

RAPPORT

Stikstofdepositieonderzoek AMA Methanolfabriek

Onderzoek in het kader van het MER en de
vergunningaanvraag

Klant: Advanced Methanol Amsterdam

Referentie: BG9634IBRP015.D04

Status: Definitief/D04

Datum: 28 mei 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Stikstofdepositieonderzoek AMA Methanolfabriek

Ondertitel:
Referentie: BG9634IBRP015.D04
Status: D04/Definitief
Datum: 28 mei 2021
Projectnaam: AMA Methanolfabriek
Projectnummer: BG9634
Auteur(s): Bram Geensen

Opgesteld door: Bram Geensen

Gecontroleerd door: Leendert Corbijn

Datum: 28 mei 2021

Goedgekeurd door: Mariëtte Voets

Datum: 28 mei 2021

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Wettelijk kader	2
3	Situatie beschrijving	4
3.1	Ligging	4
3.2	Activiteiten	4
3.3	Emissiebronnen	5
3.3.1	116: Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie (E3)	5
3.3.2	360: Schoorsteen procesfornuis Autothermische reformer (ATR) (E6)	5
3.3.3	730: Fakkels (E7)	5
3.3.4	735: Afgasbehandeling en pilot plant (E6)	5
3.3.5	735: Afgasbehandeling koolwaterstof product	6
3.4	Uitvoeringsvarianten MER	6
3.5	Samenvatting	7
4	Emissies bouwfase	9
4.1	Mobiele werktuigen	9
4.1.1	Overzicht werktuigen	9
4.1.2	Berekening emissies	9
4.2	Verkeersaantrekkende werking	11
5	Emissies gebruiksfase	12
5.1	Mobiele werktuigen	12
5.1.1	Verkeersaantrekkende werking	12
5.2	116: Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie	13
5.2.1	Rookgasconcentratie	13
5.2.2	Rookgasdebiet	13
5.2.3	Emissievracht	14
5.3	360: Schoorsteen procesfornuis ATR	14
5.3.1	Emissieconcentraties	14
5.3.2	Rookgasdebiet	15
5.3.3	Emissievracht	15
5.4	735: Afgasbehandeling en pilot plant	15
5.4.1	Emissieconcentratie	15
5.4.2	Rookgasdebiet	16
5.4.3	Emissievracht	16
5.5	735: Afgasbehandeling koolwaterstof product	16
5.5.1	Emissieconcentratie	16
5.5.2	Rookgasdebiet	16
5.5.3	Emissievracht	16

5.6	Fakkel	17
5.6.1	Rookgasconcentratie	17
5.6.2	Rookgasdebiet	17
5.6.3	Emissievracht	17
5.7	Samenvatting emissies uitvoeringsvarianten	18
6	Modelinvoer en resultaten	19
6.1	Modelinvoer	19
6.2	Resultaten	19
7	Conclusie	20

Bijlagen

Bijlage I	Berekening debiet flare
Bijlage II	Berekening arbeid flare
Bijlage III	AERIUS berekening bouwfase
Bijlage IV	AERIUS berekening uitvoeringsvariant 1a
Bijlage V	AERIUS berekening uitvoeringsvariant 1b
Bijlage VI	AERIUS berekening uitvoeringsvariant 2a
Bijlage VII	AERIUS berekening uitvoeringsvariant 3b
Bijlage VIII	Samenstelling brandstof procesfornuis ATR
Bijlage IX	Onderbouwing emissies eenheid 360

1 Inleiding

In opdracht van Advanced Methanol Amsterdam bv (hierna AMA) heeft Royal HaskoningDHV stikstofdepositieberekeningen uitgevoerd voor de realisatie en gebruik van een installatie voor de productie van methanol uit reststoffen (pellets gemaakt van B-hout en refuse-derived fuel) door middel van vergassingstechnologie. De voorgenomen activiteiten vinden plaats in het westelijk havengebied, Amsterdam Westpoort, nabij de bestaande inrichtingen van PARO Amsterdam bv en Zenith Terminal.

Voor de nieuw op te richten methanol fabriek wordt een omgevingsvergunning milieu in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) aangevraagd. Daarbij is sprake van een m.e.r.-plicht, waardoor voor de voorgenomen activiteiten een Milieueffectrapport (MER) is opgesteld. Voor het MER zijn in dit rapport voor verschillende uitvoeringsvarianten de stikstofemissies en -depositie bepaald.

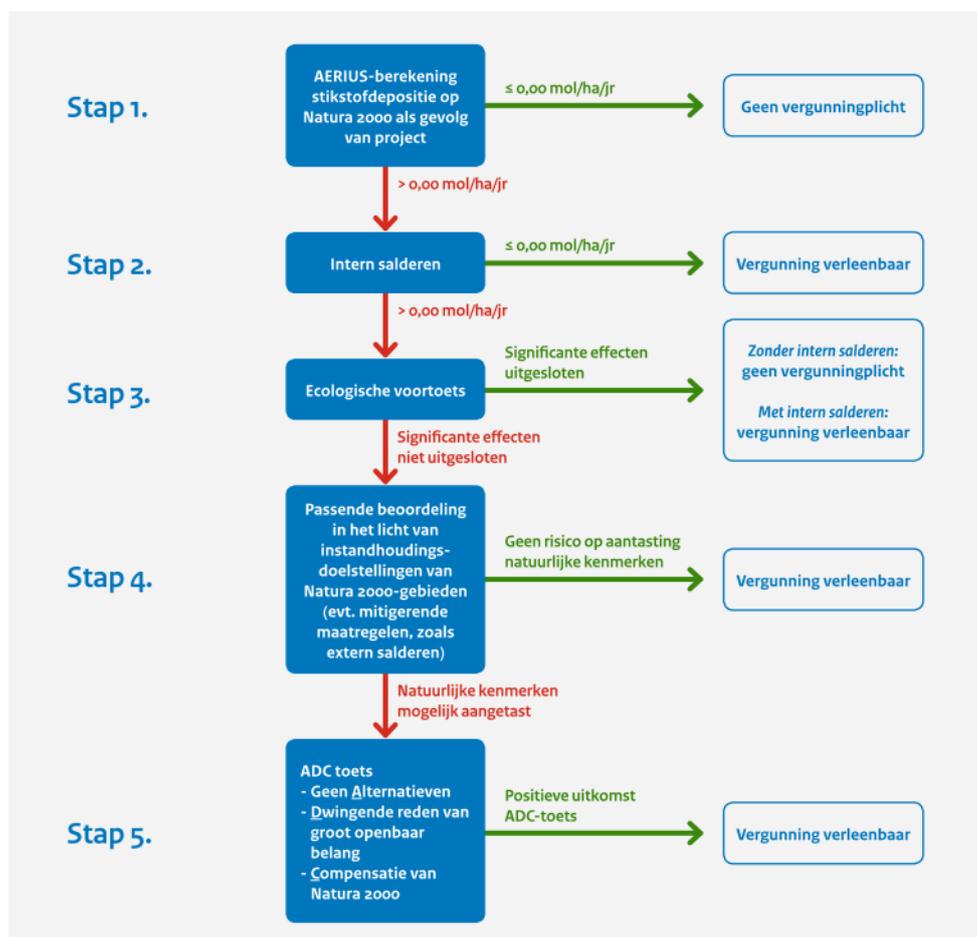
Het doel van dit rapport is inzichtelijk te maken of en in welke mate significant negatieve effecten optreden binnen omliggende Natura 2000-gebieden als gevolg van de voorgenomen activiteiten.

Leeswijzer: in hoofdstuk 2 zijn het wettelijk kader en provinciale beleidsregels toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de verschillende uitvoeringsvarianten die in het kader van het MER zijn onderzocht. In hoofdstuk 4 zijn de emissies voor de bouwfase gegeven. Een toelichting op de verschillende varianten en de wijze waarop de stikstofemissies zijn bepaald, is opgenomen in hoofdstuk 5. De modelinvoer en resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 6. Tot slot is in hoofdstuk 7 de conclusie van het onderzoek gepresenteerd.

2 Wettelijk kader

De Wet natuurbescherming (Wnb) schrijft voor dat activiteiten getoetst moeten worden om na te gaan of significant negatieve effecten, achteruitgang van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden, wel of niet kunnen worden uitgesloten.

Om te toetsen of voor een nieuwe activiteit, of een wijziging van een bestaande activiteit, een vergunningplicht geldt in het kader van de Wnb is door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties een beslisboom opgesteld (zie Figuur 1).



Figuur 1: Beslisboom toestemmingsverlening stikstofdepositie bij nieuwe activiteiten.

Negatieve effecten op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden kunnen uitgesloten worden bij een stikstofdepositiebijdrage van $\leq 0,00 \text{ mol}/(\text{ha} \cdot \text{jaar})$. Als dit het geval is dan geldt voor dit project volgens stap 1 in Figuur 1 geen vergunningplicht in het kader van de Wnb.

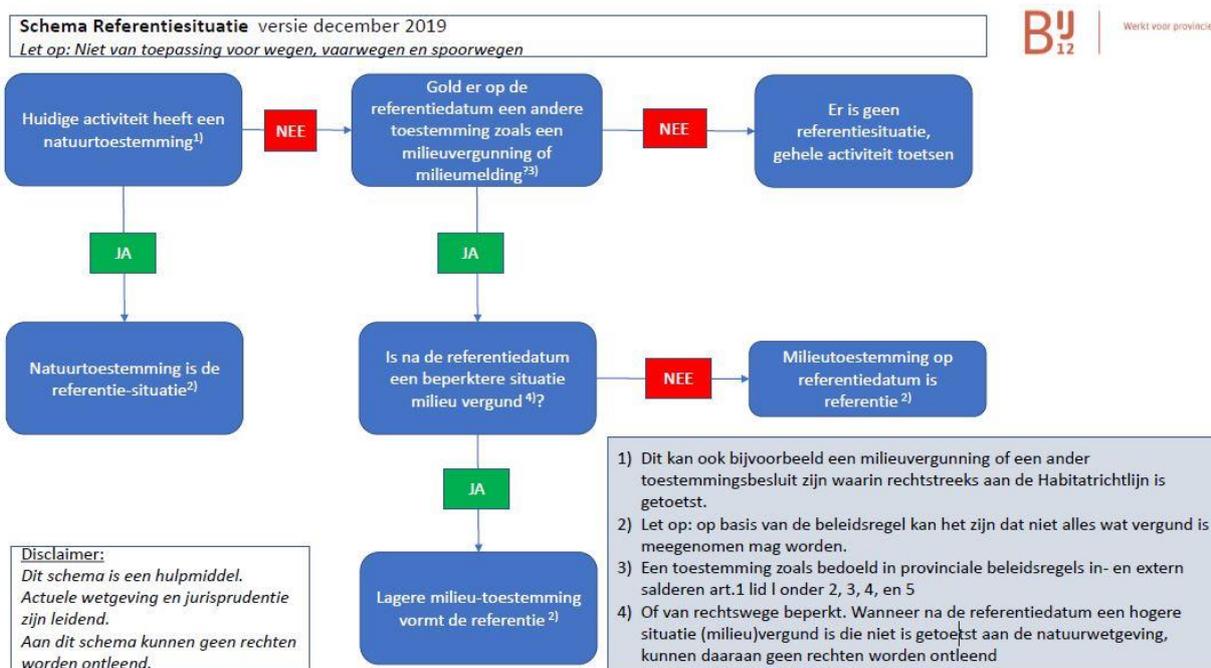
Een activiteit of project dat een depositie van meer dan $0,00 \text{ mol}/(\text{ha} \cdot \text{jaar})$ veroorzaakt kan significant negatieve effecten veroorzaken, waarvoor een vergunningplicht geldt in het kader van de Wnb. Voor de nieuw op te richten methanol fabriek is sprake van een nieuwe activiteit, waardoor interne saldering van de als gevolg van de realisatie van deze activiteit optredende depositie niet mogelijk is (stap 2 in de beslisboom). Indien de depositie meer dan $0,00 \text{ mol}/(\text{ha} \cdot \text{jaar})$ bedraagt, zal middels een ecologische voortoets (stap 3) onderzocht moeten worden of significante effecten als gevolg van de optredende

stikstofdepositie zijn uit te sluiten, bijvoorbeeld als de depositie optreedt binnen hectares waarvan de kritische depositiewaarde (KDW) niet wordt overschreden.

Wanneer op basis van de ecologische voortoets significant negatieve effecten niet vallen uit te sluiten, kan extern salderen als mitigerende maatregel worden meegenomen. Extern salderen houdt in dat depositie veroorzakende activiteiten buiten het project of de locatie worden gereduceerd of beëindigd. De saldogever, het bedrijf dat haar stikstof emitterende activiteiten reduceert of beëindigt, draagt stikstofemissies over aan de saldo-ontvanger.

De 'Provinciale beleidsregel intern en extern salderen' van de Provincie Noord-Holland geven op het moment van schrijven het beleidskader voor toestemmingsverlening op basis van extern salderen.

Conform de beleidsregel is het hierbij noodzakelijk om als eerste de zogenaamde referentiesituatie voor de saldogever in kaart te brengen. Deze referentiesituatie wordt gebruikt om te bepalen welke stikstofemissies kunnen worden overgedragen tussen saldogever en -ontvanger. Het huidige beleid ten aanzien van de bepaling van de referentiesituatie is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Schema voor het bepalen van de referentiesituatie.

Conform de 'Provinciale beleidsregel intern en extern salderen' van de Provincie Noord-Holland mag vervolgens uitsluitend gesaldeerde worden met de feitelijk gerealiseerde capaciteit. Voor extern salderen mag maximaal 70% van de stikstofemissie van de feitelijk gerealiseerde capaciteit van de saldogevende activiteit worden betrokken. Hiervan kan afgeweken worden indien het project noodzakelijk is ten behoeve van de realisatie van de doelen in een Natura 2000-gebied.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van intern en/of extern salderen dient een vergunning in het kader van de Wnb te worden aangevraagd. Er volgt dan een passende beoordeling in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

3 Situatie beschrijving

3.1 Ligging

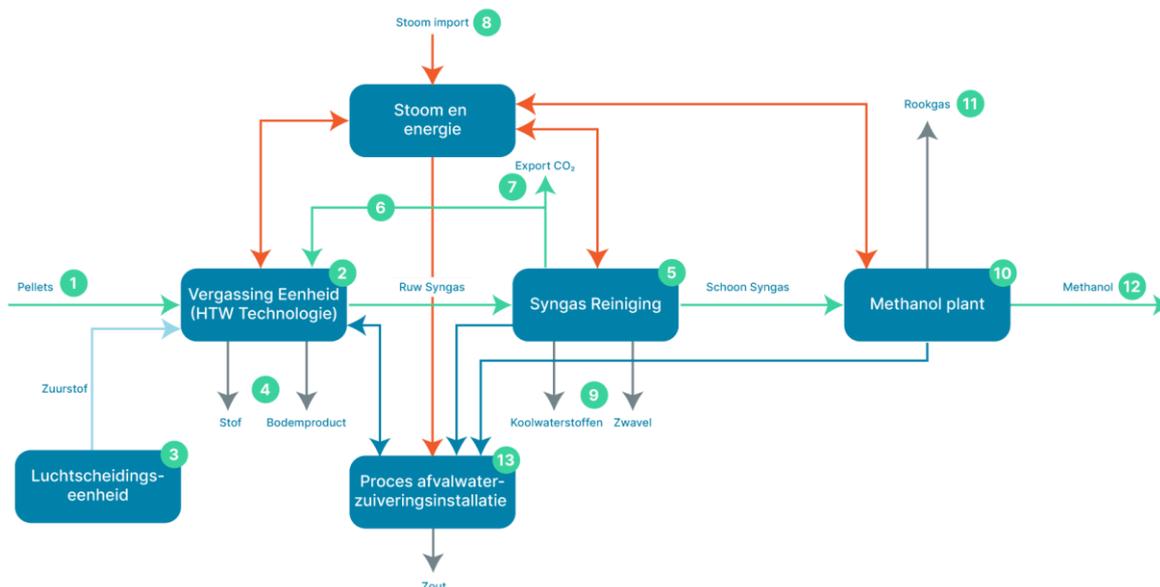
De methanol fabriek zal gerealiseerd worden op een nu nog braakliggend terrein aan de Hornweg in het Amsterdamse havengebied, ten oosten van Zenith en ten zuiden van PARO. Voeding voor de vergassingsinstallatie wordt geleverd door PARO in de vorm van pellets gemaakt van B-hout en refuse-derived fuel (RDF). De geproduceerde methanol wordt tijdelijk opgeslagen in dagtanks op de AMA productielocatie en vervolgens overgepompt naar Zenith, waar het wordt gemengd tot biobrandstof.

3.2 Activiteiten

Het voorgenumen initiatief van AMA betreft het realiseren van een installatie voor de productie van methanol uit pellets door middel van vergassingstechnologie. Voor de vergassing van de pellets maakt AMA gebruik van gemodificeerde HTW™-vergasingsstechnologie. De installatie zet pellets om in synthesegas dat vervolgens wordt opgewerkt tot methanol.

De pellets worden geleverd door het nabijgelegen PARO en worden geproduceerd uit het restproduct van de verwerking van niet-recyclebaar B-hout en 'refuse-derived fuel' (RDF). RDF is een mix van niet-recyclebaar huishoudelijk- en bedrijfsafval en heeft een hoge energiewaarde. Vanuit PARO worden de pellets per elektrische vrachtwagen naar de AMA productielocatie gebracht, waar het materiaal in silo's wordt opgeslagen voordat het in de vergassinginstallatie wordt gebracht.

Het geproduceerde methanol wordt tijdelijk opgeslagen in dagtanks op de AMA productielocatie en vervolgens overgepompt naar Zenith, waar het wordt gemengd tot biobrandstof. In onderstaande figuur is een vereenvoudigd weergave gegeven van het productieproces.



Figuur 3 Vereenvoudigd blokschema van het productieproces.

3.3 Emissiebronnen

Hieronder volgt een overzicht van de stikstofemissies binnen de verschillende productie-eenheden. Alleen die eenheden waar emissies van stikstof optreden worden behandeld.

3.3.1 116: Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie (E3)

Gedurende het opstarten van de installatie wordt warmte toegevoegd aan het vergassingsproces. Deze warmte wordt geleverd door een stookinstallatie met een vermogen van 2,4 MW_{th}. De brander wordt gestookt op aardgas. Het rookgas wordt geëmitteerd via een uitlaat binnen eenheid 116¹. Het emissiepunt wordt in de procesbeschrijving M18 aangegeven met E3. De bedrijfsvoering voorziet in twee starts per jaar. De brander wordt per start ca. 22 uur ingezet. De emissieduur bedraagt 44 uur/jaar.

3.3.2 360: Schoorsteen procesfornuis Autothermische reformer (ATR) (E6)

In de ATR vindt de (katalytische) conversie van spuigas tot syngas plaats. Voordat het gasmengsel de reactor in gaat wordt het mengsel verwarmd tot 650 °C. Deze warmte wordt geleverd door een procesfornuis met een vermogen van 4,1 MW_{th}. Als brandstof wordt de spuistroom gebruikt uit de ATR. Ook worden een aantal afvalstromen uit de destillatie gebruikt en worden op deze manier veilig vernietigd. Het restant benodigde brandstof wordt verkregen uit aardgas en/of schoon synthese gas. Een overzicht van de samenstelling van de brandstoffen is gegeven in bijlage VIII.

Het rookgas van het fornuis wordt gereinigd middels selectieve katalytische reductie (SCR) ter reductie van de NO_x emissie. Door een combinatie van technieken, die ieder afzonderlijk voldoen aan BBT geassocieerde emissieniveau's (GEN's), wordt een emissieconcentratie van 1 ppm NO_x en 0,3 ppm NH₃ behaald. Een onderbouwing van deze technieken, BBT GEN's en de motivatie van leveranciers in welke situaties deze emissieniveau's zijn gerealiseerd is gegeven in bijlage IX. De schoorsteen wordt in de procesbeschrijving M18 aangegeven met emissie punt E6. De emissieduur bedraagt 8.000 uur/jaar.

3.3.3 730: Fakkels (E7)

In het geval van onvoorziene bedrijfsomstandigheden worden hier gassen afgefakkeld. Ook tijdens het opstarten van het proces maakt AMA gebruik van de fakkels. De bedrijfsvoering voorziet in tweemaal opstarten en afsluiten van het proces per jaar. Tijdens afsluiten emitteert de fakkels ca. 4 uur, tijdens opstarten ca. 19 uur. De emissieduur van het affakkelen bedraagt 46 uur/jaar. Daarnaast beschikt de fakkels over een waakvlam van 0,1 MW_{th}. De brandstof voor de waakvlam is aardgas. De emissieduur van de waakvlam bedraagt 8.000 uur/jaar. Het emissiepunt fakkels wordt in de procesbeschrijving M18 aangegeven als E7.

3.3.4 735: Afgasbehandeling en pilot plant (E6)

In uitvoeringsvariant 2a wordt verkend wat het effect is als overtollige afgassen met een hoge calorische waarde en processtromen uit de pilot plant worden verwerkt binnen een eigen afgasbehandeling. De afgassen die verwerkt worden zijn afkomstig uit de Zwavelterugwinning (260), CO₂ behandeling (280), Proces afvalwaterzuiveringsinstallatie (650) en het ruwe syngas uit de pilot plant. Hiervoor wordt een vlamloze thermische oxidator gebruikt, waarbij warmte uit de rookgassen wordt teruggewonnen voor de productie van stoom. De thermische oxidator is 8.000 uur/jaar in gebruik.

¹ In eenheid 116 wordt het ruwe syngas gereinigd middels een gaswasser. Er is geen relatie tussen deze gaswasser en de afvoer van de rookgassen van de stookinstallatie die gebruikt wordt tijdens opstarten, deze rookgassen worden niet over de gaswasser geleid. Enkel de uitlaat van de stookinstallatie bevindt zich binnen het blok (unit) 116.

Het rookgas van de thermische oxidator wordt gereinigd ter reductie van de NO_x emissie. De gereinigde rookgassen worden, gezamenlijk met het rookgas van het ATR procesfornuis, over de schoorsteen van het procesfornuis geëmitteerd. De schoorsteen wordt in de procesbeschrijving M18 aangegeven met emissie punt E6. De pilot plant is gedurende 1.500 uur/jaar in gebruik. Netto bedraagt de emissie gedurende 6.500 uur/jaar de som van rookgassen ATR fornuis en thermische oxidatie afgas. Gedurende 1.500 uur/jaar bedraagt de emissie de som van rookgassen ATR fornuis en thermische oxidatie afgas en pilot plant.

3.3.5 735: Afgasbehandeling koolwaterstof product

Het koolwaterstof product betaamt uit de hogere koolwaterstoffen die in de Zuur gas afscheider (240) worden afgevangen, zie onderdeel 5 in figuur 1. Normaliter wordt dit product, dat voor ca. 85% bestaat uit benzeen, afgevoerd naar een erkende verwerker. Echter, in uitvoeringsvariant 3b wordt verkend wat de effecten zijn als dit product binnen de inrichting als brandstof wordt ingezet voor de productie van stoom. Hiervoor wordt een thermische oxidator gebruikt. Het rookgas van het fornuis wordt gereinigd middels SCR ter reductie van de NO_x emissie. Door een combinatie van technieken, die ieder afzonderlijk voldoen aan BBT GEN's, wordt een emissieconcentratie van 1 ppm NO_x en 0,3 ppm NH₃ behaald. Een onderbouwing van deze technieken, BBT GEN's en de motivatie van leveranciers in welke situaties deze emissieniveaus zijn gerealiseerd is gegeven in bijlage IX. De emissieduur bedraagt 8.000 uur/jaar.

3.4 Uitvoeringsvarianten MER

Voor het MER zijn de volgende varianten onderzocht:

1. Schoorsteenhoogte ATR procesfornuis, 110 meter (1a) versus 80 meter (1b)

Voor de schoorsteen van het ATR procesfornuis is gekeken naar 2 varianten: 110 meter (basis variant, 1a) en 80 meter (variant 1b).

2. Afgasbehandeling eigen verwerking (2a) versus externe verwerking (2b)

Onderzocht is wat de effecten zijn op het milieu indien het overtollig afgas, inclusief processtromen van de pilot plant, wordt behandeld binnen de inrichting. De afgasbehandeling zal bestaan uit een vlamloze thermische oxidator, waarmee een lage NO_x concentratie gerealiseerd kan worden. Het rookgas van deze installatie wordt vervolgens via de schoorsteen van het ATR fornuis geëmitteerd, waarbij warmte wordt teruggewonnen. Deze variant is aangeduid met variant 2a.

3. Koolwaterstof product extern verwerken (3a) versus eigen verwerking (3b)

AMA wil de mogelijkheid verkennen om koolwaterstof product dat vrijkomt tijdens het vergassingsproces, in een eigen stookinstallatie te verwerken en in te zetten, waarbij stoom wordt geproduceerd. Deze variant is aangeduid met variant 3b. Deze variant is uitsluitend onderzocht om de stikstofdepositie van eigen verwerking te onderzoeken.

4. AWZI nul vloeistof afvoer plus (4a) versus lozing afvalwater (4b en 4c)

Voor de waterzuivering zijn verschillende varianten beschouwd:

- Nul vloeistofafvoer Plus (zero liquid discharge, ofwel ZLD+): maximaal terugwinnen van proces afvalwater, waarbij een vaste stof wordt geproduceerd die nuttig toegepast kan worden als (antivries) strooizout (basisvariant, 4a)
- Lozing naar het oppervlaktewater (LOW): eigen zuivering afvalwater en lozing naar het oppervlaktewater (variant 4b)
- Lozing naar de RWZI Westpoort (LRWZI): eigen zuivering afvalwater en lozing naar de RWZI Westpoort (variant 4c)

Variante ZLD+ vormt de basis variant. De varianten waarin afvalwater geloosd wordt, LOW en LRWZI, verschillen onderling niet waar het luchtmissies betreft, daarom is in het volgende alleen variant 4b beschouwd (deze is dus hetzelfde als 4c).

Onderstaand is een samenvatting gegeven van de uitvoeringsvarianten.

Tabel 1 Overzicht MER-varianten.

Basis		Variant	
1a	Schoorsteenhoogte ATR-procesfornuis 110 meter	1b	Schoorsteenhoogte ATR-procesfornuis 80 meter
2a	Eigen afgasbehandeling d.m.v. een vlamloze thermische oxidator	2b	Afgas per pijplijn naar externe verwerker
3a	Externe verwerking koolwaterstof product	3b	Eigen verwerking koolwaterstof product
4a	Zero Liquid Discharge Plus (ZLD+)	4b	Lozing afvalwater op oppervlaktewater (LOW) of RWZI Westpoort (LRWZI)

De varianten 4a en 4b verschillen waar, het luchtmissies betreft, alleen in het aantal benodigde transport bewegingen met (gemotoriseerde) vrachtwagens. De installaties die nodig zijn voor de zout winning in de ZLD+ variant, kristalisator en centrifuge, leveren zelf geen bijdrage aan de luchtmissies vanuit de inrichting. De varianten 4a en 4b verschillen onderling niet waar het emissies vanuit het zuiveringsproces zelf betreft. Deze emissies worden als onderdeel van het afgas ofwel behandeld door middel van een vlamloze thermische oxidator (variant 2a) of per pijplijn afgevoerd naar een externe verwerker (variant 2b).

In de varianten 4b bedraagt het aantal vrachtwagens (niet elektrisch) dat de inrichting aandoet 182 voertuigen per jaar. In variant 4a zijn dit, vanwege de extra afvoer van het gewonnen zout, 194 voertuigen per jaar. Dit verschil is dermate laag dat er geen significant effect wordt verwacht op de stikstofdepositie binnen omliggende Natura 2000-gebieden. Om die reden worden deze varianten niet afzonderlijk vergeleken in het depositieonderzoek. In alle overige varianten wordt gerekend met het hoogste aantal vrachtwagens, namelijk 194 zoals opgegeven voor de basis variant 4a.

3.5 Samenvatting

Tabel 2 geeft een samenvatting van de stikstofemissies binnen de verschillende proces eenheden. Ook worden de aanwezige emissie reducerende maatregelen benoemd.

Tabel 2 Samenvatting stikstofemissies door proceseenheden AMA.

Variant	Stof	Stofklasse	Technieken
116 Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie			
Varianten 1-4	NOx	gA.5	
	NH3	gA.3	
360 Schoorsteen procesformuis ATR			
Variant 1-4	NOx	gA.5	SCR Low-NOx burner, SCR, optimalisatie ontwerp voor verdere verlaging vlamtemperatuur en goede werking SCR, additionele NH3-oxidatie middels katalisator
	NH3	gA.3	
730 Fakkel			
Varianten 1-4	NOx	gA.5	Ontwerp en uitvoering, minimaliseren affakkelen door parallel en partieel in gebruik nemen van proces eenheden
735(a) Afgasbehandeling + pilot plant (emissies via schoorsteen 360)			
Varianten 2a	NOx	gA.5	HCL water (reiniging afgas voor verbranding), vlamloze thermische oxidator, SCR
	NH3	gA.3	
735(b) Afgasbehandeling koolwaterstof product			
Variant 3b	NOx	gA.5	Thermische oxidatie, low-NOx burner, SCR

4 Emissies bouwfase

4.1 Mobiele werktuigen

4.1.1 Overzicht werktuigen

Als onderdeel van de bouwfase worden verschillende mobiele werktuigen ingezet. Tabel 2 geeft een samenvatting van de mobiele werktuigen die actief zijn gedurende de bouwphase. Het aantal en type werktuig, evenals de belasting en duur dat de werktuigen worden ingezet, zijn opgegeven door de opdrachtgever. Het vermogen is afgeleid uit bestaande modellen (referentietype). Om de bijdrage in stikstofdepositie binnen omliggende Natura 2000-gebieden te beperken, wordt aangehouden dat alle werktuigen kunnen voldoen aan EU stage IV, en in sommige gevallen stage V, emissienormen.

Het overzicht in tabel 3 toont de mobiele werktuigen die in de huidige markt nog niet elektrisch kunnen worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld omdat de gebruiksduur per oplaadbeurt te beperkt is, of omdat elektrische varianten nog niet breed worden toegepast en daarmee de kosten bij aanbesteding onevenredig duur zijn. Het streven van AMA is om meer elektrische werktuigen in te zetten ten tijde van de bouw.

Tabel 3: Inzet mobiele werktuigen gedurende bouwphase.

Werktuig	Referentietype	Aantal	Totaal aantal bedrijfsuren	Motor vermogen	Bouwjaar
[-]	[-]	[#]	[uur/jaar]	[kW]	[-]
Heistelling	Woltman THW A-3000 PDS	3	72	349	2015
Shovel	Volvo L70	3	140	130	2015
Minigraafmachine	Kubota KX101-3 Alpha 4	1	100	23	2019
Grote graafmachine (36-90 ton)	CAT 352F	1	90	317	2015
Heftruck	Jungheinrich DFG 550s	1	750	55	2020
Grote verreiker	Manitou MHT-X 10180	1	300	100	2015
Middelgrote verreiker	Manitou MLT 523	1	750	55	2015
Mobiele hijskraan (motor kraan)	Liebherr 1100-4.2	3	450	129	2015
Trekker-dumper combinatie	John Deere 6230R	1	135	100	2015
Compactor (wals)	Hamm HD12	1	20	23	2019

4.1.2 Berekening emissies

De stikstofemissies die vrijkomen bij de inzet van mobiele werktuigen zijn berekend conform de geactualiseerde werkwijze in AERIUS 2020². Voor AERIUS 2020 zijn twee datasets van emissiefactoren voor mobiele werktuigen vrijgegeven waarmee de emissies kunnen worden berekend, namelijk op basis van het brandstofverbruik (gram per liter brandstof), of op basis van de geleverde arbeid (gram per kWh)³.

