



rijksuniversiteit
 groningen

faculteit wiskunde en
 natuurwetenschappen

Mogelijkheden tot beperking van de emissie van vluchtige organische stoffen bij de straal- en spuithal van Huisman, Schiedam



Beta Wetenschapswinkel

Mogelijkheden tot beperking van de emissie van vluchtige organische stoffen bij de straal- en spuithal van Huisman, Schiedam

Rapport Bèta 2010-1

Januari 2010

ISBN (druk): 978-90-367-4243-6

ISBN (digitaal): 978-90-367-4244-3

Redactie Drs. C.M. Ree
Bèta Wetenschapswinkel
Rijksuniversiteit Groningen
Nijenborgh 4
9747 AG Groningen
T: 050-363 41 32
E: c.m.ree@rug.nl
W: www.rug.nl/wewi

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1.....	5
INLEIDING	5
1.1 KADER.....	5
1.2 PROJECT.....	5
HOOFDSTUK 2.....	7
PROCES.....	7
2.1 COATING PROCES.....	7
2.2 EMISSIE.....	7
HOOFDSTUK 3.....	9
NORMEN EN REGELS	9
3.1 OPLOSMIDDELENBESLUIT	9
3.2 NER.....	9
3.3 GEUR	9
HOOFDSTUK 4.....	11
BEST BESTAANDE TECHNIEKEN.....	11
4.1 BEST BESTAANDE TECHNIEKEN VOLGENS DE BREF	11
HOOFDSTUK 5.....	15
MOGELIJKHEDEN EN KOSTEN VAN NAVERBRANDING.....	15
5.1 TECHNOLOGIE.....	15
5.2 KOSTEN	15
HOOFDSTUK 6.....	17
SAMENVATTENDE CONCLUSIES.....	17
REFERENTIES.....	19
BIJLAGE 1	21
NOTEN.....	29

Hoofdstuk 1

Inleiding

1.1 Kader

Het staalbewerkingsbedrijf Huisman Special Lifting Equipment BV. in Schiedam is gespecialiseerd in het ontwerpen en bouwen van bijzondere hijs- en transportinstallaties voor de scheepvaart-, offshore- en civiele industrie. Een van de activiteiten betreft het aanbrengen van coatings op installaties en onderdelen in de spuithal. Gezien de extreme omstandigheden waaronder de installaties worden toegepast kiest het bedrijf (en de afnemers) voor coatings op basis van organische oplosmiddelen, merendeels aromaten en esters.

De emissie van oplosmiddelen uit de spuithal heeft geleid tot klachten over stankoverlast in de omgeving van het bedrijf en juridische strijd over de milieuvergunning. Toepassing van actief-koolfilters bood niet de gewenste oplossing. In 2006 zijn de schoorstenen op de spuithal verhoogd tot 33 meter (tov maaiveld) om een betere verspreiding van de dampen te realiseren.

Milieudefensie Schiedam geeft de voorkeur aan preventie van de uitstoot van oplosmiddelen, mede gezien de dichte bebouwing van de directe omgeving van het bedrijf en de hoge totale geurbelasting van het gebied. Milieudefensie pleit voor naverbranding van de oplosmiddeldampen en vraagt de Bèta Wetenschapswinkel van de RU Groningen om de haalbaarheid van naverbranding in deze situatie te onderzoeken (VMD, 2008).

1.2 Project

De mogelijkheden van naverbranding van de emissie van oplosmiddelen bij Huisman zijn onderzocht door R. van de Biezen, student Technische Bedrijfskunde, in zijn bachelorproject (voorjaar 2009) onder begeleiding van Prof. dr. A.A. Broekhuis, Dr. ir. G.H. Jonker (beiden TBK) en Dr. H.A.J. Mulder (Wetenschapswinkel). Het onderzoek is uitgevoerd op basis van wetenschappelijke literatuur, openbare gegevens over het bedrijf in het vergunningendossier en informatie van leveranciers van relevante apparatuur. Het bedrijf noch de vraagsteller zijn in de uitvoering van het onderzoek betrokken.

Deze notitie is een publieksgerichte rapportage en bewerking van het onderzoek van R. van de Biezen. De redactie berust bij Drs. C.M. Ree, coördinator Bèta Wetenschapswinkel.

