties
    - Illustratie van technologie
    - Ervaring van aanbieder
- Outputproducten en –stromen
- Financieel-economische aspecten
- Bedrijfsvoering
- Mobiliteit
- Timing van de realisatie
- Inschakeling in veranderende markt en maatschappij

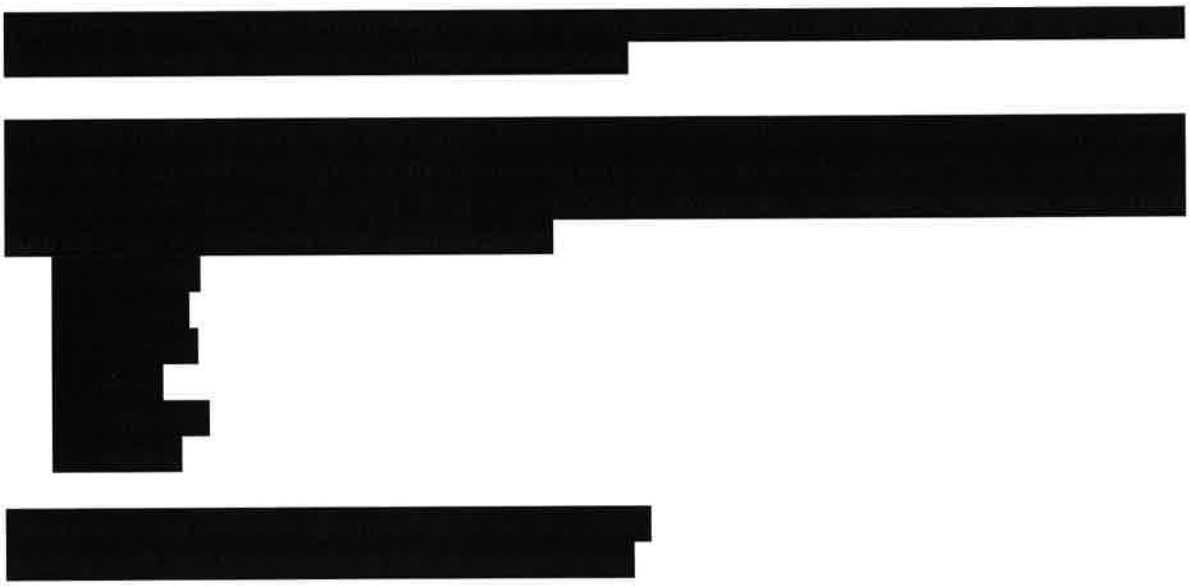
De volledige tekst van Fase 1 van de RFI is in bijlage terug te vinden.

In overleg met de stuurgroep werd een selectie gemaakt van de voorstellen die weerhouden worden voor verdere analyse.

Voor elk van de weerhouden voorstellen werd bekeken hoe het voorstel zich verhoudt tot de gevraagde scope en werd een sterkte-zwakte-analyse uitgevoerd.

## 2.2. [redacted]

[redacted]



Deze tabel werd enkel gemaakt voor de ingediende dossiers in Fase 1. Tijdens Fase 2 zijn voor alle voorstellen nog aanvullingen en nuanceringen aangebracht, maar deze zijn niet inbegrepen in Tabel 1.

Tabel 1: Sterkte-zwakte-analyse van de ingediende voorstellen in Fase 1

| Aspect↓/Bedrijf→ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Analyse | Outputstromen | verdere demonstratie van de warmtemarkt is vereist. | | | Kwaliteit (en prijs) van teruggewonnen materialen te bewijzen | | | Dekt slechts een deel van de scope; zwavelzuurproces is batchprocédé; |
| | Mobiliteit/ logistiek | | | Diverse opties in detail uitgewerkt, inclusief kostenaspecten | | Beperkte informatie over de logistiek voor de levering van slib | | |
| | Maatschappelijke context | extra terugwinning van materiaal uit grof afval | | | Concept past beter in een circulaire economie dan directe verbranding | | | |

[redacted]

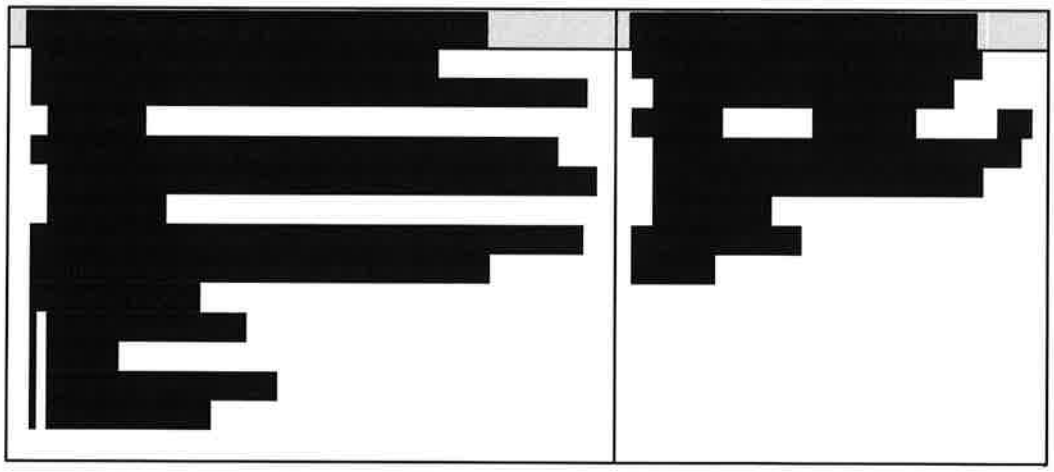
## 2.3. [redacted]

[redacted]

# HOOFDSTUK 3. **RFI FASE 2**

## 3.1. [redacted]

[redacted]



[redacted]

## 3.2. [redacted]

5 bedrijven dienden een voorstel in voor Fase 2 van de RFI: Aquafin, Decide, Indaver, Suez en Véolia. [redacted]

[redacted]

De evaluatie van de ingediende voorstellen is in onderstaande paragrafen terug te vinden. Hierbij wordt in HOOFDSTUK 4 eerst beschreven wat de evaluatie per aspect juist inhoudt, en vervolgens volgt in HOOFDSTUK 5 en HOOFDSTUK 6 de evaluatie van respectievelijk de voorstellen voor afvalverwerking en het voorstel voor het warmteluik.

# HOOFDSTUK 4. AANPAK EVALUATIE ASPECTEN

## 4.1. MATE VAN BEWEZEN TECHNOLOGIE

Dit is een cruciaal criterium voor de meeste publieke infrastructuurprojecten voor afvalverwerking, aangezien de verwerkingstechniek voldoende moet presteren om de afvalverwerkingsdienst continu te kunnen leveren, zowel van dag tot dag, het hele jaar door, als gedurende de looptijd van het contract.

Als een technologie niet voldoende is aangetoond, brengt het gebruik ervan risico's voor de dienstverlening met zich mee. Als de dienst niet wordt geleverd, zal dit ertoe leiden dat afval niet wordt verwerkt - en dit zal op zijn beurt leiden tot milieueffecten, risico's voor de volksgezondheid, kosten voor alternatieve verwijdering en beleidsmatige impacts.

Technologieën die deze 'bewezen technologie'-test niet doorstaan, worden ook geconfronteerd met vragen over de betrouwbaarheid van de gegevens die worden verstrekt voor andere criteria die in deze beoordeling worden onderzocht. Bijvoorbeeld:

- Zal de installatie beschikbaar zijn zoals aangegeven?
- Zal de omvang van de installatie toereikend zijn voor de afvalstromen?
- Zullen de massa- en energiestromen betrouwbaar zijn?
- Als de massa- en energiestromen niet betrouwbaar zijn, zijn de kosten dan correct?
- En zijn de geclaimde milieu- en energieprestaties betrouwbaar?

**Om deze redenen gebruiken we in dit project de mate of demonstratie op een geschikte schaal en op vergelijkbare afvalstoffen gebruikt als een fundamenteel "pass-fail" screeningsinstrument voor de ingediende voorstellen.**

VITO heeft niet alleen de informatie beoordeeld die als antwoord op de RFI wordt verstrekt, maar gebruikt ook de eigen expertise en achtergrondkennis van de voorgestelde technologieën om conclusies te trekken over de stand van zaken van de ontwikkeling en demonstratie. Om te slagen voor de "bewezen technologie"-test moet een technologie voor de behandeling van restafval al enkele jaren goed functioneren op vergelijkbare afvalstoffen, op een vergelijkbare schaal en met een hoge mate van beschikbaarheid.

## 4.2. RECHTEN OP DE GROND

Er moet tijdig een perceel grond beschikbaar zijn of worden gesteld om de installatie te kunnen bouwen en betreden tijdens de volledige levensduur. Bovendien moet de locatie in het algemeen geschikt zijn voor de ontwikkeling van de voorgestelde installatie en zodanig zijn dat er aansluitingen voor nutsvoorzieningen kunnen worden gemaakt - dit omvat (voor zover van toepassing) zowel inkomende als uitgaande stroom en warmte, water en afvalwater. De site moet ook toegang bieden voor binnenkomend afval (en andere materialen) en uitgaande residuen en recycleerbare producten.

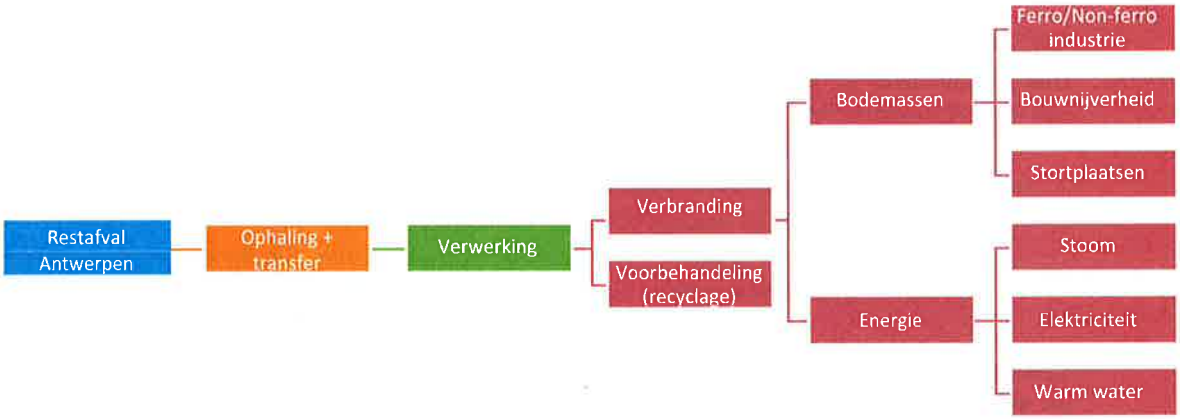
De evaluatiecriteria die we in beschouwing nemen, zijn gericht op de fundamentele beschikbaarheid van grond, in het bijzonder:

- Eigendomsstatus;
- Plannen om passend eigenaarschap / toegang te krijgen, stand van zaken in de discussies;

- Bewijs van het vermogen om de vereiste grond te leveren, d.w.z. middelen en beheerscapaciteiten.

### 4.3. VALORISATIE VAN DE OUTPUTSTROMEN

Dit criterium analyseert de verschillende outputstromen bij het verwerken van afval. Bij het verwerken van afval wordt er steeds onderzocht hoe de verschillende outputstromen gevaloriseerd kunnen worden. Bepaalde reststromen kunnen eerst nog voorbehandeld en gerecycleerd worden. De andere reststromen worden verbrand en hierbij komt er enerzijds een grote hoeveelheid energie vrij en worden er anderzijds (bodem)assen geproduceerd. Deze (bodem)assen worden vervolgens behandeld en herbruikt. Voor de vrijgekomen energie wordt er onderzocht welke combinatie van energierecuperatie het best is. De vrijgekomen energie kan gevaloriseerd worden onder de vorm van stoom, elektriciteit of warm water. Herbruik en recyclage geniet de voorkeur voor energetische valorisatie volgens de afvalhiërarchie.




Figuur 1: Overzicht afvalverwerking en bijhorende outputstromen.

De thermische energie van de rookgassen wordt gebruikt om oververhitte hoge druk stoom te produceren. Deze stoom kan enerzijds rechtstreeks aangewend worden voor stoomlevering aan de industrie of anderzijds gebruikt worden voor elektriciteitsproductie, al dan niet in combinatie met warmtelevering voor gebouwenverwarming. Door het rechtstreeks leveren van stoom aan de industrie kan het energetisch rendement flink opgekrikt worden. Het stoomnet Ecluse is hier een mooi voorbeeld van. Indaver, in Doel, levert volcontinu stoom op hoge temperatuur en druk aan nabijgelegen bedrijven voor hun verschillende processen. Bovendien kan de restwarmte van het industriële proces dat met de stoom van afvalverbranding wordt gevoed, opnieuw worden uitgekoppeld en gebruikt worden bijvoorbeeld voor gebouwenverwarming. Op die manier kan er een energiecascade worden gecreëerd en zorgt dit voor een veel hogere energierecuperatie met heel wat vermeden emissies.