² TNO, 2020. *Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart (TNO 2020 R11528)*

³ TNO, 2020. *Emissiefactoren voor Stikstofdepositieberekeningen met AERIUS, TNO_getallen_voor_AERIUS_2020v3_mobiele_werktuigen.xlsx*

Bij de emissiefactoren op basis van het brandstofverbruik is onderscheid gemaakt tussen emissies bij belasting en bij stationair draaien.

In dit onderzoek zijn de emissies van de werktuigen gedurende de belasting berekend op basis van de geleverde arbeid. De emissies gedurende het stationair draaien zijn berekend op basis van de geschatte tijdsduur stationair draaien en het daaruit volgende brandstofverbruik.

Het aandeel stationair draaien van werktuigen ligt tussen de 18 en 57 procent van de tijd⁴. Voor de emissieberekening is aangehouden dat alle werktuigen gemiddeld 30% stationair draaien.

De emissies van NO_x en NH₃ van de mobiele werktuigen gedurende belasting zijn berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Emissie belast (kg/jaar)} = \text{Duur belast (uren)} \times \text{Belasting (-)} \times \text{Vermogen (kW)} \times \text{Emissiefactor (gram/kWh)} \div 1000 \quad (1)$$

De belasting en de emissiefactor zijn afhankelijk van het type werktuig en de gegevens hiervan zijn afkomstig uit de dataset voor AERIUS 2020 (tabblad NRMM belast 2020). De emissiefactor van mobiele werktuigen hangt daarnaast af van het bouwjaar en van de vermogensklasse. Voertuigen worden geproduceerd met motoren die moeten voldoen aan de vigerende emissienormering welke afhangt van de vermogensklasse. Om de bijdrage in stikstofdepositie binnen omliggende Natura 2000-gebieden te beperken, wordt aangehouden dat alle werktuigen kunnen voldoen aan EU stage IV, en in sommige gevallen stage V, emissienormen.

Om de emissies van NO_x (stikstofoxiden) en NH₃ (ammoniak) van de mobiele werktuigen gedurende stationair draaien te berekend is eerst het brandstofverbruik in beeld gebracht aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Brandstofverbruik stationair (liter)} = \text{Duur stationair (uren)} \times \text{Brandstofverbruik stationair per liter cilinderinhoud (liter/liter/uur)} \times \text{Cilinderinhoud (liter)} \quad (2)$$

De cilinderinhoud van de werktuigen is onbekend en is berekend op basis van het maximale vermogen aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Cilinderinhoud (liter)} = \text{Vermogen (kW)} \div 20 \text{ (kW/liter)} \quad (3)$$

Op basis van het brandstofverbruik gedurende het stationair draaien zijn de emissies van NO_x (stikstofoxiden) en NH₃ (ammoniak) van de mobiele werktuigen gedurende stationair draaien berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Emissie stationair (kg/jaar)} = \text{Duur stationair (uren)} \times \text{Emissiefactor stationair per liter cilinderinhoud (gram/liter/uur)} \times \text{cilinderinhoud (liter)} \div 1000 \quad (4)$$

De emissiefactoren zijn afkomstig uit de dataset voor AERIUS 2020 (tabblad NRMM onbelast 2020). Deze zijn afhankelijk van de vermogensklasse en de het bouwjaar waarvoor 201# is gehanteerd (10 jaar oud). De totale emissie is uiteindelijk bepaald door emissie gedurende belasting op te tellen bij de emissie gedurende stationair draaien:

$$\text{Emissie totaal (kg/jaar)} = \text{Emissie belast (kg/jaar)} + \text{Emissie stationair (kg/jaar)} \quad (5)$$

⁴ BIJ12, 2020. Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2020

Tabel 4 geeft een samenvatting van de zo berekende emissies.

Tabel 4: Emissieberekening mobiele werktuigen bouwfase.

Materieel	Vermogens klasse	Bedrijfsduur	Bedrijfsduur stationair	Emissievracht	
				[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
[-]	[kW]	[uur/jaar]	[uur/jaar]	[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
Heistelling	300 - 560	72	22	10,9	0,02
Shovel	130 - 300	140	42	9,0	0,02
Minigraafmachine	18 - 37	100	30	7,1	0,00
Grote graafmachine (36-90 ton)	300 - 560	90	27	15,3	0,03
Heftruck	37 - 56	750	225	25,4	0,06
Grote verreiker	75 - 130	300	90	20,4	0,04
Middelgrote verreiker	37 - 56	750	225	28,5	0,07
Mobiele hijskraan (motor kraan)	75 - 130	450	135	31,0	0,06
Trekker-dumper combinatie	75 - 130	135	41	8,6	0,02
Compactor (wals)	18 - 37	20	6	1,4	0,00
Totaal				157,7	0,33

4.2 Verkeersaantrekkende werking

De aan- en afvoer van goederen en personeel leidt tot meer verkeer op de ontsluitende wegen van het bouwterrein. Door de opdrachtgever is een inschatting gemaakt van het benodigd aantal lichte en zware voertuigen dat gedurende de bouwfase de inrichting aandoet. De toename in verkeersintensiteit op de openbare weg dat aan het project toegerekend kan worden wordt bepaald vanaf de bouwlocatie tot aan het kruispunt Australiëhavenweg - Westpoortweg. Voorbij het bovengenoemde kruispunt wordt het verkeer verondersteld te zijn opgenomen in het reguliere verkeersbeeld. Een samenvatting van de emissies als gevolg van de vervoersbewegingen ten behoeve van de bouwfase is gegeven in tabel 5.

Tabel 5: NO_x-emissies als gevolg van de verkeersaantrekkende werking gedurende bouwfase.

Voertuigen	Aantal	Bewegingen	Emissie ¹	
			[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
	[#/jaar]	[#/jaar]	[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
Zwaar vrachtverkeer	618	1.235	14,1	0,3
Personenauto's	11.732	23.464	18,7	1,8

1) Emissies zijn automatisch door AERIUS Calculator berekend (verkeerstype: buitenwegen, filefactor 0%).

5 Emissies gebruiksfase

5.1 Mobiele werktuigen

Het gebruik en de emissies van mobiele werktuigen zijn in alle uitvoeringsvarianten gelijk. Tabel 6 geeft een overzicht van de diesel aangedreven werktuigen die gedurende de gebruiksfase worden ingezet op de AMA-productielocatie. Het aantal en type werktuig, evenals de duur dat de werktuigen worden ingezet, zijn opgegeven door de opdrachtgever. Het vermogen is afgeleid uit bestaande modellen (referentietype).

Tabel 6: Inzet mobiele werktuigen gedurende gebruiksfase.

Werktuig	Referentietype	Aantal	Totaal aantal bedrijfsuren	Motor vermogen
[-]	[-]	[#]	[uur/jaar]	[kW]
Vacuüm truck	John Deere 6230R	1	75	100
High pressure cleaning truck	John Deere 6230R	1	75	100

De stikstofemissies die vrijkomen bij de inzet van mobiele werktuigen zijn berekend conform de geactualiseerde werkwijze in AERIUS 2020. Voor een volledige beschrijving zie hoofdstuk 4.

Tabel 7 geeft een samenvatting van de zo berekende emissies.

Tabel 7: Emissieberekening mobiele werktuigen.

Materieel	Vermogens klasse	Emissienorm	Bedrijfsduur	Bedrijfsduur stationair	Emissievracht	
					[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
[-]	[kW]	[-]	[uur/jaar]	[uur/jaar]	[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
Vacuüm truck ¹	75 - 130 kW	Stage V	75	22,5	3,7	0,01
High pressure cleaning truck ¹	75 - 130 kW	Stage V	75	22,5	3,7	0,01
Totaal					7,4	0,01

1: Emissiefactoren en belasting zijn vergelijkbaar verondersteld en berekend naar het type werktuig 'landbouwtrекkers'.

5.1.1 Verkeersaantrekkende werking

De aan- en afvoer van goederen en personeel leidt tot meer verkeer op de ontsluitende wegen van de AMA productielocatie. In totaal werken 12 personen tijdens kantooruren en 50 personen in een 5 - ploegendienst. Alle 62 werknemers reizen zo 5 dagen per week gedurende 47 weken per jaar naar de site. Voor vervoer van en naar de site wordt een shuttlebus ingezet. Deze shuttlebus zal rijden tussen station Sloterdijk en de AMA productielocatie. Aangenomen wordt dat 50% van de werknemers gebruik maakt van de shuttle verbinding, en dat de resterende 50% met de auto reist. Dit komt overeen met 7.285 personenauto's per jaar, ofwel 14.570 voertuigbewegingen (ieder voertuig komt en gaat).

Verder is berekend hoeveel vrachtwagens nodig zijn voor de aan- en afvoer van goederen. Een samenvatting van de (niet elektrische) vrachtwagenbewegingen is gegeven in tabel 8.

Tabel 8: Samenvatting vrachtwagenbewegingen gebruiksfase.

Activiteit	Vrachtwagens	Bewegingen
[-]	[/jaar]	[/jaar]
Aanvoer hulpstoffen	28	
Aanvoer katalysatoren	129	
Aanvoer overige	3	
Afvoer afval	34	
Totaal	194	388

De toename in verkeersintensiteit op de openbare weg dat aan AMA toegerekend kan worden wordt bepaald vanaf de productielocatie tot aan de rotonde Australiëhavenweg - Hornweg. Voorbij het bovengenoemde kruispunt wordt het verkeer verondersteld te zijn opgenomen in het reguliere verkeersbeeld⁵. Een samenvatting van de emissies als gevolg van de vervoersbewegingen ten behoeve van de gebruiksfase is gegeven in tabel 9.

Tabel 9: NO_x-emissies als gevolg van de verkeersaantrekkende werking gedurende gebruiksfase.

Voertuigen	Aantal	Bewegingen	Emissievracht ¹	
	[/jaar]	[/jaar]	[kg NO _x /jaar]	[kg NH ₃ /jaar]
Zwaar vrachtverkeer	194	388	4,3	0,1
Personenauto's	7.285	14.570	11,3	1,1

1) Emissies zijn automatisch door AERIUS Calculator berekend (verkeerstype: buitenwegen, filefactor 0%)

5.2 116: Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie

5.2.1 Rookgasconcentratie

Gedurende het opstarten van de installatie wordt aardgas verstoekt. De installatie maakt gebruik van een standaard brandstof en valt met een vermogen van 2,4 MW in de klasse middelgrote stookinstallaties. De emissie-eisen volgen uit het Activiteitenbesluit milieubeheer (Abm) afdeling 3.2.1, artikel 3.10a. Voor NO_x bedraagt de emissiegrenswaarde 80 mg/m³ bij 3 %v zuurstof.

5.2.2 Rookgasdebiet

Het rookgasdebiet van de brander wordt berekend op basis van onderstaande formule

$$F_s = F_{br} \times V_{st} \times \frac{21}{(21 - O_2)} \quad \text{met:}$$

F_s het gestandaardiseerd debiet [m³/uur] betrokken op droog rookgas bij een standaard zuurstofconcentratie

F_{br} aardgasverbruik [m³/uur], bepaald op basis van het te leveren vermogen en de verbrandingswarmte van aardgas

⁵ In de NSL-monitoringstool is vastgesteld dat op dit kruispunt de verkeersintensiteit in westelijke richting respectievelijk 4.584 en 160 lichte en zware voertuigen per etmaal bedraagt. In oostelijke richting is dit respectievelijk 6.381 lichte en 264 zware voertuigen. Op een totaal van ca. 10.000 lichte voertuigen op de Westpoortweg is de bijdrage van het personenvervoer kleiner dan 0,5%. Het aantal zware (niet-elektrische) voertuigen dat de inrichting aandoet is minder dan 1 per etmaal. Deze bijdrage wordt als niet significant beoordeeld.

O_s de referentie zuurstofconcentratie [%v], betrokken op droog rookgas, waarnaar herleiding moet plaatsvinden

V_{st} het stoichiometrisch droog rookgasvolume, voor gasvormige brandstoffen berekend als

voor gasvormige brandstoffen berekend als

$$V_{st} = 0,199 + 0,234 \times H$$

voor vloeibare brandstoffen berekend als

$$V_{st} = 0,929 + 0,221 \times H$$

H de verbrandingswarmte van de brandstof (voor aardgas 31,65) [MJ/m³]

Voor de brander van de vergassingsinstallatie en de waakvlam van de fakkel is het aardgasverbruik F_{br} berekend als:

$$F_{br} = \left(\frac{\text{vermogen [MWh]}}{3600 \left[\frac{\text{seconden}}{\text{uur}} \right]} \right) \times 31,65 \left[\frac{\text{MJ}}{\text{m}_0^3} \right]$$

Het zo berekende rookgasdebiet bedraagt 2.422 m³_(droog, 3%v)/uur.

5.2.3 Emissievracht

Tabel 10 geeft een samenvatting van de berekende jaarlijks emissie. Deze vracht is voor al de vier uitvoeringsvarianten gelijk.

Tabel 10: Emissies rookgas uitlaat vergassingsinstallatie (tijdens opstarten) uitvoeringsvarianten 1-4.

ID	Omschrijving	Duur	Debiet	Concentratie NO _x	Emissie NO _x
[-]	[-]	[uur/jaar]	[m ³ _(droog,3%v) /uur]	[mg/m ³ _(droog,3%v)]	[kg/jaar]
116	Vergasser brander tijdens opstarten	44	2.422	80,0	8,5

5.3 360: Schoorsteen proces fornuis ATR

5.3.1 Emissieconcentraties

De rookgassen van het ATR procesfornuis worden gereinigd ter reductie van de NO_x concentratie. Door een combinatie van technieken, die ieder afzonderlijk voldoen aan BBT GEN's, wordt een emissieconcentratie van 1 ppm NO_x en 0,3 ppm NH₃ behaald in droge lucht bij 3 %v zuurstof. Een onderbouwing van deze technieken, BBT GEN's en de motivatie van leveranciers in welke situaties deze emissieniveaus zijn gerealiseerd is gegeven in bijlage IX. Middels onderstaande formule wordt de concentratie in ppmv omgerekend naar concentratie per normaalkuub betrokken op droog rookgas bij een referentie zuurstofgehalte van 3 %v:

$$C = \frac{M}{22,4} \times C_v \quad \text{met:}$$

- C de concentratie in mg/m_0^3 (droog,3%v)
 M de molecuulmasse van NO_2 [g/mol]
 C_v de concentratie in ppmv

De zo berekende concentraties NO_x en NH_3 bedragen respectievelijk 2,1 en 0,23 mg/m_0^3 (droog,3%v).

5.3.2 Rookgasdebiet

Het rookgasdebiet bedraagt 5.237 m_0^3/uur . Met een actueel zuurstof- en vochtconcentratie van respectievelijk 2,3 en 19,07 %v, bedraagt het debiet betrokken op droog rookgas bij referentie zuurstofconcentratie 4.403 m_0^3 (droog,3%v)/uur.

5.3.3 Emissievracht

Tabel 11 geeft een samenvatting van de zo berekende jaarlijks emissie voor uitvoeringsvarianten 1a en 1b.

Tabel 11: Emissie schoorsteen procesfornuis ATR uitvoeringsvarianten 1a en 1b.

ID	Omschrijving	Duur	Debiet	Concentratie NO_x	Concentratie NH_3	Emissie NO_x	Emissie NH_3
[-]	[-]	[uur/jaar]	[m_0^3 (droog,3%v)/uur]	[mg/m_0^3 (droog,3%v)]	[mg/m_0^3 (droog,3%v)]	[kg/jaar]	[kg/jaar]
360	ATR fornuis	8.000	4.403	2,1	0,23	72,3	8,0

5.4 735: Afgasbehandeling en pilot plant

In uitvoeringsvariant 2a wordt verkend wat het effect is als overtollige afgassen met een hoge calorische waarde en processtromen uit de pilot plant worden verwerkt binnen een eigen afgasbehandeling. Hiervoor wordt een vlamloze thermische oxidator gebruikt, waarmee een lage NO_x concentratie in het rookgas kan worden bereikt.

Het rookgas van de thermische oxidator wordt gereinigd middels SCR ter reductie van de NO_x emissie. De gereinigde rookgassen worden, gezamenlijk met het rookgas van het ATR procesfornuis, over de schoorsteen van het procesfornuis geëmitteerd. De pilot plant is gedurende 1.500 uur/jaar in gebruik. Netto bedraagt de emissie gedurende 6.500 uur/jaar de som van rookgassen ATR fornuis en thermische oxidatie afgas. Gedurende 1.500 uur/jaar bedraagt de emissie de som van rookgassen ATR fornuis en thermische oxidatie afgas en pilot plant.

5.4.1 Emissieconcentratie

Afgas de concentratie NO_x na reiniging van het afgas bedraagt volgens opgaaf van de leverancier van de thermische oxidator maximaal 1 ppm in droge lucht bij 3 %v zuurstof. De concentratie in ppmv wordt omgerekend naar concentratie per normaalkuub betrokken op droog rookgas bij een referentie zuurstofgehalte van 3 %v middels de formule gegeven in 5.3.1. De zo berekende concentratie NO_x bedraagt 2,1 mg/m_0^3 (droog,3%v).

Afgas plus pilot plant de concentratie NO_x na reiniging van het afgas en de processtromen van de pilot plant bedraagt volgens opgaaf van de leverancier van de thermische oxidator maximaal 1 ppmv in droge lucht bij 3 %v zuurstof. De concentratie in ppmv wordt omgerekend naar concentratie per normaalkuub betrokken op droog rookgas bij een referentie zuurstofgehalte van 3 %v middels de formule gegeven in 5.3.1. De zo berekende concentratie NO_x bedraagt 2,1 mg/m_0^3 (droog,3%v).

5.4.2 Rookgasdebiet

Afgas het rookgasdebiet na oxidatie van het afgas bedraagt $3.902 \text{ m}_0^3/\text{uur}$. Met een gegeven actueel zuurstof- en vochtconcentratie van respectievelijk 14,1 en 4,9 %v, bedraagt het debiet betrokken op droog rookgas bij referentie zuurstofconcentratie $2.999 \text{ m}_0^3(\text{droog},3\%v)/\text{uur}$.

Afgas plus pilot plant het rookgasdebiet na oxidatie van het afgas en de processtromen van de pilot plant bedraagt $4.720 \text{ m}_0^3/\text{uur}$. Met een gegeven actueel zuurstof- en vochtconcentratie van respectievelijk 16,4 en 5,7 %v, bedraagt het debiet betrokken op droog rookgas bij referentie zuurstofconcentratie $3.353 \text{ m}_0^3(\text{droog},3\%v)/\text{uur}$.

5.4.3 Emissievracht

Tabel 12 geeft een samenvatting van de zo berekende jaarlijks emissie.

Tabel 12: Emissie procesfornuis en afgasbehandeling (emissie via schoorsteen procesfornuis) uitvoeringsvariant 2a.

Eenheid	Omschrijving	Stof	Concentratie	Debiet	Emissie	Emissieduur	Jaarvracht
[-]	[-]	[-]	[mg/m ₀ ³ (droog,3%)]	[m ₀ ³ (droog,3%)/uur]	[kg/uur]	[uur/jaar]	[kg/jaar]
360+735(a)	ATR + afgas	NO _x	2,1	7.402	0,02	6.500	98,8
		NH ₃	0,1	7.402	0,001	6.500	6,5
360+735(a)	ATR + afgas + pilot	NO _x	2,1	7.756	0,02	1.500	23,9
		NH ₃	0,1	7.756	0,001	1500	1,5

5.5 735: Afgasbehandeling koolwaterstof product

In uitvoeringsvariant 3b wordt verkend wat de effecten zijn als de processtroom koolwaterstof product binnen de inrichting als brandstof wordt ingezet voor de productie van stoom. Hiervoor wordt een thermische oxidator gebruikt. Het rookgas van de thermische oxidator wordt gereinigd middels SCR.

5.5.1 Emissieconcentratie

De concentraties NO_x en NH₃ bedragen respectievelijk 1 en 0,3 ppmv in droge lucht bij 3 %v zuurstof. De concentratie in ppmv wordt omgerekend naar concentratie per normaalkuub betrokken op droog rookgas bij een referentie zuurstofgehalte van 3 %v middels de formule gegeven in 5.3.1. De zo berekende concentraties NO_x en NH₃ bedragen zo respectievelijk 2,1 en 0,23 mg/m₀³(droog,3%v).

5.5.2 Rookgasdebiet

Het rookgasdebiet wordt berekend op basis van het brandstofverbruik middels de formule gegeven in 5.2.2. Het brandstofverbruik bedraagt 207 kg/uur, de verbrandingswarmte (LHV) bedraagt 39,2 MJ/kg. Met de gegeven actueel zuurstof- en vochtconcentratie, bedraagt het debiet betrokken op droog rookgas bij referentie zuurstofconcentratie $2.220 \text{ m}_0^3(\text{droog},3\%v)/\text{uur}$.

5.5.3 Emissievracht

Tabel 13 geeft een samenvatting van de zo berekende jaarlijks emissie.

Tabel 13: Emissie afgasbehandeling koolwaterstofproduct, uitvoeringsvariant 3b.

Eenheid	Omschrijving	Stof	Concentratie	Debiet	Emissie	Emissieduur	Jaarvracht
[-]	[-]	[-]	[mg/m ³ _(droog,3%)]	[m ³ _{(droog,3%)/uur}]	[kg/uur]	[uur/jaar]	[kg/jaar]
735	Afgasbehandeling koolwaterstof product	NO _x	2,1	2.220	4,61E-03	8.000	36,8
		NH ₃	0,23	2.220	5,12E-04	8.000	4,1

5.6 Fakkels

Emissies van de fakkels bestaan uit de emissie van de waakvlam die gedurende 8.000 uur/jaar aan staat, en de emissie als gevolg van de verbranding van processtromen (vent gas) gedurende de tijd dat de vergassingsinstallatie wordt opgestart of afgesloten.

5.6.1 Rookgasconcentratie

Waakvlam de NO_x emissie worden berekend op basis van de Tier 1 emissiefactor voor waakvlammen van fakkels binnen de sector gas raffinaderijen van de European Environmental Agency⁶. De NO_x emissiefactor bedraagt 63 g/GJ, ofwel 17,5 g/MWh.

Verbranding vent gas de NO_x emissie worden berekend op basis van de Tier 2 emissiefactor voor venting en flaring binnen de sector olie raffinaderijen van de European Environmental Agency⁷. De NO_x emissiefactor bedraagt 29,2 g/GJ.

5.6.2 Rookgasdebiet

Waakvlam het rookgasdebiet wordt berekend op basis van het gasverbruik middels de formule gegeven in 5.3.2. Met een vermogen van 0,1 MW en een belasting van 1% bedraagt het debiet 1,0 m³_{(droog,3%v)/uur}.

Verbranding vent gas ook dit rookgasdebiet wordt berekend op basis van het brandstofverbruik en de formule gegeven in 5.3.2. Daarbij wordt uitgegaan van de verbrandingswarmte van de verschillende proces stromen die verbrand worden. Door de opdrachtgever is berekend hoeveel van iedere stroom verbrand wordt gedurende het opstarten en afsluiten van de vergassingsinstallatie. Een samenvatting van de berekende debieten is gegeven in bijlage I. Opgemerkt wordt dat het bepaalde debiet alleen wordt gebruikt voor de berekening van de warmte-inhoud van de afgassen. De emissievracht wordt immers berekend op basis van de emissiefactor voor NO_x in g/GJ, en niet op basis van emissieconcentratie en rookgasdebiet. De eenheid is daarom m³_{(vochtig, act.O₂)/uur}, ofwel het gestandaardiseerd debiet betrokken op vochtige rookgassen bij actueel zuurstof.

5.6.3 Emissievracht

Waakvlam de arbeid geleverd door de waakvlam in één uur bedraagt 1 MW *0,1% = 1kWh. De waakvlam is 8.000 uur/jaar in gebruik. Met bovengenoemde NO_x emissiefactor van 17.5 g/MWh bedraagt de NO_x emissievracht 0,1 kg/jaar.

⁶ EMEP/EEA, 2019, Air pollutant emission inventory guidebook 2019 - Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.b Flare pilot, Flaring in gas refinery

⁷ EMEP/EEA, 2019, Air pollutant emission inventory guidebook 2019 - Tier 2 emission factors for source category 1.B.2.c Venting and flaring, Flaring in oil refineries

Verbranding vent gas de totale jaarlijkse arbeid die geleverd wordt bedraagt 5.976 GJ. Een toelichting op deze berekening is gegeven in bijlage II. Met bovengenoemde NO_x emissiefactor van 29,2 g/GJ bedraagt de NO_x emissievracht 174,5 kg/jaar.

5.7 Samenvatting emissies uitvoeringsvarianten

Tabel 14 geeft een samenvatting van alle stikstof emitterende bronnen binnen de verschillende uitvoeringsvarianten.

Tabel 14 Emissies van NO_x en NH₃ in de uitvoeringsvarianten 1-3.

Bron	Variant 1a (incl 4a)		Variant 1b (incl 4a)		Variant 2a (incl 4a)		Variant 3b (incl 4a)	
	NO _x	NH ₃						
Mobiele werktuigen	7,45	0,01	7,45	0,01	7,45	0,01	7,45	0,01
Verkeer	15,6	1,2	15,6	1,2	15,6	1,2	15,6	1,2
116: Rookgas uitlaat vergassingsinstallatie (E3)	8,5		8,5		8,5		8,5	
360: Schoorsteen procesfornuis ATR (E6)	72,3	8,0	72,3	8,0				
360: Rookgas ATR procesfornuis incl. rookgas 735(a) Afgasbehandeling (6.500 uur/jaar) (E6)	(n.v.t.)				98,8	6,5	98,8	6,5
360: Rookgas ATR procesfornuis incl. rookgas 735(a) Afgasbehandeling + pilot (1.500 uur/jaar) (E6)	(n.v.t.)				23,9	1,5	23,9	1,5
730: Fakkels waakvlam	0,1		0,1		0,1		0,1	
730: Fakkels afgas	174,5		174,5		174,5		174,5	
735: Afgasbehandeling koolwaterstof product	(n.v.t.)						36,8	4,1

6 Modelinvoer en resultaten

6.1 Modelinvoer

Stikstofdeposities voor de verschillende situaties zijn berekend met AERIUS Calculator versie 2020.

Voor de ontsluitingsroute is een lijnbron ingevoerd, verkeer op deze weg wordt gekarakteriseerd als verkeer op buitenwegen (0% file). Voor de gekanaliseerde emissies van de eenheden 116, 360, 735 (afgasbehandeling koolwaterstof product) en 730 zijn puntbronnen ingevoerd op de respectievelijke hoogtes.

De warmteinhoud van het eenheid 116 is berekend op basis van een rookgastemperatuur van 200 °C. Het genormaliseerd rookgasdebiet betrokken op nat rookgas is niet bekend, maar wordt (conservatief) ingeschat 10% hoger te liggen dan het rookgasdebiet betrokken op droog rookgas bij 3 %v zuurstof.

De warmteinhoud van de fakkel is berekend op basis van een rookgastemperatuur van 400 °C. Het genormaliseerd rookgasdebiet betrokken op nat rookgas is berend in bijlage I.

Emissies als gevolg van mobiele werktuigen zijn ingevoerd als oppervlaktebron.

6.2 Resultaten

De stikstofdepositie is voor iedere uitvoeringsvariant afzonderlijk berekend. Daarnaast is de depositie als gevolg van de bouwfase berekend. Tabel 15 geeft een samenvatting van de berekende maximale toename in stikstofdepositie zoals berekend in de verschillende situaties. Merk op dat voor de varianten 1-3 wordt uitgegaan van het aantal vrachtwagens dat benodigd is voor de ZLD+ variant, ofwel de basis variant voor de AWZI. In deze variant (4a) is het aantal benodigde vrachtwagens het hoogst, vanwege de extra afvoer van het gewonnen zout.

Tabel 15 Resultaten depositie berekeningen AERIUS 2020.

a	Gebied	Toename depositie
[-]	[-]	[mol N/(ha*jaar)]
Bouwfase	Polder Westzaan	0,01
Variant 1a incl. 4a (ZLD+)	n.v.t.	0,00
Variant 1b incl. 4a (ZLD+)	Polder Westzaan	0,01
Variant 2a incl. 4a (ZLD+)	n.v.t.	0,00
Variant 3b incl. 4a (ZLD+)	Polder Westzaan	0,01

De AERIUS bijlage van de bouwfase en de vier uitvoeringsvarianten zijn toegevoegd in Bijlage III t/m VII van dit rapport.

7 Conclusie

In opdracht van Advanced Methanol Amsterdam BV heeft Royal HaskoningDHV stikstofdepositie berekeningen uitgevoerd voor de realisatie en gebruik van een nieuw op te richten methanol fabriek. De methanol fabriek zal gerealiseerd worden op een nu nog braakliggend terrein aan de Hornweg in het Amsterdamse havengebied .

Zowel voor de aanleg als het gebruik van de methanol fabriek vinden emissies van stikstof plaats. Deze emissies zijn in dit rapport in kaart gebracht, waarna de resulterende stikstofdepositie op omliggende Natura 2000-gebieden is berekend.

Voor de gebruiksfase geldt dat de uitgangspunten in varianten 1a, 2a en 3a worden aangevraagd. Er vindt geen verwerking van koolwaterstof product plaats, wat overeenkomt met de emissiesituatie zoals berekend voor uitvoeringsvariant 2a. In deze situatie vindt geen stikstofdepositie boven 0,00 mol/(ha*jaar) plaats binnen omliggende Natura 2000-gebieden.

Voor de bouwfase is een depositie berekend binnen het gebied Polder Westzaan van maximaal 0,01 mol/(ha*jaar). Deze bijdrage is zeer beperkt, zodat niet direct kan worden gesteld dat dit significant negatieve effecten heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura-2000 gebied. In de Natuurtoets, die deel uitmaakt van het MER is dit nader beschouwd.

Bijlage I Berekening debiet flare

Tabel A Verbranding tijdens opstarten

Hour	Unit	1	2	3	4	5	6
Load		20%	40%	60%	60%	60%	60%
Stream to flare		Raw syngas					
Volume flow	[m ³ /uur]	8.792	17.584	26.376	26.376	26.376	26.376
LHV	[MJ/m ³]	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Vst.		1,896	1,896	1,896	1,896	1,896	1,896
Rookgasdebiet	[m ³ _(vochtig, act.O₂) /uur]	16.671	33.343	50.014	50.014	50.014	50.014

(vervolg tabel A)

7	8	9	10
60%	60%	60%	60%
Syngas to AGR			
20.134	20.134	20.134	20.134
9,4	9,4	9,4	9,4
2,389	2,389	2,389	2,389
48103	48.103	48.103	48.103

(vervolg tabel A)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
60%	52,50%	45,00%	37,50%	30,00%	22,50%	15,00%	7,50%	0,00%
Clean syngas to methanol								
13.202	11.552	9.901	8.251	6.601	4.951	3.300	1.650	0
13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
3,348	3,348	3,348	3,348	3,348	3,348	3,348	3,348	3,348
44.198	38.674	33.149	27.624	22.099	16.574	11.050	5.525	0

Het gemiddelde debiet gedurende 1 opstart cyclus bedraagt 33.757 m³_(vochtig, act.O₂)/uur.