Hoofdstuk 2

Proces

2.1 Coating proces

De coatings worden handmatig aangebracht via elektrostatisch airless spuiten. Het verbruik van coatings in 2008 bedroeg ca. 35.000 liter met een oplosmiddelgehalte van 200-450 g/l, daarnaast ca. 4.500 liter thinners (850-880 g/l). Het verbruik en dus de emissie van oplosmiddelen bedroeg in 2008 ca. 17 ton. Het voornaamste oplosmiddel is xyleen; enkele veel toegepaste coatings bevatten ook 5-15% esters (bijvoorbeeld butylacetaat)

De spuithal is voorzien van zes afzuigventilatoren met een totale capaciteit van ca 85.000 m³/u en drie schoorstenen, elk voor twee ventilatoren. Tijdens het spuiten is de ventilatie maximaal (85.000 m³/u), tijdens het drogen (ca 2 uur) wordt de ventilatie teruggebracht tot ca 30.000 m³/u.

2.2 Emissie

Op grond van het jaarverbruik van oplosmiddelen en de ventilatiedebieten is een schatting te maken van de emissie van oplosmiddelen.

Gemiddeld

De maximale bedrijfstijd bij Huisman is ca 6000 u/j (16 u/dag 7 dagen/week). Bij een totale jaarlijkse emissie van 17 ton komt dat overeen met een gemiddelde emissievracht van ca. 3 kg/u. Dat leidt tot een emissieconcentratie van 35 mg/m³ bij het ventilatiedebiet tijdens het spuiten tot 100 mg/m³ bij het ventilatiedebiet tijdens het drogen. Bij een gemiddelde ventilatie van ca. 45.000 m³/u is de gemiddelde emissieconcentratie ca. 70 mg/m³. Deze schatting is in overeenstemming met gemeten waarden (Peutz, 2003 tabel 9ⁱ).

Maximum

Tijdens het spuiten mag maximaal 25 kg coating per uur worden gebruikt (Schiedam, 2005). Bij een gemiddeld gehalte oplosmiddelen in de coatings van ca. 30% en maximale ventilatie van 85.000 m³/u levert dat een emissieconcentratie van ca. 100 mg/m³. Een piek in de emissie treedt op wanneer de ventilatie wordt teruggebracht naar 30.000 m³/u; de emissieconcentratie stijgt naar 200-300 mg/m³. Ook dat wordt bevestigd door metingen (Peutz, 2003, tabel 8ⁱⁱ); de piek vlakt in 20-30 minuten af.

Geuremissie

De belangrijkste geurende componenten in de emissie zijn esters. De geurdrempel van een representatieve ester als butylacetaat ligt in de orde van 0.03 mg/m³. De concentratie van aromatischeⁱⁱⁱ oplosmiddelen zoals xyleen in de verven is weliswaar ho-

ger dan die van de esters, maar hun geur wordt pas bij aanmerkelijk hogere concentraties waargenomen (geurdrempel in de orde van 0.5 mg/m³).

De gemiddelde geuremissie wordt door Peutz berekend (uit metingen) als 47 tot 100 10⁶ geureenheden/uur, afhankelijk van de verfsoort; piekemissie (bij de meest geurende verf) als 240 10⁶ ge/u^{iv}. De hieruit berekende geurconcentraties na verhoging van de schoorstenen tot 33 meter (na discussie gecorrigeerd in Schiedam, 2005 p6) worden door de vergunningverlener als acceptabel beschouwd.

Hoofdstuk 3

Normen en regels

3.1 Oplosmiddelenbesluit

De emissie van oplosmiddelen bij Huisman wordt gereguleerd in het Oplosmiddelenbesluit (VROM, 2001). Dit besluit heeft een wettelijk karakter en staat dus los van de vergunning Wm (Wet Milieubeheer). De drempelwaarde voor het verbruik van oplosmiddelen voor de sector metaalcoating bedraagt 5 ton/jaar, deze waarde wordt overschreden, dus het besluit is van toepassing. De emissiegrenswaarde bedraagt 100 mg C/Nm³ als gemiddelde waarde en 150 mgC/Nm³ als uurgemiddelde waarde^v. Volgens bovenstaande beoordeling wordt de gemiddelde grenswaarde niet overschreden, de uurgemiddelde waarde kan na het overschakelen naar de verminderde ventilatie tijdens het droogproces enigszins overschreden worden^{vi}.