Hoogwaardige energie (warmte op hoge druk en temperatuur) moet worden gebruikt voor hoogwaardige toepassingen (processtroom, productie elektriciteit) en laagwaardige warmte voor behoeften die warmte op lagere temperaturen kunnen gebruiken (bijvoorbeeld gebouwenverwarming). Hierdoor wordt de kwaliteit van de energie maximaal behouden en dit wordt uitgedrukt in het exergetisch rendement. Het energetisch rendement van enkel elektriciteitsproductie ligt lager dan directe stoomlevering maar het verschil in exergetisch rendement is echter kleiner. Een optimale werkingspunt waarbij elektriciteit wordt geproduceerd en de laagwaardige warmte (afkomstig van de condensor en rookgascondensatie) gebruikt wordt voor

gebouwenverwarming, zorgt daarnaast eveneens voor een hoog energetisch rendement maar met een lager exergetisch rendement ten opzichte van enkel stoomlevering.

| *Outputstroom* | *Exergetisch η* | *Energetisch η* |
|---|---|---|
| Enkel elektriciteitsproductie | 25% | 25% |
| Enkel stoomlevering (425°C) | 50% | 85% |
| Elektriciteitslevering en warmtelevering (110°C) | 27,5% | 60% |
| Elektriciteitslevering en warmtelevering (60°C) | 34% | 85% |

Tabel 2: Exergetisch en energetisch rendement van een modale afvalverwerkingscentrale.

Voor elk voorstel wordt er vervolgens overzicht gegeven van de verschillende outputstromen (materiaalrecyclage en energetische output).

Bij de voorstellen voor de warmtelevering zal de evaluatie van de outputstromen zich voornamelijk focussen op enkel de warmte als outputstroom. Hierbij zal de evaluatie gebeuren ten opzichte van ISVAG. Bijkomende informatie van de warmtelevering voor cluster Zuid bevindt zich in de bijlage van de RFI. Fluvius, die de cluster Zuid uitbaat en optreedt als netbeheerder en partner van de stad Antwerpen, heeft mee de verschillende voorstellen geanalyseerd en was aanwezig tijdens de verschillende stuurgroepvergaderingen. Zij staan immers in voor de warmtelevering aan de verschillende afnemers en moeten op zoek gaan naar (alternatieve) warmtebronnen voor het warmtenet.

### 4.4. BUSINESS MODEL

In Fase 2 werden een aantal voorwaarden vooropgesteld waaraan het business model voor eindverwerking van restafval van de Stad Antwerpen, en de toelichting bij het model, dienden te voldoen. De totale kost (in € per ton per jaar) wordt in kaart gebracht voor een tijdshorizon van 20 jaar. Er werd gevraagd om rekening te houden met alle financiële stromen die relevant zijn bij de opmaak van het business model, zijnde de investeringsuitgaven (CAPEX), operationele kosten (OPEX) en operationele opbrengsten. Ook de gekozen financiële assumpties bij de berekeningen dienden duidelijk toegelicht te worden: afschrijvingsmethode en afschrijvingstermijnen, energieprijzen, prijsindexeringen en welke onderdelen (milieuheffingen; btw; etc.) al dan niet werden meegenomen in de gatefee.

Sanerings- en sluitingskosten van de bestaande afvalverwerkingsinstallatie maken geen deel uit van het business model. De logistieke kosten (voor overslag en transport) worden afzonderlijk bepaald (zie verder).

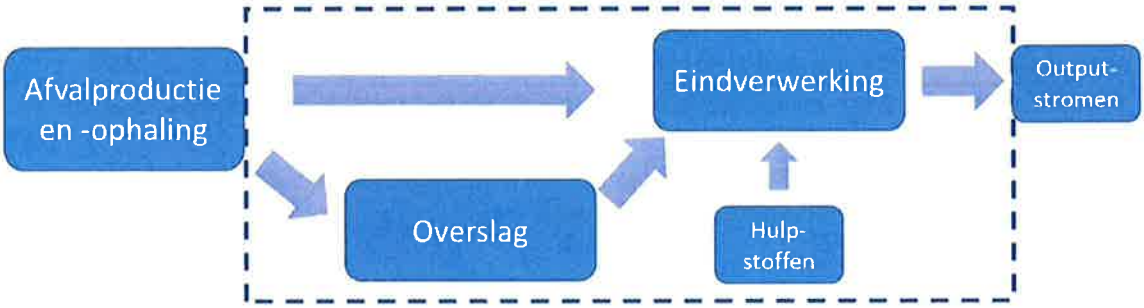
Voor elk voorstel wordt een overzicht gegeven van de ontvangen en de ontbrekende informatie. De door de bedrijven opgegeven prijzen zijn steeds schattingen en zijn dus geen bindende prijsopgaves.

### 4.5. MOBILITEITSASPECTEN

De evaluatie van de mobiliteitsaspecten gebeurt voornamelijk op hoofdlijnen, nl. waar zitten de grootste verschillen in de verschillende voorstellen als het op transport van afval aan komt. Hierbij wordt vooral gekeken naar het transport, na ophaling, naar de eindverwerkingsinstallatie of een overslagstation, het bijkomend transport vanaf het overslagstation naar de eindverwerkingsinstallatie, en het transport van input- en outputstromen van de verwerking zelf.

De impact van de ophaling zelf evalueren we niet, hoewel die uiteraard ook kan/zal verschillen naargelang de locatie van de eindverwerkingsinstallatie, de locatie van eventuele overslagstations én de manier waarop de overslagstations gebruikt worden (Welk afval direct naar verwerking, en welk afval via overslag?).

Deze systeemgrenzen worden geschetst in onderstaande figuur.




Voor de globale evaluatie van mobiliteitsaspecten kijken we zowel naar tonkilometers (t.km) als naar vervoerskilometers (v.km).

(Het aantal tonkilometers is het aantal ton vermenigvuldigd met het aantal vervoerde kilometers. Het aantal vervoerskilometers is het aantal ritten vermenigvuldigd met het aantal kilometers.)

De vertaling van mogelijke scenario's naar de lokale context, inclusief de spatiale en temporale aspecten, maken onderdeel uit van een volledige mobiliteitsstudie, en is niet voorzien binnen de scope van het RFI project.

### 4.6. DIRECTE EMISSIES

Aangezien zowel de ingediende voorstellen [redacted] als het [redacted] uitgaan van een gelijkaardig verwerkingsscenario, namelijk roosterovenverbranding met rookgasreiniging, zullen de directe emissies van de scenario's gelijkaardig zijn.

Het enige verschil tussen de scenario's is de manier om NOx-emissies te verminderen, namelijk met een katalytische De-NOx-installatie (Selective Catalytic Reduction, SCR) of met een niet-katalytische De-NOx-installatie (Non-Selective Catalytic Reduction, SNCR). Daarom zal bij de evaluatie kort dieper ingegaan worden op de verschillen tussen beide mogelijkheden om NOx-emissies in rookgassen van afvalverbranding te verminderen.

Voor [redacted] zal het scenario met warmtepompen geen directe emissies veroorzaken. Daar wordt ook niet dieper op ingegaan tijdens de evaluatie.

Het scenario met monoslibverwerking van [redacted] zal wel directe emissies veroorzaken, namelijk de rookgassen van de voorziene thermische verwerking van het RWZI-slib. De inschatting van de directe emissies van deze installatie maken onderdeel uit van de openbare aanbesteding die [redacted] in 2020 gaat lanceren. Daarom wordt hier ook niet dieper op ingegaan.

In eerste benadering zullen de directe emissies van de slibverwerking van dezelfde grootte-orde zijn als de directe emissie van de afvalverbranding, in de veronderstelling dat het thermisch verwerkingsproces voor het slib een verbrandingsproces zal zijn.

### 4.7. KOOLSTOFVOETAFDRUK

De totale koolstofvoetafdruk van een proces betreft een globale maat voor de $CO_2$-emissies over de ganse levenscyclus of waardeketen van de verwerking van het restafval vanaf het transport van het afval over de directe en indirecte emissies van de eindverwerking en tot de valorisatie van de outputs (zowel materialen (bodemas, metalen, ...) als energie (elektriciteits- en/of stoomproductie, warmtelevering, ...)) van de eindverwerking.

We doen dit door aan alle ingaande en uitgaande stromen van de massa- en energiebalans van de voorliggende voorstellen een $CO_2$-emissiefactor te koppelen. We maken hierbij onderscheid tussen:

- Directe emissies: emissies die vrijkomen bij het proces zelf;
- Indirecte emissies: emissies die vrijkomen bij de productie en het transport van materialen of energie die in het proces worden gebruikt (vb. actief kool);
- Vermeden emissies: emissies die vermeden worden doordat een outputstroom van het proces gevaloriseerd wordt, en daardoor de traditionele productie van een gelijkaardig product, en de bijhorende emissies, vermijdt.

Voor de vermeden emissies wordt er een inschatting gemaakt van het specifiek vermeden proces en de bijhorende emissies. Deze inschatting gebeurt op basis van wat er in de praktijk effectief gaat gebeuren, en is dus voornamelijk gedreven door in eerste instantie de functionaliteit van de outputvalorisatie (wat wordt er geproduceerd, en wat vermijdt dit technisch gezien?) en tweede instantie de economische realiteit, namelijk waar technisch mogelijk zal het duurste proces vermeden worden. Deze inschatting is dus geen keuze, veronderstelling of vrijheidsgraad, maar moet onderbouwd worden. Uiteraard kan met een gevoeligheidsanalyse altijd de robuustheid van de inschatting van het vermeden proces nagegaan worden.

De elektriciteit geproduceerd bij afvalverbranding wordt continu op het net geplaatst, en draagt bij aan de basislast (base load) van de Belgische of Vlaamse elektriciteitsproductie. De vermeden elektriciteitsproductie bij afvalverbranding is dus andere basislast elektriciteitsproductie, die typisch omschreven wordt als de Belgische of Vlaamse mix aan basislast. Aangezien deze mix aan basislast een combinatie is van fossiele, maar vooral (koolstofarme) nucleaire, en ook hernieuwbare elektriciteitsproductie, is de overeenkomende koolstofemissiefactor aanzienlijk lager dan voor een elektriciteitscentrale op enkel fossiele brandstoffen.

Ook voor valorisatie van verbrandingswarmte als warmte voor residentiële verwarming of processtoom voor industriële toepassing beschouwen we het specifieke vermeden proces, namelijk respectievelijk een verwarmingsketel op aardgas (in het geval van nieuwbouw) en een stookketel voor productie van processtoom op basis van fossiele brandstoffen.

Deze vermeden emissies mogen pas meegerekend worden zodra de warmte effectief benut wordt in de voorziene toepassing. Het is dus niet voldoende om de valorisatie van de verbrandingswarmte te claimen; ze moet ook effectief bewezen kunnen worden.

We maken geen evaluatie van de ingediende voorstellen, maar hebben zelf een berekening gemaakt. Aangezien de voorstellen van [redacted] heel gelijkaardig zijn vanuit het oogpunt van de koolstofvoetafdruk, wordt voor hen één scenario voorgesteld, namelijk verbranding met maximale stoomvalorisatie. Verder wordt ook de koolstofvoetafdruk van het ISVAG-scenario (verbranding met elektriciteitsproductie en restwarmtevalorisatie) berekend.

### 4.8. SAMENWERKINGSVORM

De RFI bevatte vragen om mogelijke vormen voor samenwerking met de stad Antwerpen te beschrijven.

We vroegen in Fase 2 van de RFI om:

- de voorgestelde vorm van samenwerking met de stad Antwerpen te beschrijven;
- Uit te leggen welke verschillen deze vorm van samenwerking inhoudt ten opzichte van de huidige samenwerking met andere gemeenten in een intergemeentelijk samenwerkingsverband (cf. ISVAG);
- de impact van de voorgestelde vorm van samenwerking op het business model aan te geven;
- hun ervaring aan te tonen met de voorgestelde vorm van samenwerking;
- informatie te verstrekken over een met minstens (50% + 1) van de aandelen met publieke partners (inclusief de stad Antwerpen).

### 4.9. VERWERKINGSFLEXIBILITEIT

Flexibiliteit bekijkt hoe de ingediende voorstellen (zowel technologie als operaties) kunnen omgaan met mogelijke veranderingen in afvalvolume en/of -samenstelling. Dit houdt in dat rekening kan worden gehouden met variaties op kortere termijn en veranderingen in de loop van de levensduur van het project. Wijzigingen in het ontvangen restafval kunnen bijvoorbeeld het gevolg zijn van een breder beleid en/of wijzigingen in de regelgeving voor afvalrecyclage en -inzameling.

In het bijzonder werd rekening gehouden met de gevoeligheid van de technologie voor veranderingen van :

- de samenstelling van het afval (fysische, chemische en calorische waarde);
- afvalvolume / -tonnage;
- energievraag.

### 4.10. TIMING

Tijdens de RFI is de respondenten gevraagd om een tijdlijn te geven voor hun project.