Tabel B Verbranding tijdens afsluiten

hour	Unit	1	2	3	4
Load		60%	60%	30%	0%
Stream		Raw syngas			
Volume flow	[m ₀ ³ /uur]	26.376	26.376	13.188	0
LHV	[MJ/m ₀ ³]	7,3	7,3	7,3	7,3
Vst.		1,896	1,896	1,896	1,896
Rookgasdebiet	[m ₀ ³ (vochtig, act.O ₂)/uur]	50.014	50.014	25.007	0

Het gemiddelde debiet gedurende 1 afsluit cyclus bedraagt 31.259 m₀³ (vochtig, act.O₂)/uur.

Bijlage II Berekening arbeid flare

Tabel A Samenstelling vent gas.

Description	Unit	Raw syngas	Syngas to AGR	Clean Syngas to Methanol
Temperature	°C	141,1	75,0	26,9
Pressure	bar(g)	12,6	45,5	43
Mass Flow	kg/h	41.726	33.325	11.250
Molar Flow	kmol/h	1.961	1.497	973
Normal Flow Volume	m ₀ ³ /h	43.960	33.556	22.003
Density	kg/m ³	7,90	35,59	18,81
Molecular Weight	kg/kmol	21,27	22,26	11,54
Lower Heating Value	kJ/kg	7.641	9.425	26.319
	MJ/kg	7,6	9,4	26,3
	MJ/m ₀ ³	7,3	9,4	13,5

Tabel B Arbeid tijdens opstarten

Hour	Unit	1	2	3	4	5	6
Load		20%	40%	60%	60%	60%	60%
Stream to flare		Raw syngas					
Thermal load	[GJ]	63,8	127,5	191,3	191,3	191,3	191,3

(vervolg tabel B)

7	8	9	10
60%	60%	60%	60%
Syngas to AGR			
188,4	188,4	188,4	188,4

(vervolg tabel B)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
60%	52,50%	45,00%	37,50%	30,00%	22,50%	15,00%	7,50%	0,00%
Clean syngas to methanol								
177,7	155,4	133,2	111,0	88,8	66,6	44,4	22,2	0,0

De totale arbeid geleverd gedurende één opstart cyclus bedraagt 2.509,7 GJ. Jaarlijks worden twee opstart cycli doorlopen.

Tabel B Arbeid tijdens afsluiten

hour	Unit	1	2	3	4
Load		60%	60%	30%	0%
Stream		Raw syngas			
Thermal load	[GJ]	191,3	191,3	95,7	0,0

De totale arbeid geleverd gedurende één afsluit cyclus bedraagt 478,3 GJ. Jaarlijks worden twee afsluit cycli doorlopen.

Bijlage III AERIUS berekening bouwfase

Bijlage IV AERIUS berekening uitvoeringsvariant 1a

Bijlage V AERIUS berekening uitvoeringsvariant 1b

Bijlage VI AERIUS berekening uitvoeringsvariant 2a

Bijlage VII AERIUS berekening uitvoeringsvariant 3b

Bijlage VIII Samenstelling brandstof procesfornuis ATR

Stroom		103	601	602	603	605	610	Totaal
		Make-up Gas to Fired Heater	Tail Gas to Waste Gas Heater	Flash Gas to Waste Gas Heater	Light Ends to Waste Gas Heater	Fusel Oil to Fired Heater Section	NG to Pilot Burners	Brandstof 360
Vapor fraction		1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Temperature	°C	28	60	48	113	92	5	136
Pressure	barg	40.0	72.3	4.6	4.6	5.4	6.0	4.2
Mass flow	kg/h	77	160	314	199	168	10	841
Molar flow	kmol/h	7	9	13	5	6	1	33
Density	kg/m ³	18.81	51.50	5.22	6.83	760.30	5.59	3.99
Molecular weight	kg/kmol	11.54	18.82	24.61	38.22	27.28	18.03	25.78
Mass Heat Capacity	kJ/kg·°C	2.65	1.96	1.45	1.15	4.06	2.08	1.56
Liquid thermal conductivity	W/(m·K)					0.274		
Vapor thermal conductivity	W/(m·K)	0.089	0.049	0.037	0.025		0.030	0.041
Liquid viscosity	mPa·s					0.265		
Vapor viscosity	mPa·s	0.012	0.016	0.015	0.015		0.011	0.016
Enthalpy	kW	-91	-129	-538	-445	-426	-13	-1450
Z factor		1.005	0.967	0.991	0.979		0.978	0.990
Cp/Cv		1.422	1.449	1.325	1.264	1.226	1.321	1.279
Actual Volume Flow	m ³ /h	4	3	60	29	0	2	211
Normal Volume Flow	Nm ³ /h	150	191	286	117		13	731
Components		mol/mol	mol/mol	mol/mol	mol/mol	mol/mol	mol/mol	mol/mol
Hydrogen		0.6112	0.1458	0.1238	0.0054	0.0000	0.0000	0.0873
Nitrogen		0.0042	0.2374	0.1237	0.0196	0.0000	0.0230	0.1134
CO		0.2558	0.0383	0.0094	0.0006	0.0000	0.0019	0.0138
CO ₂		0.0339	0.0307	0.2938	0.6514	0.0000	0.0161	0.2270
Methane		0.0946	0.5197	0.4108	0.0872	0.0000	0.8900	0.3101
Argon		0.0003	0.0277	0.0173	0.0025	0.0000	0.0000	0.0144
H ₂ O		0.0000	0.0005	0.0188	0.0000	0.3395	0.0000	0.0714
Methanol + by-products		0.0000	0.0000	0.0024	0.2332	0.6605	0.0000	0.1626
Ethane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0530	0.0000
Propane		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	0.0000

<i>n-Butane</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0000
<i>Oxygen</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Bijlage IX Onderbouwing emissies eenheid 360

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Depositiebijdrage wegverkeer

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Advanced Methanol Amsterdam B.V.	Horneweg (Westpoort), 1000AA Amsterdam

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
AMA gebruiksfase	Ry42JezbRh43	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
07 april 2021, 18:00	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

Situatie 1	
NOx	15,58 kg/j
NH ₃	1,18 kg/j

Resultaten

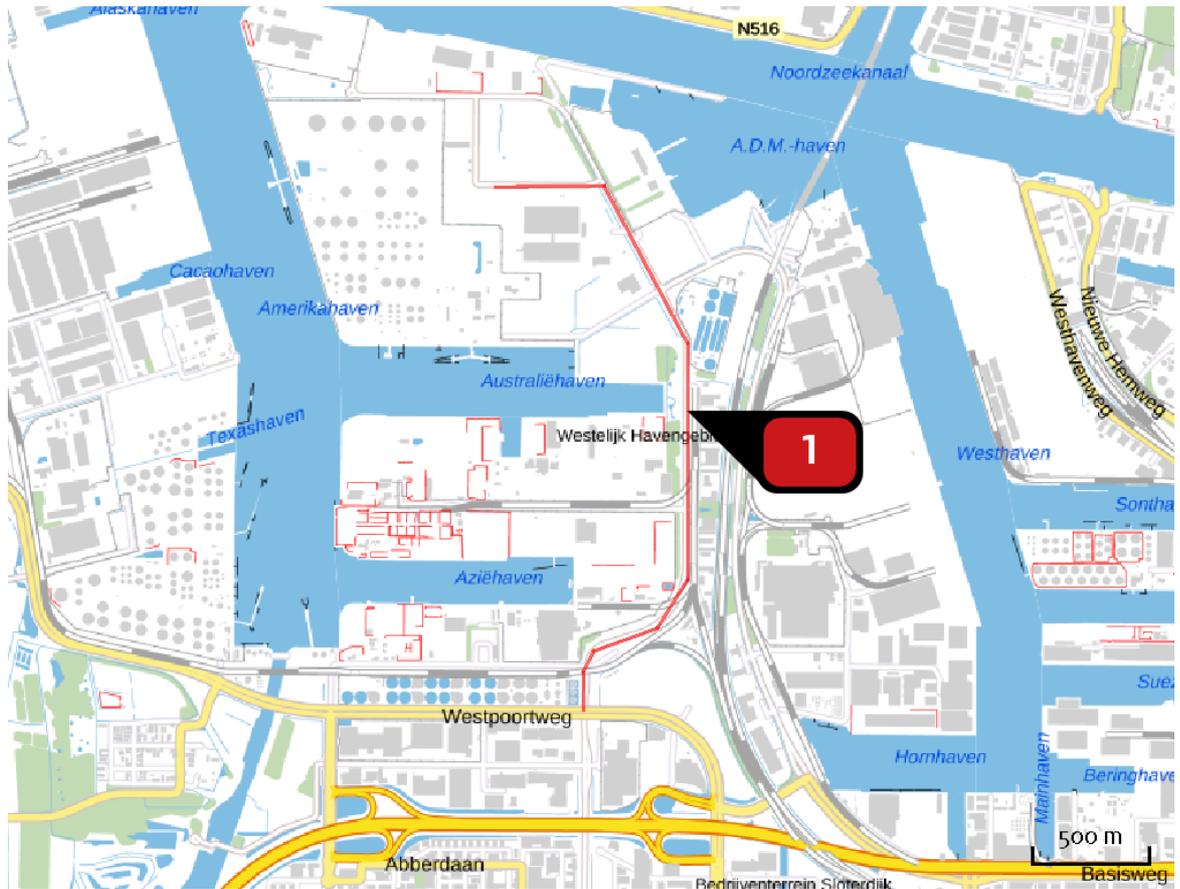
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Depositiebijdrage wegverkeer (SRM₂)

Locatie
Depositiebijdrage
wegverkeer



Emissie
Depositiebijdrage
wegverkeer

Bron Sector	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 5px;">1</div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; margin-right: 5px;"> <div style="width: 2px; height: 10px; background-color: gray; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="width: 2px; height: 10px; background-color: gray; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="width: 2px; height: 10px; background-color: gray;"></div> </div> <div> <p>Verkeer</p> <p>Wegverkeer Buitenwegen</p> </div> </div>	1,18 kg/j	15,58 kg/j

Emissie
(per bron)
Depositiebijdrage
wegverkeer



Naam
Locatie (X,Y)
NOx
NH3

Verkeer
115094, 491465
15,58 kg/j
1,18 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	14.570,0 / jaar	NOx NH3	11,27 kg/j 1,09 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	388,0 / jaar	NOx NH3	4,30 kg/j < 1 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020_20210209_2f032ce1a2

Database versie 2020_20210209_2f032ce1a2

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Uitvoeringsvariant 1a

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Advanced Methanol Amsterdam B.V.	Horneweg (Westpoort), 1000AA Amsterdam

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
AMA gebruiksfase	RvHR2uJgkxqa	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 mei 2021, 22:51	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	278,43 kg/j
NH ₃	9,19 kg/j

Resultaten

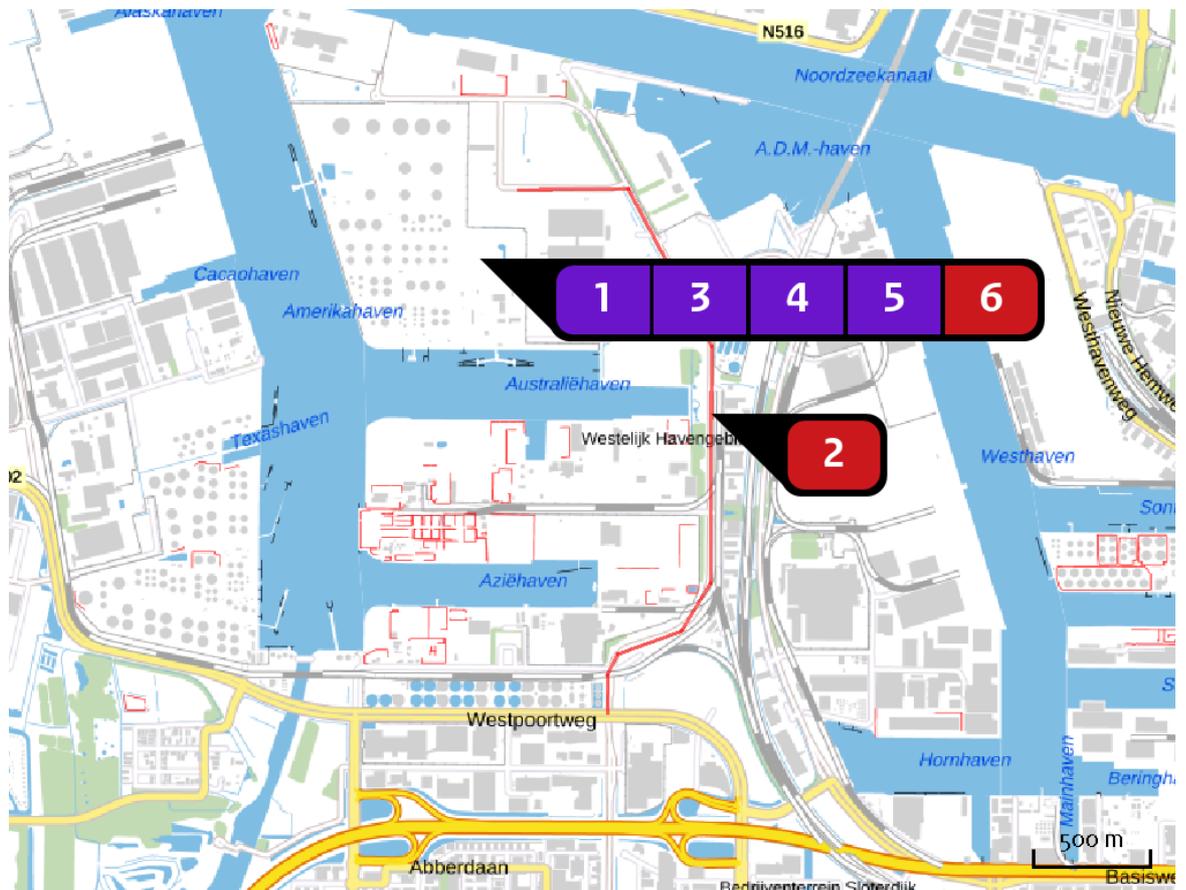
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Uitvoeringsvariant 1a (incl. AWZI variant ZLD+)

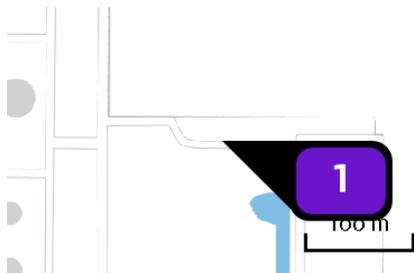
Locatie
Uitvoeringsvariant
1a



Emissie
Uitvoeringsvariant
1a

Bron Sector		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	116: Brander vergasser tijdens opstarten Industrie Chemische industrie	-	8,50 kg/j
2	Verkeer Wegverkeer Buitenwegen	1,18 kg/j	15,58 kg/j
3	360: ATR procesfornuis Industrie Chemische industrie	8,00 kg/j	72,30 kg/j
4	730: Fakkels (waakvlam) Industrie Chemische industrie	-	< 1 kg/j
5	730: Fakkels (vent gas) Industrie Chemische industrie	-	174,50 kg/j
6	Mobile werktuigen Mobile werktuigen Bouw en Industrie	< 1 kg/j	7,45 kg/j

Emissie
(per bron)
Uitvoeringsvariant
1a

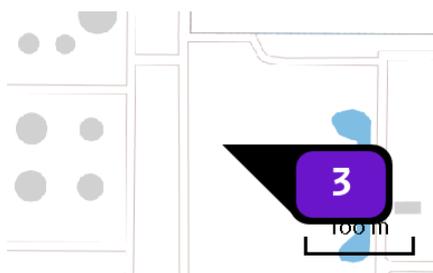


Naam 116: Brander vergasser tijdens opstarten
 Locatie (X,Y) 114148, 492238
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,181 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 8,50 kg/j

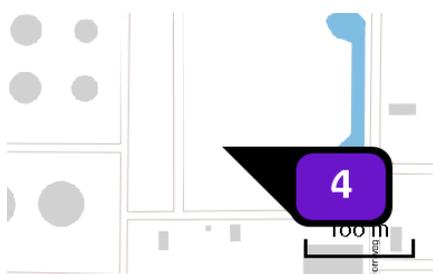


Naam Verkeer
 Locatie (X,Y) 115094, 491465
 NOx 15,58 kg/j
 NH3 1,18 kg/j

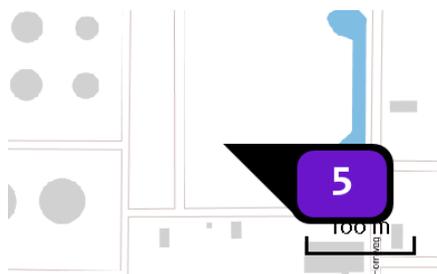
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	14.570,0 / jaar	NOx NH3	11,27 kg/j 1,09 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	388,0 / jaar	NOx NH3	4,30 kg/j < 1 kg/j



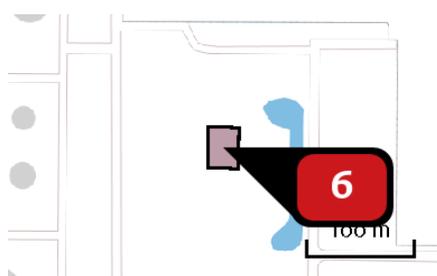
Naam 360: ATR procesfornuis
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitstoothoogte 110,0 m
 Temperatuur emissie 173,00 °C
 Uittreeddiameter 0,4 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 15,1 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 72,30 kg/j
 NH3 8,00 kg/j



Naam 730: Fakkels (waakvlam)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,000 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx < 1 kg/j



Naam **730: Fakkel (vent gas)**
 Locatie (X,Y) **114078, 492062**
 Uitstoothoogte **60,0 m**
 Warmteinhoud **5,029 MW**
 Temporele variatie **Standaard profiel industrie**
 NOx **174,50 kg/j**



Naam **Mobile werktuigen**
 Locatie (X,Y) **114137, 492143**
 NOx **7,45 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Emissies belast	4,0	4,0	0,0	NOx NH3	5,20 kg/j < 1 kg/j
AFW	Emissies stationair	4,0	4,0	0,0	NOx	2,25 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020_20210525_2040287d5b

Database versie 2020_20210525_2040287d5b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Uitvoeringsvariant 1b

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Advanced Methanol Amsterdam B.V.	Horneweg (Westpoort), 1000AA Amsterdam

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
AMA gebruiksfase	S5pPNhJ99tC5	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 mei 2021, 22:51	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	278,43 kg/j
NH ₃	9,19 kg/j

Resultaten

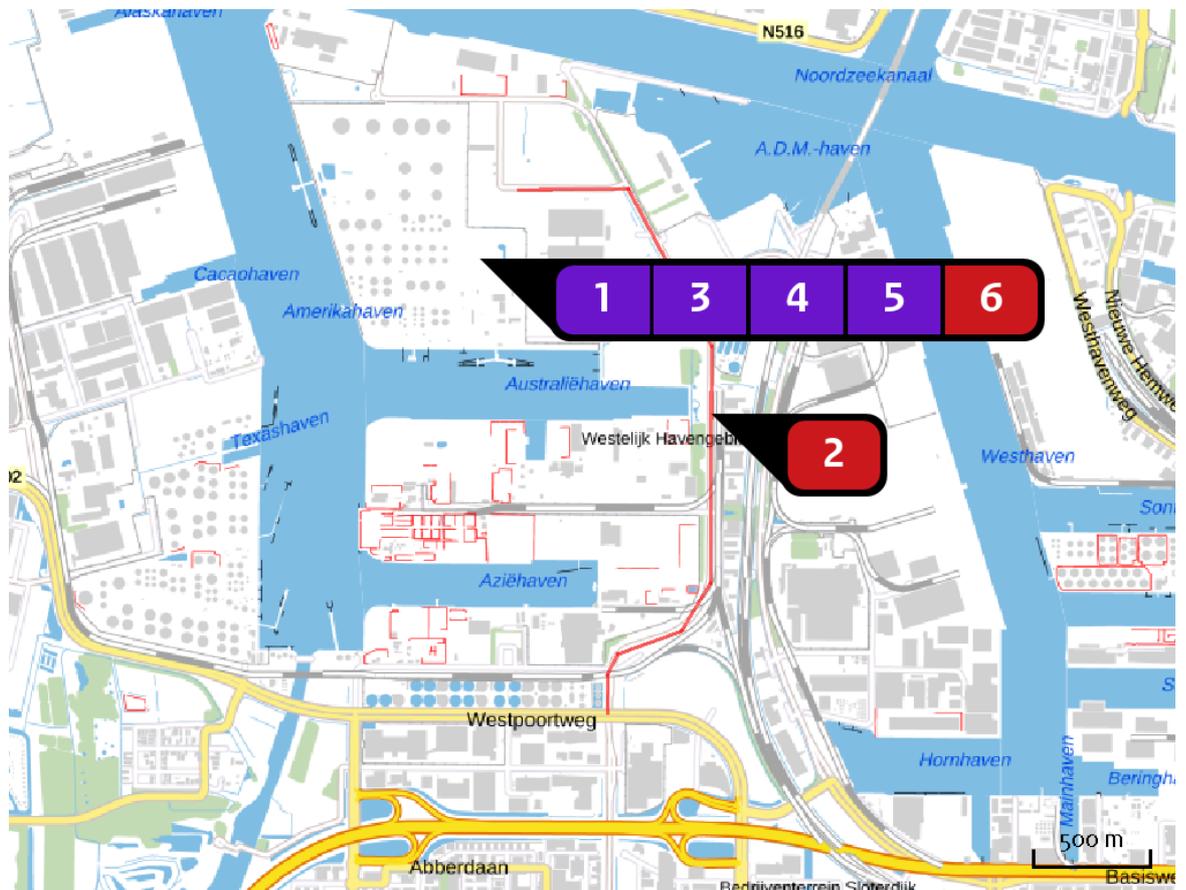
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied	Bijdrage
Polder Westzaan	0,01

Toelichting

Uitvoeringsvariant 1b (incl. AWZI variant ZLD+)

Locatie
Uitvoeringsvariant
1b



Emissie
Uitvoeringsvariant
1b

Bron Sector		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	116: Brander vergasser tijdens opstarten Industrie Chemische industrie	-	8,50 kg/j
2	Verkeer Wegverkeer Buitenwegen	1,18 kg/j	15,58 kg/j
3	360: ATR procesfornuis Industrie Chemische industrie	8,00 kg/j	72,30 kg/j
4	730: Fakkels (waakvlam) Industrie Chemische industrie	-	< 1 kg/j
5	730: Fakkels (vent gas) Industrie Chemische industrie	-	174,50 kg/j
6	Mobile werktuigen Mobile werktuigen Bouw en Industrie	< 1 kg/j	7,45 kg/j

Resultaten
stikstof
gevoelige
Natura 2000
gebieden
(mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Polder Westzaan	0,01	

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Resultaten
per
habitatype
(mol/ha/j)

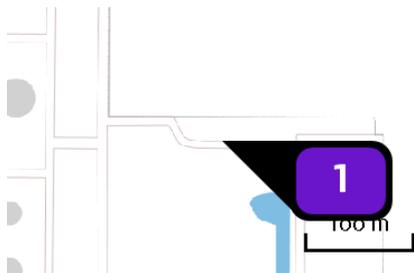
voor de 10
stikstofgevoelige
Natura 2000-
gebieden met het
hoogste resultaat

Polder Westzaan

Habitatype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	0,01	

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Emissie
(per bron)
Uitvoeringsvariant
1b

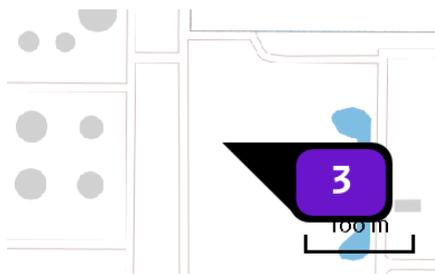


Naam 116: Brander vergasser tijdens opstarten
 Locatie (X,Y) 114148, 492238
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,181 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 8,50 kg/j

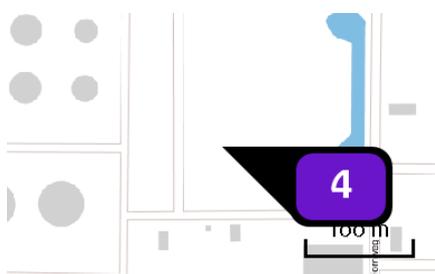


Naam Verkeer
 Locatie (X,Y) 115094, 491465
 NOx 15,58 kg/j
 NH3 1,18 kg/j

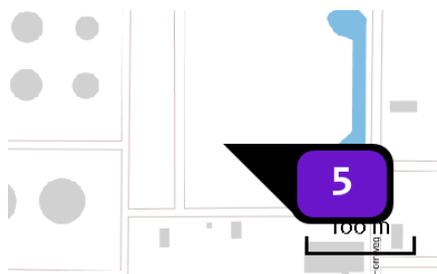
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	14.570,0 / jaar	NOx NH3	11,27 kg/j 1,09 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	388,0 / jaar	NOx NH3	4,30 kg/j < 1 kg/j



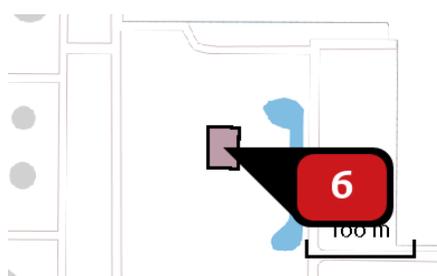
Naam 360: ATR procesfornuis
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitstoothoogte 80,0 m
 Temperatuur emissie 173,00 °C
 Uittreeddiameter 0,4 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 15,1 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 72,30 kg/j
 NH3 8,00 kg/j



Naam 730: Fakkelt (waakvlam)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,000 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx < 1 kg/j



Naam **730: Fakkels (vent gas)**
 Locatie (X,Y) **114078, 492062**
 Uitstoothoogte **60,0 m**
 Warmteinhoud **5,029 MW**
 Temporele variatie **Standaard profiel industrie**
 NOx **174,50 kg/j**



Naam **Mobiele werktuigen**
 Locatie (X,Y) **114137, 492143**
 NOx **7,45 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Emissies belast	4,0	4,0	0,0	NOx NH3	5,20 kg/j < 1 kg/j
AFW	Emissies onbelast	4,0	4,0	0,0	NOx	2,25 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020_20210525_2040287d5b

Database versie 2020_20210525_2040287d5b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Uitvoeringsvariant 2a

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Advanced Methanol Amsterdam B.V.	Horneweg (Westpoort), 1000AA Amsterdam

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
AMA gebruiksfase	RuXm1LbRjtN3	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 mei 2021, 22:51	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	328,83 kg/j
NH3	9,19 kg/j

Resultaten

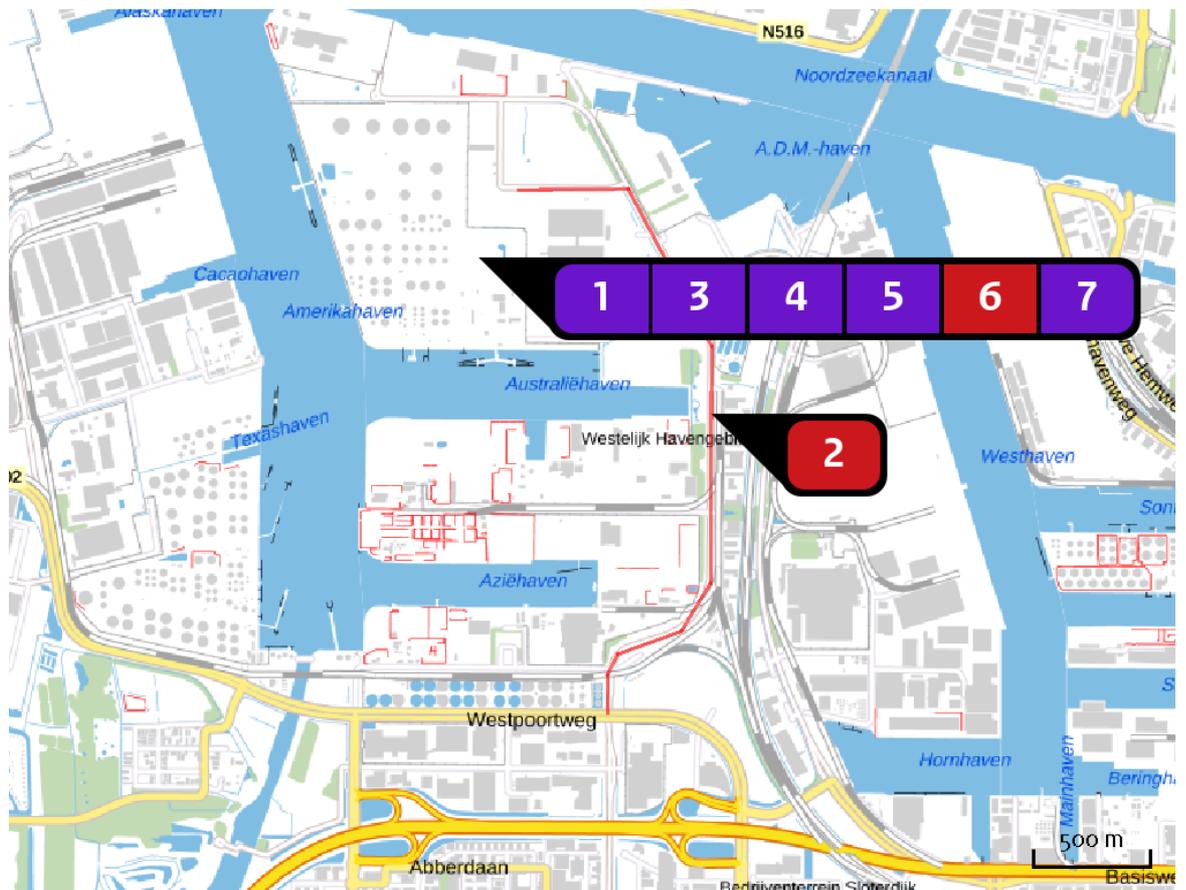
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied
Uw berekening heeft geen depositieresultaten opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toelichting

Uitvoeringsvariant 2a (incl. AWZI variant ZLD+)