De grenswaarde voor diffuse emissie is 20% van de hoeveelheid gebruikte oplosmiddelen. In de Beschikking Wm aan Huisman (Schiedam, 2005) wordt dit preciezer gesteld: de deuren van de hal mogen pas worden geopend bij een concentraties van maximaal 4 ppm (uit overwegingen van geurhinder).

Het Oplosmiddelenbesluit schrijft voor dat installaties uiterlijk eind 2007 aan de voorwaarden moeten voldoen.

3.2 NeR

De emissiegrenswaarde volgens het Oplosmiddelenbesluit is hoger (minder streng) dan die volgens de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR) voor dit type oplosmiddelen (klasse O₂); die is 50 mg/m³. Uit de overwegingen bij de beschikking blijkt dat het Oplosmiddelenbesluit prevaleert (in het besluit zelf wordt dat niet duidelijk gesteld, maar wordt een nadere aanwijzing over de verhouding aangekondigd).

3.3 Geur

De beoordeling en beperking van geurhinder is een bevoegdheid van de decentrale overheid en wordt gereguleerd in de vergunning Wm. De beschikking Wm (Schiedam, 2005 p 11 e.v.) geeft uitvoerige overwegingen. Uitgangspunt is het voorkomen van hinder. 'Als er geen hinder is zijn maatregelen niet nodig. Als er wel hinder is worden maatregelen afgeleid op basis van Best Bestaande Technieken (BBT) conform de IPPC richtlijn. De mate van hinder wordt bepaald via bijvoorbeeld hinderenquête of klachtenregistratie. De mate van hinder die nog acceptabel is wordt vastgesteld door het bevoegde bestuursorgaan.'

De vergunningverlener oordeelt op grond van immissieberekeningen (p. 15) dat de te verwachten geurconcentratie bij een schoorsteenhoogte van 33 meter acceptabel is. De 99.5 percentielwaarde bij omliggende woningen en bedrijfswoningen blijft onder 1 ge/m³, de 99.99 percentiel in de orde van 1.5 ge/m³. Dat betekent dat de geurwaarneming beperkt wordt tot enkele uren per jaar. Ons is niet bekend of deze conclusie uit de immissieberekeningen in overeenstemming is met de ervaren geurhinder en/of klachtenregistratie.

Hoofdstuk 4

Best Bestaande Technieken

Als de ervaren geurhinder hoger is dan berekend en/of als uit de rapportage volgens het Oplosmiddelenbesluit blijkt dat de emissie van oplosmiddelen hoger is dan de grenswaarde (zie boven), dient emissiebeperking te worden overwogen volgens Best Bestaande Technieken^{vii}. Hierbij dient de BREF als informatiebron.

De Stand van de Techniek (BBT) voor coatingwerkzaamheden volgens de IPPC richtlijn is beschreven in de BREF 27 Surface Treatment using Organic Solvents (IPPC 2007)

BREF 27 hanteert een ondergrens aan het verbruik van oplosmiddelen van 200 ton per jaar of 150 kg per uur. Dat is veel meer dan het verbruik bij Huisman (ca. 16 ton/jaar). Huisman valt dus niet onder de IPPC richtlijn, maar de BREF is wel de bron voor de afweging van de Stand van de Techniek van emissiebeperking.

4.1 Best Bestaande Technieken volgens de BREF

De BREF maakt voor de beoordeling van coating technologie onderscheid in diverse toepassingen. Constructies voor toepassing op zee, zoals bewerkt bij Huisman, zijn geen aparte technologie.

Voor de eisen die gesteld worden aan de coating (corrosiebestendigheid e.a.) kunnen we een vergelijking maken met het coaten van (de kiel van) zeeschepen (chapter 11). Voor de technologie van de applicatie en de mogelijkheid van nageschakelde technieken kunnen we een vergelijking maken met constructies voor onshore toepassingen (chapter 10).

In grote lijnen zijn de mogelijkheden voor vermindering van VOS emissie bij het coaten in deze sectoren te onderscheiden in:

- a. keuze van de coatings en de samenstelling daarvan
- b. applicatietechnologie
- c. nageschakelde technieken om VOS uit de uitstoot te verwijderen (Procedurele maatregelen en good housekeeping blijven hier buiten beschouwing, evenals maatregelen in de voor- en nabehandeling bij het coaten.)