Voor de ontvangen voorstellen wordt geëvalueerd in welke mate ze volgende aspecten in overweging nemen:

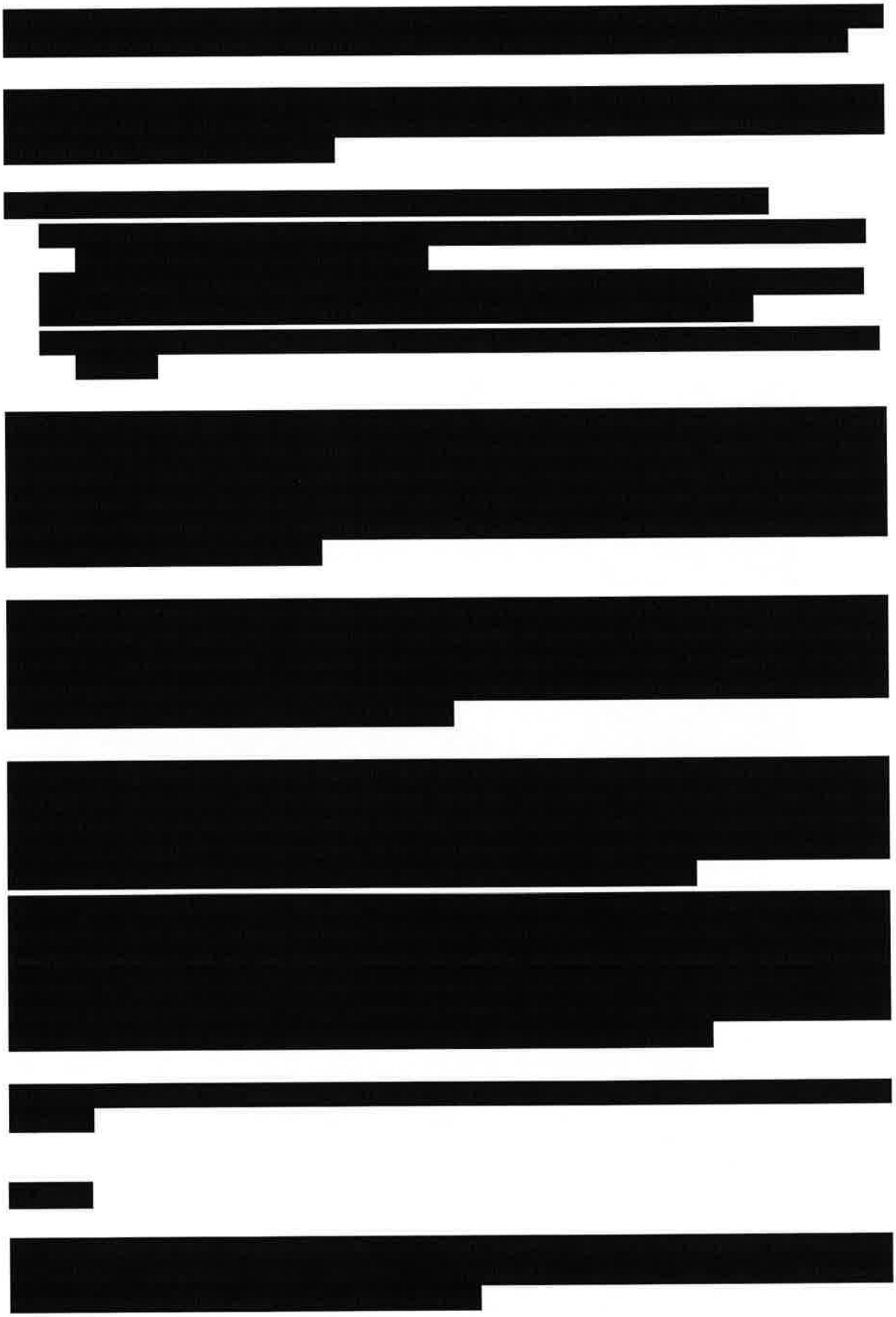
- Totale geschiktheid voor het programma - zou de levering van de dienst beginnen tegen 1 januari 2026?
- Inhoud - bevatte het programma de nodige elementen voor een dergelijk project?
- Kwaliteit - waren de elementen en data geloofwaardig?

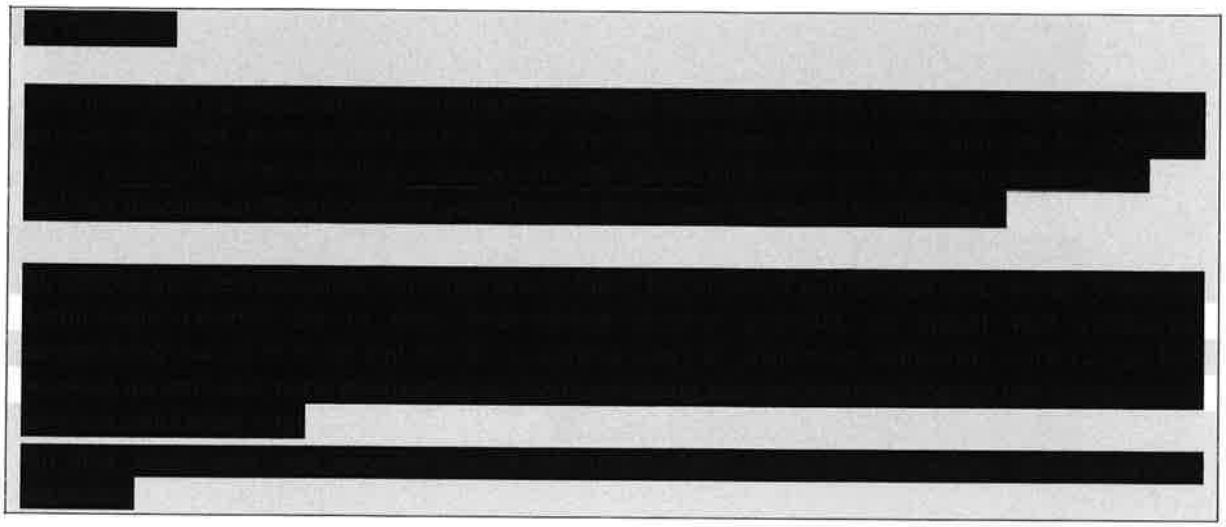
# HOOFDSTUK 5. EVALUATIE VAN DE VOORSTELLEN VOOR HET AFVALWERKINGSLUIK

Voor elke van de bevraagde aspecten wordt op basis van expert judgement een korte evaluatie gemaakt, waarbij vooral gefocust wordt op die punten waar de ingediende voorstellen zich onderscheiden van elkaar en van het toekomstdossier van [redacted]

## 5.1. [redacted]

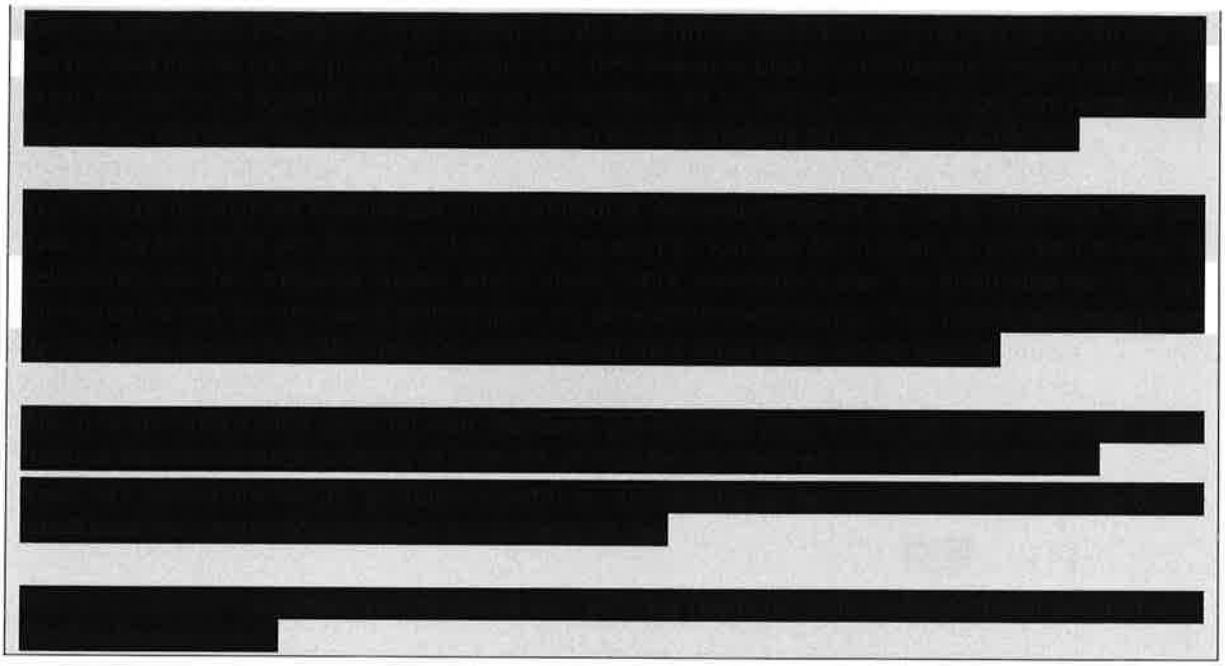
[redacted]





## 5.2.

[redacted]



## 5.3. VALORISATIE OUTPUTSTROMEN

### 5.3.1. [redacted]

[redacted] stelt voor om geen voorbehandeling en verwerking van grofvuil te voorzien bij de nieuwe installatie. Zij stellen voor om deze af te voeren naar de bestaande voorbehandelingsinstallatie van [redacted] (mits toeslag).
Materiaalrecuperatie gebeurt in hoofdzaak ter hoogte van de bodemassen. Zij worden in de asbehandelingsinstallatie gewassen en gezeefd en van onzuiverheden ontdaan. De gerecupereerde materialen worden verwerkt tot nuttige eindproducten voor de metaalindustrie of de bouw.

[redacted] stelt voor om zoveel mogelijk stoom te valoriseren met beperkte elektriciteitsproductie voor eigen gebruik. De beschikbaarheid van bedrijven met procesindustrie en bijhorende stoomvraag in de buurt van de voorgestelde locaties maakt het mogelijk om zoveel mogelijk stoom te leveren. Dit wordt onderschreven door een LOI met twee bedrijven. Echter wordt er weinig informatie beschikbaar gesteld over de stoomvraag van de bedrijven.

Daarnaast bouwde [redacted] een grootschalig stoomnetwerk, [redacted] uit rond [redacted]. Hierbij tonen ze hun expertise aan in het uitbouwen van een stoomnetwerk met de procesindustrie. De voorgestelde locaties [redacted] maken het mogelijk om het [redacted] netwerk uit te breiden naar [redacted] zodat er meer redundantie en diversifiëring ontstaat. De locatie [redacted] heeft een lager potentieel om een stoomnetwerk uit te baten. De locaties [redacted] bieden het potentieel voor de realisatie van een warmtecascade. Beide bedrijven zijn bereid om de uitkoppeling van restwarmte te onderzoeken, meer informatie is er echter niet aangeleverd tijdens de RFI.

De locatie in de haven biedt ook de mogelijkheid bij een toekomstige ontwikkeling van een $CO_2$-netwerk om $CO_2$-afvang voor CCS (Carbon Capture and Storage) of CCSU (Carbon Caputere and Utilisation) te realiseren. Hiervan is echter geen informatie geleverd tijdens de RFI.

### 5.3.2. [redacted]

[redacted] stelt voor om het grof vuil (30.000 ton) eerst te sorteren en hieruit maximaal materialen te recycleren. [redacted] heeft recent in [redacted] een sorteerinstallatie van grof vuil gebouwd en in bedrijf gesteld. Op basis van ervaring van deze plant kan er 5.500-11.000 ton gerecycleerd worden, de overige residustromen worden verder verbrand. De bodemassen worden daarbij ook maximaal behandeld en gerecycleerd.

Daarnaast stelt [redacted] voor dat de plant enkel stoom zal produceren en leveren aan het stoomnetwerk [redacted] Hierbij zien zij ook het potentieel om het stoomnetwerk uit te breiden naar [redacted] om meer bedrijven aan te sluiten op het netwerk. De uitbreiding van het stoomnetwerk naar [redacted] biedt het potentieel voor de realisatie van een warmtecascade. Meer informatie is echter niet aangeleverd tijdens de RFI.

### 5.3.3. [redacted]

Materiaalrecuperatie gebeurt hier ook in hoofdzaak ter hoogte van de bodemassen. De bodemassen worden daarbij ook maximaal behandeld en gerecycleerd.

Daarnaast stelt [redacted] ook een biomethanisatie installatie voor ter hoogte van [redacted] Deze installatie zou het biologisch afval (GFT) en mogelijks het slib van de RWZI kunnen verwerken. Hierdoor kan er biogas gevormd worden en kan dit gebruikt worden om de warmtevraag ter hoogte van [redacted] te voorzien. Deze opties is echter niet verder uitgewerkt binnen de RFI. Daarnaast betreft de GFT-ophaling geen onderdeel van de RFI.

