



Sustainable Energy,
Air & Water Technology
University of Antwerp

Definitief rapport:

Impact van het warmtenet van ISVAG op de emissies in de omgeving

Studie uitgevoerd in opdracht van ISVAG

Februari 2019

Auteurs:

*Prof. dr. Silvia Lenaerts
Prof. dr. ir. Tom Tytgat
Ir. Hannelore Peeters*

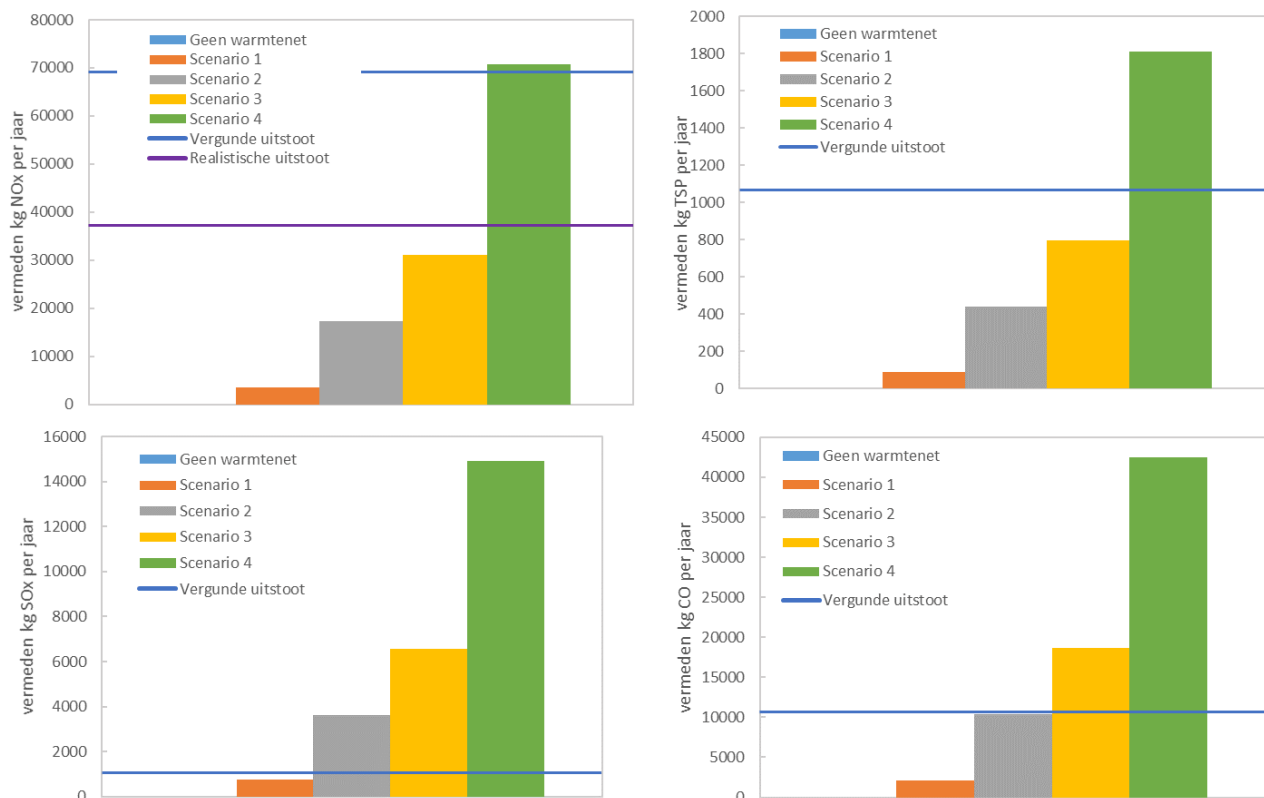
Management samenvatting

In deze studie, uitgevoerd door de Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Duurzame Energie, Lucht en Watertechnologie, wordt in opdracht van ISVAG bestudeerd welke impact er is op de lokale emissies wanneer de huidige residentiële en tertiaire verwarmingsinstallaties vervangen worden door een warmtenet. Om dit te bestuderen wordt de effectieve uitstoot van de klassieke verwarmingsinstallaties in kaart gebracht en vergeleken met de reductie die bekomen kan worden door de warmte van een centrale eenheid te laten komen, in dit geval de afvalverbrandingsinstallatie van ISVAG.

Om de emissies te bepalen van de residentiële installaties wordt gebruik gemaakt van de beschikbare '*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*' van de Europese Unie, een instrument waarin de emissiewaarden van verschillende technieken staan. Hieruit wordt de verwarming met behulp van aardgas en stookolie bestudeerd. Er wordt hiervan een mix gemaakt, gebaseerd op de cijfers afkomstig van het rapport Energiebalans opgesteld door VITO. Concreet wordt er uitgegaan van 85% aardgas en 15% stookolie aangedreven verwarmingsinstallatie. Andere, vaak meer vervuilende bronnen zoals houtverbranding, worden hierbij niet in rekening gebracht vanwege het lagere vervangpotentieel door een warmtenet. Een uitgebreide methodologie is te vinden in het volledige rapport.

Er worden vervolgens vier scenario's en een referentiescenario (geen warmteopwekking) bestudeerd. Deze scenario's zijn gebaseerd op de verschillende fasen van implementatie van het warmtenet waarbij scenario 1 start bij het reeds op korte termijn geplande Terbekehof (19 GWh) en scenario 4 gaat tot het maximaal technisch potentieel van de installatie (428 GWh). Voor pollutanten wordt gekeken naar NO_x, SO_x, fijn stof (TSP), CO en CO₂. Voor de pollutanten met rechtstreekse gezondheidsimpact wordt een vergelijking gemaakt met de emissies van ISVAG omdat beide op een lokaal niveau een rol spelen. CO₂ wordt niet opgenomen omdat deze emissies inherent aan verbranding en dit onafhankelijk is van waar de verbranding plaatsvindt en geen lokaal effect heeft op de leefomgeving. Deze component heeft immers geen directe impact op de gezondheid en een vergelijking heeft in dit geval geen zin. De reductie heeft uiteraard wel een rol in het totale plaatje van de CO₂ emissies die gegenereerd worden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de CO₂ emissies bij huishoudens volledig afkomstig zijn van de verbranding van fossiele brandstoffen, waar bij afvalverbranding een belangrijk deel van de CO₂ emissie van biogene oorsprong zal zijn, waardoor dit meestal niet volledig als CO₂ emissies in rekening wordt gebracht.

In onderstaande figuren wordt voor de verschillende componenten een vergelijking gemaakt tussen de verschillende scenario's en worden de vermeden emissies weergegeven.



Figuur S 1: Overzicht van de vermeden emissies voor 4 scenario's. De blauwe lijn geeft de uitstoot van ISVAG weer zoals vergund, de paarse (bij NOx) is het realistisch verwacht potentieel in uitstoot met de voorziene rookgaszuiveringstechnologie.

Een samenvatting hiervan is tevens weergegeven in onderstaande tabel.

Scenario	Warmteproductie	Vermeden emissies				
	(GWh)	NOx (kg)	SOx (kg)	TSP (kg)	CO (kg)	CO ₂ (ton)
Ref	0	0	0	0	0	0
1	19	3488	736	89	2096	3950
2	94	17258	3639	442	10372	19543
3	188	31065	6551	795	18669	35177
4	428	70722	14914	1810	42503	80083

Er wordt daarnaast een vergelijking gemaakt met wagens. Hierbij wordt gekeken naar de emissies afkomstig van een Euro VI wagen (diesel of benzine) waarbij de hoogste uitstoot wordt meegenomen. Er wordt uitgegaan van een wagen die gemiddeld 15000 km per jaar aflegt. Voor de CO₂ uitstoot wordt het gemiddelde van het volledige wagenpark gebruikt, zijnde 118,5 g CO₂/km. SOx uitstoot wordt niet meegenomen in deze tabel omdat er geen uitstoot meer is van SOx bij wagens vanwege de zwavelvrije brandstoffen op de markt.

Scenario	Warmteproductie	Vermeden # wagens Euro VI (15000 km/j)			
		NOx	TSP	CO	CO ₂
	(GWh)				
Ref	0	0	0	0	0
1	19	2907	1190	140	2222
2	94	14382	5888	691	10994
3	188	25887	10599	1245	19790
4	428	58935	24129	2834	45054

De conclusie van deze studie is dat de implementatie van een warmtenet een significante reductie veroorzaakt van de totale lokale uitstoot die anders zou ontstaan door warmteopwekking in residentiële woning en in de tertiaire sector. Dit geldt voor alle onderzochte componenten (NO_x, SO_x, fijn stof, CO en CO₂). Bij de eerste scenario's, met een minimale warmteafname, is dit potentieel al duidelijk voor SO_x en CO. Voor NO_x en fijn stof is een hogere warmteopwekking nodig maar zoals te zien is in het laatste scenario, waar het volledige theoretische potentieel wordt gebruikt, is de vergunde uitstoot van ISVAG voor alle componenten uiteindelijk lager dan de emissies afkomstig van decentrale warmteopwekking (als vermeden emissies weergegeven). Dit wil zeggen dat er netto een vermindering is van de effectieve uitstoot in de omgeving door de plaatsing en implementatie van het warmtenet van ISVAG ten opzichte van decentrale warmteopwekking. Dit zou niet het geval zijn wanneer ISVAG zich op een andere locatie zou bevinden waarbij de implementatie van een warmtenet niet tot de opties behoort.

Een bemerking is dat in deze studie enkel wordt gekeken naar de emissiereductie veroorzaakt door warmteopwekking, vanwege het lokale karakter ervan. Er is daarnaast ook nog de reductie van emissies die te maken hebben met de elektriciteitsopwekking die naast de warmte geproduceerd wordt. Het potentieel van deze elektriciteitsopwekking is relevant gezien het steeds noodzakelijk zal zijn om de niet herbruikbare en recycleerbare fractie van het afval te verbranden met energierugwinning.