Voor uitvoerige beschrijving en beoordeling van de technologieën verwijzen we naar de BREF. We beperken ons hier tot een korte beoordeling, die in volgende hoofdstukken uitgewerkt wordt.

a. Coating

Bij de keuze van coating en de samenstelling daarvan komen (in het algemeen) coatings op waterbasis en high-solid coatings in aanmerking. Deze verminderen het gebruik van oplosmiddelen en dus het debiet (kg/j) van de uitstoot.

Uit de beoordeling van BBT voor het coaten van (de kiel van) zeeschepen blijkt dat de eisen aan de coating onder deze extreme omstandigheden zodanig zijn dat coatings op waterbasis niet in aanmerking komen. High solid coatings vinden brede toepassing. Deze worden ook bij Huisman toegepast. *Verondersteld dat de eisen aan de coating kwaliteit voor de constructies vergelijkbaar zijn met die voor zeeschepen, is de huidige keuze voor high-solid coatings een goede keuze.*

b. Applicatie

Bij de keuze van applicatietechnieken komen elektrocoating en high-volume-low-pressure (HVLP) spraying in aanmerking. Elektrocoating vindt voor het coaten van constructies brede toepassing (i.t.t. HVLP). Deze applicatietechniek wordt ook bij Huisman toegepast. *Verondersteld dat de eisen aan de applicatietechniek vergelijkbaar zijn met die van onshore constructies is de huidige keuze voor elektrocoating een goede keuze*

c. Nageschakelde techniek

Er is in principe een ruime keuze aan nageschakelde technieken. De keuze wordt sterk bepaald door de capaciteit van de ventilatie (m^3/u) en de concentratie VOS, alsmede door het continue of discontinue karakter van de uitstoot (figuur 4). Voor discontinue uitstoot komen variabele technieken zoals thermische oxidatie of adsorptie het meest in aanmerking.

Figuur 20.5 uit de BREF geeft grafisch de mogelijkheden voor nageschakelde technieken weer om VOS emissie te verminderen, afhankelijk van het ventilatiedebiet (x-as) en de VOS-concentratie in de ongereinigde afgassen (y-as) (IPPC, 2007 p497):

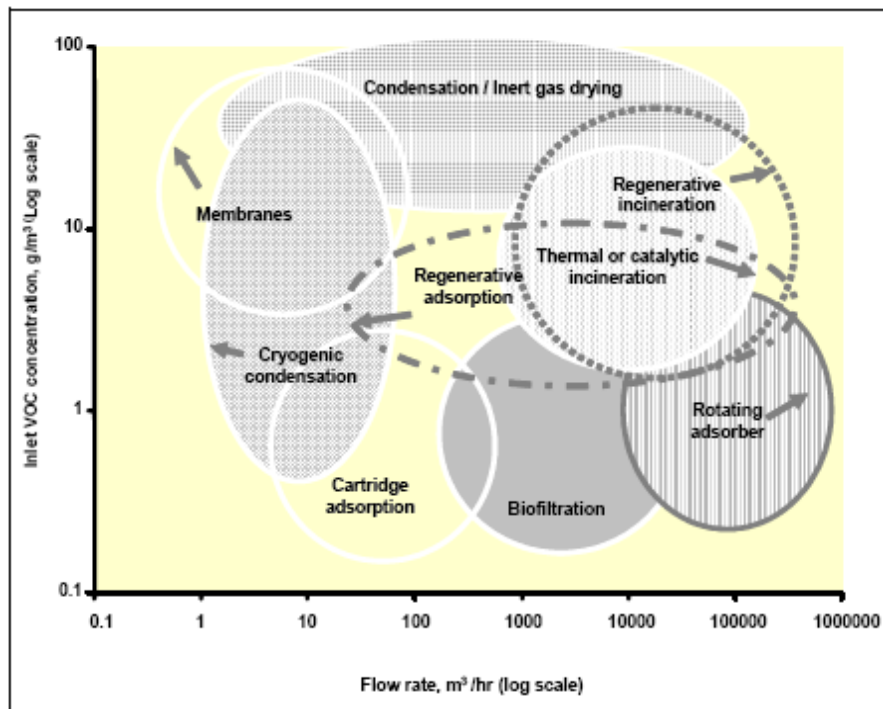


Figure 20.5: Overview of application ranges of the available VOC abatement technologies [60, ESIG, 2000]

Bij de gehanteerde ventilatiecapaciteit bij Huisman (30.000-80.000 m³/u) komen verbrandingstechnieken in aanmerking (thermisch, katalytisch of regeneratief) en mogelijk adsorptie.