[redacted] stelt een locatie in de haven van Antwerpen naast [redacted] voor. Hierdoor kan het zoveel mogelijk stoom leveren aan [redacted] waarbij de stoomvraag van [redacted] zelfs hoger is dan de stoomproductie van de plant. Er zal ook nog een beperkte hoeveelheid elektriciteit geproduceerd worden voor intern gebruik. [redacted] zou daarnaast ook restwarmte kunnen uitkoppelen en leveren via de backbone aan de stad Antwerpen, waardoor er een energiecascade optreedt. Meer informatie is hiervan echter niet aangeleverd tijdens de RFI.

### 5.3.4. [redacted]

Materiaalrecuperatie gebeurt hier ook in hoofdzaak ter hoogte van de bodemassen. De bodemassen worden daarbij ook maximaal behandeld en gerecycleerd, net zoals de andere voorstellen. De WTE-plant bij [redacted] zal zowel elektriciteit als warmte aan de omgeving leveren. Er zijn geen naburige bedrijven in de buurt die voldoende stoomvraag hebben voor de ontwikkeling van een stoomnetwerk. Op korte termijn zal [redacted] warmte leveren via het transportnet aan Nieuw Zuid en Blue Gate (Cluster Zuid) in samenwerking met de netbeheerder [redacted]. De warmtevraag zal op middellange termijn verder ontwikkelen langsheen het transportnet en cluster Zuid. Gelijktijdig kan er een aftakking richting Wilrijk ontwikkeld worden en kan het aandeel warmtelevering van [redacted] verder stijgen. Op lange termijn kan [redacted] een onderdeel zijn van een groot warmtecollector ten zuiden van Antwerpen, waarbij meerdere warmtebronnen warmte leveren aan het warmtenet. Meer informatie van het potentieel van [redacted] kan men terugvinden in 6.3.

[redacted] liet recent een studie uitvoeren naar mogelijkheden om de valorisatie van de outputs, zowel materiaal- als energiestromen, nog te verbeteren. Deze studie geeft onder andere aan dat er volgende maatregelen overwogen kunnen worden: productie van waterstof(uit elektriciteit), installatie van batterijen om elektriciteit op te slaan, verhoging van het elektrisch rendement van de

installatie, benutten van de restwarmte uit de schouw, afscheiding en opslag van $CO_2$ of voorsortering van het afval. De technische en economische haalbaarheid van deze mogelijkheden werd niet verder uitgewerkt.

#### 5.3.5. CONCLUSIE

De verschillende partijen stellen allemaal een installatie in de haven van Antwerpen voor om zoveel mogelijk stoom te leveren aan de procesindustrie [redacted] bouwen verder op het bestaande [redacted] stoomnetwerk; zo ontstaat er meer redundantie en diversifiëring. [redacted] stelt een locatie naast [redacted] voor zodat er direct stoom geleverd kan worden aan Total. De stoomvraag van [redacted] is zelfs groter dan de stoomproductie van de plant.

Wanneer restwarmte uitgekoppeld kan worden bij de verschillende bedrijven, en geleverd kan worden aan de backbone naar de stad Antwerpen, ontstaat er een energiecascade. Hiervoor is er echter geen bijkomende informatie geleverd tijdens de RFI. Alle partijen kijken hiervoor naar de stad Antwerpen en Fluvius voor de ontwikkeling van het transportnet naar de stad Antwerpen. De stad Antwerpen, en partners, zijn bezig met een onderzoek naar de aanleg van een transportnet tussen de haven van Antwerpen en de stad Antwerpen. Deze zit echter nog in conceptuele fase en concrete cijfers konden nog niet worden aangerijkt.

Materiaalrecyclage gebeurt in hoofdzaak ter hoogte van de bodemassen voor alle partijen. De bodemassen worden daarbij maximaal behandeld en gerecycleerd. [redacted] stelt echter voor om nog een voorbehandeling uit te voeren op het grof vuil, hierdoor kan er nog 5.500-11.000 ton worden gerecycleerd.

## 5.4. [redacted]

### 5.4.1. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

**5.4.2.** [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

[redacted]

[redacted]

### 5.4.3. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

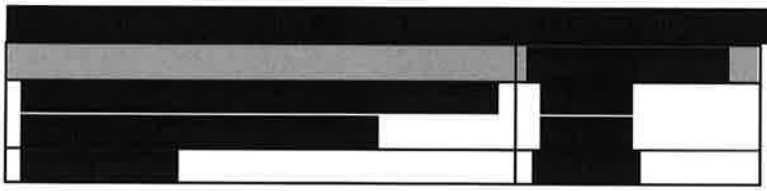
| [redacted] | [redacted] |
|---|---|
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]



[redacted]

[redacted]

[redacted]

### 5.4.4. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

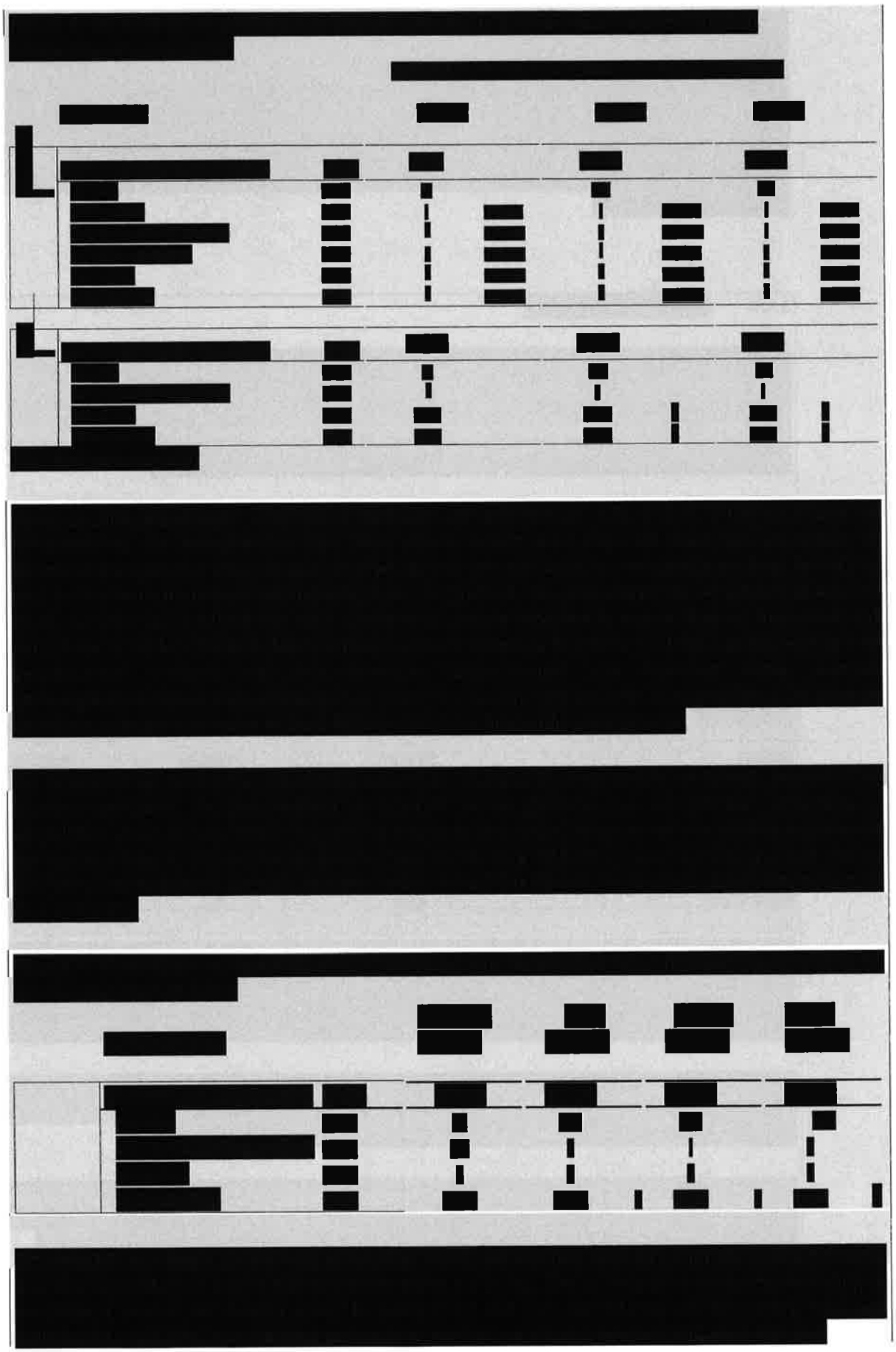
[redacted]

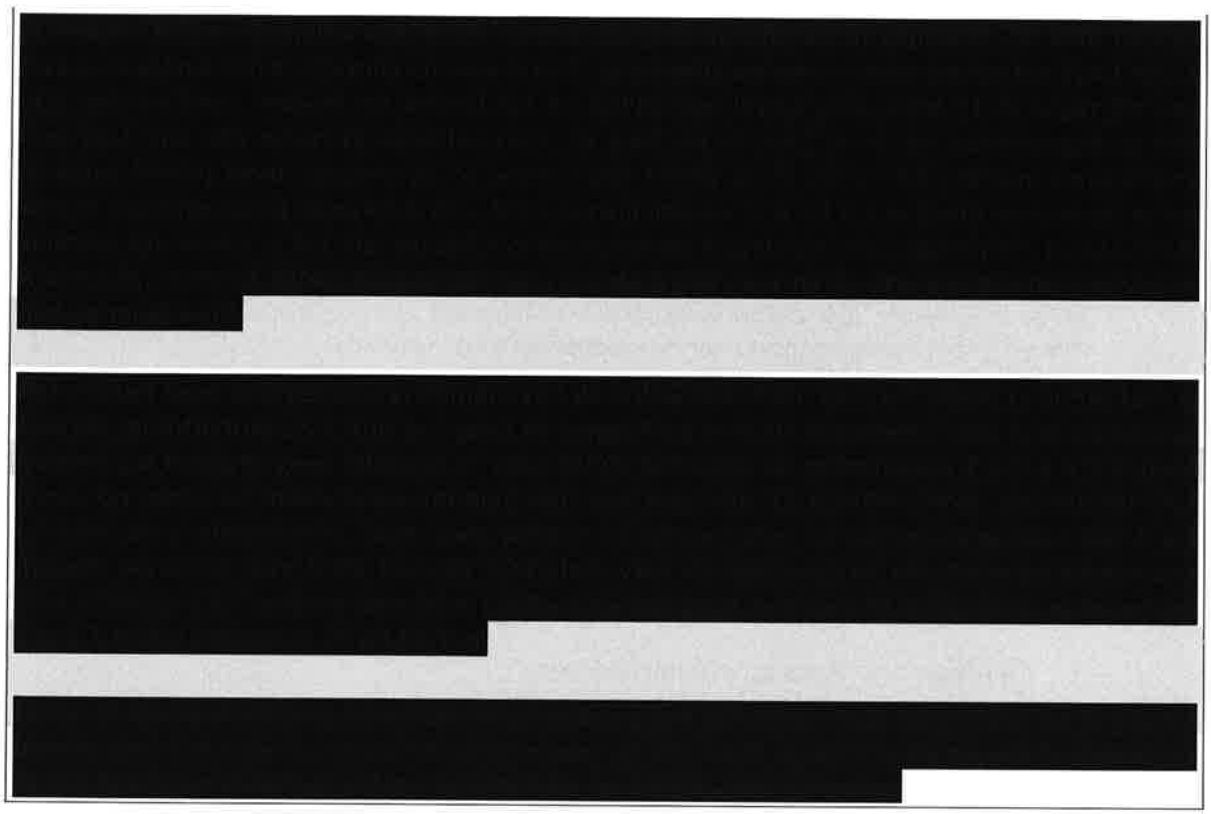
[redacted]

[redacted]

**5.4.5.** [redacted]

[redacted]





### 5.5. MOBILITEITSASPECTEN

→ **Voorstellen**

Geen enkel voorstel gaat uit van direct transport van alle afval naar de eindverwerking. Alle 3 de voorstellen gaan uit van minstens één overslagstation, namelijk op de [redacted]. 2 bedrijven stellen voor om eventueel zelfs meerdere overslagstations te gebruiken. Het transport na overslag kan zowel via de weg (walking floor trailers), via het water (binnenschip) of via het spoor (trein gebeuren).

[redacted]

Het voorstel van [redacted] bevat een uitgebreide en degelijke analyse van de globale mobiliteitsaspecten, voor de voorgestelde eindverwerkingslocaties [redacted] inclusief een overslagstation op de [redacted] Behalve het transport in tonkilometers en vervoerskilometers werden ook de kosten van het transport na overslag en de koolstofvoetafdruk van het totale transport op een transparante manier berekend.

Ook het aantal tonkilometers voor direct transport naar de eindverwerking (dus zonder overslagstation) werd voor de locaties [redacted] berekend.

[redacted]

Het voorstel van [redacted] zet vooral in op de mogelijkheid tot het gebruik van meerdere overslagstations, inclusief twee overslagstations die reeds door [redacted] worden uitgebaat [redacted] om het aantal ritten over de Ring van Antwerpen te verminderen. [redacted] benadrukt ook het potentieel van synergie door de overslagstations ook te gebruiken voor andere afval- en/of materiaalstromen.