Locatie
Uitvoeringsvariant
2a

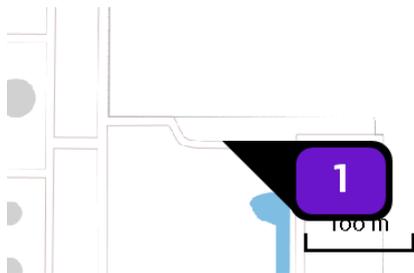


Emissie
Uitvoeringsvariant
2a

Bron Sector		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	116: Brander vergasser tijdens opstarten Industrie Chemische industrie	-	8,50 kg/j
2	Verkeer Wegverkeer Buitenwegen	1,18 kg/j	15,58 kg/j
3	360 & 735: ATR fornuis + afgasbehandeling + pilot Industrie Chemische industrie	1,50 kg/j	23,90 kg/j
4	730: Fakkelt (waakvlam) Industrie Chemische industrie	-	< 1 kg/j
5	730: Fakkelt (vent gas) Industrie Chemische industrie	-	174,50 kg/j
6	Mobile werktuigen Mobile werktuigen Bouw en Industrie	< 1 kg/j	7,45 kg/j

Bron Sector	Emissie NH ₃	Emissie NO _x
<div data-bbox="349 416 424 474">  </div> <div data-bbox="451 421 496 474">  </div> <div data-bbox="520 409 1066 474"> 360 & 735: ATR procesfornuis + afgasbehandeling Industrie Chemische industrie </div>	6,50 kg/j	98,80 kg/j

Emissie
(per bron)
Uitvoeringsvariant
2a

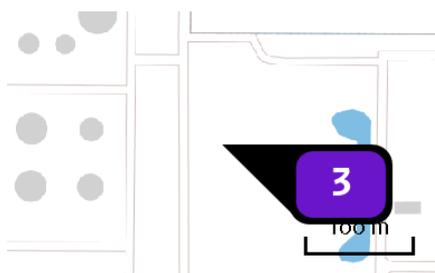


Naam 116: Brander vergasser tijdens opstarten
 Locatie (X,Y) 114148, 492238
 Uitsstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,181 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 8,50 kg/j

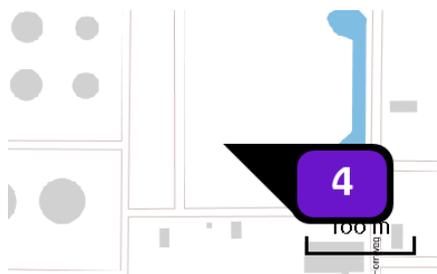


Naam Verkeer
 Locatie (X,Y) 115094, 491465
 NOx 15,58 kg/j
 NH3 1,18 kg/j

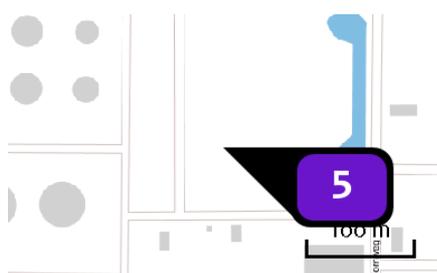
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	14.570,0 / jaar	NOx NH3	11,27 kg/j 1,09 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	388,0 / jaar	NOx NH3	4,30 kg/j < 1 kg/j



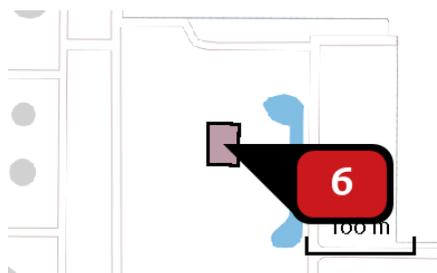
Naam 360 & 735: ATR fornuis + afgasbehandeling + pilot
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitsstoothoogte 110,0 m
 Temperatuur emissie 130,00 °C
 Uittreeddiameter 0,6 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 16,2 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 23,90 kg/j
 NH3 1,50 kg/j



Naam 730: Fakkel (waakvlam)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,000 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx < 1 kg/j

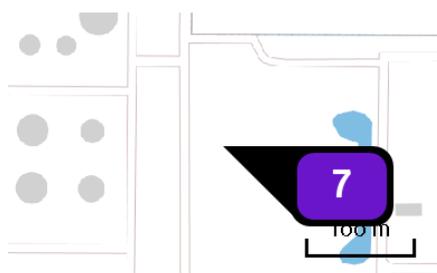


Naam 730: Fakkel (vent gas)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 5,029 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 174,50 kg/j



Naam Mobilele werktuigen
 Locatie (X,Y) 114137, 492143
 NOx 7,45 kg/j
 NH3 < 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Emissies belast	4,0	4,0	0,0	NOx NH3	5,20 kg/j < 1 kg/j
AFW	Emissies stationair	4,0	4,0	0,0	NOx	2,25 kg/j



Naam 360 & 735: ATR procesfornuis + afgasbehandeling
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitstoothoogte 110,0 m
 Temperatuur emissie 144,00 °C
 Uittreeddiameter 0,6 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 10,7 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 98,80 kg/j
 NH3 6,50 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020_20210525_2040287d5b

Database versie 2020_20210525_2040287d5b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Dit document bevat rekenresultaten van AERIUS Calculator. Het betreft de hoogst berekende stikstofbijdragen per stikstofgevoelig Natura 2000-gebied, op basis van rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH₃) en/of stikstofoxide (NO_x).

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in Calculator. Voor meer toelichting verwijzen wij u naar de website www.aerius.nl.

Berekening Uitvoeringsvariant 3b

- ▶ Kenmerken
- ▶ Samenvatting emissies
- ▶ Depositieresultaten
- ▶ Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via:
<https://www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers>.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Advanced Methanol Amsterdam B.V.	Horneweg (Westpoort), 1000AA Amsterdam

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk	
AMA gebruiksfase	Rt1EcqZg8n6w	
Datum berekening	Rekenjaar	Rekenconfiguratie
26 mei 2021, 22:52	2021	Berekend voor natuurgebieden

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	365,63 kg/j
NH ₃	13,29 kg/j

Resultaten

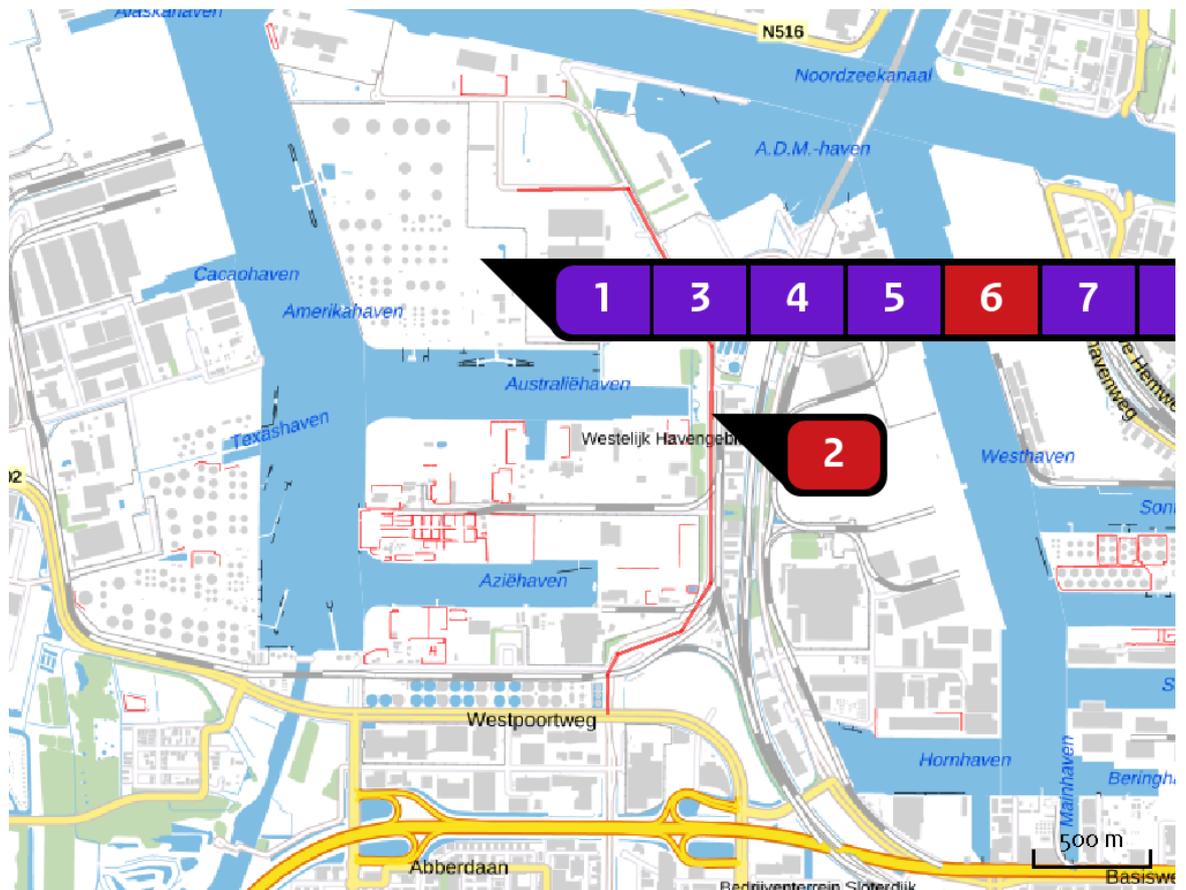
Hectare met
hoogste bijdrage
(mol/ha/j)

Natuurgebied	Bijdrage
Polder Westzaan	0,01

Toelichting

Uitvoeringsvariant 3b (incl. AWZI variant ZLD+)

Locatie
Uitvoeringsvariant
3b



Emissie
Uitvoeringsvariant
3b

Bron Sector		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
1	116: Brander vergasser tijdens opstarten Industrie Chemische industrie	-	8,50 kg/j
2	Verkeer Wegverkeer Buitenwegen	1,18 kg/j	15,58 kg/j
3	360 & 735: ATR fornuis + afgasbehandeling + pilot Industrie Chemische industrie	1,50 kg/j	23,90 kg/j
4	730: Fakkelt (waakvlam) Industrie Chemische industrie	-	< 1 kg/j
5	730: Fakkelt (vent gas) Industrie Chemische industrie	-	174,50 kg/j
6	Mobile werktuigen Mobile werktuigen Bouw en Industrie	< 1 kg/j	7,45 kg/j

Bron Sector		Emissie NH ₃	Emissie NO _x
	 360 & 735: ATR procesfornuis + afgasbehandeling Industrie Chemische industrie	6,50 kg/j	98,80 kg/j
	 735(b): Afgasbehandeling koolwaterstof product Industrie Chemische industrie	4,10 kg/j	36,80 kg/j

Resultaten
stikstof
gevoelige
Natura 2000
gebieden
(mol/ha/j)

Natuurgebied	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
Polder Westzaan	0,01	

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Resultaten
per
habitatype
(mol/ha/j)

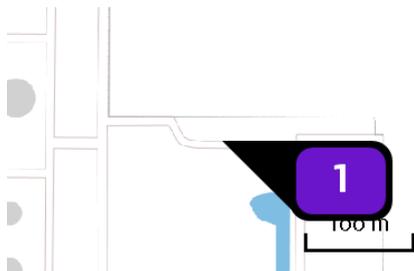
voor de 10
stikstofgevoelige
Natura 2000-
gebieden met het
hoogste resultaat

Polder Westzaan

Habitatype	Hoogste bijdrage	Bijdrage op (bijna) overbelaste hexagonen*
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	0,01	

* Als de hoogste depositietoename plaatsvindt op een hexagoon waar géén sprake is van een (naderende) stikstofoverbelasting, dan is de hoogste toename op een hexagoon met wel een (naderende) stikstofoverbelasting in deze kolom weergegeven.

Emissie
(per bron)
Uitvoeringsvariant
3b

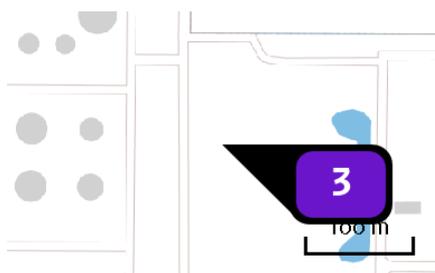


Naam 116: Brander vergasser tijdens opstarten
 Locatie (X,Y) 114148, 492238
 Uitsstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,181 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 8,50 kg/j

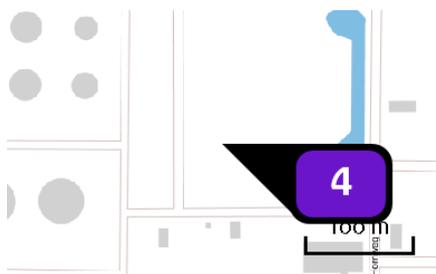


Naam Verkeer
 Locatie (X,Y) 115094, 491465
 NOx 15,58 kg/j
 NH3 1,18 kg/j

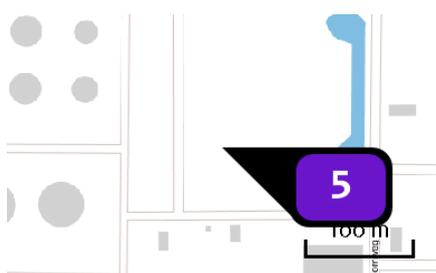
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	14.570,0 / jaar	NOx NH3	11,27 kg/j 1,09 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	388,0 / jaar	NOx NH3	4,30 kg/j < 1 kg/j



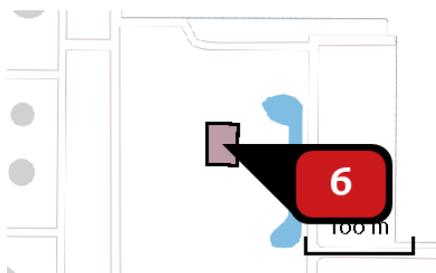
Naam 360 & 735: ATR fornuis + afgasbehandeling + pilot
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitsstoothoogte 110,0 m
 Temperatuur emissie 130,00 °C
 Uittreeddiameter 0,6 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 16,2 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 23,90 kg/j
 NH3 1,50 kg/j



Naam 730: Fakkel (waakvlam)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 0,000 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx < 1 kg/j

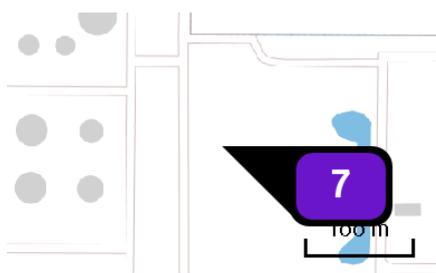


Naam 730: Fakkel (vent gas)
 Locatie (X,Y) 114078, 492062
 Uitstoothoogte 60,0 m
 Warmteinhoud 5,029 MW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 174,50 kg/j

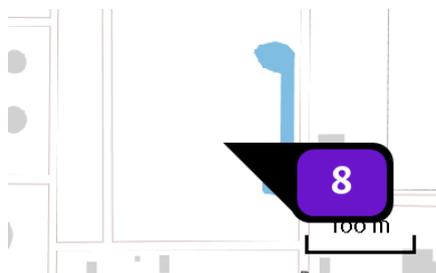


Naam Mobilele werktuigen
 Locatie (X,Y) 114137, 492143
 NOx 7,45 kg/j
 NH3 < 1 kg/j

Voertuig	Omschrijving	Uitstoot hoogte (m)	Spreading (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Emissies belast	4,0	4,0	0,0	NOx NH3	5,20 kg/j < 1 kg/j
AFW	Emissies onbelast	4,0	4,0	0,0	NOx	2,25 kg/j



Naam 360 & 735: ATR procesfornuis + afgasbehandeling
 Locatie (X,Y) 114073, 492156
 Uitstoothoogte 110,0 m
 Temperatuur emissie 144,00 °C
 Uittreeddiameter 0,6 m
 Uittreedrichting Verticaal geforceerd
 Uittreedsnelheid 10,7 m/s
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 98,80 kg/j
 NH3 6,50 kg/j



Naam	735(b): Afgasbehandeling koolwaterstof product
Locatie (X,Y)	114145, 492095
Uitstoothoogte	60,0 m
Temperatuur emissie	173,00 °C
Uittreeddiameter	0,2 m
Uittreedrichting	<u>Verticaal geforceerd</u>
Uittreedsnelheid	17,0 m/s
Temporele variatie	Standaard profiel industrie
NOx	36,80 kg/j
NH ₃	4,10 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2020_20210525_2040287d5b

Database versie 2020_20210525_2040287d5b

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2020>

Toelichting onderbouwing van garantiewaarden SCR

Het rookgas van het proces fornuis (unit 360) wordt gereinigd door middel van een selectieve katalytische reductie (SCR) voor de reductie van de NO_x emissie. Door een combinatie van toepassing van een 'low-NO_x burner' (LNB), en optimalisatie in het ontwerp en bediening van de SCR, wordt een zeer lage NO_x-emissie en ammoniak restemissie bereikt. In deze notitie wordt de onderbouwing van de garantiewaarden verder toegelicht.

Omdat AMA als uitgangspunt heeft genomen om geen of minimale stikstof depositie te hebben is de leverancier gevraagd een configuratie te ontwerpen waarbij NO_x en NH₃ emissies zo ver mogelijk geminimaliseerd worden. Omdat andere installaties niet dit uitgangspunt hebben genomen is het momenteel nog niet gebruikelijk om vergelijkbare configuratie toe te passen.

De primaire technologie die toegepast zijn om zo laag mogelijke NO_x waarden te behalen zijn weergegeven in de afbeelding hieronder:

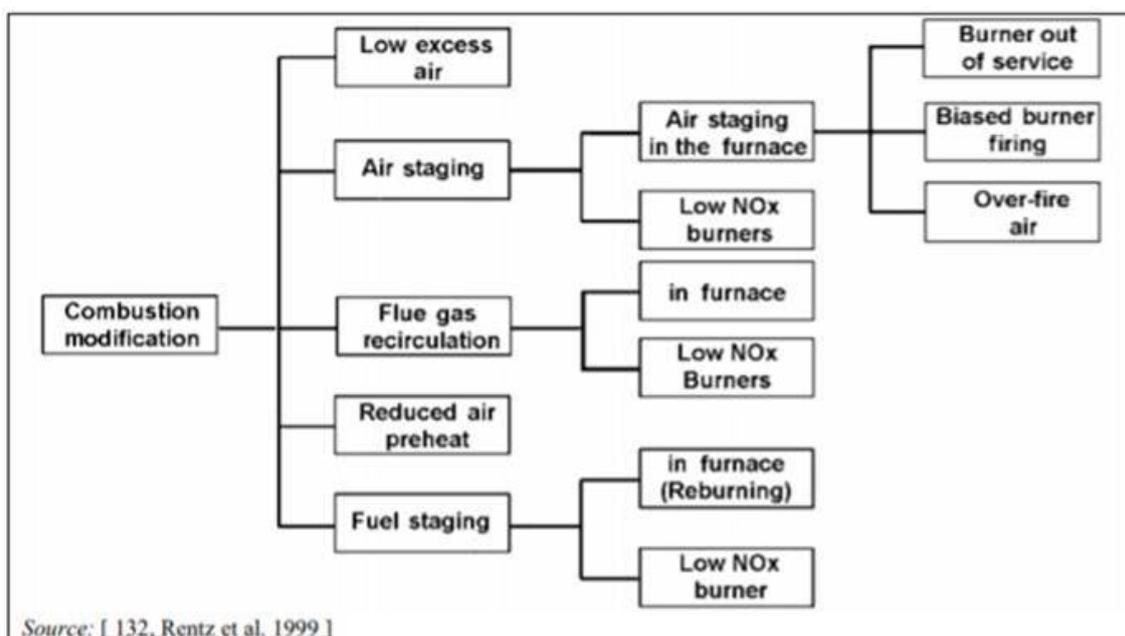


Figure 3.3: Overview of combustion modifications for reducing nitrogen oxide emissions

Deze primaire technieken worden toegepast om ervoor te zorgen dat een zo laag mogelijk vlam temperatuur wordt bereikt en als gevolg de productie van NO_x wordt geminimaliseerd. Dit is ook in lijn met het BREF Document 'Production of Large Volume Organic Chemicals' paragraaf 2.4.2.1. [1].

Door het toepassen van een LNB kan een garantiewaarde door de leverancier gegeven worden voor de NO_x uitlaat concentratie van de brander van 70 mg/Nm³ (gelijk aan 35 ppmv @ 3%O₂ droog). Er kan



van worden uitgegaan dat de te verwachten waarden lager liggen. Dit wordt ook bevestigd door de waarden die gerapporteerd zijn voor 'low-NO_x burners' in de BREF [2]:

Table 4.17: BAT-associated emission level (BAT-AEL) for channelled NO_x emissions to air from process furnaces/heaters

Parameter	BAT-AEL (mg/Nm ³) (Daily average or average over the sampling period)	Mass flow threshold (g/h)
Nitrogen oxides (NO _x)	50-150 ⁽¹⁾	1 000
⁽¹⁾ The upper end of the range may be up to 400 mg/Nm ³ if the combustion temperature is higher than 1 200 °C.		

Daarnaast hebben we gegevens uit de prestatie test toegevoegd van deze 'low-NO_x burners', zie bijlage I voor de onderbouwing in SCR tabel 4.3.1.1 en de referenties van leverancier waarin de referenties staan voor installaties waarbij de garantiewaarden van <70 mg/Nm³ worden behaald in bijlage II.

Om de NO_x emissie verder te verlagen kan gebruik gemaakt worden van secundaire NO_x reductie technologie. De secundaire NO_x reductie technologie die wordt toegepast door AMA is 'Selective Catalytic Reduction' (SCR). In een SCR wordt NO_x emissie gereduceerd door een reactie met NH₃ of ureum over een katalysator. Hierbij wordt NO_x omgezet tot N₂ en H₂O. De resterende emissie van NO_x is afhankelijk van de ingaande NO_x concentratie in het rookgas en de conversie die bereikt wordt over de katalysator.

In de BREF [2] wordt gesproken over verwijderingsefficiëntie tussen de 50% en 99%. De omzetting is hierbij sterk afhankelijk van de voedingsconcentratie en de emissie limieten die behaald moeten worden. De leverancier gaat uit van een verwijdering efficiëntie van 97.1% om tot de garantie waarde van 2,1 mg/Nm³ (1 ppmv) NO_x te komen. Dat deze verwijderingsefficiëntie behaald worden is te zien uit de referentie lijst van de SCR leverancier UMICORE in bijlage III.

Een 'Cross-media' effect van het gebruik van een SCR is het gebruik van NH₃ of Ureum. Het gebruik wordt minimaal gehouden door ervoor te zorgen dat er een zo laag mogelijke concentratie NO_x in het rookgas aanwezig is voor het de SCR binnen komt. Een ander 'cross media' effect is de emissie van de niet gereageerde NH₃ (NH₃ slip). Ook voor de emissie van NH₃ is door AMA gevraagd deze te minimaliseren. Omdat de reactie tussen NO_x en NH₃ niet perfect is blijft er altijd een kleine hoeveelheid NH₃ over. Deze overmaat resulteert in de NH₃ slip. De eerste stap in het minimaliseren van deze slip is wederom ervoor te zorgen dat er een lage concentratie NO_x de SCR in komt.

Door het toepassen van de juiste monitoring kan de dosering van NH₃ gestuurd worden en wordt de NH₃ slip minimaal gehouden. Doordat de brander en de SCR bij dezelfde leverancier zijn aangevraagd kunnen de systemen op elkaar inspelen, waardoor er een goede controle blijft. De leverancier geeft aan dat met deze maatregelen de NH₃ slip van 0,2 ppmv gegarandeerd kan worden.



Ook in de BREF [2] wordt bevestigd dat door middel van optimalisatie deze waarden haalbaar zijn:

BAT 17. In order to reduce channelled emissions to air of ammonia from the use of selective catalytic reduction (SCR) or selective non-catalytic reduction (SNCR) for the abatement of NO_x emissions, BAT is to optimise the design and/or operation of SCR or SNCR (e.g. optimised reagent to NO_x ratio, homogeneous reagent distribution and optimum size of the reagent drops).

Table 4.5: BAT-associated emission level (BAT-AEL) for channelled emissions to air of ammonia from the use of SCR or SNCR

Substance/Parameter	BAT-AEL (mg/Nm ³) (Average over the sampling period)
Ammonia (NH ₃) from SCR/SNCR	< 0.5-8 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ The upper end of the range may be up to 30 mg/Nm ³ in the case of: <ul style="list-style-type: none"> • thermal or catalytic oxidation of waste gases containing high levels of NO_x precursors; or • if the waste gases contain high levels of NO_x prior to treatment with SCR or SNCR. 	

Naast de hierboven aangegeven maatregelen kan ook het toepassen van een additionele NH₃ oxidatie katalysator in de SCR de NH₃ slip verder reduceren. Deze katalysator is hetzelfde als de katalysator die wordt toegepast bij diesel motoren om NH₃ emissies te verlagen. Deze katalysator wordt ook toegepast in de industrie. Referenties met garanties over deze katalysator zijn gegeven in de bijlage IV.

Het uitgangspunt van AMA is om de NO_x en NH₃ emissies zo ver mogelijk te minimaliseren, waar bij andere installaties het uitgangspunt slechts het behalen van de emissie grenswaarden is. Het is daarom niet vreemd dat er op dit moment nog geen voorbeelden zijn waarin dezelfde (lage) emissiewaarden worden behaald. Door de combinatie van de verschillende best beschikbare technieken kunnen deze lage emissiewaarden bereikt worden. Individueel hebben deze technieken de resultaten die gebruikt zijn om tot de lage emissie waarden van AMA te komen allemaal bewezen.

Referenties:

[1] *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Large Volume Organic Chemicals (2017)*

[2] *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector. Draft 1 (November 2019)*

Bijlagen:

Bijlage I Onderbouwing SCR Casale
 Bijlage II Referenties Zeeco
 Bijlage III Referenties UMICORE
 Bijlage IV Referenties NH₃ oxidatie

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 1 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

FIRED HEATER EMISSION REPORT

CONFIDENTIAL

Form TDT01-rev02

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED

	<p>Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands</p>	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 3 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

CONTENTS

1	INTRODUCTION.....	4
2	SCOPE.....	4
3	NO_x CONTROL STRATEGIES EXECUTIVE SUMMARY	5
4	NO_x CONTROL SELECTED TECHNOLOGIES FOR AMA PROJECT	6
4.1	LOW-NO _x BURNERS	6
4.1.1	LNB REQUIRED PERFORMANCES	6
4.2	SCR SYSTEM	6
4.2.1	SCR REQUIRED PERFORMANCES	7
4.3	SCR VENDOR DATA	7
4.3.1	DESIGN BASIS.....	7
4.3.1.1	ZEECO SCR PERFORMANCES	8
4.3.1.2	FUEL TECH SCR PERFORMANCES	9
4.3.1.3	CECO PEERLESS SCR PERFORMANCES.....	10
4.4	CASALE REFERENCES	11
5	REFERENCES.....	12
6	ATTACHMENTS	13
•	ATTACHMENT 1: ZEECO SCR PERFORMANCES	13
•	ATTACHMENT 2: ZEECO REFERENCE LIST	13
•	ATTACHMENT 3: FUEL TECH SCR PERFORMANCES	13
•	ATTACHMENT 4: FUEL TECH REFERENCE LIST	13
•	ATTACHMENT 5: CECO PEERLESS SCR PERFORMANCES	13
•	ATTACHMENT 6: CECO PEERLESS REFERENCE LIST	13

	<p>Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands</p>	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 4 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

1 INTRODUCTION

G.I. Dynamics B.V. (GID) is developing a Gasification to Bio-Methanol Plant for and on behalf of Advanced Methanol Amsterdam B.V. (AMA).

The facility will be located in Amsterdam, and is based on HTW Gasification technology from GIDARA Energy B.V.

This plant will produce Advanced Methanol from Refuse Derived Fuel (RDF) and Waste Wood (WW).

Since the plant will be located close to a protected area, the local authorities require more stringent limits both in term of NO_x emissions and NH₃ slip.

In particular, zero dispersion of ammonia is allowed at ground level.

G.I. Dynamics B.V. (GID) has requested to CASALE SA to provide a report in order to describe the NO_x Control Technologies selected for the AMA Project.

2 SCOPE

The purpose of this report is to give evidence about the maximum achievable emission reduction level with the technologies selected for the AMA Project.

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 5 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:
		

3 NO_x CONTROL STRATEGIES EXECUTIVE SUMMARY

Based on the current best available technologies, different strategies have been adopted in order to achieve the required emission level imposed by local regulations.

The system has been properly designed with the following features:

- Burners design has been selected as Low-NO_x type achieving the minimum achievable emission level without excessively affecting the combustion efficiency.
- The fired heater has been designed adopting a configuration able to burn all the available plant waste gas (the lower emission producer), minimizing the make-up fuel gas consumption (higher emission producer).
- SCR System has been foreseen in combination with the Low-NO_x Burners in order to achieve the required both the NO_x and NH₃ target values. Selective Catalytic Reduction (SCR) is recognized worldwide as the most effective NO_x control technology when substantial NO_x reduction of 50% up to 99% is required.
- The ammonia slip has been reduced as much as possible both with a proper design for injection/mixing distribution system and a proper fine control system for the ammonia dosing unit. The design been optimized as much as possible to achieve the target value.

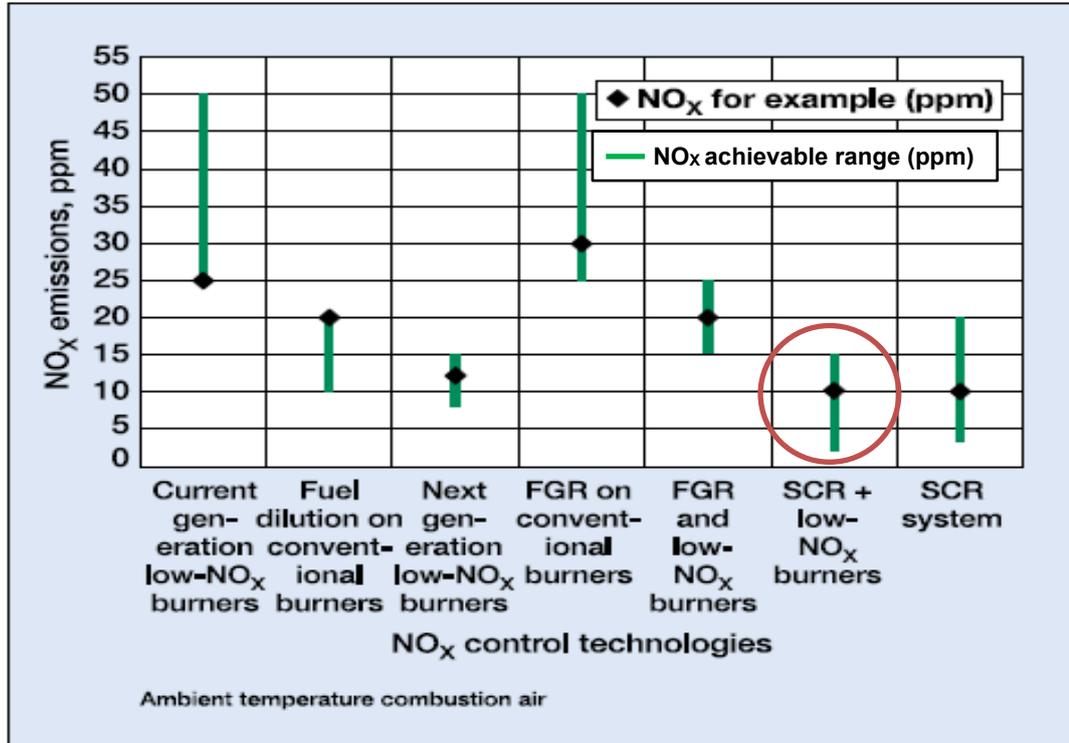


Fig. 3.1 NO_x control technology - Achievable NO_x emission range

The achievable NO_x emission range using the combination of the Low-NO_x Burners and the SCR System is 2 ÷ 15 ppmv @3%O₂ dry basis depending on the installed catalyst volume. (Fig.3.1).