Inhoud

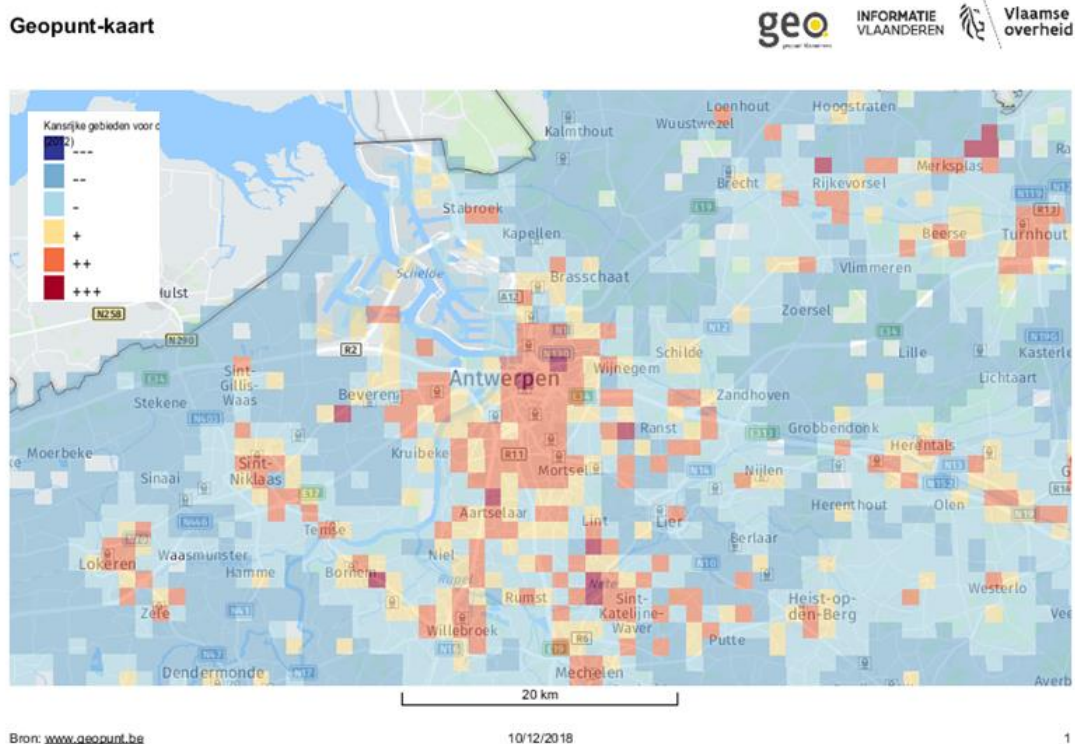
Inhoud	5
1. Situering	6
2. Methodologie	7
2.1. Gegevens nieuwe installatie.....	7
2.2. Decentrale warmteopwekking	8
2.2.1. Bepaling van de uitstoot van gezinnen	9
2.3. Scenario's	10
2.4. Opwekking energie.....	10
2.5. Emissies.....	11
3. Polluenten	12
3.1. NO _x	12
3.2. SO _x	17
3.3. TSP	18
3.4. CO	20
3.5. CO ₂	21
3.6. CH ₄	22
4. Conclusie	23
5. Referenties	24

1. Situering

In de loop van 2018 heeft ISVAG een aanvraag ingediend om een nieuwe afvalverwerkingsinstallatie te bouwen. Hierbij wensen zij actief in te zetten op duurzaamheid met de wens om zoveel mogelijk energie uit het verbrandingsproces te kunnen gebruiken. In eerste instantie gaat het daarbij over het opwekken van elektriciteit, zoals in de huidige installatie reeds gebeurt. Daarnaast wensen zij ook in te zetten op het toepassen van warmtenetten.

Voorgaande studies werden reeds uitgevoerd in verband met de ontwikkeling van de installatie en de locatie waar voldoende warmtevraag aanwezig is.

In eerste instantie werd voor de warmtevraag gekeken naar de studie van VITO over de warmte in Vlaanderen. Hier werd een methodologie uitgewerkt om het potentieel van warmte in Vlaanderen in kaart te brengen. In Figuur 1 wordt een stuk van het gebied rond ISVAG bekeken en blijkt er rondom Antwerpen een uitgebreid gebied te zijn waar een warmtenet potentieel heeft.

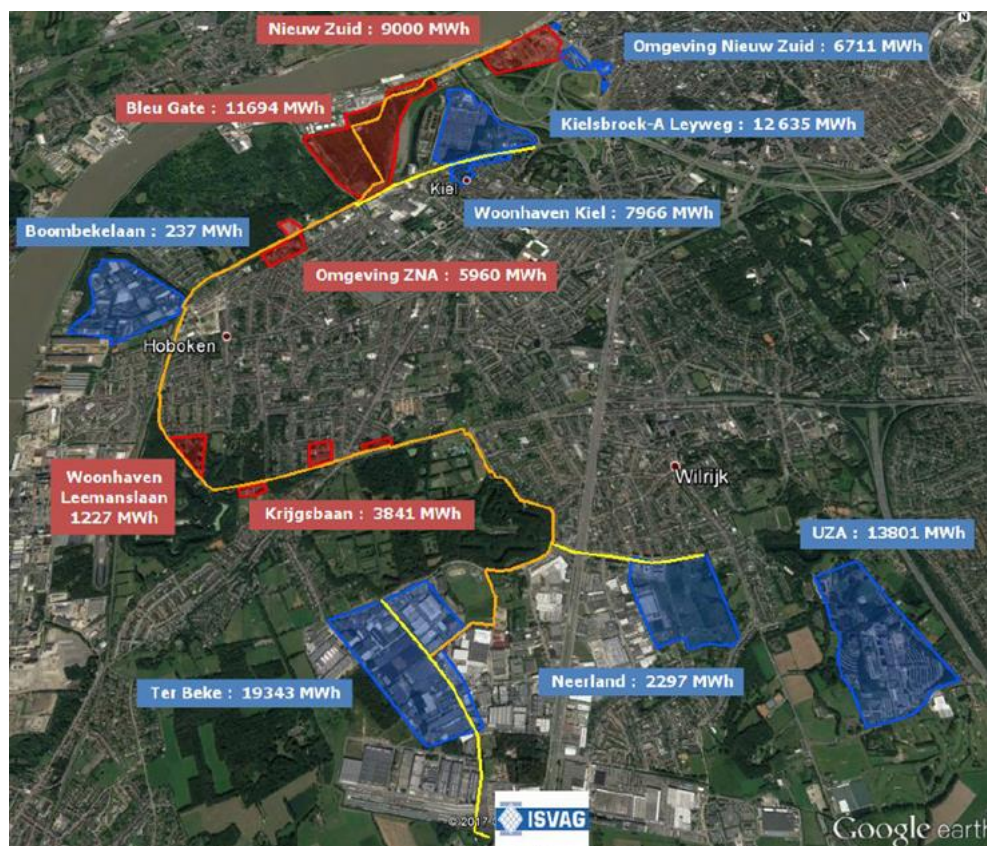


Figuur 1: Potentieel voor ontwikkeling van warmtenetten in de regio Antwerpen-Mechelen-Kempen. (Geopunt Vlaanderen, 2018)

Vervolgens werden uitgebreide studies gedaan in verband met de inplanting van de installatie door VITO. (VITO, 2017)

Hieruit werd het voorstel gedaan om een warmtenet rondom het zuiden van Antwerpen aan te leggen in meerdere fasen. Een aantal redenen werden hiervoor gegeven waaronder de aanwezigheid van restwarmte in de haven vanuit de industriële activiteiten enerzijds en de aanwezigheid van INDaver als warmteleverancier in het noorden van Antwerpen. Voor dit laatste wordt momenteel het potentieel onderzocht. Alles tezamen maakt dit dat er in het zuiden een groot potentieel aanwezig is.

ISVAG plant hiervoor de ontwikkeling van een uitgebreid warmtenet in meerdere fasen. Het volledige potentieel van het huidige tracé is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Inplanting van gebieden met een warmtevraag rondom ISVAG. (Workshop Warmtenetten, 2018)

Het doel van de huidige studie is te bestuderen welke impact de ontwikkeling, bouw en exploitatie van een warmtenet rond ISVAG te Wilrijk zal hebben op de aanwezigheid van luchtverontreinigende emissies op lokaal vlak en op mondiaal vlak.

2. Methodologie

Om deze studie uit te voeren wordt vertrokken van een aantal parameters die afhankelijk zijn van de nieuwe installatie enerzijds en de emissies die gegenereerd worden door de opwekking van warmte in residentiële en industriële context.

2.1. Gegevens nieuwe installatie

Vanuit ISVAG werden volgende gegevens bekomen in verband met de te verwachten emissies van de nieuwe installatie. Deze werden samengevat in Tabel 1.

Tabel 1: Paramaters van de nieuwe ISVAG installatie.

Parameter	Waarde	Eenheid	Opmerkingen
Debiet afvalgas (droog, 11% O ₂)	133100	Nm ³ /h	Nominaal
NO _x	65	mg/Nm ³	(norm 200 mg/Nm ³)
NO _x	35	mg/Nm ³	realistisch verwachte uitstoot obv de gebruikte technologie
SO _x	1	mg/Nm ³	(norm 50 mg/Nm ³)
TSP	1	mg/Nm ³	(norm 10 mg/Nm ³)
CO	10	mg/Nm ³	(norm 200 mg/Nm ³)

2.2. Decentrale warmteopwekking

Om een correcte inschatting te maken van welke emissies er verbonden zijn met de huidige warmteopwekking, werd de Energiebalans Vlaanderen 1990-2016 geraadpleegd. Hieruit blijkt dat de verdeling over verschillende brandstoftypes voor residentiële weergave verdeeld is zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Verdeling brandstof type voor de opwekking van warmte. (VITO, 2015)

	Huishoudens	Huishoudens, enkel met stookolie en aardgas
Stookolie	25,2 %	28,5 %
Aardgas	63,2 %	71,5 %
Steenkool	1 %	-
Elektriciteit	8 %	-
Propan	1 %	-
Hout	1,7%	-

Voor de tertiaire sector (hotel/restaurant, onderwijs, kantoorgebouwen, zorgsector, ...) is het moeilijker om het exacte aandeel mee te nemen omdat de energiebalans geen specifiek onderscheid maakt tussen warmteopwekking en energieopwekking algemeen. Indien er enkel rekening houden wordt met de verdeling tussen aardgas en stookolie, komt deze sector uit op respectievelijk 87% en 13% voor aardgas en stookolie. Andere energiebronnen zullen hierbij ook gebruikt worden, maar net zoals in de huishoudens zal deze fractie relatief beperkt blijven. (VITO, 2015)

Bovendien wordt aangenomen dat warmteopwekking met stookolie en aardgas het meeste potentieel bieden om vervangen te worden door een warmtenet gezien de gelijkenissen tussen beide. Om andere manieren van warmteopwekking (bvb. met hout of steenkool) te vervangen, zijn grotere investeringen nodig met als gevolg een verlaagde kans op effectieve implementatie.