[redacted]

De beschrijving van de mobiliteitsaspecten (eindverwerking op locatie [redacted] en overslag op [redacted] met natransport per schip) is beperkt kwalitatief beschreven. Voor zowel de overslag als het natransport wordt een inschatting van de eenheidskost (€/ton) gegeven.

→ **Evaluatie**

- Transport direct naar eindverwerking

In de ingediende voorstellen wordt telkens uitgegaan van goedgevulde vrachtwagens (resp. 8,76 ton en 9 ton) voor transport naar de eindverwerkingsinstallaties.

Geen enkel voorstel gaat uit van direct transport van de ophaling naar de eindverwerkingsinstallatie. De voorgestelde oplossingen bevinden zich verder van het centrum van de ophaalregio dan [redacted]. Indien dit direct transport beschouwd zou worden, scoort, uitgedrukt in ton.kilometer, enkel de [redacted] beter dan het [redacted]

Voor elke mogelijke eindverwerkingslocatie zal er telkens een verschuiving zijn tussen het aandeel tonkilometers van de stad Antwerpen en Igean.

- Transport naar overslag en eindverwerking

Het transporteren van een deel van het afval via één of meerdere overslagstations zal altijd een groter aantal tonkilometers opleveren voor het geheel van het transport (inclusief transport van overslag naar eindverwerking), maar biedt de mogelijkheid om te diversifiëren naar transportmodus vanaf het overslagstation naar de eindverwerking en zal een vermindering opleveren van het transport via vuilnisophaalwagens.

De keuze tussen aanlevering via overslag of direct naar de eindverwerking is deels beleidsmatig in te vullen (vb. wordt afval van de middensector van Antwerpen naar de overslag op [redacted] gevoerd, of direct naar de eindverwerkingsinstallatie?).

<u>Kosten</u>

De kosten voor scenario's met een overslagstation zullen altijd hoger zijn dan voor gelijkaardige scenario's zonder overslag. Het voordeel van het gebruik van een overslagstation zit voornamelijk in de mogelijkheid tot vermindering en spreiding van de impact van het transport op de lokale situatie:

- Na-transport via de weg met walking floor trailers (die tot 30 ton kunnen laden) zal het aantal transporten via de weg met twee derden verminderen;
- Na-transport via water of spoor zorgt ervoor dat het afval niet via de weg getransporteerd moet worden.

Bovendien kunnen de ophaalrondes en het transport via vuilnisophaalwagens dan nog verder geoptimaliseerd worden in functie van de locatie van het overslagstation.

Aangezien enkel naar het transport van restafval gekeken wordt, zal het retourtransport vanaf de eindverwerking naar het overslagstation telkens leeg zijn. De extra kosten voor het transport na overslag zouden dus deels verminderd kunnen worden door gebruik te maken van synergiën met andere afval- en/of materiaalstromen die in de omgekeerde richting moeten getransporteerd worden.

De extra kosten voor overslag met natransport hangen af van de grootte van het overslagstation, de transportmodus en de transportafstand, en zullen qua grootteorde variëren tussen 5 en 25 €/ton, afhankelijk van de grootte van het overslagstation, de transportmodus voor natransport (walking floor trailers/schip/trein) en de transportafstand.

Koolstofvoetafdruk

De koolstofvoetafdruk van het transport is een globale maat voor de $CO_2$-emissies gecreëerd door het afval te transporteren vanaf de ophaling tot aan de eindverwerking, en inclusief de aan- en afvoer van respectievelijk hulpstoffen en outputstromen van de eindverwerking.

De specifieke $CO_2$-emissiefactoren voor transport via trein of schip zijn typisch telkens ongeveer een factor 10 tot 20 lager zijn dan voor gewone trucks. De verhouding voor walking floor trailers versus gewone trucks ligt daar ongeveer midden tussenin (factor 5).

Waar de koolstofvoetafdruk van het transport naar [redacted] op ongeveer 1155 ton $CO_2$ per jaar komt, zal deze voor een scenario met overslag op [redacted] en eindverwerking op [redacted] op ongeveer 1035 ton komen (waarvan 989 ton voor transport via ophaalwagens en 45 ton voor natransport per schip of trein).

Voor het verminderen van klimaatemissies door het transport is een overslagstation op een centrale plaats dus altijd een goed idee.

Impact van de afvoer van de outputstromen

Verbranding van afval resulteert in reststromen van rookgasreinigingsresidu en bodemassen. Het gewicht van deze reststromen bedraagt ongeveer 20 tot 25% van het initiële afval. Deze reststromen moeten na de verwerking van het afval nog getransporteerd worden naar een nabehandelingsinstallatie, die zorgt dat een deel alsnog gevaloriseerd kan worden (metalen, grondstoffen voor bouwproducten). De rest moet gestort worden.

Het transport van deze reststromen naar de nabehandelingsinstallatie gebeurt meestal met vrachtwagens die tot 30 ton kunnen vervoeren.
De locatie van de nabehandelingsinstallaties zal per voorstel verschillen:

- [redacted] heeft in [redacted] installaties om respectievelijk bodemas en rookgasreinigingsresidu te verwerken, en zal de reststroom van de nabehandeling meestal op [redacted] storten;
- [redacted] heeft een eigen bodemasbehandelingsinstallatie [redacted] en toegang tot een stortplaats in [redacted]
- [redacted] heeft installaties in [redacted]

Hoe en naar welke installatie de reststromen getransporteerd zullen worden, is voor de bedrijven momenteel nog niet helemaal duidelijk, en zal deels afhangen van de uiteindelijke locatie waar de nieuwe verbrandingsinstallatie zal komen en deels van onderhandelingen met andere bedrijven om de afzet van de reststromen te kunnen garanderen.

[redacted]

Omwille van de huidige ligging [redacted] is het aan- of afvoeren van materialen en afval via water of trein geen mogelijkheid voor [redacted] Alle transport hiervoor zal via de weg voorzien moeten worden. Eventueel zou met 2 overslagstations gewerkt kunnen worden (bijvoorbeeld één in de haven voor ontvangst van het afval, transport tot [redacted] en natransport tot [redacted]
Voor grof vuil voorzien de stad Antwerpen en Igean om het transport na overslag via walking floor trailers te doen, waardoor het aantal ritten met 2/3$^{e}$ verminderd kan worden.

→ **Conclusie**

Van de voorziene locaties voor alternatieven voor het afvalverwerkingsluik is enkel de locatie [redacted] wat betreft tonkilometers vergelijkbaar met [redacted] Voor alle andere aangeboden locaties is het aantal tonkilometers licht tot aanzienlijk hoger. Daarom ook dat deze alternatieven de aanvoer van het restafval via een overslagstation voorzien. Daardoor kan het aantal tonkilometers voor de ophaalwagens licht verminderd worden, maar moet alsnog een natransport voorzien worden vanaf het overslagstation tot aan de eindverwerkingsinstallatie. Met [redacted] als locatie voor het overslagstation zal het totale aantal tonkilometers groter zijn dan direct transport naar [redacted], kan de koolstofvoetafdruk verminderd worden (afhankelijk van hoeveel afval via overslag gaat) en zullen de kosten stijgen.

Verdere optimalisatie van de mobiliteitsaspecten bij gebruik van een overslagstation is mogelijk, mits het benutten van synergiën met andere materiaal- en/of afvalstromen (cf. reverse logistics).

De impact van de mobiliteitsaspecten binnen de lokale context (zoals impacts op congestie, tijdsaspect van transporten, geluid, ...) vormen het onderwerp van een volledige mobiliteitsstudie, en werden niet geanalyseerd binnen de scope van het voorliggende rapport.

### 5.6. DIRECTE EMISSIES

Van de ingediende voorstellen stellen er 2 [redacted] voor om een SNCR te plaatsen voor reductie van de NOx-emissies, en is er één voorstel [redacted] dat uitgaat van een SCR. In het toekomstdossier van ISVAG is voorzien om een SCR te plaatsen.

Omwille van het verschil in werkingsprincipe kan een SCR de $NO_x$-emissies van een huisvuilverbrandingsinstallatie verder reduceren dan een SNCR. Vandaar dat de haalbare streefwaarde op jaarbasis voor een SNCR 120 mg/Nm³ en voor een SCR 80 mg/Nm³ bedraagt.

De investeringskost en werkingskost van een SNCR installatie is beperkt in vergelijking met een SCR installatie. De investeringskost van een SCR installatie is 4 tot 10 keer hoger. Per ton $NO_x$ die wordt verwijderd kan de kost van een SCR installatie 3 tot 5 keer hoger zijn.
Het verschil tussen SCR en SNCR bedraagt tussen 5 en 9 Euro per ton verwerkt afval.

Het energieverbruik van een SNCR installatie is beperkt in vergelijking met een SCR installatie. Bij een SNCR installatie blijft het verbruik beperkt tot een thermisch verlies dat minder dan 2% van de energie-input in de installatie bedraagt. Bij een SCR installatie kan het energieverbruik oplopen tot 6% van de input in de installatie.

→ **Conclusie**

Het installeren van een SNCR of een SCR is een beleidsmatige keuze, waarbij de trade-off tussen NOx-emissies, kosten en energie-efficiëntie moet worden afgewogen.

### 5.7. KOOLSTOFVOETAFDRUK

**Evaluatie scenario 'verbranding met stoomvalorisatie'**

De koolstofvoetafdruk wordt berekend per ton verwerkt afval en wordt voor het scenario 'verbranding met stoomvalorisatie' op volgende manier opgebouwd:

- Ophaling: niet opgenomen
- Transport: gemiddelde impact van transport van afval en hulpstoffen tot aan de verwerkingsinstallatie, zie evaluatie mobiliteitsaspect
- Direct: de directe emissies van de verbranding van het afval
- Indirect: emissies verbonden aan de productie van de hulpstoffen voor de verwerking
- Vermeden emissies:
    - Elektriciteit: geen;
    - Warmte: emissies verbonden aan de productie van industriële stoom met fossiele brandstoffen; het betreft zowel de directe als indirecte vermeden emissies;
    - Materialen: recuperatie van metalen en valorisatie van bodemassen; het betreft zowel de directe als de indirecte vermeden emissies;
- Transport, materialen: afvoer van gerecupereerde materialen (metalen, bodemassen, rookgasreinigingsresidu)

Als emissiefactor voor vermeden productie van processtoom hanteren we 310 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$. Deze emissiefactor gaat uit van het gebruik van een fossiele brandstofmix op basis van voornamelijk aardgas en stookolie voor de productie van processtoom[3].
De $CO_2$-emissiefactor voor de productie van processtoom via een WKK-installatie op aardgas bedraagt 160 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$, en is dus aanzienlijk lager. Echter, bij die bedrijven die reeds investeerden in een WKK om hun energieproductie te verbeteren, zal deze installatie vermoedelijk zijn financiële afschrijvingstermijn nog niet bereikt hebben, en ze zullen dus vermoedelijk ook weinig interesse hebben in een alternatief voor de productie van processtoom. Het zullen dus vooral de bedrijven die een alternatief overwegen omdat hun (oudere) stoomproductie aan vervanging toe is, zijn die zullen overwegen om processtoom uit waste-to-energy in te zetten. De emissiefactor is dus enkel te rechtvaardigen indien de geleverde stoom effectief in de plaats komt van een oudere installatie voor stoomproductie.

De totale koolstofvoetafdruk bedraagt (zie Figuur 5) 213 kg $CO_2$-eq/ton afval. De emissies door transport en verbranding worden grotendeels gecompenseerd door vermeden emissies omwille van recuperatie van stoom en materialen.

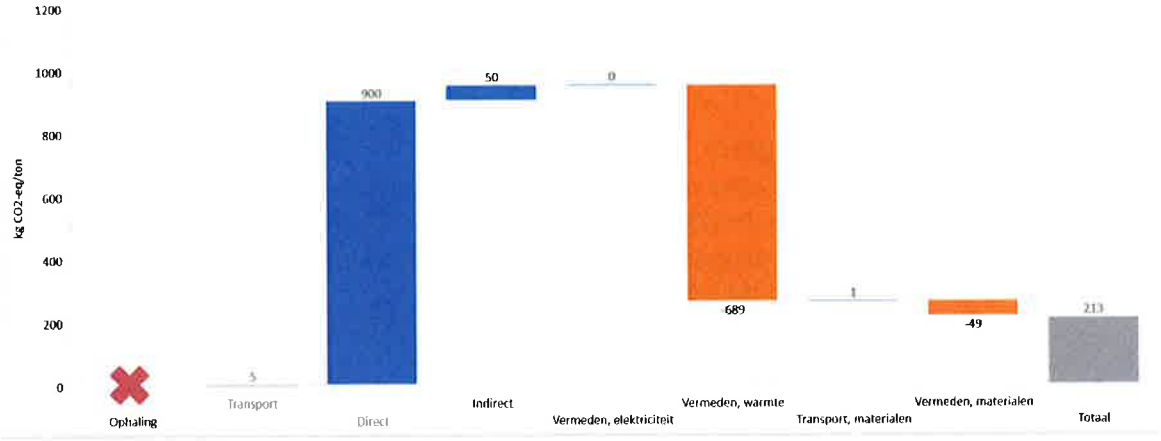
Het eindresultaat is sterk afhankelijk van de hoeveelheid stoom die geleverd kan worden aan de procesindustrie, waardoor deze procesindustrie zijn eigen stoomproductie, die momenteel veelal op basis van fossiele brandstoffen gebeurt, vermeden wordt.