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 6 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4 NO_x CONTROL SELECTED TECHNOLOGIES FOR AMA PROJECT

4.1 LOW-NO_x BURNERS

Combustion control techniques reduce the amount of NO_x emission by limiting the amount of NO_x formation during the combustion process.

In particular, LNB burners can use air staging, fuel staging or internal furnace gas recirculation to lower peak flame temperatures and directly reduce NO_x emissions from combustion.

4.1.1 LNB REQUIRED PERFORMANCES

For this specific project, LNB Burners have been foreseen in order to achieve a maximum NO_x content of 35 ppmv @3%O₂ dry (70 mg/Nm³), as a guaranteed figure, in the flue gas from the combustion zone.

This value is in compliance with the maximum NO_x emission levels allowed by the EU regulation and it can be guaranteed by all Top Class Burner Vendors (i.e. ZEECO, John Zink, Callidus, etc).

4.2 SCR SYSTEM

SCR process is based on the chemical reduction of the NO_x molecule through the ammonia injected upstream in presence of a metal-based catalyst with activated sites to increase the rate of the reduction reaction.

The reagent reacts selectively with the flue gas NO_x within a specific temperature range and in the presence of the catalyst and oxygen to reduce the NO_x into molecular nitrogen (N₂) and water vapor (H₂O).

Selective catalytic reduction can be utilized where exhaust gases are between 250°C and 650°C, depending on the catalyst used.

Theoretically, SCR systems can be designed for NO_x removal efficiencies up close to 100 percent. In practice, commercial fuel gas fired SCR systems are often designed to meet control targets of over 95 percent. Properly designed SCR systems, which operate close to the theoretical stoichiometry and supply adequate catalyst volume, maintain low ammonia slip levels, approximately less than 2 ppm [1].

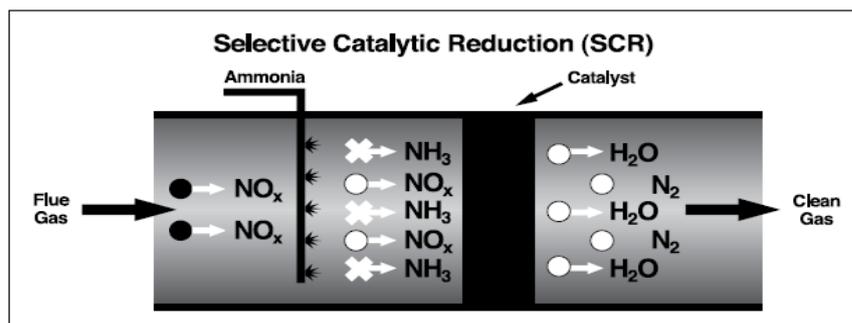


Fig. 4.2.1 SCR System Operation Scheme

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 7 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4.2.1 SCR REQUIRED PERFORMANCES

Due to the AMA complex location constrains, an extremely low emission levels are allowed in order to be in compliance with the local law requirements.

In particular, the results of the dispersion study require that the SCR System performances shall be the following:

- max 1 ppmv @ 3%O₂ dry of NO_x
- max 0.2 ppmv @ 3%O₂ dry of NH₃

4.3 SCR VENDOR DATA

In the next paragraph are shown the expected and guaranteed performances of three different SCR Catalyst Vendors.

4.3.1 DESIGN BASIS

FLUE GAS OPERATING CONDITION					
OPERATING CASE:		EOR DESIGN CASE	SOR CASE	MOR MINIMUM REACTIVITY CASE	MOR MAXIMUM REACTIVITY CASE
Flowrate	kg/h	6609	6560	6678	4253
Temperature	°C	333	333	333	333
Inlet Pressure	mmWCg	-145	-145	-147	-122
MW		28.1	28.1	27.8	28.3
Composition:	%v				-
O ₂		2.3	2.3	2.3	2.3
N ₂		66.3	66.3	69.2	65.8
Ar		0.9	0.9	1	0.9
CO ₂		11.4	11.4	9	12.2
H ₂ O		19.1	19.1	18.5	18.8
SO ₂	ppmv	N/A	N/A	N/A	N/A
NO _x	ppmv	35 max	35 max	35 max	35 max
Maximum Allowable NO_x @ SCR SYSTEM OUTLET				ppmv @3% O ₂ dry	≤ 1
Maximum Allowable NH₃ Slip @ SCR SYSTEM OUTLET				ppmv @3% O ₂ dry	≤ 0.2

Tab. 4.3.1.1. SCR System Performances Design Basis

	<p align="center">Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands</p>	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 8 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4.3.1.1 ZEECO SCR PERFORMANCES

ZEECO provided a technical offer both Burner and SCR so that can be considered responsible for the overall NO_x and NH₃ stack emissions.

in the table below are shown the guaranteed performances both for the Radiant Chamber Burners and the SCR System:

Burner	Unit	Guaranteed
NO _x	mg/Nm ³	70(*)
CO	ppmvd	50
UHC	ppmvd	4
Particulates	ppmvd	100
Stack Emission	Unit	Guaranteed
NO _x	ppm	< 1,0
Ammonia slip	ppm	< 0,2
Pressure drop	mmWC	< 90 (**)

(*) Zeeco will be responsible to guarantee the NO_x stack emissions since we are offering both Burners and SCR system.

(**) The above pressure drop doesn't take in account the pressure drop of the static mixer that might be necessary after CFD analysis to be installed downstream the ammonia atomizing gun to ensure that the necessary distribution NH₃/NO_x is reached. In case static mixer will be necessary, the pressure drop of the system will be 200mmWC.

These values are understood to apply only when the system is operated in accordance with the operating conditions stipulated in the design summary and for the waste(s) stipulated in the design basis sections of this proposal. VOC is defined as non-methane and non-ethane hydrocarbons.

Tab. 4.3.1.1.1 ZEECO SCR System Performances

For details refer to the Attachment 1.

4.3.1.1.1 ZEECO REFERENCES

Refer to Attachment 2.

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 9 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4.3.1.2 FUEL TECH SCR PERFORMANCES

5.0 SCR NO_x DESIGN BASIS

Parameter	Units	EOR	SOR	MOR minimum reactivity	MOR maximum reactivity
Flue gas flow	kg/h wet	6609	6560	6678	4253
Flue gas flow	Nm ³ /h wet	5266	5227	5381	3370
Temperature	°C	338	334	337	330
Duct Inlet pressure	mmwg	-45	-45	-47	-22
Inlet NO_x	ppm @3% O₂ dry	35	35	35	35
NO _x present as NO ₂	%	20	20	20	20
Inlet CO	mg/Nm ³ @ 3% O ₂ dry	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
O ₂ , volume	% wet	2.3	2.3	2.3	2.3
H ₂ O, volume	% wet	19.1	19.1	18.5	18.8
CO ₂ , volume	% wet	11.4	11.4	9	12.2
SO ₂	ppm @ op. O ₂ wet	<1	<1	<1	<1
SO ₃	ppm @ op. O ₂ wet	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Particulate <10μ	mg/Nm ³ wet	< 130	<130	<130	<130

5.1 SCR Performance

Parameter	Units	EOR	SOR	MOR minimum reactivity	MOR maximum reactivity
NO_x outlet guaranteed	ppm @3% O₂ dry	1.0	1.0	1.0	1.0
NH₃ slip guaranteed	ppm @3% O₂ dry	0.2	0.2	0.2	0.2
Estimated Reagent	kg/h @ 24.5% NH ₄ OH	0.45	0.45	0.49	0.29
Pressure drop guaranteed (within battery limits)	mmH ₂ O @ 4°C	100	100	100	100

Expected NH₃ slip w/ new catalyst vs. EoL catalyst

-

None

Ammonia inj. rate w/ new catalyst vs. EoL catalyst

-

None*

* There might be other dust with the ability to oxidize NH₃ in the flue gas which can deposit on catalyst: this might cause NH₃ consumption to increase.

Tab. 4.3.1.2.1 Fuel Tech SCR System Performances

For details refer to the Attachment 3.

4.3.1.2.1 FUEL TECH REFERENCES

Refer to Attachment 4.

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 10 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4.3.1.3 CECO PEERLEES SCR PERFORMANCES

- A. **DESIGN CONDITIONS:** The proposed SCR System design is based on the following design conditions; the data is for one (1) unit. Should the actual gas conditions be different from the design data, the performance shall be re-evaluated, based on the corrected design data.

PROCESS DATA					
Design Case		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Customer Design Case		EOR Design	SOR Design	MOR Min Reactivity	MOR Max Reactivity
Percent Load	Percent	100%	100%	100%	100%
Fuel Case		Gas	Gas	Gas	Gas
Exhaust Gas Mass Flowrate, Wet	kg/h	7269,0	6560,0	6678,0	4253,0
Exhaust Gas Volumetric Flowrate, Wet	Nm ³ /h	5786	5221	5374	3366
Exhaust Gas Temperature	degrees C	338,0	334,0	337,0	330,0
<u>Exhaust Gas Composition</u>					
Component	MW				
O2	31,999	vol% (wet)	2,30	2,30	2,30
H2O	18,015	vol% (wet)	19,10	19,10	18,60
N2	28,013	vol% (wet)	66,30	66,30	65,80
CO2	44,010	vol% (wet)	11,40	11,40	9,00
Ar	39,948	vol% (wet)	0,90	0,90	0,90
			100,00	100,00	100,00
<u>Emissions from the Source</u>		@ %O2	3		
Nox as NO2		ppmvd	35,00	35,00	35,00
Nox as NO2		kg/h	0,34	0,31	0,32
SO2		ppmw	1,00	1,00	1,00
SO2		kg/h	0,02	0,01	0,02
Particulates		mg/Nm ³ (dry)	130,00	130,00	130,00
Amount of Nox as NO2		Percent	20,00	20,00	20,00
Nox Reduction		Percent	97,14	97,14	97,14
Aqueous Ammonia Requirement		kg/h	0,619	0,614	0,638
Aqueous Ammonia Requirement		m ³ /month	1,000	0,492	0,511
<u>Performance Warranties</u>		@ %O2	3		
Nox as NO2		ppmvd	1,0	1,0	1,0
Nox as NO2		kg/h	0,010	0,009	0,006
NH3 Slip		ppmvd	1,00	1,00	1,00
NH3 Slip		kg/h	0,004	0,003	0,002

Tab. 4.3.1.3.1 CECO Peerless SCR System Performances

For details refer to the Attachment 4.

4.3.1.3.1 CECO PEERLEES REFERENCES

Refer to the Attachment 6.

	Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 11 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

4.4 CASALE REFERENCES

Casale confirms that in some Acid Nitric Plant licensed by Casale and provided with an SCR Unit, the following parameters have been achieved:

Performance guarantee for 100% load	Guarantee value	Measured figure (without tolerance)	Evaluated figure (with tolerance)	Result
NOx (as NO ₂) in any vented stream	≤ 30 ppmv	10,68	9,68	OK
NH ₃ in any vented stream	≤ 2 ppmv	0,000 Note a	0,000 Note a	OK

Note:

a. *Not detectable*

Tab. 4.4.1. SCR System Performances - Casale Ammonia Nitric Plant

Casale can not disclose Client name due to confidentiality issue.

In any case the above data (**Tab. 4.4.1**) is an evident proof that the “zero” ammonia slip is industrially achievable with an SCR Unit.

	<p>Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands</p>	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 12 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

5 REFERENCES

[1]. Institute of Clean Air Companies (ICAC). White Paper. Selective Catalytic Reduction (SCR) Control of NO_x Emissions From Fossil Fuel-Fired Electric Power Plants. May 2009.

	<p>Advanced Methanol Amsterdam B.V. New 260 MTPD Methanol Plant Amsterdam, The Netherlands</p>	Proj. No.: A09480 Doc. No.: A09480M-E-PRH-3602 Rev.: 00 Sheet No.: 13 of 13
		Client Proj. No.: 1 Client Doc. No.:

6 ATTACHMENTS

- ATTACHMENT 1: ZEECO SCR PERFORMANCES
- ATTACHMENT 2: ZEECO REFERENCE LIST
- ATTACHMENT 3: FUEL TECH SCR PERFORMANCES
- ATTACHMENT 4: FUEL TECH REFERENCE LIST
- ATTACHMENT 5: CECO PEERLESS SCR PERFORMANCES
- ATTACHMENT 6: CECO PEERLESS REFERENCE LIST

TABLE OF CONTENTS

1.0	INTRODUCTION	_____
2.0	SCOPE OF SUPPLY	_____
3.0	EQUIPMENT DESCRIPTION	_____
4.0	DESIGN BASIS	_____
5.0	COMMERCIAL	_____
6.0	ATTACHMENTS	_____

1.0 INTRODUCTION

Zeeco has been designing and manufacturing burners, flares, incinerators, air pre-heaters, and combustion systems for world wide use since 1980.

Zeeco's Engineering Staff offers over 1,000 years of experience in the development, design, and testing of Combustion Systems. Zeeco has the proven skills and innovative abilities to design a practical and environmentally friendly combustion system to thermally treat virtually any industrial waste. This learned "art" gained by research and design efforts which are refined by testing and field experience has been implemented in the process plants of numerous industries throughout the world.

From project planning through design, procurement, manufacturing, installation, and even start-up, Zeeco will provide project management and support as deemed necessary. It is our world class HANDS ON type design skills, quality products, experienced staff, and especially our responsiveness to our customers needs that truly set Zeeco apart from our competition.

Quality: Our customers expect it. We demand it!

4.0 DESIGN BASIS

4.1 Site Conditions

Seismic Zone	Later
Design Wind Velocity	Later
Minimum Barometric Pressure, mbar	Later
Temperature, °C (Min/Max/Avg)	Later
Design Relative Humidity	Later

4.2 Exhaust Summary from burner and SCR

Refer to the datasheets in the attachment X.

4.3 Utilities

Electrical Power 460V / 3 Phase / 50 Hz	< 5 kW
Instrument Air, Nm ³ /hr	Later
Ammonia Solution 19% kg/hr	Refer to the datasheets attachment X

Above data are preliminary and will be confirmed during job stage.

4.4 System Performances

Burner	Unit	Guaranteed
NO _x	mg/Nm ³	70(*)
CO	ppmvd	50
UHC	ppmvd	4
Particulates	ppmvd	100
Stack Emission	Unit	Guaranteed
NO _x	ppm	< 1.0
Ammonia slip	ppm	< 0.2
Pressure drop	mmWC	< 90 (**)

(*) Zeeco will be responsible to guarantee the NO_x stack emissions since we are offering both Burners and SCR system.

(**) The above pressure drop doesn't take in account the pressure drop of the static mixer that might be necessary after CFD analysis to be installed downstream the ammonia atomizing gun to ensure that the necessary distribution NH₃/NO_x is reached. In case static mixer will be necessary, the pressure drop of the system will be 200mmWC.

These values are understood to apply only when the system is operated in accordance with the operating conditions stipulated in the design summary and for the waste(s) stipulated in the design basis sections of this proposal. VOC is defined as non-methane and non-ethane hydrocarbons.

5.0 COMMERCIAL

Attachment E
Burners datasheets



22151 East 91st Street
Broken Arrow,
Oklahoma 74014 USA
Phone: (918)258-8551
Fax: (918)251-5519
Email: sales@zeeco.com

ZEECO BURNER DATA SHEET

PURCHASER: Casale SA	PURCHASER REF.: A09480
OWNER: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO QUOTE REF.: 2020-09279PR-01
JOBSITE: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO JOB REF.:
FURNACE TAG: TBA	SHEET 1 OF 5

GENERAL INFORMATION

REV

PURCHASER NAME: Casale SA
 CUSTOMER CONTACT: FRANCESCO GALMARINI
 ADDRESS: Via G. Pocobelli
 LINE 2: 6 6900 Lugano
 LINE 3: Switzerland
 LINE 4: _____
 LINE 5: _____
 TELEPHONE: +41 91641 9327
 FAX: _____
 EMAIL: f.galmarini@casale.ch
 PURCHASER REFERENCE: A09480
 ZEECO QUOTE REFERENCE: 2020-09279PR-01
 ZEECO JOB REFERENCE: _____
 OWNER / END USER: UNKNOWN - WITHIN EUROPE
 ADDRESS OF JOBSITE: _____
 LINE 2: _____
 LINE 3: _____
 LINE 4: _____
 LINE 5: _____
 FURNACE TAG: TBA
 FURNACE TYPE: Double Vertical Cylindrical
 LOCATION OF JOBSITE: UNKNOWN - WITHIN EUROPE

REV. DATE	NAME	DESCRIPTION OF REVISION	REVISION TABLE	
			ISSUE	REV.
10/8/2020	Matt Roush	First Issue	1	0

Confidential Property of Zeeco. To be returned upon request and used only in reference to contracts or proposal of this company. Reproduction of this print or unauthorized use of this Document is prohibited.



22151 East 91st Street
Broken Arrow,
Oklahoma 74014 USA
Phone: (918)258-8551
Fax: (918)251-5519
Email:sales@zeeco.com

ZEECO BURNER DATA SHEET

CUSTOMER: Casale SA	PURCHASER REF.: A09480
OWNER: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO QUOTE REF.: 2020-09279PR-01
JOB SITE: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO JOB REF.:
FURNACE TAG: TBA	SHEET 2 OF 5

HEATER GENERAL DATA		REV
FURNACE EQUIPMENT TAG NUMBER	TBA	
FURNACE SERVICE	TBA	
FURNACE MANUFACTURER	Casale	
TYPE OF FURNACE	Double Vertical Cylindrical	
SETTING REFRACTORY THICKNESS	millimeters TBA	
HEATER CASING THICKNESS	millimeters 6	
FIREBOX INTERIOR HEIGHT (Floor to Convection Section)	meters 6	
FIREBOX INTERIOR LENGTH from WALL TO WALL	meters N/A	
FIREBOX WIDTH between TUBES CENTERLINE TO CENTERLINE	meters N/A	
TUBE CIRCLE DIAMETER [VERTICAL CYLINDRICAL/HELICAL COIL HEATERS]	meters 2.33 / 2.55	
COMBUSTION AIR PLENUM	Individual Plenum	
BURNER DATA		
TYPE OF BURNER	Low NO _x emissions technology	
BURNER MODEL	GLSF (Round Flame, "Free Jet")	
BURNER PROJECT CLASSIFICATION	New furnace application	
BURNER FLAME SHAPE	Round Flame	
TYPE OF FUEL(S)	Gas Only	
BURNER MODEL NUMBER	9	
QUANTITY OF BURNERS REQUIRED	3 per cell - 6 total	
FIRING DIRECTION	Vertically upfired	
BURNER MOUNTING LOCATION	Floor	
BURNER CENTERLINE TO TUBE CENTERLINE	millimeters 712	
BURNER CENTERLINE TO ADJACENT BURNER CENTERLINE	millimeters N/A	
BURNER CENTERLINE TO UNSHIELDED REFRACTORY	millimeters -	
BURNER CIRCLE DIAMETER [VERTICAL CYLINDRICAL HEATER]	meters 0.905	
HEATER STEEL TO GRADE	millimeters TBA	
PILOT REQUIRED	Required	
PILOT MODEL	JM-1S-F	
PILOT IGNITION METHOD	Manual Ignition	
FLAME ROD	Kanthal A1	
PILOT FUEL	Natural Gas / RFG	
FUEL PRESSURE at PILOT	barg 0.7	
PILOT HEAT RELEASE	W 26,370	
OPERATING DATA		
BURNER FUEL TYPE	Gas Fired	
DESIGN HEAT RELEASE per BURNER * [LHV]	MW 1.010	
NORMAL HEAT RELEASE per BURNER * [LHV]	MW 0.670	
MINIMUM HEAT RELEASE per BURNER * [LHV]	MW 0.200	
OTHER CONDITION:	MW	
HEAT RELEASE TURNDOWN REQUIRED	5.1	
EXCESS AIR at DESIGN HEAT RELEASE	% 15%	
HEATER DRAFT TYPE	Natural	
COMBUSTION AIR SOURCE	Fresh Air	
COMBUSTION AIR TEMPERATURE at BURNER	°C 29.5	Design -6.6 Min 11.5 Max
COMBUSTION AIR RELATIVE HUMIDITY	% 77.8	@ 11.5 °C
MAXIMUM AVAILABLE PRESSURE DROP THRU BURNER	mm W.C. 10.5	
BURNER AIR PRESSURE DROP at DESIGN HEAT RELEASE	mm W.C. 9.72	
HEATER ELEVATION ABOVE SEA LEVEL	meters 1	
AMBIENT AIR TEMPERATURE	°C 29.5	Design -6.6 Min 11.5 Max
FLAME LENGTH at DESIGN HEAT RELEASE	meters	
FLAME WIDTH or DIAMETER at DESIGN HEAT RELEASE	meters	
ADDITIONAL OPERATION CASE (FOR FORCED DRAFT TYPE)	NO	

Confidential Property of Zeeco. To be returned upon request and used only in reference to contracts or proposal of this company. Reproduction of this print or unauthorized use of this Document is prohibited.



22151 East 91st Street
Broken Arrow,
Oklahoma 74014 USA
Phone: (918)258-8551
Fax: (918)251-5519
Email:sales@zeeco.com

ZEECO BURNER DATA SHEET

CUSTOMER: Casale SA	PURCHASER REF.: A09480
OWNER: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO QUOTE REF.: 2020-09279PR-01
JOB SITE: UNKNOWN - WITHIN EUROPE	ZEECO JOB REF.:
FURNACE TAG: TBA	SHEET 3 OF 5

GAS FUEL CHARACTERISTICS

		Design		MOR Min Reactivity		MOR Max Reactivity		REV
		Make-up	Waste	Make-up	Waste	Make-up	Waste	
FUEL GAS DESIGNATION								
HEATING VALUE	* [LHV] kJ/kg	25,638	14,780	25,768	21,199	24,950	15,315	
SPECIFIC GRAVITY [AIR = 1.0]		0.40	0.88	0.41	0.70	0.40	0.92	
MOLECULAR WEIGHT		11.54	25.63	11.78	20.23	11.47	26.74	
FUEL TEMPERATURE at BURNER	°C	122.1	122.1	122.9	122.9			
FUEL PRESSURE AVAILABLE at BURNER	barg	2.5	2.5	2.5	2.5			
FUEL GAS COMPOSITION		Volume%	Volume%	Volume%	Volume%	Volume%	Volume%	
	CH ₄ (METHANE)	9.46%	31.16%	11.70%	41.79%	7.30%	37.11%	
	C ₂ H ₆ (ETHANE)							
	C ₃ H ₈ (PROPANE)							
	C ₄ H ₁₀ (BUTANE)							
	C ₅ H ₁₂ (PENTANE)							
	C ₆ H ₁₄ (HEXANE)							
	C ₇ H ₁₆ (HEPTANE)							
	C ₈ H ₁₈ (OCTANE)							
	C ₉ H ₂₀ (NONANE)							
	C ₁₀ H ₂₂ (DECANE)							
	C ₁₁ H ₂₄ (UNDECANE)							
	C ₁₂ H ₂₆ (DODECANE)							
	C ₁₃ H ₂₈ (TRIDECANE)							
	C ₁₄ H ₃₀ (TETRADECANE)							
	C ₁₅ H ₃₂ (PENTADECANE)							
	C ₁₆ H ₃₄ (HEXADECANE)							
	C ₁₇ H ₃₆ (HEPTADECANE)							
	C ₁₈ H ₃₈ (OCTADECANE)							
	C ₁₉ H ₄₀ (NONADECANE)							
	C ₂₀ H ₄₂ (EICOSANE)							
	C ₂₁ H ₄₄ (HENTRIACOSANE)							
	C ₂₂ H ₄₆ (DOTRIACOSANE)							
	C ₂₃ H ₄₈ (TRITRIACOSANE)							
	C ₂₄ H ₅₀ (TETRATRIACOSANE)							
	C ₂₅ H ₅₂ (PENTATRIACOSANE)							
	C ₂₆ H ₅₄ (HEXATRIACOSANE)							
	C ₂₇ H ₅₆ (HEPTATRIACOSANE)							
	C ₂₈ H ₅₈ (OCTATRIACOSANE)							
	C ₂₉ H ₆₀ (NONATRIACOSANE)							
	C ₃₀ H ₆₂ (DECATRIACOSANE)							
	C ₃₁ H ₆₄ (UNDECATRIACOSANE)							
	C ₃₂ H ₆₆ (DODECATRIACOSANE)							
	C ₃₃ H ₆₈ (TRIDECATRIACOSANE)							
	C ₃₄ H ₇₀ (TETRADECATRIACOSANE)							
	C ₃₅ H ₇₂ (PENTADECATRIACOSANE)							
	C ₃₆ H ₇₄ (HEXADECATRIACOSANE)							
	C ₃₇ H ₇₆ (HEPTADECATRIACOSANE)							
	C ₃₈ H ₇₈ (OCTADECATRIACOSANE)							
	C ₃₉ H ₈₀ (NONADECATRIACOSANE)							
	C ₄₀ H ₈₂ (EICOSATRIACOSANE)							
	C ₄₁ H ₈₄ (HENTRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₂ H ₈₆ (DOTRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₃ H ₈₈ (TRITRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₄ H ₉₀ (TETRATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₅ H ₉₂ (PENTATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₆ H ₉₄ (HEXATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₇ H ₉₆ (HEPTATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₈ H ₉₈ (OCTATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₄₉ H ₁₀₀ (NONATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₀ H ₁₀₂ (DECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₁ H ₁₀₄ (UNDECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₂ H ₁₀₆ (DODECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₃ H ₁₀₈ (TRIDECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₄ H ₁₁₀ (TETRADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₅ H ₁₁₂ (PENTADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₆ H ₁₁₄ (HEXADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₇ H ₁₁₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₈ H ₁₁₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₅₉ H ₁₂₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₀ H ₁₂₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₁ H ₁₂₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₂ H ₁₂₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₃ H ₁₂₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₄ H ₁₃₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₅ H ₁₃₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₆ H ₁₃₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₇ H ₁₃₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₈ H ₁₃₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₆₉ H ₁₄₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₀ H ₁₄₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₁ H ₁₄₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₂ H ₁₄₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₃ H ₁₄₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₄ H ₁₅₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₅ H ₁₅₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₆ H ₁₅₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₇ H ₁₅₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₈ H ₁₅₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₇₉ H ₁₆₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₀ H ₁₆₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₁ H ₁₆₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₂ H ₁₆₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₃ H ₁₆₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₄ H ₁₇₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₅ H ₁₇₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₆ H ₁₇₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₇ H ₁₇₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₈ H ₁₇₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₈₉ H ₁₈₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₀ H ₁₈₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₁ H ₁₈₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₂ H ₁₈₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₃ H ₁₈₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₄ H ₁₉₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₅ H ₁₉₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₆ H ₁₉₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₇ H ₁₉₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₈ H ₁₉₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₉₉ H ₂₀₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₀ H ₂₀₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₁ H ₂₀₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₂ H ₂₀₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₃ H ₂₀₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₄ H ₂₁₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₅ H ₂₁₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₆ H ₂₁₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₇ H ₂₁₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₈ H ₂₁₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₀₉ H ₂₂₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₀ H ₂₂₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₁ H ₂₂₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₂ H ₂₂₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₃ H ₂₂₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₄ H ₂₃₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₅ H ₂₃₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₆ H ₂₃₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₇ H ₂₃₆ (HEPTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₈ H ₂₃₈ (OCTADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₁₉ H ₂₄₀ (NONADECATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₀ H ₂₄₂ (EICOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₁ H ₂₄₄ (HENTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₂ H ₂₄₆ (DOTRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₃ H ₂₄₈ (TRITRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₄ H ₂₅₀ (TETRATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₅ H ₂₅₂ (PENTATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							
	C ₁₂₆ H ₂₅₄ (HEXATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSATRIACOSANE)							

Attachment F
SCR Datasheets

Flue Gas Data: Case: EOR DESIGN

Design Pressure	1013 mbar	Flue Gas Flow Rate	5375 Nm ³ /h, wet, actual O ₂
Design Temperature	338 °C		12030 m ³ /h, wet, actual O ₂
Oxygen	2,3 Vol.-% wet		4951 Nm ³ /h, dry, ref. O ₂
Reference Oxygen	3 Vol.-%		4833 Nm ³ /h, dry, actual O ₂
Water	10,1 Vol.-%, wet		
NOx in	35 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx out	1 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx reduction	97,1 %		
NO ₂ fraction	10 %		

Catalyst and Reactor Data:

Layer	Sublayer	Cell Type	Spec. surface m ² /m ³	Pitch mm	open cross section %	cat. height mm	layer height mm	layer volume m ³	layer weight to.	Face hardening mm
-------	----------	-----------	--	-------------	----------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------

Guarantee Values:

Slip-NH ₃ (end of guarantee period)	0,2 ppmV i. N., dry, ref. O ₂
Guarantee Period	32000 h
Flue gas velocity (@ operation conditions, before catalyst)	3,1 m/s
Pressure drop over catalyst layers (initial)	≤ 7,6 mbar
NH ₃ consumption	≤ 0,2 kg/h
NH ₄ OH 25%	≤ 0,7 kg/h

Please Note:

Flue Gas Data: Case: MOR MAXIMUM

Design Pressure	1013 mbar	Flue Gas Flow Rate	3569 Nm ³ /h, wet, actual O ₂
Design Temperature	330 °C		7883 m ³ /h, wet, actual O ₂
Oxygen	2,3 Vol.-% wet		2925 Nm ³ /h, dry, ref. O ₂
Reference Oxygen	3 Vol.-%		2898 Nm ³ /h, dry, actual O ₂
Water	18,8 Vol.-%, wet		
NOx in	35 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx out	1 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx reduction	97,1 %		
NO ₂ fraction	10 %		

Catalyst and Reactor Data:

Layer	Sublayer	Cell Type	Spec. surface m ² /m ³	Pitch mm	open cross section %	cat. height mm	layer height mm	layer volume m ³	layer weight to.	Face hardening mm
-------	----------	-----------	--	-------------	----------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------

Guarantee Values:

Slip-NH ₃ (end of guarantee period)	0,2 ppmV i. N., dry, ref. O ₂
Guarantee Period	32000 h
Flue gas velocity (@ operation conditions, before catalyst)	2,0 m/s
Pressure drop over catalyst layers (initial)	≤ 4,7 mbar
NH ₃ consumption	≤ 0,1 kg/h
NH ₄ OH 25%	≤ 0,5 kg/h

Please Note:

Flue Gas Data: Case: MOR MINIMUM

Design Pressure	1013 mbar	Flue Gas Flow Rate	5598 Nm ³ /h, wet, actual O ₂
Design Temperature	337 °C		12507 m ³ /h, wet, actual O ₂
Oxygen	2,3 Vol.-% wet		4607 Nm ³ /h, dry, ref. O ₂
Reference Oxygen	3 Vol.-%		4562 Nm ³ /h, dry, actual O ₂
Water	18,5 Vol.-%, wet		
NOx in	35 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx out	1 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx reduction	97,1 %		
NO ₂ fraction	10 %		