Gezien de stijging in het aandeel van aardgas in de residentiële sector en de reeds grotere fractie bij de tertiaire sector, zal er verder gewerkt worden met een energiemix van 85% aardgas en 15% stookolie.

De effectieve emissies van beide systemen zijn terug te vinden in de 'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016' van de Europese Unie. In het deel 'small combustions' is de nodige informatie terug te vinden die gerelateerd is aan de uitstoot van allerhande kleine verbrandingsinstallaties. Hieronder vallen enerzijds diegene die op vaste brandstoffen (hout, steenkool, ...) werken en anderzijds die op gas of vloeistof werken. Het zijn deze laatsten die gebruikt werden om de componenten weer te geven. In deze *guidebook* staan emissies uitgedrukt in g/GJ. Voor de duidelijkheid zal er in het rapport steeds op basis van kWh of GWh gewerkt worden waarbij de conversie van GJ naar kWh wordt gemaakt (1 GJ = 277,78 kWh). (EEA, 2016)

Tabel 3: Emissiewaarden voor gas aangedreven verbrandingsinstallatie op basis van de TIER I gegevens uit 'EMEP/EEA inventory Guidebook'. (EEA, 2016)

Polluent	Gemiddelde		Minimum	Maximum	
NOx	183,60	mg/kWh	111,60	255,60	mg/kWh
SOx	1,08	mg/kWh	0,72	1,44	mg/kWh
TSP	4,32	mg/kWh	2,52	6,12	mg/kWh
CO	93,60	mg/kWh	64,80	151,20	mg/kWh

Tabel 4: Emissiewaarden voor vloeistof aangedreven verbrandingsinstallatie op basis van de TIER I gegevens uit 'EMEP/EEA inventory Guidebook'. (EEA, 2016)

Polluent	Gemiddelde		Minimum	Maximum	
Nox	183,60	mg/kWh	111,60	259,20	mg/kWh
SOx	252,00	mg/kWh	151,20	349,20	mg/kWh
TSP	6,84	mg/kWh	3,96	9,36	mg/kWh
CO	205,20	mg/kWh	122,40	288,00	mg/kWh

2.2.1. Bepaling van de uitstoot van gezinnen

Met behulp van de samenstelling van de energiemix, 85% aardgas en 15% stookolie, is het mogelijk om te bepalen wat de gemiddelde uitstoot is van een installatie in een huishouden en/of tertiaire sector. Andere bronnen worden niet in rekening genomen.

De basis gegevens van deze emissies zijn terug te vinden in Tabel 3 en Tabel 4. De resultaten van deze berekening worden per pollutant weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Gemiddelde emissies per GWh voor residentiële warmteopwekking.

Polluent	Gemiddelde uitstoot	
NOx	183,60	kg/GWh
SOx	38,72	kg/GWh
TSP	4,70	kg/GWh
CO	110,34	kg/GWh
CO₂	207,90	ton/GWh

2.3. Scenario's

Voor de verdere berekening worden vijf scenario's meegenomen:

Scenario	Beschrijving	Energie warmtenet
Scenario 0	Er wordt geen warmtenet uitgerold, enkel de huidige elektriciteitsproductie blijft van toepassing	0 GWh
Scenario 1	Uitrol warmtenet Terbekehof (zoals nu gepland)	19 GWh
Scenario 2	Uitrol warmtenet Terbekehof en Fluvius	94 GWh
Scenario 3	Maximale uitrol warmtenet met geplande installatie van ISVAG – dag 1	188 GWh
Scenario 4	Maximaal technisch potentieel van de geplande installatie	428 GWh

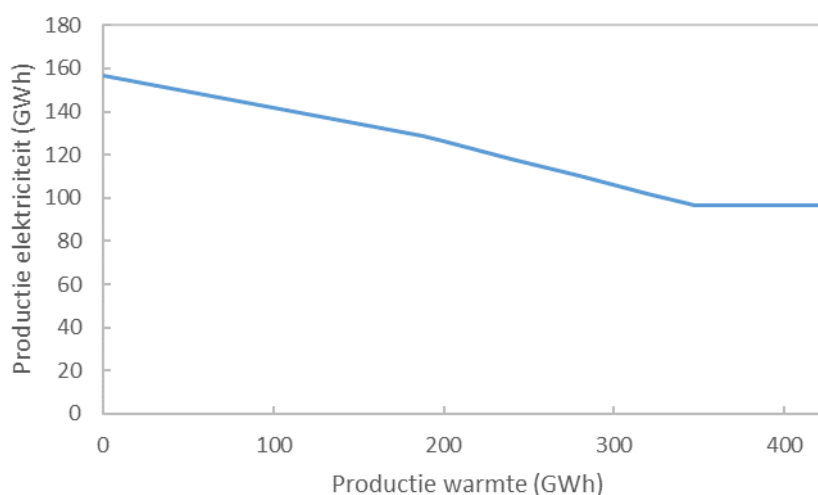
Bij elk scenario wordt de afname in beschikbare elektriciteitsproductie meegenomen op basis van de resultaten zoals opgenomen door het studie bureau RAMBOLL. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met distributieverliezen. Hierbij wordt gerekend met 10%. Zolang de maximale capaciteit niet bereikt is, kan dit verlies opgevangen worden bij de productie en zal het potentieel van scenario's 1 en 2 niet dalen. Bij scenario 3 & 4 dient rekening gehouden te worden dat 10% verloren zal gaan waardoor de effectief te leveren warmteproductie aan gezinnen (en dus het te vervangen potentieel) lager zal liggen.

2.4. Opwekking energie

Binnen de nieuwe centrale van ISVAG zullen er twee vormen van energie opgewekt worden, namelijk enerzijds elektriciteit -zoals in de huidige centrale al gebeurt- en anderzijds warmte.

Bij het dimensioneren van de nieuwe centrale, wordt ervanuit gegaan dat er een nominaal vermogen van 19,6 MW aanwezig zal zijn voor elektriciteitsproductie. Op basis van dezelfde activiteitsgraad als bij de emissies wil dit zeggen dat er maximaal 156 GWh kan geproduceerd worden. Dit is het geval wanneer er geen warmte wordt geproduceerd. Bij toename van de warmteproductie wordt er van een graduele afname van elektriciteit uitgegaan. De ratio waarmee deze afname zal gebeuren, is gebaseerd op de power-loss. Voor de huidige installatie wordt gerekend met een vertrektemperatuur van 100°C wat wil zeggen dat de power-loss 0,15 zal zijn (ISVAG, 2018). Concreet betekent dit dat per MW warmte die geproduceerd zal worden, er een verlies zal zijn van 0,15 MW in elektriciteitsproductie. In Figuur 3 wordt dit verband weergegeven. (ISVAG, 2018) Netto zal de totale energieproductie (warmte en elektriciteit) voor de hele installatie wel stijgen.

Verhouding warmte vs elektriciteit



Figuur 3: Power-loss weergave van de elektriciteitsproductie ten opzichte van de warmteproductie. (ISVAG, 2018)

Vanaf 188 GWh productie zal er een andere technologie gebruikt moeten worden om de warmte uit de installatie te halen waarbij ook een grotere power-loss zal optreden. Er wordt hierbij gewerkt met een power-loss van 0,2 omdat de exacte waarde niet gekend is op deze moment. De laatste 10 MW die uit de installatie gehaald kan worden zal gepaard gaan met een power-loss factor van 0. (ISVAG, 2018)

2.5. Emissies

Om de totale emissies van de installatie te bepalen, wordt vertrokken van de data aangeleverd door ISVAG zoals eerder weergegeven. Op basis van deze gegevens wordt de totale uitstoot op jaarbasis berekend met behulp van onderstaande vergelijking:

$$\text{Jaarlijkse emissie} \left(\frac{\text{kg}}{\text{j}} \right) = \text{Emissie} \left(\frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3} \right) * \text{Nominale flow} \left(\frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \right) * \text{Tijd_in_bedrijf} \left(\frac{\text{h}}{\text{j}} \right)$$

Hierbij wordt *Tijd_in_bedrijf* gerekend aan volcontinu (24u per dag, 365 dagen) waarbij het systeem 8,7% van de tijd buiten bedrijf is (91,3% actief). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6: De verschillende pollutanten in rookgassen en hun geschatte jaarlijkse emissie door ISVAG.