In het onderstaande voorbeeld wordt gerekend met een netto energie-efficiëntie (energie-inhoud uitgaande stoom/energie-input ingaand afval) van 80%, wat het gemiddelde is van de voorstellen van [redacted] met beperkte spreiding.

Voor de vervanging van stoomproductie door een WKK-installatie op aardgas bedraagt de totale koolstofvoetafdruk 546 kg $CO_2$-eq/ton afval.

[3] Voor installaties die processtoom produceren op basis van een stookketel op basis van uitsluitend stookolie is de overeenkomende emissiefactor 400 kg $CO_2$-eq/$MHh_{th}$.

Figuur 5: Koolstofvoetafdruk van restafvalverbranding met stoomproductie




**Evaluatie scenario 'verbranding met elektriciteitsproductie'**

De koolstofvoetafdruk wordt voor het scenario 'verbranding met elektriciteitsproductie' op een gelijkaardige manier berekend, en wordt op volgende manier opgebouwd:

- Ophaling: niet opgenomen
- Transport: gemiddelde impact van transport van afval en hulpstoffen tot aan de [redacted] verwerkingsinstallatie;
- Direct: de directe emissies van de verbranding van het afval;
- Indirect: emissies verbonden aan de productie van de hulpstoffen voor de verwerking;
- Vermeden emissies:
    - Elektriciteit: emissies verbonden aan de productie van elektriciteit, volgens de Belgische mix, zowel direct als indirect;
    - Warmte: emissies verbonden aan de productie van residentiële verwarming met fossiele brandstoffen (gas/stookolie), zowel direct als indirect
    - Materialen: recuperatie van metalen en valorisatie van bodemassen, zowel direct als indirect
- Transport, materialen: afvoer van gerecupereerde materialen (metalen, bodemassen, rookgasreinigingsresidu)

De keuze van de Belgische mix als uitgespaarde/vermeden productie is voor discussie vatbaar, in die zin dat deze Belgische mix niet enkel de basislast-elektriciteitsproductie omvat, maar ook hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon, wind en water, en pieklastproductie uit installaties op voornamelijk aardgas. Bovendien zal de manier waarop deze basislast de komende jaren en decennia geproduceerd zal worden nog veranderen.

De overeenkomende koolstofvoetafdruk van de Belgische elektriciteitsproductiemix varieert van jaar tot jaar, en lag de voorbije 10 jaren tussen 180 en 250 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$ met een gemiddelde van ongeveer 240 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$.

Aangezien er zowel argumenten zijn om te zeggen dat het vermeden proces door de elektriciteitsproductie uit afvalverbranding nucleaire productie is die bijdraagt tot de basislastproductie, overeenkomend met een emissiefactor van 50 tot 150 kg $CO_2$/$MWh_{th}$, als dat het vermeden proces een WWK-installatie op aardgas is, met een emissiefactor van 480 kg $CO_2$/$MWh_{th}$, rekenen we verder met een gemiddelde Belgische mix als vermeden proces.

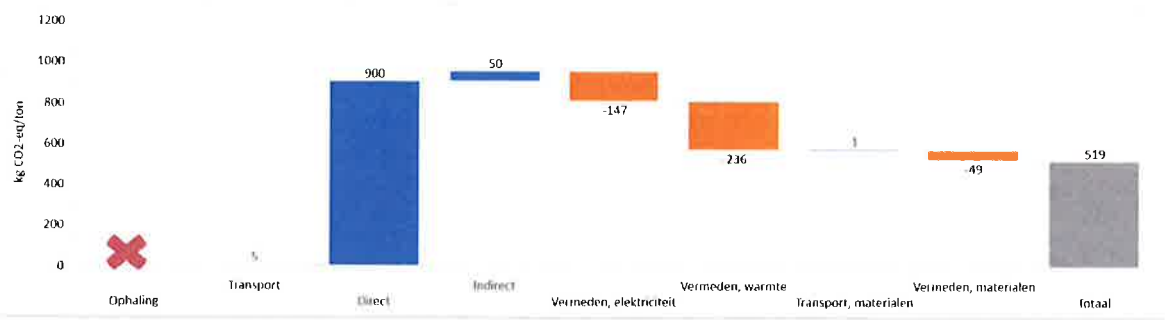
De gebruikte emissiefactoren voor de berekening van de totale koolstofvoetafdruk zijn:

- Voor elektriciteitsproductie: 242 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$, gemiddelde waarde voor de Belgische mix gedurende de voorbije jaren;

- Voor warmtelevering: 250 kg $CO_2$-eq/$MWh_{th}$, waarde voor productie van warmte via een gasketel.

De totale koolstofvoetafdruk (zie Figuur 6 ) bedraagt 519 kg $CO_2$-eq/ton. De emissies door transport en verbranding worden dus deels gecompenseerd door vermeden emissies omwille van elektriciteitsproductie en levering van restwarmte. Hierbij werd rekening gehouden met de situatie voor ISVAG om middellange termijn, namelijk een rendement van 56 % (22 % voor elektriciteit; 34 % voor warmte)[4].

Figuur 6: Koolstofvoetafdruk restafvalverbranding met elektriciteitsproductie (22%) en restwarmtelevering (34%)




Het verschil in berekende koolstofemissiereductie tussen beide scenario's bedraagt dus 306 kg $CO_2$-eq/ton restafval, of 58140 ton $CO_2$-eq/jaar (voor 190 kton/jaar).

Het verschil in koolstofvoetafdruk tussen beide scenario's is voornamelijk het gevolg van de elektriciteitsproductie. Enerzijds is het maximale elektrische rendement van een afvalverbrandingsinstallatie slechts ongeveer de helft van het rendement van een klassieke elektriciteitscentrale op primaire grondstoffen[5], anderzijds is koolstofvoetafdruk van de vermeden elektriciteit ook kleiner dan voor vermeden warmte- of stoomproductie. De elektriciteit geproduceerd bij afvalverbranding kan ten allen tijde op het net geplaatst worden, en draagt bij aan de basislast (base load) van de Belgische of Vlaamse elektriciteitsproductie. De vermeden elektriciteitsproductie bij afvalverbranding is dus andere basislast elektriciteitsproductie, die typisch omschreven wordt als de Belgische of Vlaamse mix aan basislast. Aangezien deze mix aan basislast een combinatie is van fossiele, maar vooral (koolstofarme) nucleaire, en ook hernieuwbare elektriciteitsproductie, is de overeenkomende koolstofemissiefactor aanzienlijk lager dan voor een elektriciteitscentrale op enkel fossiele brandstoffen.

De randvoorwaarde dat bij stoomvalorisatie het vermeden proces klassieke stoomproductie op basis van aardgas en stookolie is, maakt een verschil van 333 (546-213) kg $CO_2$-eq/ton afval vergeleken met een WKK-installatie op aardgas, is hierbij een cruciale randvoorwaarde.

[4] Het gemiddelde van de Vlaamse verbrandingsinstallaties bedraagtin 2016 25% (18 % elektriciteit; 7% warmte)

[5] De stoomparameters in de ketel van een afvalverbrandingsinstallatie zijn beperkt ten opzichte van een klassieke elektriciteitscentrale omwille van de aanwezigheid van waterstofchloride in de rookgassen van een afvalverbrandingsinstallatie (ten gevolge van chloor dat in het afval zit, bvb. in pvc). Dit waterstofchloride is zeer aggressief voor de waterpijpen waarin stoom gemaakt wordt met de verbrandingswarmte van het afval, waardoor de maximale stoomdruk – en temperatuur, en bijgevolg het rendement, beperkt zijn. In een elektriciteitscentrale is de hoeveelheid waterstofchloride in de rookgassen beperkt omwille van de afwezigheid van chloor in de brandstoffen.

**Sortering van grof vuil**

Het sorteren van de recycleerbare fracties (25%; metaal, plastics, hout, papier en karton) uit grof vuil (zoals in het voorstel van Suez) zal de koolstofvoetafdruk nog verbeteren met 80 kg $CO_2$/ton omdat enerzijds 7,5 kton (25% van 30 kton grof vuil) minder afval moet verbrand worden en anderzijds de secundaire materialen de traditionele productie van een equivalente hoeveelheid materialen vermijdt.
Dit geldt voor beide scenario's.

→ **Conclusie**

De koolstofvoetafdruk van een afvalverwerkingsscenario dat warmte of stoom levert (ter vervanging van ketels of branders op fossiele brandstoffen) zal (bijna) altijd lager zijn dan een afvalverwerkingsscenario dat (deels) elektriciteit levert (ter vervanging van de Belgische of Vlaamse electriciteitsproductiemix). Randvoorwaarde hierbij is natuurlijk dat er effectief een vraag is naar de geproduceerde warmte of stoom, en dit zal sterk locatiegebonden zijn.

Voor een totale hoeveelheid van 190 kton restafval per jaar bedraagt de vermeden koolstofemissie 58140 ton $CO_2$-eq/jaar, of 306 kg $CO_2$-eq/ton, in het voordeel van stoomlevering. Een cruciale randvoorwaarde hierbij is dat de stoomvalorisatie uit afvalverwerking in de plaats komt van een klassiek stoomproductieproces op basis van aardgas en stookolie (en niet in de plaats van een WKK-installatie op aardgas).

Ongeacht het soort energierecuperatie heeft het sorteren en recycleren van grof vuil alvorens het naar verbranding te sturen altijd een positieve invloed op de koolstofvoetafdruk van het afvalverwerkingsscenario.

## 5.8. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

**5.9.** [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

**5.10.** [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

### 5.11. SAMENVATTING

Onderstaande tabel geeft een schematisch samenvatting van de conclusies van de geanalyseerde aspecten voor het afvalverwerkingsluik, waarbij we onderscheid maken tussen het ISVAG-dossier en de aangeboden alternatieven.

| | ISVAG | Alternatief [redacted] |
|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| Output valorisatie | Warmtelevering verder te verhogen | Volledige omzetting in stoom; afzet van de stoom nog te verzekeren, maar wel potentieel gezien de voorgestelde locaties |
| Mobiliteit | Duidelijke situatie met weinig mogelijkheden voor optimalisatie | Veel vrijheidsgraden en mogelijkheden (wel/niet overslag; locatie overslag; modus natransport), maar aan een meerkost en beperkte winst met betrekking tot broeikasgasemissies; |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| Directe emissies | Gekozen voor SCR | Keuze tussen SCR of SNCR |
| Koolstofvoetafdruk | Redelijke voetafdruk, nog te optimaliseren door meer warmtevalorisatie en sortering van grof vuil | Lage voetafdruk, indien stoomlevering in plaats van klassieke stoomproductie; optimalisatie mogelijk door sortering van grof vuil |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |

Samengevat kan dus gesteld worden dat er voor het afvalverbrandingsluik een gelijkaardig alternatief wordt voorgesteld door [redacted]. De voordelen van dit alternatief zijn onder andere het grotere potentieel om het warmtepotentieel van de afvalverbrandingsinstallatie volgens de energiescascade te benutten omwille van de voorgestelde locatie voor de installatie, namelijk in de haven in de buurt van grote bedrijven met een significant nood aan processtoom. Een gevolg hiervan is dat de globale koolstofvoetafdruk voor het alternatief beter scoort dan voor de huidige ISVAG locatie (op voorwaarde dat de geleverde stoom uit afvalverwerking een klassieke stoomproductie uit aardgas en stookolie vervangt)

[redacted]

# HOOFDSTUK 6. EVALUATIE VAN DE WARMTELEVERING

Voor het warmteluik ontvingen we in Fase 2 slechts een voorstel van 1 bedrijf, [redacted]

## 6.1. [redacted]

[redacted]

→ **Conclusie**

We besluiten dat [redacted] voor beide voorstellen over de nodige ervaring beschikt, zowel wat betreft hun vermogen om het project op te leveren als de werking ervan.

## 6.2. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

## 6.3. VALORISATIE OUTPUTS

De evaluatie van de outputstromen zal voornamelijk toegepast worden op de warmtelevering van Nieuw Zuid als alternatief voor ISVAG. Bijkomende informatie van de warmtelevering voor cluster Zuid bevindt zich in de bijlage van de RFI. Fluvius die de cluster Zuid uitbaat en optreedt als netbeheerder en partner van de stad Antwerpen, heeft mee de verschillende voorstellen geanalyseerd en was aanwezig tijdens de verschillende stuurgroepen. Zij staan immers in voor de warmtelevering aan de verschillende afnemers en moeten op zoek gaan naar een alternatieve warmtebron voor het warmtenet.