Catalyst and Reactor Data:

Layer	Sublayer	Cell Type	Spec. surface m ² /m ³	Pitch mm	open cross section %	cat. height mm	layer height mm	layer volume m ³	layer weight to.	Face hardening mm
-------	----------	-----------	--	-------------	----------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------

Guarantee Values:

Slip-NH ₃ (end of guarantee period)	0,2 ppmV i. N., dry, ref. O ₂
Guarantee Period	32000 h
Flue gas velocity (@ operation conditions, before catalyst)	3,2 m/s
Pressure drop over catalyst layers (initial)	≤ 7,7 mbar
NH ₃ consumption	≤ 0,2 kg/h
NH ₄ OH 25%	≤ 0,7 kg/h

Please Note:

Flue Gas Data: Case: SOR DESIGN

Design Pressure	1013 mbar	Flue Gas Flow Rate	5511 Nm ³ /h, wet, actual O ₂
Design Temperature	334 °C		12252 m ³ /h, wet, actual O ₂
Oxygen	2,3 Vol.-% wet		4497 Nm ³ /h, dry, ref. O ₂
Reference Oxygen	3 Vol.-%		4458 Nm ³ /h, dry, actual O ₂
Water	19,1 Vol.-%, wet		
NOx in	35 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx out	1 ppmV i. N., dry, ref. O ₂		
NOx reduction	97,1 %		
NO ₂ fraction	10 %		

Catalyst and Reactor Data:

Layer	Sublayer	Cell Type	Spec. surface m ² /m ³	Pitch mm	open cross section %	cat. height mm	layer height mm	layer volume m ³	layer weight to.	Face hardening mm
-------	----------	-----------	--	-------------	----------------------------	-------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	-------------------------

Guarantee Values:

Slip-NH ₃ (end of guarantee period)	0,2 ppmV i. N., dry, ref. O ₂
Guarantee Period	32000 h
Flue gas velocity (@ operation conditions, before catalyst)	3,2 m/s
Pressure drop over catalyst layers (initial)	≤ 7,5 mbar
NH ₃ consumption	≤ 0,2 kg/h
NH ₄ OH 25%	≤ 0,7 kg/h

Please Note:



Zeeco, Inc.
GLSF Free Jet Burner 5 Year Reference List Guaranteed Emission NOx < 70mg/Nm3

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
50310	2021	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-11 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 48 GLSF-7 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 1 Combustion Testing GLSF-11 1 Combustion Testing GLSF-7 1 100% PMI of Alloy Material	Great Southern Technologies, LLC	Flint Hills Resources, LP / Houston Propylene Plant / Houston	TX	United States
50192	2021	Retrofit	Process Burner	F-5601 (4) GLSF-12 Free Jet Gas Burner Assembly Includes JM-15 Manual Pilot	Parkland Refining (B.C.) Ltd.	Parkland Fuel Corporation / Burnaby Refinery / Burnaby	BC	Canada
49838	2021	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-19 Free Jet Ultra Low NOx Burner 30 GLSF-7 Free-Jet Downfired 78% Burner 75 GLSF-8 Free-Jet Downfired 100% Burner	Bantrel Co.	Cenovus Energy, Inc. / Lloydminster Upgrader / Lloydminster	SK	Canada
49510	2021	Process Burners	Process Burner	2 Portable Ignitor 1 Burner performance test -ea. Burner type 1 Set erection spare parts *Zeeco China Fabrication	Air Liquide Global E&C Solutions	Sarawak Shell Berhad / Sarawak Shell Berhad / Lutong		Malaysia
48700	2021	Retrofit	Process Burner	(6) GLSF-12 "Free-Jet" Burner Assembly (4) GLSF-12 "Free-Jet" Burner Assembly (2) GLSF-13 "Free-Jet" Burner Assembly (2) CLSF-15 "Free-Jet" Burner Assembly (1) Construction for both heaters (1) On site engineer site construction (14) Ignition transformer (14) Fireye 85 UVF1-1QD w/ 20 meter cable (2) Emission check by authorized company (1) Negotiation	Taekwang Industrial Co., Ltd	Taekwang Industrial Company Ltd. / Petrochemical Plant #1 / Ulsan		Korea
47951	2020	Retrofit	Process Burner	6 GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 Export Crating & FCA Containerization 1 Bespoke pilot panel modification kit	LBL Trading	Oil Refineries Limited - ORL / Bazar Refinery / Haifa		Israel
47816	2020	Process Burners	Process Burner	GLSF-11 RF FJ Burners GLSF-7 FF EJ Burners	Formosa Plastics	Formosa Plastics (Ningbo) Co., Ltd. / PDH Plant / Ningbo		China
47256	2020	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-10 "Free-Jet" Burner Assembly 1 GLSF-10 Combustion Test 1 Domestic Packing 1 Dye Pen and Radiography Testing	Great Southern Technologies, LLC	Countrymark Cooperative, LLP / Mount Vernon Refinery / Mount Vernon	IN	United States
47093	2020	Retrofit	Process Burner	4 GLSF Free Jet G2 Retrofit Kit. Including: (4) Primary Tips per Kit with 3/32" Firing Orifice (4) Drains per Kit (19) Secondary Tips per Kit with Larger Firing Orifice Diameter (1) Fuel Gas Manifolds with 1/4" Gas Risers (1) Front Plate with (1) Sight Port and (1) Scanner Connection (1) JM-15 Pilot Domestic Packaging	Phillips 66	Phillips 66 Company / Los Angeles Refinery - Wilmington / Wilmington	CA	United States
46442	2020	Process Burners	Process Burner	192 GLSF-4 Free-Jet Ultra Low NOx Burners 192 Adapter Plate 20 Burner Front Plate Blanking Plate 14 Lighting Torch 192 All Fuel Gas Piping 316L SS 192 PMI of alloy metal 192 Dye-pen 25% of alloy socket-welds	Jacobs Engineering	Chevron Corporation / El Segundo Refinery / El Segundo	CA	United States
46324	2020	Retrofit	Process Burner	(16) GLSF-13 "Free-Jet" Gas Burner assembly Burner combustion test per heater (1) CFD per heater (1) Spare parts for construction / commissioning	GS Caltex	GS Caltex Corporation / Yeosu Complex / Yeosu		Korea
46251	2020	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-14 "Free-Jet" Burner Assembly 12 Smitsvonk Type 54 Pilot Burner 12 Smitsvonk Ignition Control Unit 24 Durag D-LE 603 Scanner 1 Combustion Performance Testing 1 Scanner control unit panel for installation in control room 1 CFD Study - Base Case 1 Additional Testing with 85% Hydrogen fuel	BOUSTEAD INTERNATIONAL HEATERS LTD	Essar Oil UK / Stanlow Refinery / South Wirral		United Kingdom
46025	2020	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-11 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 48 GLSF-7 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 1 Inner Burner Combustion Test 1 Inner Burner Combustion Test 72 International Crating	Great Southern Technologies, LLC	Flint Hills Resources, LP / Houston Propylene Plant / Houston	TX	United States
45502	2020	Retrofit	Process Burner	7 CLSF-15 DT Combination Free-Jet Burner Including JM-15-EF Pilot 6 GLSF-14 Free-Jet Burner Including JM-15-EF Pilot 32 GLSF-11 Free Jet Flat flame Burner	Great Orient Chemical (Taicang) Co., Ltd	Great Orient Chemical (TaiCang) Co., Ltd. - GOC / LAB (Linear Alkyl Benzene) Factory / Taicang		China
45307	2020	Retrofit	Process Burner	1 CFD 1 GLSF Combustion Testing 4 Spare Tip Sets	Wison	CNOOC Limited / Huizhou 21-1B Platform / Hong Kong		China

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
43992	2020	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-14 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 3 GLSF-8 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 3 GLSF-9 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 4 GLSF-9 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 1 H-1101 Combustion Testing 1 H-1301 Combustion Testing 1 H-1302 Combustion Testing 3 CFD Simulation of Vertical Cylindrical Furnace 1 CFD Simulation of Cabin Style Furnace (1) Cell 1 Air Flow Modeling of Combustion Air Ducting 1 Domestic Packaging 1 Lot of Commissioning Spare Parts 1 Lot of 2 Years Operational Spares	JNK Heaters	S-Oil Corporation / Ulsan Complex / Ulsan		Korea
43749	2020	Retrofit	Process Burner	3 GLSF Free Jet G2 Retrofit Kits 3 JM-15-HEI Pilot w/scanner connection 6 Zeeco ProFlame ZPF-120 Flame Scanners 1 Witnessed combustion testing - 1 day	BP Refinery (Kwinana)	BP Australia / Kwinana Refinery / Kwinana		Australia
42663	2019	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-16 Free Jet ULNB Round Flame F-10101 8 GLSF-14 Free Jet DT ULNB Round Flame F-10201 4 GLSF-14 Free Jet ULNB Round Flame F-10301 4 GLSF-12 Free Jet ULNB Round Flame F-10501 2 GLSF-16/14 Burner Testing 2 GLSF-14/12 Burner Testing. 1 CFD of 1 cell - firebox 1 CFD of combustion air ducting 1 Lot Export Crating	JNK Heaters Co., Ltd	Thai Oil Public Company Limited / Sri Racha Refinery / Sri Racha		Thailand
42444	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free-Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters Midstream LLC	Williams Olefins, LLC / Williams Olefins, LLC / Carville	LA	United States
41461	2019	Process Burners	Process Burner	30 GLSF Free Jet Burner 12 H5201 8 GLSF Free Jet Burner 12 H5601 6 GLSF Free Jet Burner 12 H5602 8 GLSF Free Jet Burner 12 H5001 6 GLSF Free Jet Burner 12 H5002 1 Packing and freight to job site	KTI	SK Energy Company Limited / Naphtha Cracking Plant / Ulsan		Korea
41280	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF Free Jet Burner Kits	Datek	Fujian Petrochemical Company Limited - FPCL / Fujian Petrochemical Company Limited - FPCL / Quanzhou		China
41224	2019	Process Burners	Process Burner	384GLSF-12 Flat Flame Free-Jet Kit Includes Engineering and Drafting 24GLSF-12 Flat Flame Free-Jet Kit Includes Engineering and Drafting 1Combustion Test (Dual Burner) F-1120 per attached combustion test procedure 1CFD Modeling 1/2 of Firebox F-1110 Design & Decoke Conditions 1CFD Modeling 1/2 of Firebox F-1120 Design & Decoke Conditions 3Lighting Torches Drawing Only	China Huanqiu Contracting Engineering Co. Ltd. Beijing Huanqiu Corporation	Shandong Shouguang Luqing Petrochemical Co., Ltd. / Shandong Shouguang Luqing Petrochemical Co., Ltd. / Shouguang		China
41092	2019	Retrofit	Process Burner	24 GLSF-15 Free-Jet-V Burner Insert Assembly - F3101 6 GLSF-14 Free-Jet Burner Assembly - F660 1 Combustion Testing GLSF-15 - 2 Fuels 1 Combustion Testing GLSF-14 - 2 Fuels 1 Lot Export Packing	ExxonMobil Engineering Europe Limited	ExxonMobil / Sarpom Trecate Novara Refinery / San Martino di Trecate		Italy
40483	2019	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF Combustion Test 12 ZPF-120 Flame Scanner	OPF Optimized Process Furnaces	Cenovus Energy, Inc. / Superior Refinery / Superior	WI	United States
39861	2019	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-14 Freejet Burner 1 Export Crating 1 GLSF combustion test 6 Zeeco ProFlame ZPF-1100	KTI	LG Chem / SM Plant / Yeosu		Korea
39675	2019	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-21 Free Jet Dual Fuel Burner F9401 A/B 2 Export Crating	Hydro Chem	Shell SA Refining/BP Southern Africa / Durban Sapref Refinery / Durban		South Africa
39614	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
39165	2019	Process Burners	Process Burner	280 RWSF-4 Radiant Wall Staged Fuel Burner Kits 280 GLSF-12 FF Flat Flame Free-Jet Burner Kits	Lianyungang Petrochemical Co. (LYPC)	Lianyungang Petrochemical Co., Ltd. / Lianyungang Petrochemical Complex / Lianyungang		China

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
39120	2019	Process Burners	Process Burner	128GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 320GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 128GLSF-9 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 1GLSF-12 Combustion Test 3 Simulated Fuels, 8 points each per API 535 1GLSF-9 Combustion Test 3 Simulated Fuels, 8 points each per API 535 LOTExport Crating 1CFD Modeling by REI Normal Cracking Operation + Decoke Operation See CFD Datasheets 1CFD Modeling by REI Normal Cracking Operation + Decoke Operation See CFD Datasheets	Shanghai Supezet Engineering Technology Co., Ltd.	Zhejiang Shaoxing Sanjin Petrochemical Co. Ltd. / Shaoxing Polypropylene / Shaoxing		China
38320	2019	Process Burners	Process Burner	5 GLSF-17 Free Jet Ultra Low NOx Burner 5 Export Crating LOT 10% PMI of fuel wetted parts	XRG Technologies	VPR Energy BV / Rotterdam Terminal / Rotterdam		Netherlands
38294	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-6 Free Jet Gas Burner	Scelerin Heaters LLC	DCP Midstream / Okarche Gas Plant / Okarche	OK	United States
38281	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-12 Free Jet Gas Burner 1 Domestic Crating	Scelerin Heaters LLC	DCP Midstream / Okarche Gas Plant / Okarche	OK	United States
38165	2019	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-12 FreeJet Next Generation Ultra Low NOx Burner 4 Optional Upgrade to SM-15-HEI Pilots 4 Optional Unispark Ignition system for SM Pilots 1 Optional Engineering Services for controls narrative 4 Zeeco ZPF-120 Flame Scanner 1 Lot Overland freight to US Methanol Plant	US Methanol LLC	Liberty One Methanol, LLC / Methanol Plant / Institute	WV	United States
37977	2019	Retrofit	Process Burner	(4) GLSF-15 Free-Jet Gas Burner Assembly (4) Adapter Plate for GLSF-15 Free-Jet Burner	Sinclair Wyoming Refinery Company	Sinclair Oil Corporation / Sinclair Wyoming Refining Company / Sinclair	WY	United States
37760	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters Midstream LLC	Williams Olefins, LLC / Williams Olefins, LLC / Carville	LA	United States
37666	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters, Inc.	Targa Resources, Inc. / Galena Park Terminal / Galena Park	TX	United States
37367	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Fuel Skid 1 BMS 1 Domestic packing	Thermal Engineering International (TEI)	Ascend Performance Materials Operations, LLC / Pensacola Plant / Gonzalez	FL	United States
37180	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF Free Jet Round Flame Burner Kit 2 GLSF Free Jet Combustion Test 3 HEI 4 CFD Simulation	China HuanQiu Contracting & Engineering Corp. (HQC)	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
37160	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner H-001 8 Export Crating 8 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner H-002 8 Export Crating	Chiyoda Corp.	Cosmo Oil Company Ltd. / Sakai Refinery / Sakai		Japan
37027	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for domestic shipment	Scelerin Heaters LLC	Scelerin Heaters		United States
37007	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Gas Burner 1 Domestic Packing	Scelerin	Sherwood Midstream LLC / Exterran Corp.		United States
36371	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-15 Free Jet Gas Burner 1 Expedited Drawings	Scelerin	Sunoco / Orbit		United States
36117	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35989	2018	Process Burners	Process Burner	128 GLSF-6 Free Jet Flat Flame Burner 64 Export Crating 1 385 Ignition Cable & 2560m detection cable 128 Flame Relays	Wood PLC	Esso Nederland BV / Rotterdam Refinery / Rotterdam		Netherlands
35963	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35812	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-20 Free Jet Gas Burner	Hydro-Chem / Linde	Hansol Chemical		Korea
35774	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-16 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep H-701 1 GLSF-19 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic shipping Prep H-768 1 GLSF_15 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep H-771	Tulsa Heaters Midstream	SEPCO		Nigeria

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
35751	2018	Process Burners	Process Burner	56 GLSF-6 Free-Jet Burner 56 GLSF-6 Free-Jet Burner 112 Extended Damper Handle (1850mm grade) 112 Bilingual Nameplates, Burners & Enclosures 1 GLSF Burner Combustion Test 112 Fireye 85UVF-1CEX Flame Scanner 24 Local Panel for Pilot Ignition/Detection 2 Portable Battery Operated Torch 16 Local Panel for Flame Scanners LOT Tile Mortar (if necessary) 2 Burner Mounting Template LOT Burner Mounting Gasket LOT Tile Supports, Gaskets, Nuts, & Bolts LOT Spare Parts for Commissioning & Start-Up LOT Spare Parts for 4 Years Operation 112 Export Crating 6 Shipping FOB Port of Export LOT Technical Passports & Translation 112 ADDER for 200mm Extended Damper Box	Lummus Technology Heat Transfer	LUKOIL OAO / Perm Refinery / Perm		Russia
35637	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free-Jet Burner Assembly 2 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	XTO Energy, Inc. / Cordona Lake Gas Plant / Crane	TX	United States
35301	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35061	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner 2 Domestic Packing 2 Zeeco ProFlame ZPF-120 UV Scanner	Greyrock Services, LLC			United States
34692	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3901 8 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3902 6 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3903 4 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3904 1 GLSF-11 Free Jet Combustion Test for B-3901 1 CFD Modeling - Radiant Section - Three Cases	Tulsa Heaters Inc	LyondellBasell North America, Inc. / Bayport Propylene Glycol Plant / Pasadena	TX	United States
34534	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-19 Free Jet Burner Assembly D3-H-768 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-7 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Free Jet Burner Assembly D2-H-775 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
34263	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	Exterran		United States
33795	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-14 Free Jet Burner w/ JM-1S-EF Pilot 8 Export crating	Sinopec Engineering, Incorporated (SEI)	PetroChina Company Ltd. / Sichuan Petrochemical Complex / Chengdu City		China
33633	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 6 GLSF-14 Free Jet Burner Assembly H-4701 6 Burner Damper Actuator Assembly	Tulsa Heaters Midstream			United States
33442	2017	Process Burners	Process Burner	1 Witnessed combustion test 6 domestic packaging 6 Adder 1 Engineering and drafting for GLSF-14 Free Jet	OPF Optimized Process Furnaces	Delek US Holdings, Inc. / Krotz Springs Refinery & Terminal / Krotz Springs	LA	United States
33054	2017	Process Burners	Process Burner	72 GLSF-4 Free Jet Flat Flame Burner 1 Packaging per Burner 1 Comb. Test (10 pts) 1 CFD 1/4 Furnace (1 Run) for existing burners 1 CFD 1/4 Furnace (1 Run) for new burners 72 Strainers , Wye Type, one per Burners 4 Jackshaft with actuator to control	Jacobs Engineering, Inc	Chevron Corporation / El Segundo Refinery / El Segundo	CA	United States
32942	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Ultra Low Now Burner 1 Palletizing for domestic shipmen	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
32773	2017	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 4 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream			United States
32416	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Puget Sound Energy / Tacoma LNG Facility / Tacoma	WA	United States
32319	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Burner Assembly H-2775 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-10711 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-19 Continuous Ring Free Jet Burner H-2768	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
32235	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly H-1768 1 Domestic Shipping Prep	Scelerin Heaters	MarkWest Energy Partners, LP / Bluestone Gas Plant / Evans City	PA	United States
32234	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly H-1767 1 domestic shipping prep	Scelerin Heaters LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Bluestone Gas Plant / Evans City	PA	United States
32228	2017	Process Burners	Process Burner	75 GLSF-8 Free-Jet Downfired 100% Burner 30 GLSF-7 Free-Jet Downfired 78% Burner 1 Lot Commissioning Spares 1 Capital Spares 2 Hand Held Ignitors 1 Lot gas connection nuts, bolts, gaskets 1 Lot gaskets and bolts to fix burner to furn	Air Liquide Global	Yuhuang Chemical, Inc. / Yuhuang Chemical, Inc. / St. James	LA	United States
32181	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-1769 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-1769 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-8 Free Jet Burner Assembly H-1775 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream, LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Harmon Creek Plant / Washington County	PA	United States

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
31978	2017	Retrofit	Process Burner	12 GLSF-17 Free Jet Ultra Low NOx Burner Kits 110-F-101 20 GLSF-12 Free Jet Ultra Low NOX Burner kits 110-F-102 LOT Export Crating 1 GLSF-17 Combustion Test 1 GLSF-12 Combustion Test 1 CFD Modeling 2 HEI Portable Igniter	PetroChina Sichuan Petrochemical	PetroChina Company Ltd. / Sichuan Petrochemical Complex / Chengdu City		China
31885	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-15 Free Jet Burner assembly 1 Domestic Shipping Prep	OPF Optimized Process Furnaces	Boardwalk Louisiana Midstream, LLC / Moss Lake Fractionation Plant / Lake Charles	LA	United States
31866	2017	Process Burners	Process Burner	16 GLSF-12 Free Jet Flat Flame Burner Kit F-103 48 RWSF-4 Radiant Wall Burner Kit 16 JM-15 Pilot Kit 16 Export Crating GLSF-12 Kits 48 Export Crating RWSF-4 Kits 16 Export Crating JM-15 Kits 1 Single RWSF-4 Combustion Test 1 Single GLSF-6 Combustion Test 1 Two GLSF-12, six RWSF-4 Combustion Test 1 CFD Modeling	Datek	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
31616	2017	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly 2 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream			Mexico
31491	2017	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 5 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream			United States
31335	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-17 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Sendero Midstream Partners, LP / Carlsbad Gas Plant / Carlsbad	NM	United States
31193	2017	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-16 FJ Burner 2 Actuators for air control of GLSF Burners 6 Honeywell Flame Scanner Assemblies 2 3" diameter x 3ft long flex hose for main gas 2 1" diameter x 3ft long flex hose for pilot gas 2 Adapter plate assembly 2 Ignition/detection panel 2 upgrade to SM-15-HEI-F Pilot 1 Palletization for domestic shipment 1 FCA Jobsite Shipment (Donaldsonville, LA)	CF Industries	CF Industries Holdings, Inc. / Donaldsonville Nitrogen Complex / Donaldsonville	LA	United States
31134	2017	Process Burners	Process Burner	3 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 3 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heater's Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
31133	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
31055	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Shipping Prep	Scelerin Heaters LLC	Exterran Energy Solutions L.P.		United States
31004	2017	Process Burners	Process Burner	10 GLSF-15 Free Jet Burner Assembly 10 Shipping Prep for domestic shipment	Tulsa Heaters, Inc.	Occidental Permian Ltd. - OPL / Denver Unit CO2 Recovery Plant / Denver City	TX	United States
30827	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
30517	2016	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-12 Round Flame Free Jet Burner 8 HEI Ignition / Detection Enclosure 8 Export Crating	Delta Engineering sp. z o.o	PKN Orlen SA / Plock Refinery / Plock		Poland
30453	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx burner 1 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
30312	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 304 SS Flex Hose Pilot Connection Ex Works - Point of Fabrication	G.C. Broach Company	TopSail Energy		United States
30149	2016	Retrofit	Process Burner	(4) RB-743 GLSF-12 Round Flame "Free Jet" Gas Burner Assembly	Lauren Engineers & Constructors, Inc	Marathon Petroleum Corporation / St. Paul Park Refinery / Saint Paul Park	MN	United States
29994	2016	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 3 GLSF-20 DT Free Jet Ultra Low NOx Burner	BSS (Beijing) Environmental Equipment Co., Ltd.			China
29834	2016	Process Burners	Process Burner	26 GLSF Free Jet Burners 90 RWSF Wall Burners	ENI SpA	Versalis SpA / Priolo Plant / Priolo		Italy
29811	2016	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-13 Free jet Ultra Low NOx Burner 1 CFD Modeling , Base Case Only 1 Combustion Test Performance Test Option 2	OPF Optimized Process Furnaces	Monroe Energy, LLC / Trainer Refinery / Trainer	PA	United States
29804	2016	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-14 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 4 Domestic Shipping Prep LOT PMI of fuel wetted stainless steel components	Tulsa Heaters Inc	Sinclair Oil Corporation / Sinclair Wyoming Refining Company / Sinclair	WY	United States
29791	2016	Process Burners	Process Burner	48 GLSF-15 Free Jet Round Flame Burner Kit (46 Gas Tips) 1 GLSF-15 Free Jet Combustion Test 1 Freight GLSF-15 Kits CIF China 1 Startup supervision from headquarters, 1 week 16 GLSF-15 Free Jet Round Flame Burner Kit (46 Gas Tips) 48 RWSF-4 Radiant Wall Burner Kit	Datek / PetroChina DuShanZi	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
29719	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-11 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	Exterran / Oman Office		Oman
29669	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-21 Free Jet GR-DT Special 1 BMS 1 Damper Actuator 1 Burner Shipping Prep 1 Skid Shipping Prep LOT start Up Assistance Ex Works	Interstate Treating	Energy Transfer Midland		United States
29650	2016	Process Burners	Process Burner	3 GLSF-13 Free Jet Burner Assembly 3 Palletizing & Shrinkwrap for burners 3 crating for burner tiles	THI - Tulsa Heaters			United States
29314	2016	Process Burners	Process Burner	10 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner (F-4246) 1 Combustion Testing - 2 Fuels w/CO Probing (F-4246)	BOUSTEAD INTERNATIONAL HEATERS LTD	Shell Oil Products US / Norco Refinery & Chemical Plant / Norco	LA	United States

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
29114	2016	Process Burners	Process Burner	F2151 6 GB-15 Single Jet Ultra Low Emissions Burners 6 Heater Adapter Plates 6 Adder for insulation retention 2 Natural Draft Plenum for 3 Burners w/actuator 6 ICEL J250E Torch and Control Unit 1 CFD Model of Common Air Ducting 1 CFD Model of Firebox to simulate Combustion 1 GB-15 Combustion Test F2300 (New Burner) 8 GLSF-12 Free Jet Burner 4 GLSF-12 Free Jet Burner 2 GLSF-1 Free Jet Burner 14 3 C.S. Patches per Burner for Welding Support 14 Adder for Insulation Retention 1 CFD Model of Common Air Ducting 1 CFD Model of Firebox to simulate combustion 1 GLSF Free Jet Combustion test for F2301 14 combustion air expansion joint 14 Heater steel adaptor plate 14 ICEL J250E Torch and Control Unit LOT Delivery and Export Crating	ExxonMobile in France (Fos-Sur-Mer)	Esso SAF / Raffinerie de Fos-sur-Mer / Fos-sur-Mer		France
29012	2016	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-12 Free Jet Next Generation Ultra Low 6 Export Crating 1 FOB - Port of Altamira	Ateplisa	Compania Espanola de Petroleos SA - CEPSA / La Rabida Refinery / Huelva		Spain
28586	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-21 Free Jet GR- DT Special 1 Burner Management System 1 Damper Actuator LOT Start-Up Assistance	RAMA Interstate Treating Co	RAMA Interstate Treating Co		United States
28515	2016	Retrofit	Process Burner	5 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner w/ JM-1s-EF Manual Pilot Assembly 1 CFD analysis base case 2 CFD additional case 2 CFD additional case 1 GLSF-15 Free Jet Burner combustion test 345 PMI 100% Bulk Material Alloy & Welds 1 LOT Spare Parts Start-up & Commissioning 5 T-Connection 5 NDE - 5% Radiography of Welds	Jacobs	Philadelphia Energy Solutions - PES / Philadelphia Refining Complex / Philadelphia	PA	United States
28458	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-19 Continuous Ring "Free-Jet" Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest		United States
28439	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Cibus Ranch Compressor Station / Washington	PA	United States



Casale sa

**Offer Request no. 0000009334-5-6
Unknown plant – The Netherlands**

**NOx SCR System
Direct Injection**

FT Proposal I-20-B-050, Rev.03

05th October 2020

TABLE OF CONTENTS

1.0	INTRODUCTION.....	1
2.0	PROCESS DESCRIPTION	3
3.0	ENGINEERING SCOPE OF WORK	4
4.0	SCR SYSTEM SCOPE AND EQUIPMENT DESCRIPTIONS.....	6
4.1	Ammonia dosing system including storage	7
4.2	Evaporation Spool and Static mixer	8
4.3	Ammonia Injectors	9
4.4	Reactor	9
4.5	NOx Catalyst	10
4.6	PLC	10
5.0	SCR NO_x DESIGN BASIS	13
5.1	SCR Performance	13
5.2	Catalyst data	13
5.3	Preconditions & Assumptions	14
6.0	DIVISION OF WORKS	15
7.0	UTILITIES SPECIFICATIONS	17
8.0	EXCEPTIONS AND CLARIFICATIONS	18
9.0	EXCLUSIONS.....	19
10.0	ATTACHMENTS	20

5.0 SCR NO_x DESIGN BASIS

Parameter	Units	EOR	SOR	MOR	MOR
				minimum reactivity	maximum reactivity
Flue gas flow	kg/h wet	6609	6560	6678	4253
Flue gas flow	Nm ³ /h wet	5266	5227	5381	3370
Temperature	°C	338	334	337	330
Duct Inlet pressure	mmwg	-45	-45	-47	-22
Inlet NO_x	ppm @3% O₂ dry	35	35	35	35
NOx present as NO ₂	%	20	20	20	20
Inlet CO	mg/Nm ³ @ 3% O ₂ dry	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
O ₂ , volume	% wet	2.3	2.3	2.3	2.3
H ₂ O, volume	% wet	19.1	19.1	18.5	18.8
CO ₂ , volume	% wet	11.4	11.4	9	12.2
SO ₂	ppm @ op. O ₂ wet	<1	<1	<1	<1
SO ₃	ppm @ op. O ₂ wet	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Particulate <10μ	mg/Nm ³ wet	< 130	<130	<130	<130

5.1 SCR Performance

Parameter	Units	EOR	SOR	MOR	MOR
				minimum reactivity	maximum reactivity
NOx outlet guaranteed	ppm @3% O₂ dry	1.0	1.0	1.0	1.0
NH₃ slip guaranteed	ppm @3% O₂ dry	0.2	0.2	0.2	0.2
Estimated Reagent	kg/h @ 24.5% NH ₄ OH	0.45	0.45	0.49	0.29
Pressure drop guaranteed <i>(within battery limits)</i>	mmH ₂ O @ 4°C	100	100	100	100

5.2 Catalyst data

Parameter	Units
-----------	-------

Max catalyst temp. peaks	°C for 100h total	540
Expected catalyst life	hours	37700

* Sizes are approximate, subject to the approval of the final drawings

5.3 Preconditions & Assumptions

Parameter

Units

Parameter	Units
Expected NH ₃ slip w/ new catalyst vs. EoL catalyst	- None
Ammonia inj. rate w/ new catalyst vs. EoL catalyst	- None*

** There might be other dust with the ability to oxidize NH₃ in the flue gas which can deposit on catalyst: this might cause NH₃ consumption to increase.*



REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
1	17/09/2020	2nd EDITION	LC	LC	LC
0	14/12/2015	FIRST EDITION	AL	GC	PdH