Polluent	Geschatte emissie	
NOx	69193,66	kg/j
NOx (realistisch verwacht)	37258,12	kg/j
SOx	1064,52	kg/j
TSP	1064,52	kg/j
CO	10645,18	kg/j

3. Polluenten

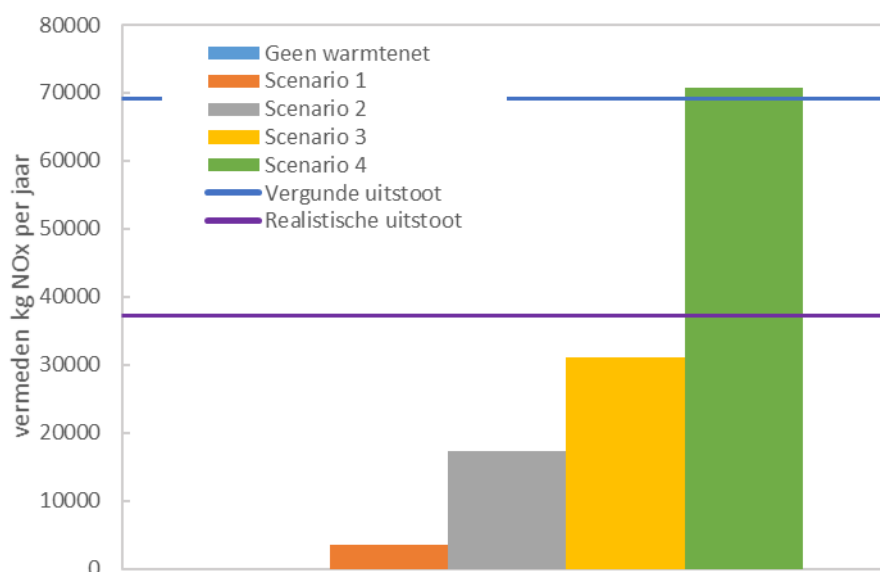
Voor deze studie worden volgende luchtverontreinigende polluenten besproken:

- NO_x: Ook stikstofoxiden genoemd, zijn een typische polluent die voorkomt bij verbrandingsprocessen op hoge temperatuur.
- SO_x: Zwaveldioxiden zijn componenten die gevormd worden bij de verbranding van brandstoffen waar zwavel in aanwezig is. Bij hoge temperaturen zal deze zwavel oxideren met de vorming van deze component tot gevolg.
- TSP: Total suspended particles of alle partikels die gevormd worden door onvolledig verbranding. Hiervan kan een verder onderscheid gemaakt worden op basis van de grootte.
- CO: Koolstofmonoxide is een bijproduct van een verbrandingsproces, gevormd door de onvolledige verbranding van de aanwezige brandstof.
- CO₂: Koolstofdioxide is het eindproduct van volledige verbranding. Deze component is vooral gekend vanwege het broeikaseffect dat deze molecule mee veroorzaakt.
- CH₄: Methaan is een component die meestal gekend is vanuit de landbouw maar ook het hoofdbestandsdeel is van aardgas. Bij het gebruik ervan in een verbrandingsproces kan er echter onverbrand CH₄ ontsnappen. Ook bij productie en transport kan CH₄ ontsnappen.

3.1. NO_x

Er wordt in eerste instantie gekeken naar het aandeel vermeden emissies door de implementatie van een warmtenet. Hiervoor wordt de vraag naar warmte van de individuele gezinnen samen met de uitstoot van ISVAG bekeken. Vervolgens wordt een toename in warmteproductie gesimuleerd volgens de verschillende scenario's waarbij het aandeel van warmteopwekking dat voorzien moet worden door gezinnen zal verminderen. Dit resulteert uiteindelijk in een aandeel vermeden emissies. Voor NO_x is deze fractie weergegeven in Figuur 4.

Hieruit blijkt dat er een substantiële emissiereductie kan verwezenlijkt worden door het warmtenet. Bij volledige ontplooiing van het huidige geplande net (scenario 2) loopt dit al op tot bijna 20 ton, terwijl dit bij de volledige capaciteit oploopt tot meer dan 30 ton.

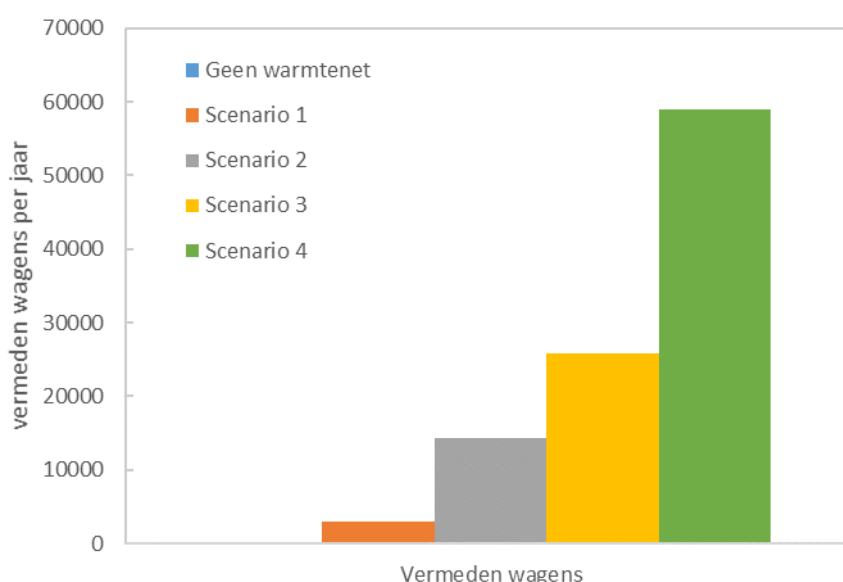


Figuur 4: De vermeden emissies van NO_x, uitgedrukt in kg per jaar. De blauwe lijn (bovenste) geeft de totale uitstoot van ISVAG weer in kg/jaar op basis van de vergunde emissies, de paarse

lijn (onderste) geeft de totale uitstoot van ISVAG weer in kg/jaar op basis van de realistisch verwachte uitstoot met de voorziene rookgaszuiveringstechnologie.

Daarnaast is ook de uitstoot van NO_x door de afvalverbranding weergegeven. Voor NO_x zijn hierbij twee scenario's voorzien. Het eerste scenario is de vergunde uitstoot van de nieuwe installatie (de blauwe lijn). Als tweede scenario wordt de verwachte realistische uitstoot weergegeven (de paarse lijn). Uit eerdere ervaringen met de voorziene rookgaszuiveringstechnologie blijkt dat de effectieve emissies een heel stuk lager kunnen liggen. Er wordt in dit geval geopteerd om dit ook weer te geven. Hieruit blijkt dat de vermeden emissies in scenario 3 bijna gelijk zijn aan de verwachte emissies van ISVAG en dat er bij scenario 4 een zeer sterke vermindering in NO_x zal zijn omdat de vermeden uitstoot groter zal zijn als de uitstoot van de afvalverbrandingsinstallatie.

Om deze vermeden emissies meer tastbaar te maken, wordt verder de vergelijking gemaakt met de emissies van wagens. Hierbij wordt gekeken naar de emissies die een EURO VI dieselwagen uitstoot (0,08 g/km) waarmee gemiddeld 15000 km/jaar wordt gereden. Dit geeft de cijfers die zijn weergegeven in Figuur 5. Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat de implementatie van Terbekehof (scenario 1) de reductie van een 2500 voertuigen zou betekenen in emissies, waarbij dit oploopt tot bijna 60000 voertuigen bij het volledig benutten van het technisch potentieel van de installatie.



Figuur 5: De vermeden emissies van NO_x, uitgedrukt in aantal voertuigen (Euro VI) die gemiddelde 15000 km/jaar afleggen.

Naast het totaal aan vermeden emissies kan ook gekeken worden naar de emissies die effectief het grondniveau bereiken. In het bijzonder wordt hierbij gekeken naar het effect dat de uitstoot van ISVAG heeft op Terbekehof. Zo kan de vergelijking worden gemaakt met de uitstoot afkomstig van de verwarmingsinstallaties in dat gebied, zijnde de uitstoot die vervangen kan worden door het warmtenet.

Als uitgangspunt wordt vertrokken van een vorige studie, uitgevoerd door UAntwerpen in 2016, waaruit blijkt dat van de uitstoot in de schoorsteen slechts een fractie ook effectief op de grond neerkomt. In die studie werd een verhouding van 550 berekend voor de uitstoot aan de schoorsteen en op grond niveau. In de huidige studie wordt een herrekening gedaan rekening houdend met de nieuwe gegevens. Om de verhouding schoorsteen ten opzichte van de grond te berekenen wordt gebruik gemaakt van ALOHA (modellerprogramma voor risicoanalyse ontwikkelt door de

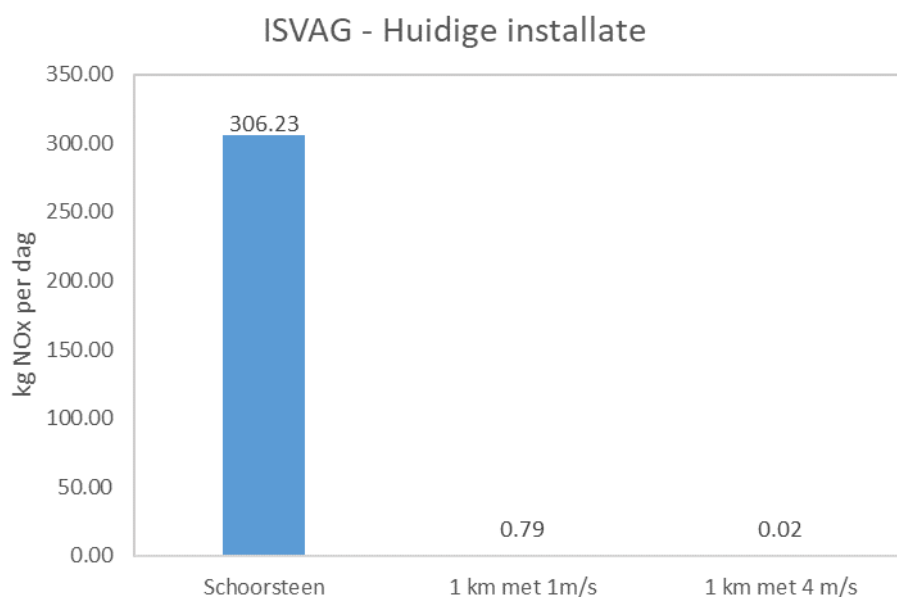
National Oceanic and Atmospheric Administration en de *Environmental Protection Agency*). Hiermee zijn drie scenario's doorgerekend en weergegeven in Tabel 7. In het eerste geval wordt vertrokken van de uitstoot van ISVAG op 100 m hoogte (de schoorsteen in de nieuwe installatie), daarnaast wordt ook gekeken naar de uitstoot bij een 60 m hoge schoorsteen (huidige installatie). Als horizontale afstand tot aan de schoorsteen wordt 1 km genomen voor de concentratieberekening. Vervolgens wordt een analoog scenario berekend voor de lokale uitstoot van verwarmingsinstallaties. Hierbij wordt gerekend met de uitstoot op een schoorsteenhoogte van 10 m. Gezien het lokale karakter wordt de impact op korte afstand berekend, zijnde 100 m.