### 6.3.1. [redacted] MONOSLIBVERWERKER

[redacted] stelt een monoslibverwerker (MSV) voor ter hoogte van Blue Gate. De monoslibverwerking, van zowel ontwaterd als gedroogd slib van Vlaanderen, gaat verdunning van fosfor tegen en maakt recuperatie hiervan haalbaar. Het zorgt hierbij voor een overschot aan thermische energie waaruit groene warmte en elektriciteit geproduceerd kan worden. Deze monoslibverwerker zal naar schatting 11MW warmte leveren aan 70°C, en mogelijks 8MW warmte leveren aan 65°C (condensatie rookgassen) en 3.1 MW elektriciteit produceren waarvan de installatie zelf reeds 1.6 MWe zal opgebruiken. Het uiteindelijk ontwerp (aandeel groene warmte, elektriciteit) kan nog verder verfijnd worden tijdens de marktbevraging in 2020-2021. De warmte afkomstig van de monoslibverwerker is 100% groene warmte en is gedurende het volledige jaar beschikbaar voor het warmtenet.

### 6.3.2. [redacted] WARMTEPOMPEN

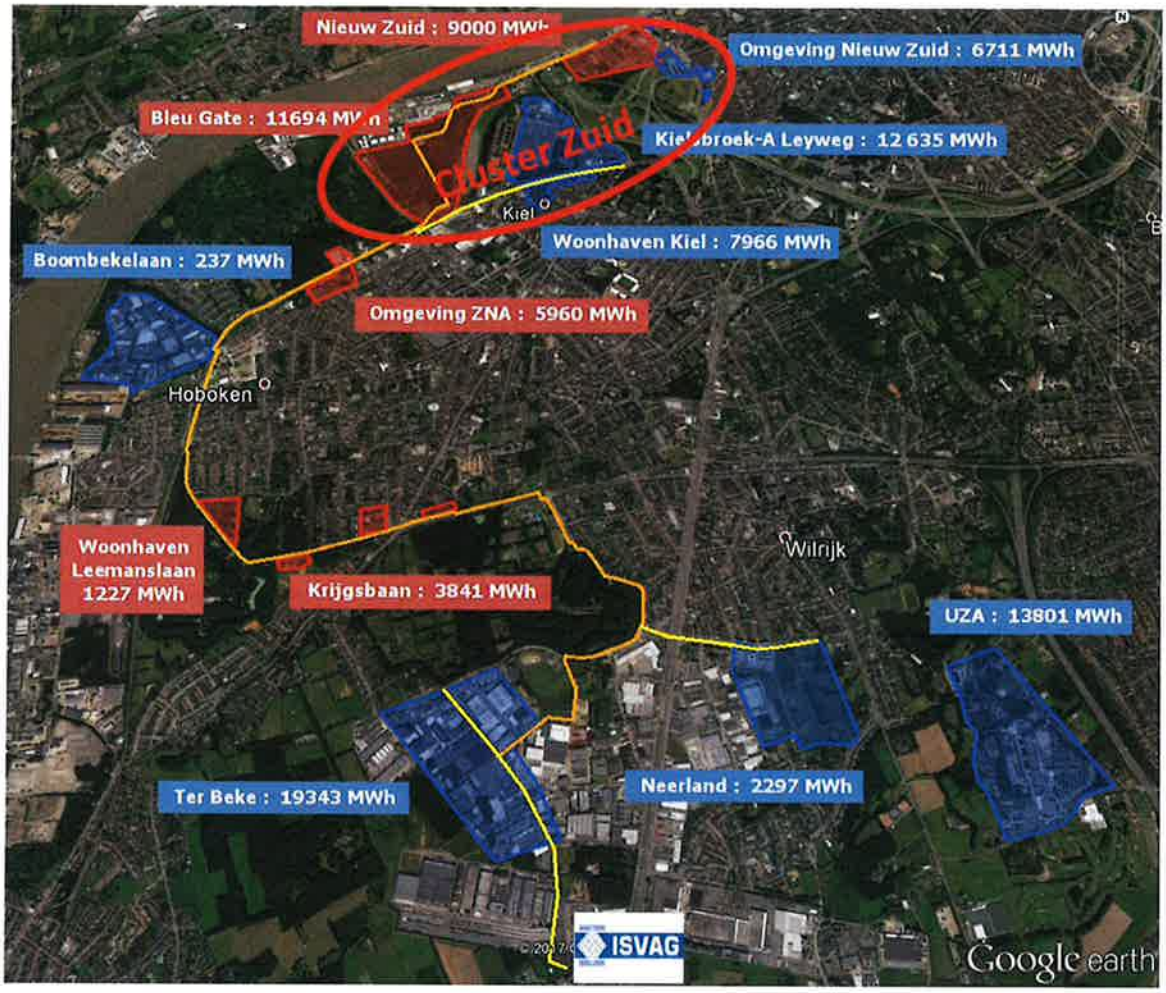
Naast de monoslibverwerker stelt [redacted] warmtepompen (WP) voor ter hoogte van de RWZI Antwerpen Zuid. De warmte wordt uit (gezuiverd) afvalwater onttrokken door middel van warmtepompen. De restwarmte uit het effluent van de RWZI wordt beschouwd als groene warmte (bij benadering 75% groen). Op basis van een analyse op het effluent kan er maximaal 10MW geleverd worden door de warmtepompen. Deze oplossing heeft het voordeel dat de warmtepompen zeer eenvoudig in cascade geplaatst kunnen worden zodat de warmtebron mee kan groeien met het netwerk. De warmte is beschikbaar gedurende het volledige jaar.

Warmtepompen hebben een hoge CAPEX en de OPEX wordt grotendeels bepaald door de elektriciteitsprijs. Hierdoor is het aangewezen om de warmtepompen grotendeels in te zetten als baseload. Daarom is het interessanter om de pieken op te vangen door de reeds bestaande piekketels ter hoogte van Nieuw Zuid. De capaciteitsfactor (ofwel vollasturen per jaar) van de warmtepompen zullen daardoor de geproduceerde warmteprijs bepalen dat gevraagd zal worden aan Fluvius.

Daarnaast heeft [redacted] ook nog een RWZI te [redacted] waarbij er potentieel is om extra warmte te produceren ter hoogte van [redacted] Echter heeft [redacted] geen bijkomende informatie aangeleverd tijdens de RFI voor deze site.

### 6.3.3. ANALYSE

[redacted] heeft twee voorstellen aangeleverd voor de warmtelevering ter hoogte van Blue Gate. Beide voorstellen betreffen een 'groene' bron. Om na te gaan of één of beide voorstellen voldoende warmte kunnen leveren aan cluster Zuid worden deze voorstellen naast de warmtevraag van het warmtenet gelegd. Op basis van de voorstellen worden er verschillende combinaties uitgewerkt en wordt de impact nagegaan op de warmtelevering van de bron, op de backupinstallatie van Fluvius op Nieuw Zuid (max. 11MW) en de impact op het geplande backbonenetwerk. Tabel 12 geeft een overzicht van de verschillende scenario's.




Wanneer we enkel kijken naar de warmtelevering van Nieuw Zuid en Blue Gate dan voldoen beide voorstellen van [redacted] Beide voorstellen kunnen de gevraagde warmte leveren, maar de warmteprijs van de MSV is vele malen lager dan de warmteprijs van de warmtepompen. Cluster Zuid heeft echter een groter warmtepotentieel dan enkel maar alleen Nieuw Zuid en Blue Gate (woonhaven Kiel, omgeving NZ, ...). Zowel de MSV als de warmtepompen kunnen eveneens de warmte leveren voor dit scenario. Enkel zal de bestaande backupinstallatie van Fluvius al moeten bijspringen om de pieken op te vangen en wordt het maximum van de piekketel al bereikt bij de warmtepompen.

[redacted] Het transportnet wordt immers afgeschreven over een looptijd van 40jaar (zie begeleide nota van Infrax tbv subsidieaanvraag VEA). Het transportnet bestaat uit een DN400 (diameter van de buis) en kan grootteorde 60-70MW aan warmte transporteren. Indien het potentieel van het transportnet en ISVAG beter benut worden dan zakt het aandeel van het transportnet nog verder.

Het transportnet van [redacted] naar Nieuw Zuid zorgt echter nog voor een groter potentieel dan Cluster Zuid (volloopscenario Stad Antwerpen/ volloopscenario ISVAG). Deze warmte kan echter niet meer volledig geleverd worden door de MSV of de warmtepompen, enkel wanneer beide installaties gerealiseerd worden (en wanneer de beschikbare warmte uit de rookgassen nog gehaald kan worden) en dit echter tegen een hogere warmteprijs dan ISVAG. De warmtecollector heeft echter nog een groter leveringspotentieel. De MSV en/of de warmtepompen kunnen hiervan 37%-50% van de warmtevraag leveren, tegenover ISVAG 71%.

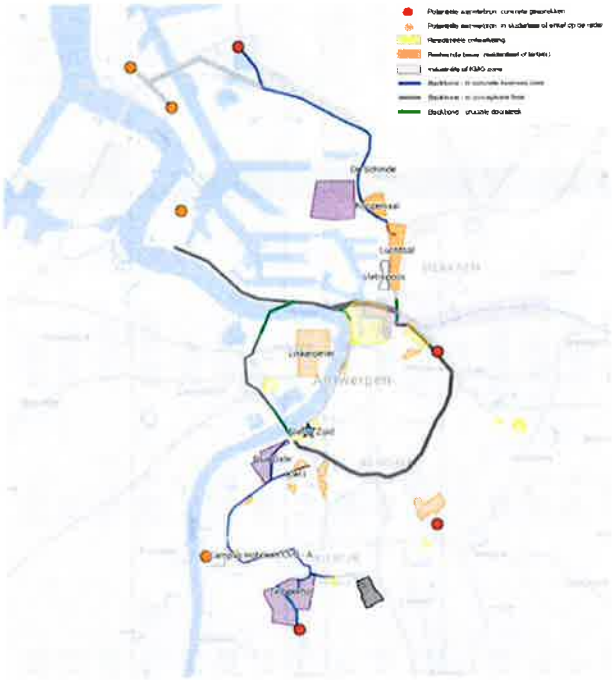
Het lokale warmtenet ter hoogte van [redacted] kan met behulp van warmtepompen op de RWZI te [redacted] worden gevoed. Aangezien er echter geen piekketel beschikbaar is, is de capaciteitsfactor van de warmtepomp lager en de bijhorende warmteprijs dus hoger dan [redacted]

Wanneer de installatie(s) van [redacted] inclusief de backupinstallatie van Fluvius, de warmtevraag van het warmtenet niet meer kan leveren, kan er gezocht worden naar bijkomstige warmtebronnen. Deze zijn echter niet aangeleverd (en volledig uitgewerkt) tijdens de RFI, aangezien deze afhankelijk zijn van mogelijk toekomstige warmtenetten die op dit moment nog onzeker zijn.

| *Scenario* | *Warmtevraag – Cluster Zuid* | | *Bron* [redacted] | | | | *Bron -Backup* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Warmte-vraag GWh | Vermogen MW | Bron - | Vermogen MW | Warmte-levering GWh | Aandeel warmtevraag % | Rest warmte GWh | Vermogen MW |
| **Nieuw Zuid - Blue Gate** | 14.4 | 5.8 | **MSV** | **11** | **14.4** | **100%** | **0** | **0** |
| | 14.4 | 5.8 | WP | 6 | 14.4 | 100% | 0 | 0 |
| | 14.4 | 5.8 | WP | 3 | 12.5 | 87% | 1.9 | 2.8 |
| | 21 | 8.5 | **MSV** | **11** | **21** | **100%** | **0** | **0** |
| | 21 | 8.5 | WP | 6 | 20.3 | 97% | 0.7 | 2.5 |
| **Cluster-Zuid (NZ, BG, omg. NZ, WH)** | 48.8 | 17 | **MSV** | **11** | **47.4** | **97%** | **1.4** | **6** |
| | 48.8 | 17 | MSV | 19 | 48.8 | 100% | 0 | 0 |
| | 48.8 | 17 | WP | 6 | 35 | 72% | 13.8 | 11 |
| **Terbekehof** | 19.3 | 6.3 | WP | 6.3 | 19.3 | 100% | - | - |
| **Volloopscenario Cluster-Zuid+ Transportnet (Stad Antwerpen)** | 97 | 34.5 | MSV | 11 | 64.8 | 67% | 32.2 | 23.5 |
| | 97 | 34.5 | **MSV** | **19** | **87.7** | **90%** | **9.3** | **15.5** |
| | 97 | 34.5 | WP | 10 | 61 | 63% | 36 | 24.5 |
| | 97 | 34.5 | MSV+WP | 19+10 | 96.8 | 99.8% | 0.2 | 5.5 |
| **Volloopscenario Cluster-Zuid + Transportnet + Wilrijk (ISVAG)** | 178 | 60 | ISVAG | 50 | 177.3 | 100% | 0.7 | 10 |
| | 178 | 60 | MSV | 11 | 82 | 46% | 96 | 49 |
| | 178 | 60 | MSV | 19 | 117 | 66% | 61 | 41 |
| | 178 | 60 | MSV+WP | 19+10 | 149.2 | 84% | 28.8 | 31 |
| **Volledig potentieel warmtecollector** | 360 | 181 | ISVAG | 50 | 257 | 71% | 103 | 131 |
| | 360 | 181 | MSV | 19 | 134 | 37% | 226 | 162 |
| | 360 | 181 | MSV+WP | 19+10 | 180 | 50% | 180 | 152 |

Tabel 12: Overzicht scenario's rond de voorstellen [redacted] voor de warmtelevering Cluster Zuid.