Adsorptie is interessant wanneer hergebruik mogelijk en rendabel is; gezien de variatie van coatings en oplosmiddelen lijkt dat bij Huisman niet het geval. Bovendien zijn eerdere ervaringen met koolfilters bij Huisman niet optimaal en bestaat de mogelijkheid van verdringing van de sterk ruikende esters door de goed adsorberende aromaten bij de hechting aan het adsorptiemiddel.

Biofiltratie lijkt gezien de aard van de oplosmiddelen geen goede optie; bovendien vergt deze techniek veel ruimte en onderhoud. Van de beschikbare technieken lijken dus vooral verbrandingstechnieken in aanmerking te komen. Daarvan is thermische oxidatie de meest simpele en robuuste. Annex 24.9 van de BREF geeft een afweging van voorwaarden aan de diverse verbrandings- en andere technieken.

De coating industrie heeft in de totstandkoming van de BREF aangegeven dat regeneratieve verbranding in de praktijk bij een veel groter bereik van de ventilatiecapaciteit toepassing vindt dan in de figuur vermeld (<5.000->100.000 m³/u) (p496).

De concentratie van VOS in de afgassen bij Huisman (geschat 70-100 mg/m³) is laag ten opzichte van het concentratiebereik van verbrandingstechnieken (vanaf ca. 1 g/m³). De hoge ventilatiecapaciteit zorgt voor een sterke verdunning van de uitstoot. Dat is in de coating industrie een algemeen voorkomende situatie, met als doel om explosieveiligheid en excessieve blootstelling in de werkplaats te garanderen. De installatie van naverbrander of andere nageschakelde technologie vraagt dus om een procesontwerp waarbij o.a. via gerichte afzuiging een meer geconcentreerde damp naar de naverbrander kan worden afgevoerd zonder verhoging van de risico's op de werkplek. De BREF geeft hiervoor een aantal mogelijkheden (20.11). *Voor nageschakelde technieken ter vermindering van de uitstoot van VOS lijken verbrandingstechnieken voor Huisman een goede optie, mits in combinatie met procesontwerp om de uitstoot te concentreren.*

Hoofdstuk 5

Mogelijkheden en kosten van naverbranding

5.1 Technologie

Naverbranden kan zowel thermisch ($> 800\text{ }^{\circ}\text{C}$) als katalytisch (ca. $350\text{ }^{\circ}\text{C}$) worden uitgevoerd. Beide systemen kunnen uitgevoerd worden met beperkte warmte-terugwinning (recuperatief, 50-75%) of hoge warmte-terugwinning (regeneratief, 90-95%). Regeneratieve systemen zijn duurder in aanschaf, maar zuiniger in gebruik, vooral bij lage VOS concentraties. Volgens (Infomil, 2009) is toepassing zonder bijstook van aardgas mogelijk vanaf $1\text{-}3\text{ g/m}^3$ (thermisch) resp. $0.5\text{-}1.5\text{ g/m}^3$ (katalytisch).

Naverbrandingsinstallaties hergebruiken hun restwarmte intern, door bijvoorbeeld voorverwarming van de te verbranden lucht. Hierdoor zijn de installaties efficiënt en hoeft niet gezocht te worden naar extern hergebruik van de verbrandingswarmte.

De toepasbaarheid van katalytische naverbranding is sterk afhankelijk van de gevoeligheid van de katalysator voor bepaalde verontreinigingen. De katalysator dient periodiek (3-5 jaar) te worden vervangen; tegenover dit nadeel staat een energetisch voordeel en het feit dat geen NO_x worden gevormd. Het is niet mogelijk om zonder praktijkonderzoek naar de gevoeligheid van de katalysator een uitspraak te doen over de mogelijkheid van katalytische naverbranding bij Huisman.

Zowel voor thermische als voor katalytische naverbranding is verhoging van de concentratie van VOS in de afgassen bij Huisman gewenst, via verlaging van het ventilatiedebiet en/of gerichte afzuiging. Voor beoordeling van de technische mogelijkheden is onderzoek in de praktijk nodig.