Aan de hand van verhouding van de concentratie aan de schoorsteen en deze op grondniveau wordt de effectieve uitstoot aan de grond weergegeven. Twee verschillende windsnelheden worden meegenomen. De eerste windsnelheid is de minimumwindsnelheid die bij ons voorkomt, 1 m/s. De tweede snelheid is een realistischere waarde voor de windsnelheden die typisch in Antwerpen voorkomen zijnde 4 m/s (KMI, 2019).

Tabel 7: De verhouding tussen schoorsteen en grondniveau voor drie scenario's met een minimale windsnelheid van 1 m/s en de gemiddelde windsnelheid van 4 m/s.

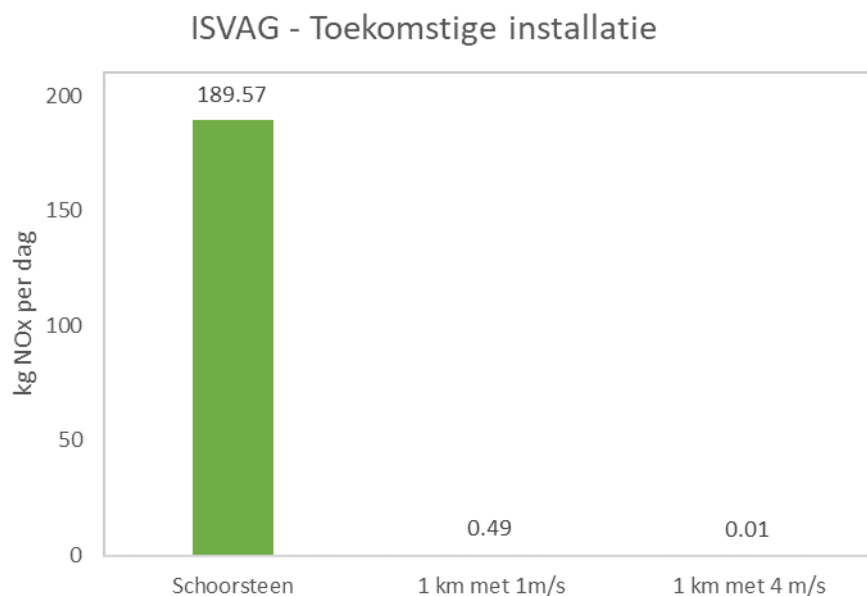
Scenario	Hoogte uitstoot	Horizontale afstand	Verhouding (1 m/s)	Verhouding (4 m/s)
Uitstoot ISVAG oude installatie	60 m	1 km	388	12639
Uitstoot ISVAG nieuwe installatie	100 m	1 km	388	14842
Uitstoot lokale warmte	10 m	100 m	5	92

Op basis van bovenstaande gegevens is het mogelijk een inschatting te maken van de totale uitstoot die effectief op grondniveau aanwezig zal zijn en dit voor beide bronnen van uitstoot. In Figuur 6 is te zien dat de hoeveelheid NO_x afkomstig van ISVAG op grondniveau zeer laag is in vergelijking met de uitstoot aan de schoorsteen.



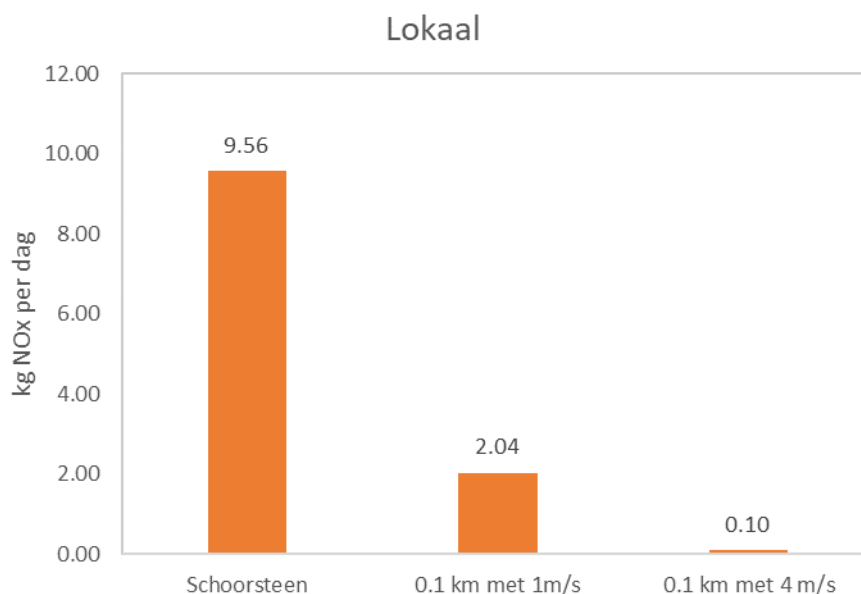
Figuur 6: kg NO_x uitstoot per dag voor de schoorsteen en op 1 km afstand bij respectievelijke windsnelheden van 1 m/s en 4 m/s afkomstig van de huidige installatie van ISVAG.

De nieuwe installatie heeft een lagere dagelijkse uitstoot dan de oude installatie en een hogere schoorsteen. De invloed daarvan is te zien op Figuur 7. Hieruit blijkt dat niet alleen de totale uitstoot aan de schoorsteen minder is, maar ook dat de impact op grondniveau bijna gehalveerd is ten opzichte van de huidige installatie.



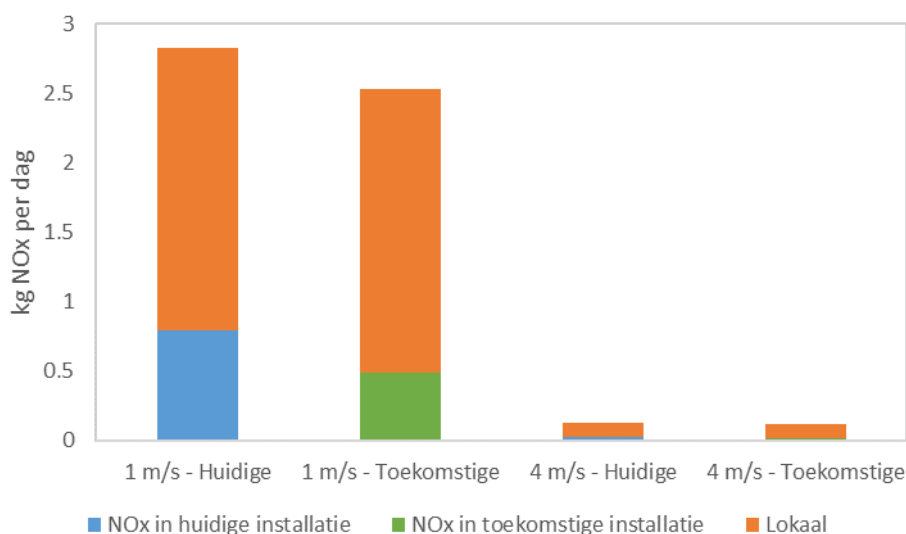
Figuur 7: kg NOx uitstoot per dag voor de schoorsteen en op 1 km afstand bij respectievelijke windsnelheden van 1m/s en 4 m/s afkomstig bij de toekomstige installatie van ISVAG.

Ook voor de lokale uitstoot is er een afname tussen de uitstoot aan de schoorsteen en deze op grondniveau, maar is dit veel minder uitgesproken, zoals te zien in Figuur 8. Dit heeft te maken met het lokale karakter van de uitstoot en de daarbij horende lagere uitstoothoogte.



Figuur 8: kg NOx uitstoot per dag voor de schoorsteen en op 100 m afstand bij respectievelijke windsnelheden van 1 m/s en 4 m/s afkomstig van lokale warmteopwekking.

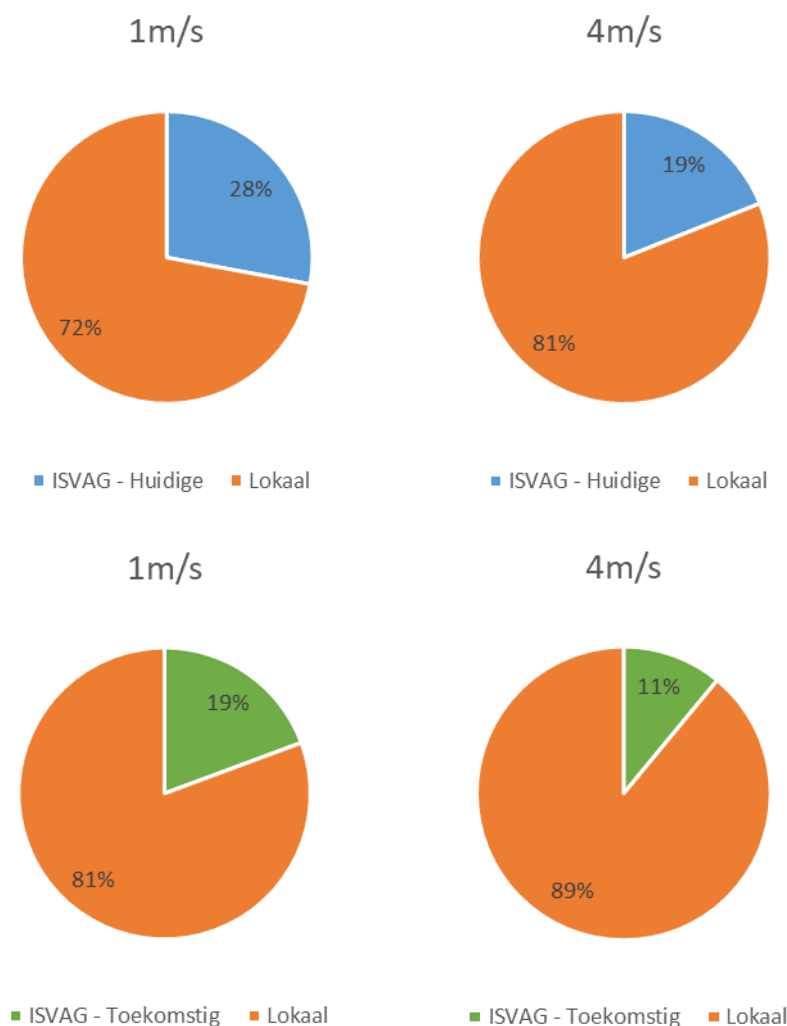
Wanneer dit wordt omgezet naar de effectieve NO_x hoeveelheden die aanwezig zijn op lokaal niveau per dag, is duidelijk dat het grootste deel van het aanwezige NO_x in de omgeving afkomstig is van lokale bronnen en niet van de uitstoot van ISVAG, weergegeven in Figuur 9. Hierbij is het belangrijk op te merken dat enkel het aandeel van warmteopwekking dat vervangen kan worden door het warmtenet, wordt meegenomen in de NO_x uitstoot (goed voor 19 GWh). Uiteraard zijn er nog andere bronnen (oa verkeer), die worden hierin niet meegenomen. Indien wel rekening gehouden zou worden met deze andere bronnen van NO_x, dan zou het relatieve aandeel van ISVAG op het vlak van NO_x concentraties nog lager zijn. Hieruit blijkt ook dat het aandeel van de toekomstige installatie lager ligt dan dat van de huidige installatie op grondniveau. Er is dus sowieso een nettowinst voor NO_x vervuiling op grondniveau, zowel bij lage als bij hogere windsnelheden.