Eén van deze mogelijke warmtebronnen zijn de restwarmtebronnen in de haven van Antwerpen. Onderzoek (MIP-Havenwarmte) door het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen in 2013 toonde aan dat er in het havengebied meer dan 480 MW vermogen (tussen 80 en 120°C) aan restwarmte vrijkomt en een geschat equivalent vermogen boven de 120°C. Om deze restwarmtebronnen te kunnen valoriseren, dienen transportnetten worden aangelegd tussen de restwarmtebronnen en de warmtenetten in en rond de stad. Onderstaande figuur geeft een stand van zaken van de verschillende backbone-trajecten.



Figuur 7: Overzicht backbone-trajecten stad Antwerpen.

De valorisatie van de restwarmte hangt dus af van de ontwikkeling van deze backbone trajecten. Daardoor wachten de bedrijven de ontwikkeling van de backbone af, dit werd ook zo aangegeven tijdens de RFI. Het backbone-traject vanuit de haven van Antwerpen zit echter nog in een conceptuele fase en hierdoor is het binnen het kader van deze RFI niet mogelijk om de impact van dit traject, inclusief de uitkoppeling van de restwarmte, op cluster Zuid na te gaan. Uit het oogpunt van efficiëntie zal er wel steeds getracht worden om de uitgekoppelde restwarmte ook eerst te valoriseren ten noorden van de Stad Antwerpen, vooraleer deze getransporteerd zal worden naar het zuiden van Antwerpen.

Andere lokale bronnen ter hoogte van cluster Zuid zijn technisch mogelijk. Echter zijn vele mogelijke warmtebronnen niet duurzaam ('groen') zoals ISVAG en dit is noodzakelijk voor de warmtelevering door Fluvius en de bijhorende EPB-normen. Andere warmtebronnen zijn dan ook niet aangeboden tijdens de RFI.

### 6.3.4. CONCLUSIE

[redacted] heeft twee voorstellen aangeleverd voor de warmtelevering ter hoogte van [redacted]. Beide voorstellen betreffen een 'groene' bron, [redacted]. Beide voorstellen kunnen voldoende warmte leveren voor cluster Zuid (Blue Gate en Nieuw Zuid en omgeving). [redacted]

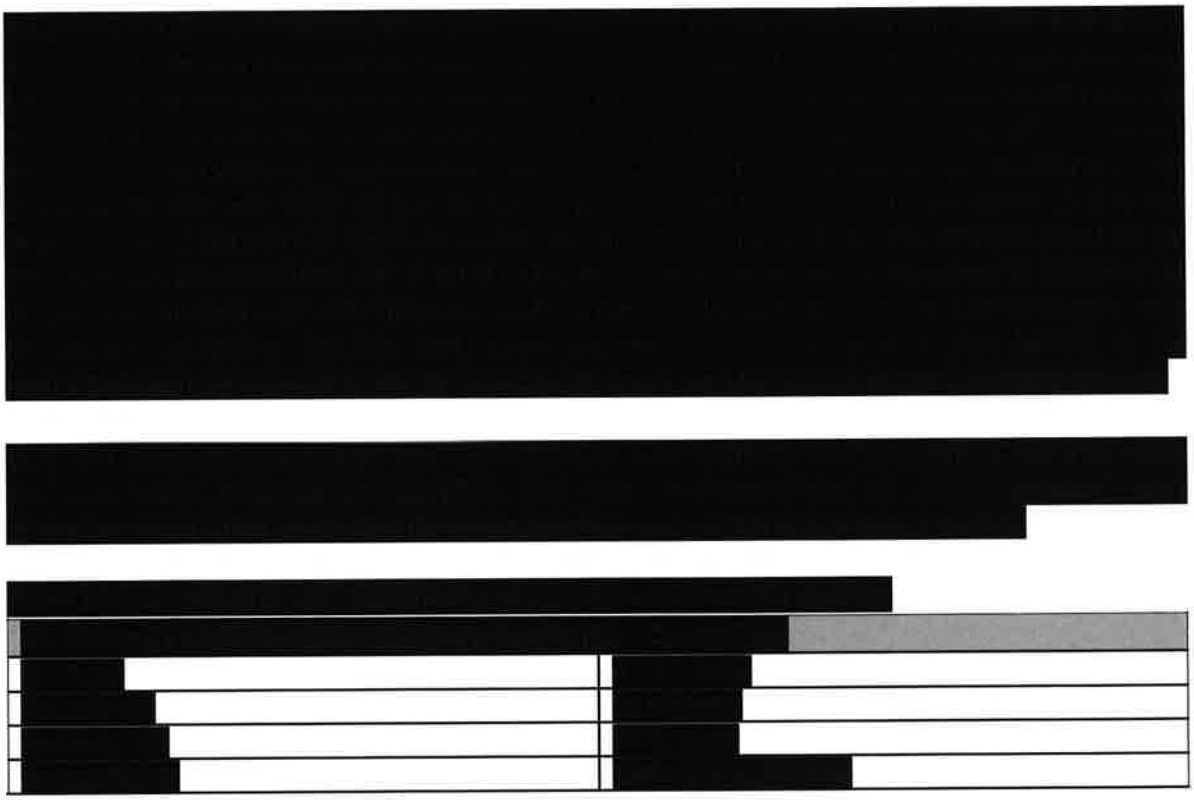
[redacted]

Beide voorstellen leveren net voldoende warmte om het transportnet te voeden volgens het volloopscenario van de stad Antwerpen. Voor het volledige potentieel van de warmtecollector kunnen zij 37-50% van de totale warmtevraag leveren. [redacted] kan eveneens de warmte leveren voor het warmtenet ter hoogte van Terbeke, [redacted] De restwarmtebronnen vanuit de haven van Antwerpen hebben potentieel om warmte te leveren aan cluster Zuid via de backbone trajecten die zijn opgesteld volgens de stad Antwerpen. Het backbone traject zit echter nog in een conceptuele fase en de impact hiervan op cluster Zuid kon in het kader van deze RFI niet bepaald worden. Deze restwarmte zal vanuit efficiëntie-oogpunt eerst gevaloriseerd worden ten Noorden van Antwerpen vooraleer deze getransporteerd zal worden naar het zuiden van Antwerpen. Echter is er voldoende restwarmte aanwezig in de haven van Antwerpen om de hele stad Antwerpen van warmte te voorzien. Andere warmtebronnen die voldoen aan de randvoorwaarden van Fluvius (duurzaam karakter, lage PEF, lage warmteprijs) zijn niet aangeboden tijdens de RFI, maar mogelijk wel beschikbaar.

## 6.4. [redacted]

### 6.4.1. [redacted]

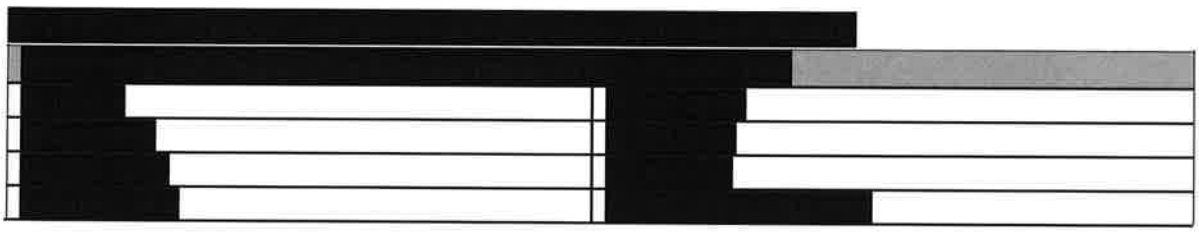
[redacted]



### 6.4.2. [redacted] WARMTEPOMPEN

[redacted]

[redacted]



### 6.4.3. [redacted]

[redacted]

### 6.4.4. [redacted]

[redacted]

## 6.5. MOBILITEITSASPECTEN

**→ Warmtepompen**

Voor het voorstel voor het inzetten van warmtepompen is er geen wijziging van de mobiliteitsaspecten.

**→ Monoslibverwerking**

De monoslibverwerkingsinstallatie [redacted] op [redacted] voorstelt, heeft op jaarbasis een input van ongeveer 160.000 ton gedroogd en ontwaterd slib. De installatie zou 2/3$^{e}$ van het Vlaamse slib

verwerken. Dit slib is afkomstig van over gans Vlaanderen, en wordt aangevoerd in vrachten van 20 tot 30 ton. Per werkdag zouden gemiddeld 20 dergelijke vrachten in de installatie toekomen. [redacted] heeft een studie voorzien om de haalbaarheid van de aanvoer van slib via water te evalueren.

De slibassen (± 15.000 ton/jaar), die overblijven na de thermische verwerking en die dus het fosfor bevatten, zullen worden afgevoerd naar specifieke installaties in Nederland en/of Denemarken, die allen bereikbaar zijn over water. [redacted] heeft dan ook de ambitie om de assen via het water af te voeren vanuit [redacted]

**→ Conclusie**

De aanvoer van RZWI-slib naar de verwerkingsinstallatie op BlueGate zal wel degelijk een lokale impact op de mobiliteit hebben. Aangezien de capaciteit van de silbverwerkingsinstallatie ongeveer de helft van die van de afvalverbrandingsinstallatie van ISVAG bedraagt en de aanvoer met grote trucks (20 tot 30 ton) voorzien is, zullen er voor de impact van de aanvoer van slib ongeveer 30 tot 40 % van het aantal ritten voor aanvoer van restafval naar ISVAG nodig zijn. Voor deze aanvoer kan eventueel nog wel gekeken worden of aanvoer via het water mogelijk is.

Voor de afvoer van de slibassen zal in eerste instantie naar een oplossing via water gekeken worden, aangezien de recuperatie van fosfor uit de slibassen in installaties in Nederland en Denemarken zal gebeuren die via watertransport bereikbaar zijn.

### 6.6. KOOLSTOFVOETAFDRUK

De berekening van de koolstofvoetafdruk voor de warmtelevering is telkens uitgedrukt per $MWh_{th}$. Dit laat toe om gelijk welk scenario te simuleren op basis van de onderstaande kentallen.

**→ Warmtepompen**

De koolstofvoetafdruk voor de installatie van warmtepompen op de RWZI is eenvoudig:

- Input = elektriciteit, van het net; emissiefactor = 242 kg $CO_2/MWh_e$
- Output = warmte voor residentiële toepassing; emissiefactor = 250 kg $CO_2/MWh_{th}$

Aangezien de Coefficient of Production (CoP) of het rendement van een warmtepomp een factor 4 bedraagt, is de koolstofvoetafdruk -758 kg $CO_2/MWh_{th}$.

**→ Monoslibverwerking**

Voor de berekening van de koolstofvoetafdruk wordt verwezen naar het afvalverwerkingsluik: de recuperatie van energie, hetzij als elektriciteit hetzij als stoom of warmte, uit een slibverwerkingsinstallatie is volledig analoog als voor een afvalverbrandingsinstallatie.

Concreet betekent dit dat maximale recuperatie van stoom altijd de laagste koolstofvoetafdruk zal hebben vergeleken met scenario's waarbij ook een deel elektriciteit geproduceerd wordt.

De koolstofvoetafdruk is dus niet eigen aan de verwerkingstechniek, maar hangt af van de locatie en dan meer specifiek van het potentieel om warmte of stoom af te kunnen zetten.

Concreet betekent dit ook dat de koolstofvoetafdruk voor de benutting van restwarmte van de slibverwerking op [redacted] dezelfde is als deze voor de benutting van restwarmte van restafvalverbranding bij [redacted]

→ **Conclusie**

Wat betreft koolstofvoetafdruk biedt het voorstel van de warmtepompen veel potentieel.

Voor de slibverwerkingsinstallatie is de koolstofvoetafdruk gelijkaardig aan deze van een afvalverwerkingsinstallatie. Dit wil zeggen dat een scenario met warmte- of stoomlevering (bijna) altijd lager zal scoren voor koolstofvoetafdruk dan een scenario met elektriciteitsproductie, inclusief de randvoorwaarde dat er effectief een (lokale) vraag moet zijn voor de geproduceerde warmte of stoom.

### 6.7. [redacted]

[redacted]

[redacted]

## 6.8. SAMENVATTING

Onderstaande tabel geeft een schematisch samenvatting van de conclusies van de geanalyseerde aspecten voor het warmteleveringsluik via de voorstellen van [redacted] namelijk warmtevalorisatie via warmtepompen op de RZWI enerzijds en warmterecuperatie van een slibverwerkingsinstallatie anderzijds

| | ISVAG | [redacted] warmtepompen | [redacted] MSV |
|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| Output valorisatie | Warmtelevering verder te verhogen; 48 % hernieuwbaar | Beperkte capaciteit; 75 % hernieuwbaar | 100 % hernieuwbaar |
| Mobiliteit | Niet relevant | Niet relevant | Aanvoer van slib naar BlueGate en afvoer van slibas |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| Koolstofvoetafdruk | Redelijke voetafdruk, nog te optimaleren door meer warmtevalorisatie | Negatieve voetafdruk; | Gelijkaardige voetafdruk als ISVAG scenario |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

[redacted]