 <p>VIA MARSALA 34/A, 21013 GALLARATE (VA) ITALY TEL. 0039 0331 701110 - FAX 0039 0331 701099</p>		SCR/SNCR - Selective (Non) Catalytic Reduction			
CLIENT	xxx	VENDOR LIST / SUBSUPPLIER LIST			
SITE	xxx				
ORDER NO.	xxx				
JOB NUMBER	xxx	DOCUMENT NUMBER	REVISION	SCALE	
			0	N.A	
				SCOPE	
INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT ARE PROPERTY OF FUEL TECH srl ALL RIGHTS RESERVED. ANY USE OTHER THAN DESCRIBED IN THE CUSTOMER CONTRACT REQUIRES WRITTEN PERMISSION				FILE IDENTIFICATION	

Category	Type	Supplier	Country	Related Medium/Equipment
Lances	Injectors (Retract or Wall) Retract System	Assembled by Fuel Tech Inc. / Manufactured by Lechler	USA USA	MECHANICAL / PROCESS MECHANICAL / ELECTRICAL
	Multi Nozzles Lances (with Mechanical Retract System)	Assembled by Fuel Tech Inc. / Assembled by Diamond Power	USA	MECHANICAL / ELECTRICAL

ASSEMBLY				
Category	Type	Supplier	Country	Related Medium/Equipment
Skid	SKID	MONTICO / G&G / Others	ITALY	MECHANICAL / ELECTRICAL / IRC

PIPES				
Category	Type	Supplier	Country	Related Medium/Equipment
Piping	AISI	MARKET AVAILABLE	WORLDWIDE / ITALY	MECHANICAL / ELECTRICAL / IRC

SITE ACTIVITIES				
Category	Type	Supplier	Country	Related Medium/Equipment
Site activities	Supervision on site	Fuel Tech	ITALY / USA	MECHANICAL / ELECTRICAL / IRC



NOx REDUCTION SYSTEMS REFERENCE LIST - SCR only

INDUSTRY	PRODUCT TYPE	COUNTRY	OWNER	# of UNITS	UNIT SIZE (EACH)	UNITS	FUEL TYPE (PRIMARY)
IPP/Co-Gen	SCR - Ammonia	USA	KGT for Confidential Client	20	6	MW	Gas - Natural
Industrial	SCR - Ammonia	USA	Shell Chemical Apalachia	3	41	MW	Gas - Natural
Utility	SCR - with ULTRA®	China	China Light and Power	1	550	MW	Gas - Natural
Steel	SCR - Ammonia	USA	Pro-Tec Coatings (US Steel)	1	46241	kg/hr	Gas - Waste
Steel	SCR - Ammonia	USA	Pro-Tec Coatings (US Steel)	1	44857	kg/hr	Gas - Waste
Refinery	SCR - with ULTRA®	Italy	Eni Power	1	144263	kg/hr	Gas - Natural
IPP/Co-Gen	SCR - Ammonia	USA	Greenidge Generation LLC	1	106	MW	Gas - Natural
Industrial	SCR - Ammonia	USA	Dupont AMEC FW	2	316000	lbs steam/hr	Gas - Natural
Industrial	SCR - Ammonia	USA	Technimont - KT	1	443000	lb/hr	Gas - Natural
Refinery	SCR - Ammonia	China	Cabot Carbon Corporation Hebei Province	1	167000	Nm3/hr	Tail Gas
Industrial	SCR - Ammonia	USA	OXEA Corp.	1	250.000	lbs steam/hr	Gas - Natural
Industrial	SCR - NOxOUT®	USA	PQ Corporation	1	5.000	lb/hr	Gas - Natural
Utility	SCR - Ammonia	USA	Gainesville Renewable Energy Center	1	100	MW	Biomass - Wood/Bark
Steel	SCR - with ULTRA®	Mexico	Ternium Mexico S.A de C.V.	1	74.000	lb/hr	Gas - Natural
MWC	SCR - Ammonia	China	NEM	1	634000	Nm3/hr	Gas - Waste
MWC	SCR - Ammonia	China	NEM	1	1174000	Nm3/hr	Gas - Waste
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	Pro-Tec Coatings (US Steel)	1	90	MMBtu/hr	Gas - Natural
Chemical	SCR - NOxOUT®	China	Cabot Risun Chemical Corp.	1	20	MW	Other - Alternative



NOx REDUCTION SYSTEMS REFERENCE LIST - SCR only

INDUSTRY	PRODUCT TYPE	COUNTRY	OWNER	# of UNITS	UNIT SIZE (EACH)	UNITS	FUEL TYPE (PRIMARY)
MWC	SCR - Ammonia	Spain	Conzorzio di Maresme	1	8.6	t/hr	Biomass - MSW
MWC	SCR - Ammonia	Spain	Conzorzio di Maresme	1	8.6	t/hr	Biomass - MSW
Glass	SCR - NOxOUT®	China	Jiangsu Wujiang Nanbo Glass Co., Ltd.	1	600	tpd	Gas - Natural
Glass	SCR - NOxOUT®	China	Jiangsu Wujiang Nanbo Glass Co., Ltd.	1	900	tpd	Gas - Natural
Glass	SCR - Ammonia	USA	AGC Flat Glass	1	10525	Nm3/hr	Gas - Natural
Glass	SCR - Ammonia	USA	AGC Flat Glass	1	2900	Nm3/hr	Gas - Natural
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	Nucor Steel	1	98.7	MMBtu/hr	Gas - Natural
MWC	SCR - Ammonia	Italy	Hamon Research Cottrell Italia	1	93000	Nm3/hr	Other - Industrial Waste
MWC	SCR - Ammonia	Italy	C.C.T.	1	95000	Nm3/hr	Biomass
IPP/Co-Gen	SCR - NOxOUT®	Turkey	Hamon Research Cottrell Italia	7	*CONFIDENTIAL*	*CONFIDENTIAL*	*CONFIDENTIAL*
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	Nucor Steel	1	20	MMBtu/hr	Gas - Natural
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	US Steel	1	117	MMBtu/hr	Gas - Natural
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	Pro-Tec Coatings (US Steel)	1	76.8	MMBtu/hr	Gas - Natural
Steel	SCR - NOxOUT®	USA	Pro-Tec Coatings (US Steel)	1	99	MMBtu/hr	Gas - Natural
Industrial	SCR - NOxOUT®	Taiwan	Shinkong Synthetic Fiber	3	6	MW	Oil - #6
				63			



TECHNICAL & COMMERCIAL PROPOSAL

Date:	19-October-2020
Client:	Casale SA
Project:	A09480 – SCR System for Fired Heater Convection Section
Quotation No.:	Q-204133
Revision No.:	1

V. DESIGN CRITERIA

A. **DESIGN CONDITIONS:** The proposed SCR System design is based on the following design conditions; the data is for one (1) unit. Should the actual gas conditions be different from the design data, the performance shall be re-evaluated, based on the corrected design data.

PROCESS DATA					
Design Case		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Customer Design Case		EOR Design	SOR Design	MOR Min Reactivity	MOR Max Reactivity
Percent Load	Percent	100%	100%	100%	100%
Fuel Case		Gas	Gas	Gas	Gas
Exhaust Gas Mass Flowrate, Wet	kg/h	7269.0	6560.0	6678.0	4253.0
Exhaust Gas Volumetric Flowrate, Wet	Nm3/h	5786	5221	5374	3366
Exhaust Gas Temperature	degrees C	338.0	334.0	337.0	330.0
<u>Exhaust Gas Composition</u>					
<i>Component</i>	<i>MW</i>				
O2	31.999	vol% (wet)	2.30	2.30	2.30
H2O	18.015	vol% (wet)	19.10	19.10	18.50
N2	28.013	vol% (wet)	66.30	66.30	69.20
CO2	44.010	vol% (wet)	11.40	11.40	9.00
Ar	39.948	vol% (wet)	0.90	0.90	1.00
			100.00	100.00	100.00
<u>Emissions from the Source</u>		@ %O2	3		
Nox as NO2			ppmvd	35.00	35.00
Nox as NO2			kg/h	0.34	0.31
SO2			ppmvw	1.00	1.00
SO2			kg/h	0.02	0.01
Particulates			mg/Nm3 (dry)	130.00	130.00
Amount of Nox as NO2			Percent	20.00	20.00
Nox Reduction			Percent	97.14	97.14
Aqueous Ammonia Requirement			kg/h	0.619	0.614
Aqueous Ammonia Requirement			m3/month	1.000	0.492
				0.511	0.319
<u>Performance Warranties</u>		@ %O2	3		
Nox as NO2			ppmvd	1.0	1.0
Nox as NO2			kg/h	0.010	0.009
NH3 Slip			ppmvd	1.00	1.00
NH3 Slip			kg/h	0.004	0.003

B. CATALYST DESIGN DETAILS:**SCR CATALYST**

Maximum Catalyst Exposure Temp for Short Term Duration	475 deg C (limited to 100 hours or less)
Maximum Catalyst Exposure Temp for Continuous Duration	425 deg C

C. UTILITY CONSUMPTION (AQUEOUS AMMONIA FLOW CONTROL UNIT):

DESCRIPTION	QUANTITY	UNITS
Design Flow Rate Aqueous Ammonia (19% by Weight)	1	kg/hr
Ammonia Supply Pressure	80	PSIG
Ammonia Inlet Temperature	Ambient	C Minimum for NH ₃
Instrument Air (-40 C Dew Point or Better)		
Supply Pressure	80 - 125	PSIG
Maximum Steady State Air Consumption	1	SCFM
Maximum Instantaneous Air Supply Demand	5	SCFM
Maximum Continuous Air Supply Demand for Atomization	80	SCFM

Project/Facility	Units	Site State	Start-Up	Application	Unit Type	Customer	Owner/EPC
Valero Refinery	1	Houston	2016	Crude Heater	Fired Heater	Tulsa Heaters Inc	Valero Refinery
Shintech	7	Louisiana		Heater	Fired Heater	Lummus Technology	Shintech Inc.
Pine Bend		Minnesota	2016	Simple Cycle	Fired Heater	Great Southern	Flint Hills Resources
Flint Hills		Minnesota	2016	Simple Cycle	Fired Heater	Tulsa Heaters Inc	Flint Hills Resources
Valero	1	Corpus Christi	2015	Crude Heater	Fired Heater	Tulsa Heaters Inc	Valero Refinery
Westlake	1	Louisiana	2015	Crude Heater	Fired Heater	Lummus Technology	Westlake Chemical
Occidental	5	Texas	2016	Heater	Fired Heater	CB & I Lummus	CBI
Valero	2	Louisiana	2015	Heater	Fired Heater	Tulsa Heaters Inc	Valero Refinery
Westlake	1	Louisiana	2016	Heater	Crude Heater	Lummus Technology	Westlake Chemical
Lone Star NGL - Mont Belview	1	Texas		Fired Heater	Fired Heater	Tulsa Heaters	
Lummus	1		2013	Fired heater	Fired Heater	Lummus	
Mont Belview	1	Texas	2013	Fired Heater	Fired Heater	Tulsa Heaters	
CB&I - BP Cherry Point	1	Washington	2012	Reformer	Fired Heater	CB&I	BP
MAP	1	Illinois	2011	Fired Heater	Reformer	MAP	
MAP - Detroit Heavy Oil Upgrade	1	Michigan	2011	Coker FCC	Fired Htr	Onquest	
MAP	1	Illinois	2010	Fired Heater	Fired Htr	Onquest	
Bayway Refinery	1	New Jersey	2011	Fired Heater	Fired Htr	Conoco Phillips	
Valero	1	California	2011	Reformer	Fired Htr	CBI Howe Baker	
Lemont	1	Illinois	2011	Reformer	Reformer	Selas	
PL Propylene - Selas	1	Texas	2010	Propane Superheater	Fired Htr	Selas	
OXY Elk Hills	2	California	2010	Fired Heater	Fired Htr	OXY	Elk Hills Power
Citgo - Mark West	1	Texas	2011	Fired Heater	Fired Htr	Selas	
B P Whiting	1	Indiana	2010	Fired Heater	Fired Heater	Selas	Whiting Clean Energy
Navajo Refining	1	New Mexico	2010	Fired Heater	Reformer	CBI Howe Baker	
MAP Garyville Coker	1	Louisiana	2009	Coker	Fired Htr	OnQuest	
GoldenPass LNG Expansion	8	Texas	2009	LNG Heaters	Fired Htr	Tulsa Heaters	
Toyo Linde SCD	2	Qatar	2008/9	Heater	Fired Htr	Linde	Pearl GTL
Toyo Linde HTF	2	Qatar	2008	Heater	Fired Htr	Linde	Pearl GTL
MAP Garyville Vacuum	1	Louisiana	2009	Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	
MAP Garyville Crude	1	Louisiana	2009	Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	
Big West-THI	1	California	2009	Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	
ConocoPhillips-THI	1	California	2009	Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	
Air Liquide Rodeo	1	California	2007	H Reformer	Reformer	Howe-Baker Engineers	Air Liquide
BASF - Freeport	1	Texas	2005	Incinerator	Process	BASF	BASF
GE EER Delaware City	2	Delaware	2005	SNCR	Process	GE EER	Premcor
Baytown II	1	Texas	2005	Aqua Storage and Handling	Process	Air Products	ExxonMobil
CB&I - Howe-Baker	1	Texas	2005	Fired Heaters	Fired Htr	CB&I - Howe-Baker	
Inergy Gas Services	1	California	2005	Process Heater	Process	Aqua-Chem, Inc.	Inergy
Motiva Norco Refinery	1	Louisiana	2005	SNCR	Fired Htr	GE-EER Division	Motiva
Air Liquide	1	California	2004	Hydrogen Reformer	Reformer	Howe Baker Engineers	Air Liquide
BASF - Freeport	1	Texas	2005	Incinerator	Process	BASF	BASF
NOx Reduction Project 4	1	Texas	2004	Retrofit Hydrogen Reformer	Reformer	Fluor Daniel	ExxonMobil
Motiva Refinery	1	Delaware	2005	Fired Heater	Fired Htr	GE - EER	Motiva
Marathon Ashland	1	Illinois	2003	Fired Heater	Fired Htr	Jacobs Engineering	Marathon Ashland
THI - Dow Freeport	1	Texas	2003	Fired Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	Dow Chemical
THI - Ultramar	1	California	2003	Fired Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	Ultramar Diamond Shamrock
Praxair Project	1	Canada	2002	Reformer	Reformer	Selas Fluid Processing	
Ultramar Golden Eagle Refinery	3	California	2002	Fired Heaters	Fired Htr	Technip USA Corp	UDS
Tosco Rodeo Phase 2	4	California	2001	Heater (NH3 to NH4OH Conversion)	Fired Htr	Jacobs Engineering	TOSCO
Chevron F201A Heater	1	California	2000	F201 A Vacuum Heater	Fired Htr	Chevron	
Tosco Rodeo Refinery	1	California	2000	Process Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	Tosco Rodeo Refinery
Hydro-Chem	1	Alabama	1998	Boiler/Reformer	Reformer	Carbonyl	
Hydro-Chem II	1		1999	Steam Reformer	Reformer	Hydro-Chem/Pro-Quip Corp.	Hydro-Chem
UOP	1	Alabama	1998	Retrofit Process Unit	Process	UOP	Herzog-Hart Corp.
Alcoa	1	Louisiana	1998	Process Unit	Process	Alcoa Alumina & Chemicals	Alcoa Alumina & Chemicals
BASF Tradewinds	2	Texas	1999	Fired Heaters	Fired Htr	ABB Lummus Heat Transfer	
Hydro-Chem	1	Alabama	1999	Process unit	Process	Carbonyl	Hydrochem
Formosa Petro-Chem	1	Taiwan	1998	Fired Heater	Fired Htr	Tulsa Heaters	Formosa
Air Liquide	1	Texas	N/A	Hydrogen Reformer	Reformer	Howe-Baker Engineers, Inc.	Howe-Baker
Air Liquide	1	Texas	1998	Hydro Reformer	Reformer	Howe-Baker Engineers, Inc.	Air Liquide
Grace Division	1	Louisiana	1998	Process Unit	Process	W. R. Grace	SSOE
Curtis Bay Unit 63603	1	Maryland	1996	Process Unit	Process	W. R. Grace	SSOE
Lockheed Pit 9	1	Indiana	1996	Waste Incinerator	Process	Lockheed Martin	Merrick Engineers
Liquid Carbonic	1	Louisiana	1996	Hydro Reformer	Reformer	Selas Fluid Processing	Liquid Carbonic
Exxon - Benicia	1	California	1995	Fired Heater	Fired Htr	Petro-Chem	Exxon / Ralph M. Parsons
UNOCAL Corporation	1	California	1995	Hydrogen Reformer 35mm SCFD	Reformer	Howe-Baker Engineers, Inc.	UNOCAL
Apache Nitrogen	1	Arizona	1994	De-Nitrication Process	Process	Jacobs Engineering	Jacobs Engineering
UNOCAL Corporation San Francisco	1	California	1995	Hydrogen Reformer	Reformer	Howe-Baker Engineers, Inc.	UNOCAL
Conoco	1	Montana	N/A	Hydrogen Reformer	Reformer	Howe-Baker Engineers, Inc.	Conoco
Maalaea Power Plant	1	Hawaii	1994	Pilot Plant SCR	Process	Stone & Webster Engineering	Hawaii Electric
Chevron USA, Inc.	1	California	1993	Fired Heater	Fired Htr	KTI Corporation	Fluor Daniel, Inc.
Ashland Petroleum Company	1	Minnesota	1993	Fired Heater	Fired Htr	Howe-Baker Engineers, Inc.	Marathon Ashland
ARCO Refining	1	California	1991	Hydrogen Reformer	Reformer	Peerless Mfg. Co.	ARCO Refining
Texaco Refining	1	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	Born Environmental	E&L Engineering
Texaco Refining	1	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	Born Environmental	E&L Engineering
Texaco Refining	1	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	Born Environmental	E&L Engineering
Texaco Refining	1	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	Born Environmental	E&L Engineering
Texaco Refining	1	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	Born Environmental	E&L Engineering
Texaco Refining	2	California	1991	Fired Heaters	Fired Htr	ENTEC	E&L Engineering



FREE-JET NEXT GENERATION ULTRA-LOW NO_x BURNER

GLSF Series

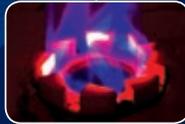


Description

The ZEECO® GLSF Free-Jet burner is a next generation ultra-low emissions round flame burner.

Technology

The photo above shows a GLSF Free-Jet round flame burner in operation. This patented burner design uses the free jet method of mixing the fuel gas ejected from the gas tips with the surrounding inert products of combustion which dramatically lowers thermal NO_x production. In addition to superior NO_x reduction performance, the free jet design offers a superior turndown, typically 10:1 or greater. Each tip only has one large firing port.



BURNERS



FLARES



INCINERATORS



PARTS & SERVICE

Free-Jet Next Gen Ultra-Low NOx Burner

Design Features

- Stable flame over a wide range of conditions
- High turndown of 10:1 or greater for most cases
- No stabilization metal used in the burner throat
- Tips have only a single firing port and do not require a small ignition port
- Low maintenance cost since tip mass is small and exposed into firebox less than 1" (25 mm)
- Low maintenance cost since the tips do not have small ignition ports which are prone to plug
- Compact design makes this burner an ideal choice for retrofit applications
- Low probability of flame interaction since the burners are smaller and gas is not swirled
- Superior heat flux profile
- Great value
- Combustion air is controlled by gear driven dampers for precise control
- Bearings are used for the combustion air dampers for smooth, precise operation
- Configurations available: plenum mounted or individual windbox
- 304 stainless steel fuel gas risers
- 310 stainless steel (type HK) gas tips



Design Information

Burner Model: GLSF Free-Jet Burner
 Fuels: Gas Only
 Description: Round Flame Next Generation Ultra-Low Emissions
 NO_x Reduction Method: Internal Flue Gas Recirculation by Free Jet Mixing
 Predicted NO_x Emissions Range (Natural Draft): 6 to 20 ppmv
 Predicted NO_x Emissions Range (600° F Air Preheat): 10 to 25 ppmv
 Combustion Air Induction: Natural, Forced, Induced and Balanced Draft
 Mounting Options:..... Upfired, Downfired and Sidefired
 Natural Draft Heat Release Range:..... 1 to 20 MMBtu/hr [0.293 to 5.86 MW]
 Forced Draft Heat Release Range:..... 1 to 350 MMBtu/hr [0.293 to 102.6 MW]
 Turndown: 10:1
 Typical Excess Air Range: 10 to 25%

ZEECO® combustion solutions are designed and manufactured to comply with applicable local and international standards as defined by our customers.



REGISTERED
ISO 9001:2008

CERTIFICATION APPLIES TO ZEECO HEADQUARTERS ONLY.

Zeeco Corporate Headquarters

22151 East 91st Street

Broken Arrow, Oklahoma 74014 USA

Phone: +1 918 258 8551

Fax: +1 918 251 5519

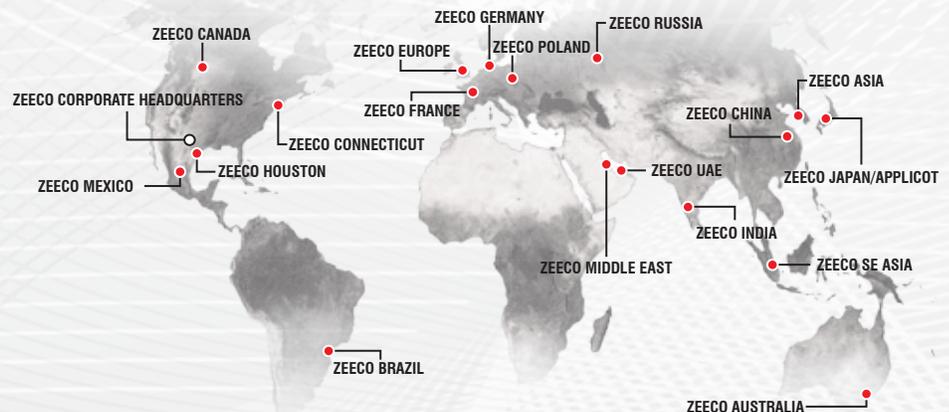
E-mail: sales@zeeco.com

Zeeco.com

ZEECO® is a registered trademark of Zeeco, Inc. in the U.S.

• ZEECO office, affiliate, sales, representative, or third party representative/licensee offices.

© COPYRIGHT 2015 - ZEECO, INC. ALL RIGHTS RESERVED





Zeeco, Inc.
GLSF Free Jet Burner 5 Year Reference List Guaranteed Emission NOx < 70mg/Nm3

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
50310	2021	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-11 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 48 GLSF-7 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 1 Combustion Testing GLSF-11 1 Combustion Testing GLSF-7 1 100% PMI of Alloy Material	Great Southern Technologies, LLC	Flint Hills Resources, LP / Houston Propylene Plant / Houston	TX	United States
50192	2021	Retrofit	Process Burner	F-5601 (4) GLSF-12 Free Jet Gas Burner Assembly Includes JM-15 Manual Pilot	Parkland Refining (B.C.) Ltd.	Parkland Fuel Corporation / Burnaby Refinery / Burnaby	BC	Canada
49838	2021	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-19 Free Jet Ultra Low NOx Burner 30 GLSF-7 Free-Jet Downfired 78% Burner 75 GLSF-8 Free-Jet Downfired 100% Burner	Bantrel Co.	Cenovus Energy, Inc. / Lloydminster Upgrader / Lloydminster	SK	Canada
49510	2021	Process Burners	Process Burner	2 Portable Ignitor 1 Burner performance test -ea. Burner type 1 Set erection spare parts *Zeeco China Fabrication	Air Liquide Global E&C Solutions	Sarawak Shell Berhad / Sarawak Shell Berhad / Lutong		Malaysia
48700	2021	Retrofit	Process Burner	(6) GLSF-12 "Free-Jet" Burner Assembly (4) GLSF-12 "Free-Jet" Burner Assembly (2) GLSF-13 "Free-Jet" Burner Assembly (2) CLSF-15 "Free-Jet" Burner Assembly (1) Construction for both heaters (1) On site engineer site construction (14) Ignition transformer (14) Fireye 85 UVF1-1QD w/ 20 meter cable (2) Emission check by authorized company (1) Negotiation	Taekwang Industrial Co., Ltd	Taekwang Industrial Company Ltd. / Petrochemical Plant #1 / Ulsan		Korea
47951	2020	Retrofit	Process Burner	6 GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 SM-1S-HEI Pilot Assembly 6 Export Crating & FCA Containerization 1 Bespoke pilot panel modification kit	LBL Trading	Oil Refineries Limited - ORL / Bazar Refinery / Haifa		Israel
47816	2020	Process Burners	Process Burner	GLSF-11 RF FJ Burners GLSF-7 FF EJ Burners	Formosa Plastics	Formosa Plastics (Ningbo) Co., Ltd. / PDH Plant / Ningbo		China
47256	2020	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-10 "Free-Jet" Burner Assembly 1 GLSF-10 Combustion Test 1 Domestic Packing 1 Dye Pen and Radiography Testing	Great Southern Technologies, LLC	Countrymark Cooperative, LLP / Mount Vernon Refinery / Mount Vernon	IN	United States
47093	2020	Retrofit	Process Burner	4 GLSF Free Jet G2 Retrofit Kit. Including: (4) Primary Tips per Kit with 3/32" Firing Orifice (4) Drains per Kit (19) Secondary Tips per Kit with Larger Firing Orifice Diameter (1) Fuel Gas Manifolds with 1/4" Gas Risers (1) Front Plate with (1) Sight Port and (1) Scanner Connection (1) JM-15 Pilot Domestic Packaging	Phillips 66	Phillips 66 Company / Los Angeles Refinery - Wilmington / Wilmington	CA	United States
46442	2020	Process Burners	Process Burner	192 GLSF-4 Free-Jet Ultra Low NOx Burners 192 Adapter Plate 20 Burner Front Plate Blanking Plate 14 Lighting Torch 192 All Fuel Gas Piping 316L SS 192 PMI of alloy metal 192 Dye-pen 25% of alloy socket-welds	Jacobs Engineering	Chevron Corporation / El Segundo Refinery / El Segundo	CA	United States
46324	2020	Retrofit	Process Burner	(16) GLSF-13 "Free-Jet" Gas Burner assembly Burner combustion test per heater (1) CFD per heater (1) Spare parts for construction / commissioning	GS Caltex	GS Caltex Corporation / Yeosu Complex / Yeosu		Korea
46251	2020	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-14 "Free-Jet" Burner Assembly 12 Smitsvonk Type 54 Pilot Burner 12 Smitsvonk Ignition Control Unit 24 Durag D-LE 603 Scanner 1 Combustion Performance Testing 1 Scanner control unit panel for installation in control room 1 CFD Study - Base Case 1 Additional Testing with 85% Hydrogen fuel	BOUSTEAD INTERNATIONAL HEATERS LTD	Essar Oil UK / Stanlow Refinery / South Wirral		United Kingdom
46025	2020	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-11 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 48 GLSF-7 "Free-Jet" Flat Flame Burner Assembly 1 Inner Burner Combustion Test 1 Inner Burner Combustion Test 72 International Crating	Great Southern Technologies, LLC	Flint Hills Resources, LP / Houston Propylene Plant / Houston	TX	United States
45502	2020	Retrofit	Process Burner	7 CLSF-15 DT Combination Free-Jet Burner Including JM-15-EF Pilot 6 GLSF-14 Free-Jet Burner Including JM-15-EF Pilot 32 GLSF-11 Free Jet Flat flame Burner	Great Orient Chemical (Taicang) Co., Ltd	Great Orient Chemical (TaiCang) Co., Ltd. - GOC / LAB (Linear Alkyl Benzene) Factory / Taicang		China
45307	2020	Retrofit	Process Burner	1 CFD 1 GLSF Combustion Testing 4 Spare Tip Sets	Wison	CNOOC Limited / Huizhou 21-1B Platform / Hong Kong		China

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
43992	2020	Process Burners	Process Burner	24 GLSF-14 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 3 GLSF-8 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 3 GLSF-9 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 4 GLSF-9 "Free-Jet" Gas Burner Assembly 1 H-1101 Combustion Testing 1 H-1301 Combustion Testing 1 H-1302 Combustion Testing 3 CFD Simulation of Vertical Cylindrical Furnace 1 CFD Simulation of Cabin Style Furnace (1) Cell 1 Air Flow Modeling of Combustion Air Ducting 1 Domestic Packaging 1 Lot of Commissioning Spare Parts 1 Lot of 2 Years Operational Spares	JNK Heaters	S-Oil Corporation / Ulsan Complex / Ulsan		Korea
43749	2020	Retrofit	Process Burner	3 GLSF Free Jet G2 Retrofit Kits 3 JM-15-HEI Pilot w/scanner connection 6 Zeeco ProFlame ZPF-120 Flame Scanners 1 Witnessed combustion testing - 1 day	BP Refinery (Kwinana)	BP Australia / Kwinana Refinery / Kwinana		Australia
42663	2019	Process Burners	Process Burner	12 GLSF-16 Free Jet ULNB Round Flame F-10101 8 GLSF-14 Free Jet DT ULNB Round Flame F-10201 4 GLSF-14 Free Jet ULNB Round Flame F-10301 4 GLSF-12 Free Jet ULNB Round Flame F-10501 2 GLSF-16/14 Burner Testing 2 GLSF-14/12 Burner Testing. 1 CFD of 1 cell - firebox 1 CFD of combustion air ducting 1 Lot Export Crating	JNK Heaters Co., Ltd	Thai Oil Public Company Limited / Sri Racha Refinery / Sri Racha		Thailand
42444	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free-Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters Midstream LLC	Williams Olefins, LLC / Williams Olefins, LLC / Carville	LA	United States
41461	2019	Process Burners	Process Burner	30 GLSF Free Jet Burner 12 H5201 8 GLSF Free Jet Burner 12 H5601 6 GLSF Free Jet Burner 12 H5602 8 GLSF Free Jet Burner 12 H5001 6 GLSF Free Jet Burner 12 H5002 1 Packing and freight to job site	KTI	SK Energy Company Limited / Naphtha Cracking Plant / Ulsan		Korea
41280	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF Free Jet Burner Kits	Datek	Fujian Petrochemical Company Limited - FPCL / Fujian Petrochemical Company Limited - FPCL / Quanzhou		China
41224	2019	Process Burners	Process Burner	384GLSF-12 Flat Flame Free-Jet Kit Includes Engineering and Drafting 24GLSF-12 Flat Flame Free-Jet Kit Includes Engineering and Drafting 1Combustion Test (Dual Burner) F-1120 per attached combustion test procedure 1CFD Modeling 1/2 of Firebox F-1110 Design & Decoke Conditions 1CFD Modeling 1/2 of Firebox F-1120 Design & Decoke Conditions 3Lighting Torches Drawing Only	China Huanqiu Contracting Engineering Co. Ltd. Beijing Huanqiu Corporation	Shandong Shouguang Luqing Petrochemical Co., Ltd. / Shandong Shouguang Luqing Petrochemical Co., Ltd. / Shouguang		China
41092	2019	Retrofit	Process Burner	24 GLSF-15 Free-Jet-V Burner Insert Assembly - F3101 6 GLSF-14 Free-Jet Burner Assembly - F660 1 Combustion Testing GLSF-15 - 2 Fuels 1 Combustion Testing GLSF-14 - 2 Fuels 1 Lot Export Packing	ExxonMobil Engineering Europe Limited	ExxonMobil / Sarpom Trecate Novara Refinery / San Martino di Trecate		Italy
40483	2019	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF Combustion Test 12 ZPF-120 Flame Scanner	OPF Optimized Process Furnaces	Cenovus Energy, Inc. / Superior Refinery / Superior	WI	United States
39861	2019	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-14 Freejet Burner 1 Export Crating 1 GLSF combustion test 6 Zeeco ProFlame ZPF-1100	KTI	LG Chem / SM Plant / Yeosu		Korea
39675	2019	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-21 Free Jet Dual Fuel Burner F9401 A/B 2 Export Crating	Hydro Chem	Shell SA Refining/BP Southern Africa / Durban Sapref Refinery / Durban		South Africa
39614	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
39165	2019	Process Burners	Process Burner	280 RWSF-4 Radiant Wall Staged Fuel Burner Kits 280 GLSF-12 FF Flat Flame Free-Jet Burner Kits	Lianyungang Petrochemical Co. (LYPC)	Lianyungang Petrochemical Co., Ltd. / Lianyungang Petrochemical Complex / Lianyungang		China