Figuur 9: Hoeveelheid NO_x op het lokale grondniveau met het aandeel van de huidige ISVAG installatie (blauw), de toekomstige installatie (groen) en van de lokale warmteopwekking (oranje).

Uit dit resultaat blijkt duidelijk dat het elimineren van de oranje balk effectief een grote impact zal hebben op de lokale NO_x concentratie. Die winst kan ook bekeken worden ten opzichte van voertuigen. Als er gerekend wordt met 0,4 g NO_x/km per personenwagen (data uit de UAntwerpen, 2016), komt dit overeen met 2548 voertuigen die binnen een straal van 1 km voorbij ISVAG passeren. Daarnaast is er ook een netto reductie in uitstoot van de toekomstige installatie op grondniveau ten opzichte van de huidige installatie. Dit komt neer op een reductie van 376 wagens. De nieuwe installatie zal dus een dagelijkse totale NO_x vermindering hebben van bijna 3000 auto's, die binnen een straal van 1 km voorbij ISVAG passeren.

Bij hogere windsnelheden is het effectieve aandeel van NO_x dat ter plaatse aan de grond komt nog kleiner. Er treedt namelijk een verhoogde verdunning op in de atmosfeer. Door de verhoogde verdunning van NO_x bij hogere windsnelheid verandert de verhouding tussen beide aandelen (deel ISVAG tov deel lokale warmteopwekking), waarbij het aandeel van de warmteopwekking zal toenemen, zoals te zien in Figuur 10. Daarnaast speelt de hoogte van de schoorsteen ook een rol: hoe hoger de schoorsteen, hoe beter de verdunning zal zijn en hoe lager de effectieve concentratie aan de grond. Het aandeel van ISVAG is kleiner bij de nieuwe installatie vanwege de lagere uitstoot en de hogere schoorsteen.



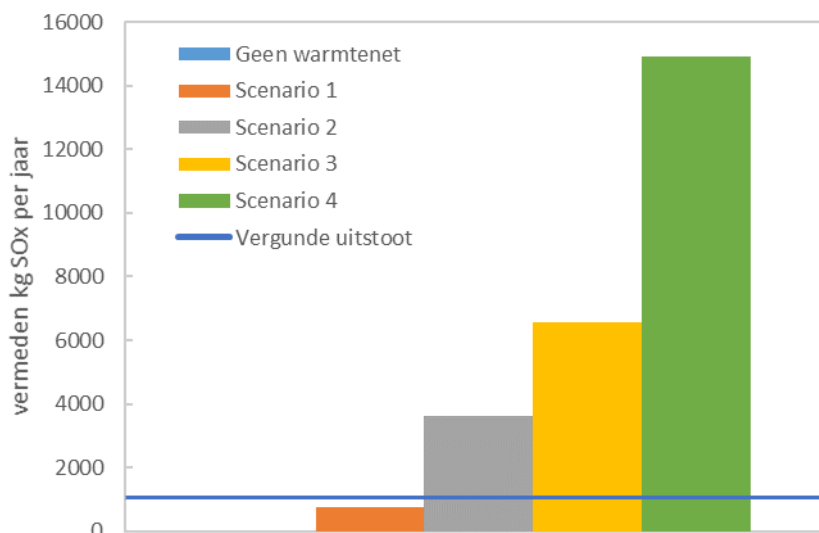
Figuur 10: Bijdrage aan NO_x concentratie op lokaal grondniveau op telkens 1 km van ISVAG door respectievelijk de huidige installatie van ISVAG (blauw), de toekomstige installatie (groen) en lokale warmteproductie bij windsnelheden van 1m/s (links) en 4 m/s (rechts).

Er wordt verwacht dat de absolute hoeveelheid NO_x die op lokaal niveau de grond bereikt nog lager zijn in realiteit. Dit werd reeds aangetoond door de studie van UAntwerpen in 2016 waaruit bleek dat de effectieve NO_x concentraties aan de grond lager was dan de theoretisch berekende waarden uit ALOHA, die als referentie werden gebruikt.

3.2. SO_x

Als tweede component wordt SO_x bestudeerd. Deze component is als luchtvervuilingscomponent tegenwoordig minder gekend, maar was in het verleden gekend als belangrijke pollutant bij zure regen.

Als hiervan de vermeden emissies berekend worden, blijkt dat het installeren van een warmtenet een direct effect zal hebben op de totale emissies van SO_x. Zelfs in scenario 1 is de reductie die bekomen kan worden bijna even groot als de uitstoot die ISVAG in zijn hele productieproces opneemt zoals duidelijk te zien in Figuur 11.



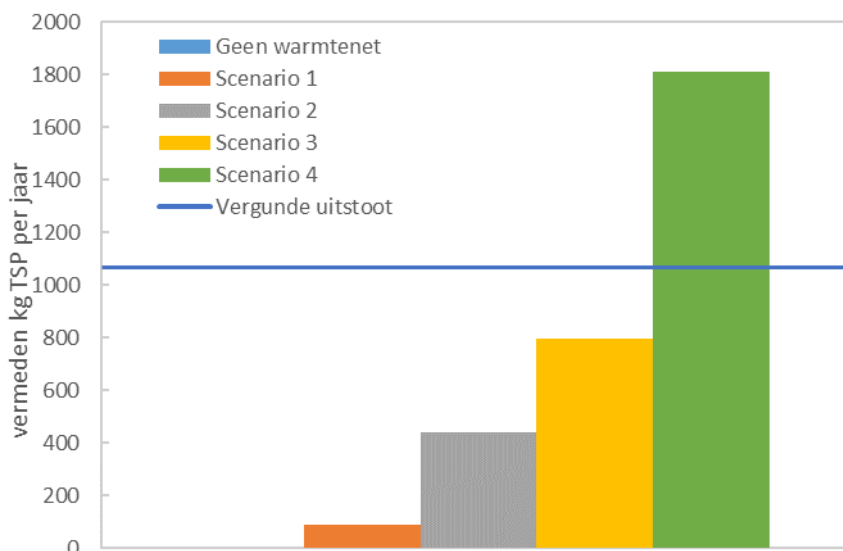
Figuur 11: De vermeden emissies van SO_x, uitgedrukt in kg per jaar. De blauwe lijn geeft de totale vergunde uitstoot van ISVAG weer in kg/jaar.

SO_x uitstoot is volgens VMM grotendeels afkomstig van industrie en energieopwekking. Hierdoor is het onmogelijk om een courante vergelijking te maken met bijvoorbeeld wagens, iets dat voor de andere componenten wel mogelijk is.

3.3. TSP

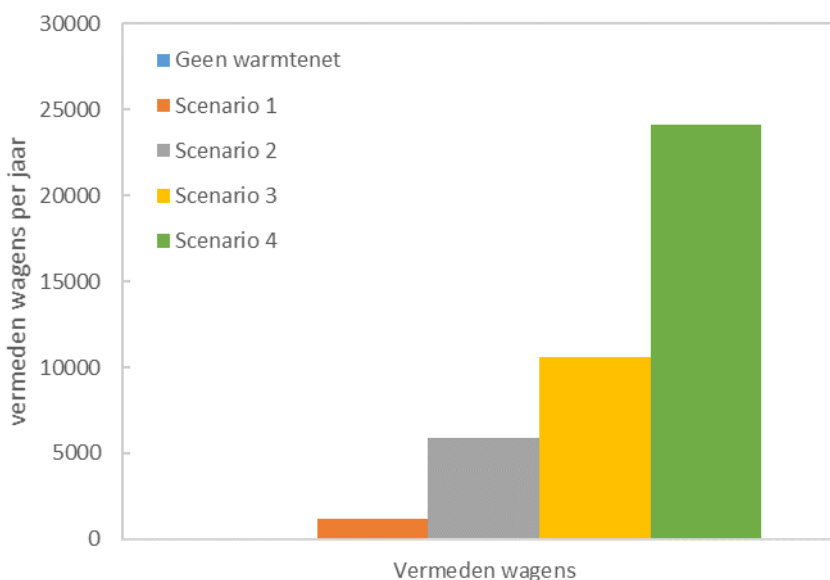
Als derde component wordt gekeken naar fijn stof. Er is hierbij gekozen om de brede groep van alle gesuspendeerde partikels te beschouwen (TSP).

Ook voor deze component wordt gekeken wat het aandeel vermeden emissies is door de implementatie van een warmtenet. Hiervoor wordt de vraag naar warmte van de individuele gezinnen samen met de uitstoot van ISVAG weergegeven. Vervolgens wordt een toename in warmteproductie gesimuleerd volgens de verschillende scenario's waarbij het aandeel van warmteopwekking van gezinnen verminderd. Dit resulteert uiteindelijk in een aandeel vermeden emissies. Voor TSP is deze fractie weergegeven in Figuur 12. Hieruit blijkt dat er een substantiële emissiereductie kan verwezenlijkt worden door het warmtenet. Bij volledige ontplooiing van het huidige geplande net (scenario 2) loopt dit al op tot bijna 400 kg, terwijl dit bij de volledige capaciteit oploopt tot meer dan 1,8 ton.



Figuur 12: De vermeden emissies van TSP, uitgedrukt in kg per jaar. De blauwe lijn geeft de totale uitstoot van ISVAG weer in kg/jaar.

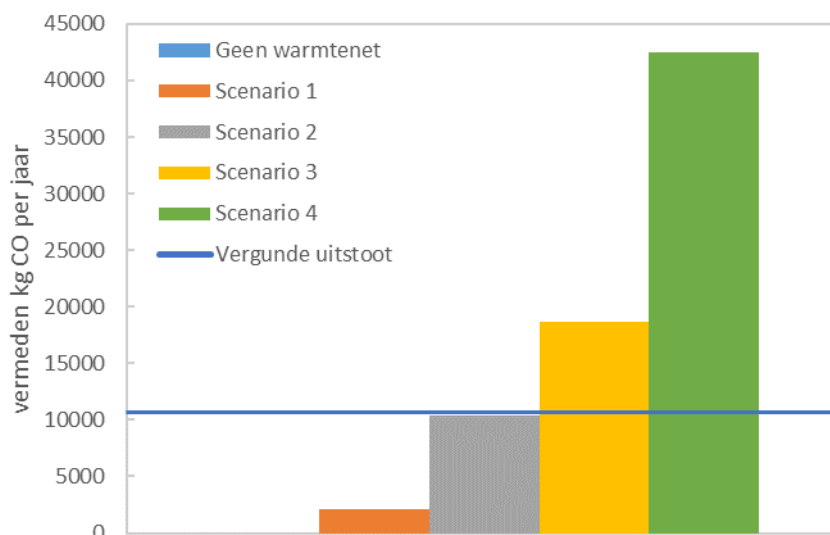
Om net zoals bij NO_x de emissies van TSP meer tastbaar te maken, wordt de vergelijking opnieuw gemaakt met de emissies van wagens. Hierbij wordt gekeken naar de emissies die een EURO VI wagen (norm is 0,005 g/km) uitstoot waarmee gemiddeld 15000 km/jaar gereden wordt. Dit geeft de cijfers die zijn weergegeven in Figuur 13. Uit deze cijfer kan geconcludeerd worden dat de implementatie van Terbekehof (scenario 1) de reductie van een 1000 voertuigen zou betekenen in emissies, waarbij dit oploopt tot iets meer dan 10000 voertuigen bij scenario 3 en tot 25000 voertuigen bij scenario 4.



Figuur 13: De vermeden emissies van TSP, uitgedrukt in aantal voertuigen (Euro VI) die gemiddeld 15000 km/jaar afleggen.

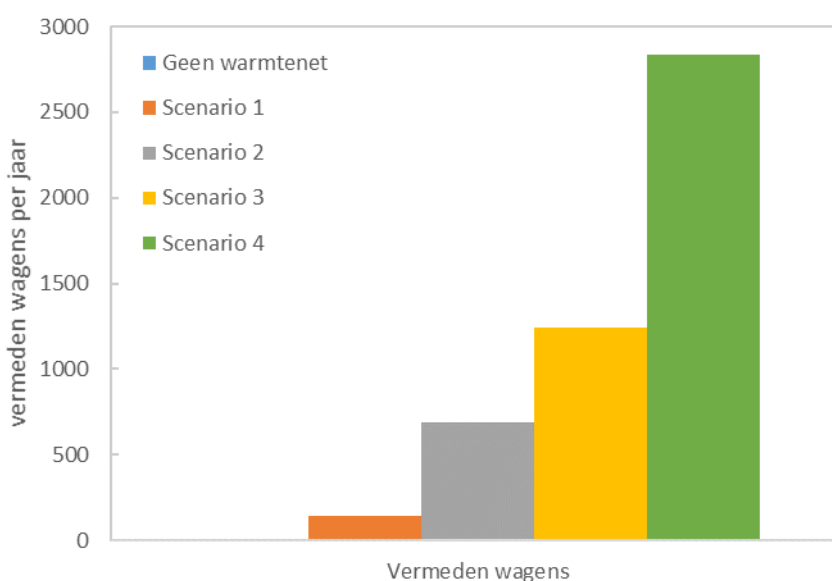
3.4. CO

De vermeden emissies worden analoog berekend aan de vermeden NO_x, SO_x en TSP emissies. Figuur 14 toont dat elk scenario bijdraagt tot CO emissiereductie met de meest significante reductie van jaarlijks meer dan 40 ton CO in scenario 4. Het geplande scenario 2 draagt bij tot een emissiereductie die ongeveer even groot is als de totale uitstoot van ISVAG.



Figuur 14: De vermeden CO emissies, uitgedrukt in kg per jaar. De blauwe lijn geeft de totale uitstoot van ISVAG weer in kg/jaar.

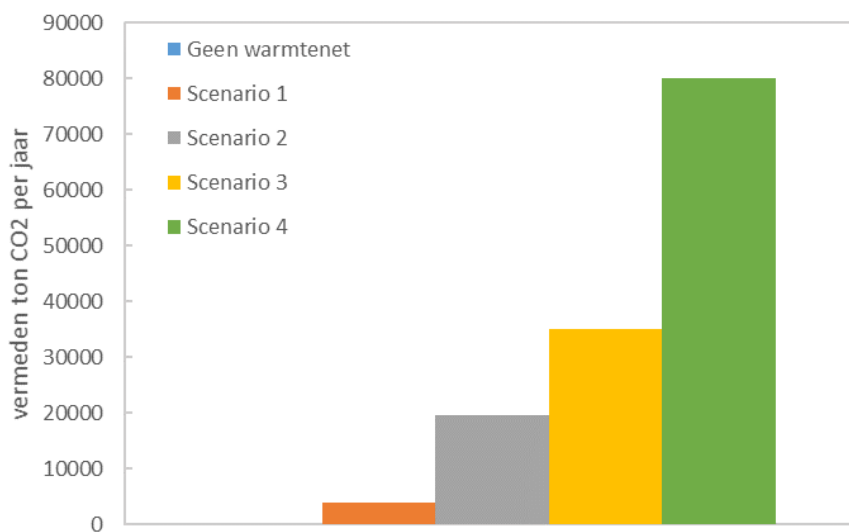
Ook voor CO is het mogelijk om een meer tastbare maat te gebruiken. Hierbij wordt opnieuw gekozen voor voertuigen. Er wordt gekeken naar de emissies die een EURO VI wagen (norm is 1 g/km) uitstoot waarmee gemiddeld 15000 km/jaar wordt gereden. Dit geeft de cijfers die zijn weergegeven in Figuur 15. Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat de implementatie van het warmtenet evenveel uitstoot kan reduceren als 2600 wagens die een jaar lang rondrijden.



Figuur 15: De vermeden emissies van CO, uitgedrukt in aantal voertuigen (Euro VI) die gemiddeld 15000 km/jaar afleggen.

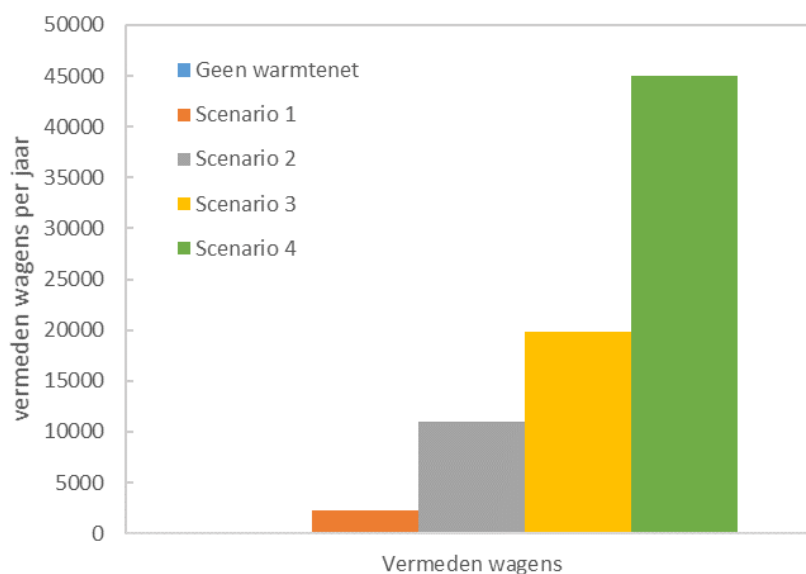
3.5. CO₂

Bij afvalverbranding komt er 0,7 tot 1,2 ton CO₂ vrij per ton afval dat verbrand wordt (IPCC, 2001). Hiervan wordt slechts een fractie van 33 tot 50% als broeikasgas beschouwd omdat er een biogene fractie (planten, voedsel, ...) in het afval aanwezig is die CO₂ zal vormen (IPCC, 2001). Daarnaast is CO₂ een broeikasgas dat vooral in de atmosfeer een effect heeft en dit op mondiaal vlak, niet op regionaal of lokaal vlak. Daarom is het niet zinvol om een vergelijking te gaan maken met de uitstoot van ISVAG zelf. Het is echter wel zinvol om te kijken naar de effectieve uitstootreductie van CO₂ die zal ontstaan door de implementatie van het warmtenet en dus de afname van fossiele brandstoffen als energiebron bij gezinnen. De reductie van CO₂ is weergegeven in Figuur 16.



Figuur 16: De vermeden emissies van CO₂, uitgedrukt in kg per jaar.

De impact van CO₂ emissiereductie voor de verschillende scenario's vergeleken met de uitstoot van een auto (gemiddeld 118,5 g CO₂/km en 15000 km/jaar) is weergegeven in Figuur 17.