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
39120	2019	Process Burners	Process Burner	128GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 320GLSF-12 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 128GLSF-9 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 1GLSF-12 Combustion Test 3 Simulated Fuels, 8 points each per API 535 1GLSF-9 Combustion Test 3 Simulated Fuels, 8 points each per API 535 LOTExport Crating 1CFD Modeling by REI Normal Cracking Operation + Decoke Operation See CFD Datasheets 1CFD Modeling by REI Normal Cracking Operation + Decoke Operation See CFD Datasheets	Shanghai Supezet Engineering Technology Co., Ltd.	Zhejiang Shaoxing Sanjin Petrochemical Co. Ltd. / Shaoxing Polypropylene / Shaoxing		China
38320	2019	Process Burners	Process Burner	5 GLSF-17 Free Jet Ultra Low NOx Burner 5 Export Crating LOT 10% PMI of fuel wetted parts	XRG Technologies	VPR Energy BV / Rotterdam Terminal / Rotterdam		Netherlands
38294	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-6 Free Jet Gas Burner	Scelerin Heaters LLC	DCP Midstream / Okarche Gas Plant / Okarche	OK	United States
38281	2019	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-12 Free Jet Gas Burner 1 Domestic Crating	Scelerin Heaters LLC	DCP Midstream / Okarche Gas Plant / Okarche	OK	United States
38165	2019	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-12 FreeJet Next Generation Ultra Low NOx Burner 4 Optional Upgrade to SM-15-HEI Pilots 4 Optional Unispark Ignition system for SM Pilots 1 Optional Engineering Services for controls narrative 4 Zeeco ZPF-120 Flame Scanner 1 Lot Overland freight to US Methanol Plant	US Methanol LLC	Liberty One Methanol, LLC / Methanol Plant / Institute	WV	United States
37977	2019	Retrofit	Process Burner	(4) GLSF-15 Free-Jet Gas Burner Assembly (4) Adapter Plate for GLSF-15 Free-Jet Burner	Sinclair Wyoming Refinery Company	Sinclair Oil Corporation / Sinclair Wyoming Refining Company / Sinclair	WY	United States
37760	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters Midstream LLC	Williams Olefins, LLC / Williams Olefins, LLC / Carville	LA	United States
37666	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Packing	Tulsa Heaters, Inc.	Targa Resources, Inc. / Galena Park Terminal / Galena Park	TX	United States
37367	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Fuel Skid 1 BMS 1 Domestic packing	Thermal Engineering International (TEI)	Ascend Performance Materials Operations, LLC / Pensacola Plant / Gonzalez	FL	United States
37180	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF Free Jet Round Flame Burner Kit 2 GLSF Free Jet Combustion Test 3 HEI 4 CFD Simulation	China HuanQiu Contracting & Engineering Corp. (HQC)	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
37160	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner H-001 8 Export Crating 8 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner H-002 8 Export Crating	Chiyoda Corp.	Cosmo Oil Company Ltd. / Sakai Refinery / Sakai		Japan
37027	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for domestic shipment	Scelerin Heaters LLC	Scelerin Heaters		United States
37007	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Gas Burner 1 Domestic Packing	Scelerin	Sherwood Midstream LLC / Exterran Corp.		United States
36371	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-15 Free Jet Gas Burner 1 Expedited Drawings	Scelerin	Sunoco / Orbit		United States
36117	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35989	2018	Process Burners	Process Burner	128 GLSF-6 Free Jet Flat Flame Burner 64 Export Crating 1 385 Ignition Cable & 2560m detection cable 128 Flame Relays	Wood PLC	Esso Nederland BV / Rotterdam Refinery / Rotterdam		Netherlands
35963	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35812	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-20 Free Jet Gas Burner	Hydro-Chem / Linde	Hansol Chemical		Korea
35774	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-16 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep H-701 1 GLSF-19 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic shipping Prep H-768 1 GLSF_15 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep H-771	Tulsa Heaters Midstream	SEPCO		Nigeria

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
35751	2018	Process Burners	Process Burner	56 GLSF-6 Free-Jet Burner 56 GLSF-6 Free-Jet Burner 112 Extended Damper Handle (1850mm grade) 112 Bilingual Nameplates, Burners & Enclosures 1 GLSF Burner Combustion Test 112 Fireye 85UVF-1CEX Flame Scanner 24 Local Panel for Pilot Ignition/Detection 2 Portable Battery Operated Torch 16 Local Panel for Flame Scanners LOT Tile Mortar (if necessary) 2 Burner Mounting Template LOT Burner Mounting Gasket LOT Tile Supports, Gaskets, Nuts, & Bolts LOT Spare Parts for Commissioning & Start-Up LOT Spare Parts for 4 Years Operation 112 Export Crating 6 Shipping FOB Port of Export LOT Technical Passports & Translation 112 ADDER for 200mm Extended Damper Box	Lummus Technology Heat Transfer	LUKOIL OAO / Perm Refinery / Perm		Russia
35637	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free-Jet Burner Assembly 2 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	XTO Energy, Inc. / Cordona Lake Gas Plant / Crane	TX	United States
35301	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Exterran		United States
35061	2018	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free-Jet Ultra Low NOx Burner 2 Domestic Packing 2 Zeeco ProFlame ZPF-120 UV Scanner	Greyrock Services, LLC			United States
34692	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3901 8 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3902 6 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3903 4 GLSF-11 Free Jet DT Burners for B-3904 1 GLSF-11 Free Jet Combustion Test for B-3901 1 CFD Modeling - Radiant Section - Three Cases	Tulsa Heaters Inc	LyondellBasell North America, Inc. / Bayport Propylene Glycol Plant / Pasadena	TX	United States
34534	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-19 Free Jet Burner Assembly D3-H-768 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-7 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Free Jet Burner Assembly D2-H-775 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
34263	2018	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	Exterran		United States
33795	2018	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-14 Free Jet Burner w/ JM-1S-EF Pilot 8 Export crating	Sinopec Engineering, Incorporated (SEI)	PetroChina Company Ltd. / Sichuan Petrochemical Complex / Chengdu City		China
33633	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 6 GLSF-14 Free Jet Burner Assembly H-4701 6 Burner Damper Actuator Assembly	Tulsa Heaters Midstream			United States
33442	2017	Process Burners	Process Burner	1 Witnessed combustion test 6 domestic packaging 6 Adder 1 Engineering and drafting for GLSF-14 Free Jet	OPF Optimized Process Furnaces	Delek US Holdings, Inc. / Krotz Springs Refinery & Terminal / Krotz Springs	LA	United States
33054	2017	Process Burners	Process Burner	72 GLSF-4 Free Jet Flat Flame Burner 1 Packaging per Burner 1 Comb. Test (10 pts) 1 CFD 1/4 Furnace (1 Run) for existing burners 1 CFD 1/4 Furnace (1 Run) for new burners 72 Strainers , Wye Type, one per Burners 4 Jackshaft with actuator to control	Jacobs Engineering, Inc	Chevron Corporation / El Segundo Refinery / El Segundo	CA	United States
32942	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Ultra Low Now Burner 1 Palletizing for domestic shipmen	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
32773	2017	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 4 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream			United States
32416	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Puget Sound Energy / Tacoma LNG Facility / Tacoma	WA	United States
32319	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Burner Assembly H-2775 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-10711 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-19 Continuous Ring Free Jet Burner H-2768	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
32235	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly H-1768 1 Domestic Shipping Prep	Scelerin Heaters	MarkWest Energy Partners, LP / Bluestone Gas Plant / Evans City	PA	United States
32234	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly H-1767 1 domestic shipping prep	Scelerin Heaters LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Bluestone Gas Plant / Evans City	PA	United States
32228	2017	Process Burners	Process Burner	75 GLSF-8 Free-Jet Downfired 100% Burner 30 GLSF-7 Free-Jet Downfired 78% Burner 1 Lot Commissioning Spares 1 Capital Spares 2 Hand Held Ignitors 1 Lot gas connection nuts, bolts, gaskets 1 Lot gaskets and bolts to fix burner to furn	Air Liquide Global	Yuhuang Chemical, Inc. / Yuhuang Chemical, Inc. / St. James	LA	United States
32181	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-1769 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly H-1769 1 Domestic Shipping Prep 1 GLSF-8 Free Jet Burner Assembly H-1775 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream, LLC	MarkWest Energy Partners, LP / Harmon Creek Plant / Washington County	PA	United States

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
31978	2017	Retrofit	Process Burner	12 GLSF-17 Free Jet Ultra Low NOx Burner Kits 110-F-101 20 GLSF-12 Free Jet Ultra Low NOX Burner kits 110-F-102 LOT Export Crating 1 GLSF-17 Combustion Test 1 GLSF-12 Combustion Test 1 CFD Modeling 2 HEI Portable Igniter	PetroChina Sichuan Petrochemical	PetroChina Company Ltd. / Sichuan Petrochemical Complex / Chengdu City		China
31885	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-15 Free Jet Burner assembly 1 Domestic Shipping Prep	OPF Optimized Process Furnaces	Boardwalk Louisiana Midstream, LLC / Moss Lake Fractionation Plant / Lake Charles	LA	United States
31866	2017	Process Burners	Process Burner	16 GLSF-12 Free Jet Flat Flame Burner Kit F-103 48 RWSF-4 Radiant Wall Burner Kit 16 JM-15 Pilot Kit 16 Export Crating GLSF-12 Kits 48 Export Crating RWSF-4 Kits 16 Export Crating JM-15 Kits 1 Single RWSF-4 Combustion Test 1 Single GLSF-6 Combustion Test 1 Two GLSF-12, six RWSF-4 Combustion Test 1 CFD Modeling	Datek	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
31616	2017	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-10 Free Jet Burner Assembly 2 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream			Mexico
31491	2017	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 5 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream			United States
31335	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-17 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Sendero Midstream Partners, LP / Carlsbad Gas Plant / Carlsbad	NM	United States
31193	2017	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-16 FJ Burner 2 Actuators for air control of GLSF Burners 6 Honeywell Flame Scanner Assemblies 2 3" diameter x 3ft long flex hose for main gas 2 1" diameter x 3ft long flex hose for pilot gas 2 Adapter plate assembly 2 Ignition/detection panel 2 upgrade to SM-15-HEI-F Pilot 1 Palletization for domestic shipment 1 FCA Jobsite Shipment (Donaldsonville, LA)	CF Industries	CF Industries Holdings, Inc. / Donaldsonville Nitrogen Complex / Donaldsonville	LA	United States
31134	2017	Process Burners	Process Burner	3 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 3 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heater's Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
31133	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-18 Free Jet Burner Assembly 1 Domestic Shipping Prep	Tulsa Heaters Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
31055	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-8 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Shipping Prep	Scelerin Heaters LLC	Exterran Energy Solutions L.P.		United States
31004	2017	Process Burners	Process Burner	10 GLSF-15 Free Jet Burner Assembly 10 Shipping Prep for domestic shipment	Tulsa Heaters, Inc.	Occidental Permian Ltd. - OPL / Denver Unit CO2 Recovery Plant / Denver City	TX	United States
30827	2017	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-13 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	Woodford Express, LLC / Grady Cryogenic Gas Plant / Lindsay	OK	United States
30517	2016	Process Burners	Process Burner	8 GLSF-12 Round Flame Free Jet Burner 8 HEI Ignition / Detection Enclosure 8 Export Crating	Delta Engineering sp. z o.o	PKN Orlen SA / Plock Refinery / Plock		Poland
30453	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx burner 1 Palletizing for domestic shipment	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Sherwood Processing Facility / West Union	WV	United States
30312	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 304 SS Flex Hose Pilot Connection Ex Works - Point of Fabrication	G.C. Broach Company	TopSail Energy		United States
30149	2016	Retrofit	Process Burner	(4) RB-743 GLSF-12 Round Flame "Free Jet" Gas Burner Assembly	Lauren Engineers & Constructors, Inc	Marathon Petroleum Corporation / St. Paul Park Refinery / Saint Paul Park	MN	United States
29994	2016	Process Burners	Process Burner	2 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner 3 GLSF-20 DT Free Jet Ultra Low NOx Burner	BSS (Beijing) Environmental Equipment Co., Ltd.			China
29834	2016	Process Burners	Process Burner	26 GLSF Free Jet Burners 90 RWSF Wall Burners	ENI SpA	Versalis SpA / Priolo Plant / Priolo		Italy
29811	2016	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-13 Free jet Ultra Low NOx Burner 1 CFD Modeling , Base Case Only 1 Combustion Test Performance Test Option 2	OPF Optimized Process Furnaces	Monroe Energy, LLC / Trainer Refinery / Trainer	PA	United States
29804	2016	Process Burners	Process Burner	4 GLSF-14 "Free-Jet" Ultra Low NOx Burner 4 Domestic Shipping Prep LOT PMI of fuel wetted stainless steel components	Tulsa Heaters Inc	Sinclair Oil Corporation / Sinclair Wyoming Refining Company / Sinclair	WY	United States
29791	2016	Process Burners	Process Burner	48 GLSF-15 Free Jet Round Flame Burner Kit (46 Gas Tips) 1 GLSF-15 Free Jet Combustion Test 1 Freight GLSF-15 Kits CIF China 1 Startup supervision from headquarters, 1 week 16 GLSF-15 Free Jet Round Flame Burner Kit (46 Gas Tips) 48 RWSF-4 Radiant Wall Burner Kit	Datek / PetroChina DuShanZi	PetroChina Company Ltd. / Dushanzi Refinery / Karamay		China
29719	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-10 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 GLSF-11 Free Jet Ultra Low NOx Burner 2 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	Exterran / Oman Office		Oman
29669	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-21 Free Jet GR-DT Special 1 BMS 1 Damper Actuator 1 Burner Shipping Prep 1 Skid Shipping Prep LOT start Up Assistance Ex Works	Interstate Treating	Energy Transfer Midland		United States
29650	2016	Process Burners	Process Burner	3 GLSF-13 Free Jet Burner Assembly 3 Palletizing & Shrinkwrap for burners 3 crating for burner tiles	THI - Tulsa Heaters			United States
29314	2016	Process Burners	Process Burner	10 GLSF-14 Free Jet Ultra Low NOx Burner (F-4246) 1 Combustion Testing - 2 Fuels w/CO Probing (F-4246)	BOUSTEAD INTERNATIONAL HEATERS LTD	Shell Oil Products US / Norco Refinery & Chemical Plant / Norco	LA	United States

SO Number	Award Year	Product Group	Equipment Type	Equipment Type Description	Customer Name	End User Name / Facility / City	End User State	End User Country
29114	2016	Process Burners	Process Burner	F2151 6 GB-15 Single Jet Ultra Low Emissions Burners 6 Heater Adapter Plates 6 Adder for insulation retention 2 Natural Draft Plenum for 3 Burners w/actuator 6 ICEL J250E Torch and Control Unit 1 CFD Model of Common Air Ducting 1 CFD Model of Firebox to simulate Combustion 1 GB-15 Combustion Test F2300 (New Burner) 8 GLSF-12 Free Jet Burner 4 GLSF-12 Free Jet Burner 2 GLSF-1 Free Jet Burner 14 3 C.S. Patches per Burner for Welding Support 14 Adder for Insulation Retention 1 CFD Model of Common Air Ducting 1 CFD Model of Firebox to simulate combustion 1 GLSF Free Jet Combustion test for F2301 14 combustion air expansion joint 14 Heater steel adaptor plate 14 ICEL J250E Torch and Control Unit LOT Delivery and Export Crating	ExxonMobile in France (Fos-sur-Mer)	Esso SAF / Raffinerie de Fos-sur-Mer / Fos-sur-Mer		France
29012	2016	Process Burners	Process Burner	6 GLSF-12 Free Jet Next Generation Ultra Low 6 Export Crating 1 FOB - Port of Altamira	Ateplisa	Compania Espanola de Petroleos SA - CEPSA / La Rabida Refinery / Huelva		Spain
28586	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-21 Free Jet GR- DT Special 1 Burner Management System 1 Damper Actuator LOT Start-Up Assistance	RAMA Interstate Treating Co	RAMA Interstate Treating Co		United States
28515	2016	Retrofit	Process Burner	5 GLSF-15 Free Jet Ultra Low NOx Burner w/ JM-1s-EF Manual Pilot Assembly 1 CFD analysis base case 2 CFD additional case 2 CFD additional case 1 GLSF-15 Free Jet Burner combustion test 345 PMI 100% Bulk Material Alloy & Welds 1 LOT Spare Parts Start-up & Commissioning 5 T-Connection 5 NDE - 5% Radiography of Welds	Jacobs	Philadelphia Energy Solutions - PES / Philadelphia Refining Complex / Philadelphia	PA	United States
28458	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-19 Continuous Ring "Free-Jet" Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream LLC	MarkWest		United States
28439	2016	Process Burners	Process Burner	1 GLSF-7 Free Jet Ultra Low NOx Burner 1 Palletizing for Domestic Shipment	Tulsa Heaters Midstream	MarkWest Energy Partners, LP / Cibus Ranch Compressor Station / Washington	PA	United States

UMICORE REFERENCE LIST- SCR SYSTEM PERFORMANCE DATA (CONVERSION >98% DENOX)

End user data		Plant data	SCR Data	Performance Data		
Confidential						
End user	Country	Plant type	SCR s/u year	DeNOx %	NH ₃ slip	NH ₃ unit
CIMO, Industrial Company Monthey S.A.	Switzerland			98	10	mg/Nm3 d,ref
Marathon Petroleum Corp.	USA	Refinery heater	2005	98.7	10	ppmd, ref
Unknown	Germany	Engine, station.	2012	98.3	2	ppmd, ref
CF Industries	USA	Other	2013	98	10	ppmd, ref
Wärtsila Iberica	Spain	Engine, station.	2013	98	5	ppmd, ref
Dyno Nobel	USA	Other	2015	98.46	10	ppmd, ref
Shandong Yuhuang Shengsi	China	Other	2016	99.15	10	ppmw
Shandong Qirun Petrochemical Co.	China	Petrochemical	2017	98	10	ppmw
Undisclosed	USA	Engine, marine	2017	99	5	ppmd, ref
Panjin Haoye Chemical Co.	China	Other	2017	99.82	10	ppmw
Shandong Super Energy Industrial	China	Other	2017	99.27	10	ppmw
Denton Municipal Electric	USA	Engine, station.	2018	98.18	5	ppmd, ref
LLC CNT Real Invest	Russia	Engine, station.	2014	98.6	9	ppm
Liberty Packing Co	USA	Boiler	2018	98.33	10	ppmd, ref
CNT Real Invest - lacks signing of contract	Russia	Engine, station.	2019	98.6	9	ppmw
Expected - Jingbo Zhongcheng	China	Other	2019	98.72	10	ppmw
Indian Oil	India	Other	2019	98.3	10	ppmw
Wanhua Chemical	China	Waste incin.	2019	98.59	3	ppmd
Shandong Jinmei Mingshengda Chemical	China	Other	2019	99.58	10	ppmw
Sentinel Peak Resources	USA	Gas turbine		98.11	10	ppmd, ref
Undisclosed	USA	Other	2020	98.16	10	ppmw

Note 1. Performance data referred to EOR operation.

Design oxidation catalyst

Type of catalyst	EnvíCat®2520 CERAMIC
Substrate	Cordierit/Cordierite Monolith
Active components	Platin/Platinum
Cell density	
Matrix LxWxH	

Catalyst temperatures		
Inlet	333 °C	SOR
	333 °C	EOR
Exothermic app.	0,03 °C	
Outlet min	334 °C	
Max Kat Temp / Max catalyst temperature	650 °C	
Pressure	1 bara	

Catalyst dimensions

Space velocity	
Linear velocity	
Leading area	
Number of monoliths	
Layers	2
modules (monoliths) per layer	
catalyst volume	
Pressure drop	6,20 mbar

Customer input

Exhaust gas mass flow	6560 kg/h
Exhaust gas flow	5241 Nm ³ /h
Operating pressure	1,0 bar (abs)

Pollutants raw gas

NH3 at inlet	3 ppm v
--------------	---------

Expected Emission limit at outlet

	NH3	≤ 0,03 ppmv	
Conversion rate		≥ 99 %	
Remark:	N ₂ O formation	ca. 1,2 ppmv	3% O ₂
	NOx formation	ca. 0.3 ppmv	3% O ₂
Expected life time		4 Years	

Guaranteed Emission limit at outlet

	NH3	≤ 0,1 ppm	
Conversion rate		≥ 97 %	
Guaranteed life time		3 Years	

The catalyst offered by this quotation contains proprietary precious metals. The standard catalyst sales price stated in this quotation is based on the precious metals' prices applied at the London Metals Exchange at the date of this quotation. If the precious metals' prices at the date of a binding and final supply agreement related to this quotation deviates by +/-5% or more from the precious metals' prices applied at the date of this quotation, the standard price stated in this quotation shall no longer apply, and an appropriate price adjustment may be instituted.

NH₃ Oxidation Catalyst Design Proposa for Casale



Confidential

Jovica Zorjanovic
Catalysts

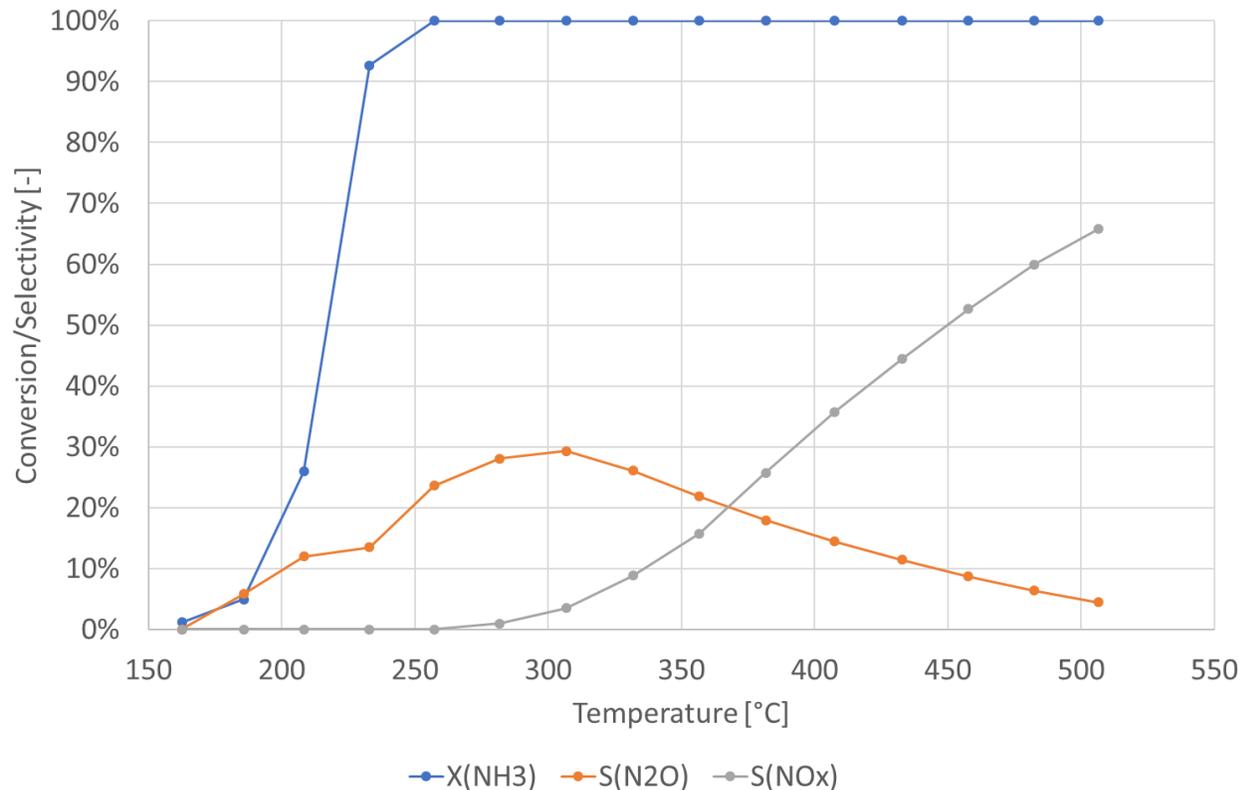
05.03.2021

what is precious to you?

Lab Scale Data

NH₃ oxidation on EnviCat 2520 as “police” catalyst to avoid NH₃ slip

- High oxidation activity for NH₃, N₂O, N₂ and NO_x are the products
- Prevents NH₃ slip, but small decrease of NO_x reduction efficiency of the entire system
- The catalyst converts also CO into CO₂ at a similar temperature range (< 250 °C).



Test conditions:

930 ppmv NH₃, 1800 ppmv H₂O, in air

GHSV = 10000 h⁻¹

200 cpsi honeycomb

Design Proposal

Catalysts Design

As per attached file



THANK YOU

CLARIANT 

Confidential

Jovica Zorjanovic
BU Catalyst

05.03.2021

what is precious to you?

Disclaimer

This presentation contains certain statements that are neither reported financial results nor other historical information.

This presentation also includes forward-looking statements. Because these forward-looking statements are subject to risks and uncertainties, actual future results may differ materially from those expressed in or implied by the statements.

Many of these risks and uncertainties relate to factors that are beyond Clariant's ability to control or estimate precisely, such as future market conditions, currency fluctuations, the behavior of other market participants, the actions of governmental regulators and other risk factors such as: the timing and strength of new product offerings; pricing strategies of competitors;

the Company's ability to continue to receive adequate products from its vendors on acceptable terms, or at all, and to continue to obtain sufficient financing to meet its liquidity needs; and changes in the political, social and regulatory framework in which the Company operates or in economic or technological trends or conditions, including currency fluctuations, inflation and consumer confidence, on a global, regional or national basis.

Readers are cautioned not to place undue reliance on these forward-looking statements, which speak only as of the date of this document.

Clariant does not undertake any obligation to publicly release any revisions to these forward-looking statements to reflect events or circumstances after the date of these materials.



The Chemical Company

NOxCat™ AD

Ammonia Destruction Catalysts

NOxCat™ AD Series 300 NH₃ Catalyst

For natural gas turbines and stationary engines

BASF's innovative family of ammonia destruction catalysts includes a new, patented catalyst for ammonia, NO_x and CO emissions.

NOxCAT AD Series 300 Ammonia Destruction Catalyst consistently achieves high levels of ammonia conversion. These catalysts have the potential to reduce ammonia and NO_x, and also control CO emissions.

Extend SCR Catalyst Life

NOxCAT AD Series 300 Ammonia Destruction Catalyst, installed at the exit of the SCR catalyst bed, may extend the SCR catalyst working life by curbing the peak ammonia slip emissions that dictate the practical lifespan of an SCR catalyst bed.

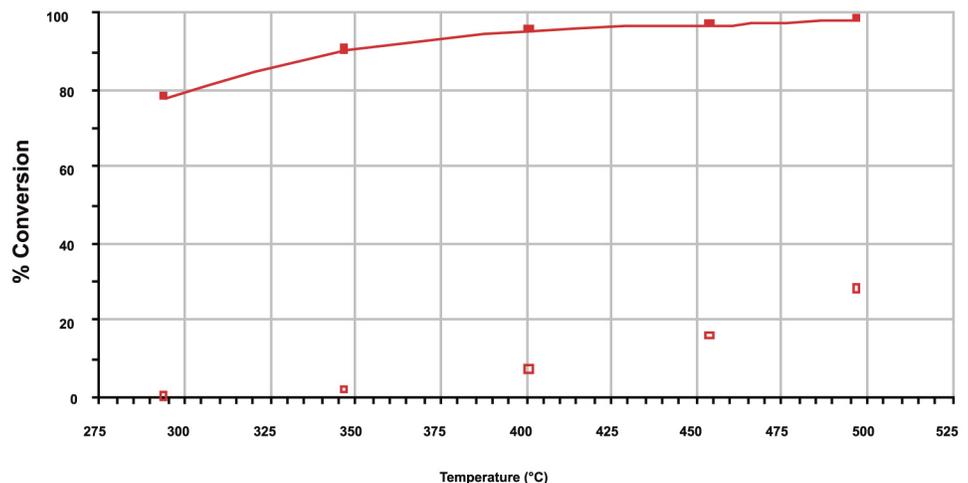
Improve Power Plant Reliability

NOxCAT Series 300 Ammonia Destruction Catalyst lowers the ammonia slip reaching the air preheater, thus reducing the potential for fouling from bisulfate deposits and resulting in improved plant reliability.

Enhance Control over SCR System

Series 300 Ammonia Destruction Catalyst may curb peak ammonia slip emissions associated with reductant overdosing due to sudden and unexpected load changes.

Conversion vs. Temperature



—■ % NH₃ Oxidation

■ % NO_x Out

About BASF

BASF Catalysts, the **Global Leader in Catalysis**, is a division of BASF - The Chemical Company. We offer exceptional expertise in the development of technologies that protect the air we breathe, produce the fuels that power our world and ensure the efficient production of a wide variety of chemicals, plastics, adsorbents and other products. By leveraging our industry-leading R&D platforms, passion for innovation and deep knowledge of precious and base metals, BASF Catalysts develop unique, proprietary catalyst solutions that drive customer success.

BASF - The Chemical Company

BASF Catalysts Headquarters

BASF Catalysts LLC
25 Middlesex/Essex Turnpike
Iselin, New Jersey, 08830, USA
Tel: +1-732-205-5077
Toll-free: 800-631-9505
Fax: +1-732-205-6146
Email: nancy.ellison@basf.com

Europe

BASF SE
67056 Ludwigshafen, Germany
Tel: +49 621 60-43243
Fax: +49 621 60-6643243
Email: teresa.couto@basf.com

NOxCat is a trademark of BASF.

Although all statements and information in this publication are believed to be accurate and reliable, they are presented gratis and for guidance only, and risks and liability for results obtained by use of the products or application of the suggestions described are assumed by the user. NO WARRANTIES OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE MADE REGARDING PRODUCTS DESCRIBED OR DESIGNS, DATA OR INFORMATION SET FORTH. Statements or suggestions concerning possible use of the products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that toxicity data and safety measures are indicated or that other measures may not be required.
© 2009 BASF Catalysts