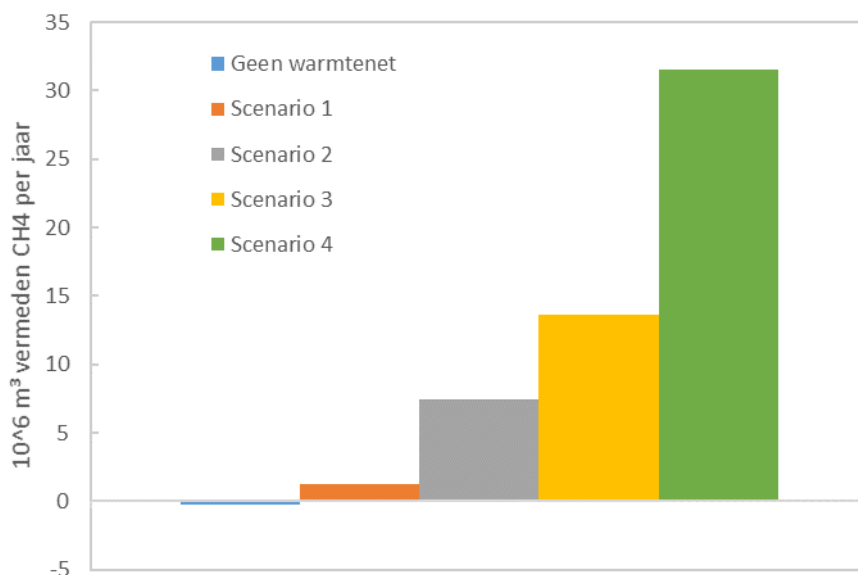
Figuur 17: De vermeden emissies van CO₂, uitgedrukt in aantal voertuigen (Euro VI) die gemiddelde 15000 km/jaar afleggen.

Hieruit blijkt dat de impact van het warmtenet op de CO₂ uitstoot in het geplande scenario 2 overeenkomt met 10000 wagens. Bij volledige gebruik van de beschikbare warmte komt dit overeen met bijna 45000 wagens.

3.6. CH₄

Het gebruik van CH₄ is bij ISVAG beperkt tot het gebruik als steunbrandstof bij opstarten van de verbrandingsoven. In dit geval is de emissie zeer beperkt (enkel te wijten aan die opstart). Langs de andere zijde gebruikt 85% van alle gezinnen aardgas om hun warmte te produceren. Voor elke GWh aan opgewekte warmte zal er 0,85 GWh gebruikt worden om aardgasinstallaties bij gezinnen te vervangen en dus ook het verbruik aan CH₄ te reduceren. De conversie van GWh naar m³ aardgas gebeurt op basis van de conversieparameters van de VREG. Hierbij wordt uitgegaan van laag-calorisch gas (conversie is 10,3 KWh = 1 m³), hetgeen in de meeste gemeenten waar de warmtenet zou geplaatst worden momenteel gebruikt wordt.

In Figuur 18 worden deze reducties weergegeven. Hierbij wordt steeds rekening gehouden met het verbruik dat de verbrandingsinstallatie zelf heeft tijdens de opstartfase (wordt afgetrokken van de vermeden emissies).



Figuur 18: Vermeden emissies van CH₄, uitgedrukt in 10⁶ m³ per jaar. Een negatieve waarde wil zeggen dat er verbruik is en geen afname.

Uit deze cijfers blijkt dat er tot 30 miljoen m³ aardgas verbruik vermeden kan worden door de aanwezigheid van het warmtenet. Dit is een belangrijk gegeven als er rekening wordt gehouden met volgende twee elementen:

- CH₄ heeft een hoger broeikaspotentieel dan CO₂. Het *Global Warming Potential* (GWP) van CH₄ is 25 terwijl dat van CO₂ op 1 ligt.
- De meeste CH₄ emissies in de sector Energie zijn afkomstig van lekkage tijdens productie, transport en distributie (VMM, 2018). Exacte cijfers ivm verlies zijn zeer afhankelijk van verschillende elementen:
 - Kwaliteit van het aardgasnet
 - Soort leidingen dat gebruikt wordt
 - De druk in het leidingsysteem

Dit maakt het globaal moeilijk om een exact cijfer op het verlies te plaatsen. In sommige gevallen kan dit oplopen tot enkele percenten (California Energy Commission, 2018)

Op basis van de twee bovenstaande gegevens is het duidelijk dat een vermindering in gebruikt CH₄ een positief effect zal hebben op het verlies van CH₄ naar de atmosfeer bij productie, transport en distributie. Ook op deze manier draagt het warmtenet bij aan een verbeterde atmosfeer en minder GWP.

4. Conclusie

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de implementatie van een warmtenet een significante reductie veroorzaakt van de totale lokale uitstoot die anders zou ontstaan door warmteopwekking in residentiële woningen en in de tertiaire sector. Dit geldt voor alle onderzochte componenten (NO_x, SO_x, fijn stof, CO en CO₂). Bij de eerste scenario's, met een minimale warmteafname, is dit potentieel al duidelijk voor SO_x en CO. Voor NO_x en fijn stof is een hogere warmteopwekking nodig, maar zoals te zien is in het laatste scenario, waar het volledige theoretische potentieel wordt gebruikt, is de vergunde uitstoot van ISVAG voor alle componenten uiteindelijk lager dan de emissies afkomstig van decentrale warmteopwekking (als vermeden emissies weergegeven). Dit wil zeggen dat er netto een vermindering is van de effectieve uitstoot in de omgeving door de plaatsing en implementatie van het warmtenet van ISVAG ten opzichte van decentrale warmteopwekking. Dit zou niet het geval zijn wanneer ISVAG zich op een andere locatie zou bevinden waarbij de implementatie van een warmtenet niet tot de opties behoort.

Die vermeden emissies kunnen ook omgezet worden in een tastbaardere eenheid. Hiervoor wordt gekeken naar de emissies afkomstig van een Euro VI wagen (diesel of benzine) waarbij de hoogste uitstoot wordt meegenomen. Er wordt uitgegaan van een wagen die gemiddeld 15000 km per jaar aflegt. Voor de CO₂ uitstoot wordt het gemiddelde van het volledige wagenpark gebruikt, zijnde 118,5 g CO₂/km. SO_x uitstoot wordt niet meegenomen. In Tabel 8 staat het aantal voertuigen weergegeven waarmee de vermeden emissies overeenkomen.

Tabel 8: Samenvatting van de vermeden emissies uitgedrukt in aantal vermeden Euro VI wagens per jaar wanneer deze gemiddeld 15000 km per jaar rijden.

Scenario	Warmteproductie	Vermeden # wagens Euro VI (15000 km/j)			
		NO _x	TSP	CO	CO ₂
	(GWh)				
Ref	0	0	0	0	0
1	19	2907	1190	140	2222
2	94	14382	5888	691	10994
3	188	25887	10599	1245	19790
4	428	58935	24129	2834	45054

Op de A12 ter hoogte van ISVAG passeren dagelijks ongeveer 50000 auto's (schatting op basis van verkeersindicatoren Vlaams verkeerscentrum) (Vlaams verkeerscentrum, 2018). Als de uitstoot van deze voertuigen (obv de Euro VI norm en een gemiddelde van 15000 km/j) vergeleken wordt met de vermeden emissies van het warmtenet, is het duidelijk dat voor NO_x in scenario 4 de reductie groter is dan de uitstoot die veroorzaakt wordt door het aantal auto's dat dagelijks bij ISVAG passeert. Ook voor CO₂ komen de vermeden emissies in de buurt van het aantal auto's dat dagelijks langs komt.

Uit deze resultaten komt zeer duidelijk naar boven dat het effect van een warmtenet op de omgeving zeer groot kan zijn en dit voor zowel de belangrijkste luchtvervuilingscomponenten als op de emissies van broeikasgassen. Hierbij valt tevens op dat dit effect al aanwezig is bij kleinere afname voor een aantal pollutanten. Langs de andere zijde is het ook duidelijk dat er moet gestreefd worden om een zo uitgebreid mogelijk warmtenet uit te rollen omdat hierbij de impact op de pollutanten nog sterk toeneemt. Zo veroorzaken de installatie en het warmtenet, ondanks de uitstoot die daarmee gepaard gaat, toch een netto daling van de lokale emissies. Het is dus belangrijk om dergelijke installatie en het warmtenet te voorzien op een locatie met een grote warmtevraag.

Tot slot nog de bemerking dat in deze studie enkel wordt gekeken naar de emissiereductie veroorzaakt door warmteopwekking, vanwege het lokale karakter ervan. Er is daarnaast ook nog de reductie van emissies die te maken hebben met de elektriciteitsopwekking die naast de warmte geproduceerd wordt. Het potentieel van deze elektriciteitsopwekking is relevant gezien het steeds noodzakelijk zal zijn om de niet-herbruikbare en niet-recycleerbare fractie van het afval te verbranden met energierugwinning.

5. Referenties

California Energy Commission, 2018 – Rapport “Natural Gas Methane Emissions From California Homes”

EEA, 2016 - “EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016. Small Combustions”

Geopunt Vlaanderen, 2018 – www.geopunt.be

IPCC, 2001 – Rapport “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”

ISVAG, 2018 – Data afkomstig van correspondentie met ISVAG

KMI, 2019

UA Antwerpen, 2016. Vergelijkend studie van de luchtemissies van ISVAG

VITO, 2015 – Rapport “Warmte in Vlaanderen – 2015”

VITO, 2017 – Rapport “Energetische evaluatie van mogelijke alternatieve inplantingslocaties van de nieuwe verbrandingsoven van ISVAG”

Vlaams Verkeerscentrum, 2018 – Verkeersindicatoren 2018 – geraadpleegd op 20/12/2018

VMM, 2018 – Rapport “Uitstoot van de broeikasgassen in Vlaanderen, 2000-2016”

Workshop Warmtenetten, 2018 – Presentatie Fluvius “Hoe bouwt Fluvius mee aan een klimaatneutrale stad? Strategie en praktijkvoorbeelden Antwerpen Zuid en Blue Gate.”