5.2 Kosten

Voor een indicatie van de kosten van een naverbrandingsinstallatie heeft Ruben van de Biezen offerte aangevraagd bij Dürr Systems GmbH, een grote leverancier van deze systemen. Gekozen is voor een thermische regeneratieve installatie, met een verbrandingstemperatuur van $820\text{ }^{\circ}\text{C}$, een warmteterugwinningsrendement van 94-96% en een verbrandingsrendement van tenminste 90%.

De afgasstroom is als volgt gespecificeerd:

maximaalwaarde	debiet $10.000\text{ Nm}^3/\text{u}$ concentratie 0.5 g/Nm^3
nominaalwaarde	debiet $5.000\text{ Nm}^3/\text{u}$ concentratie 0.8 g/Nm^3

Onder deze omstandigheden is bijstook met aardgas nodig. De kosten daarvan zijn opgenomen in de variabele operationele kosten. Voor een autotherme proces (zonder bijstook) is verdergaande concentratie nodig.

Met behulp van de gegevens uit de offerte is een schatting gemaakt van de kosteneffectiviteit (bijlage 1). De kosten per vermeden kilo VOS emissie zijn berekend op € 5.32

De NeR stelt de 'indicatieve referentiewaarde' voor kosten per vermeden kilo VOS emissie op €4.60 (NeR, 2009, h 2.11). Dit is berekend uit 27 cases, variërend van 0.50-5.00 €/kg (prijspeil 2000, toen gulden). Een inflatiecorrectie van 2% per jaar brengt een actuele referentiewaarde op 5.60 €/kg. Dat is in dezelfde orde van grootte als de berekende kosteneffectiviteit van naverbranding bij Huisman.

Hoofdstuk 6

Samenvattende conclusies

Milieudefensie Schiedam heeft aan de Bèta Wetenschapswinkel RU Groningen gevraagd een beoordeling te maken van de mogelijkheden voor naverbranding van de emissie van oplosmiddelen door het staalbewerkingsbedrijf Huisman Special Lifting Equipment BV. in Schiedam. Doel van Milieudefensie Schiedam is discussie over vermindering van de geurhinder ten gevolge van deze emissie. Dit onderzoek is uitgevoerd door Ruben van de Biezen onder begeleiding van Technische Bedrijfskunde. Deze notitie is een publieksgerichte rapportage over dit onderzoek.

Huisman verwerkt coatings op basis van oplosmiddelen, voornamelijk aromaten en esters, op installaties en onderdelen voor o.a. offshore toepassingen. De emissieconcentratie van de oplosmiddelen blijft (waarschijnlijk) beneden de emissiegrenswaarde van het Oplosmiddelenbesluit. De berekende geurimmissie is volgens de beschikking Wet Milieubeheer acceptabel, nadat (2006) de schoorstenen van het bedrijf zijn verhoogd tot 33 meter.

Als de ervaren geurhinder hoger is dan berekend en/of als uit de rapportage volgens het Oplosmiddelenbesluit blijkt dat de emissie van oplosmiddelen hoger is dan de grenswaarde, dient emissiebeperking te worden overwogen volgens Best Bestaande Technieken (BREF).

Gezien de eisen aan de coatings lijkt aanpassing van de verfsystemen (nu high-solids) of applicatietechniek (nu elektrocoating) weinig mogelijkheden te bieden. Onder de nageschakelde technieken komt naverbranding als optie in aanmerking. Adsorptie (koolfilter) is waarschijnlijk een minder goede keuze, gezien het mengsel van oplosmiddelen en de mogelijkheid tot verdringing van de (relatief sterk geurende) esters van het filter.

Voor toepassing van naverbranding is verhoging van de concentratie van oplosmiddelen in de afgassen (cq verlaging van het ventilatiedebiet en/of lokale afzuiging) gewenst.

De kosten van naverbranding (thermisch regeneratief, bij een verlaagd ventilatiedebiet) zijn onderzocht via een offerte van een leverancier van deze systemen. De kosten per vermeden kilo VOS emissie liggen in dezelfde orde van grootte als de referentiewaarde volgens de Nederlandse emissie Richtlijn (na inflatiecorrectie).

Voor zover met de beschikbare (openbare) gegevens kan worden beoordeeld is naverbranding dus een technische en kostentechnische mogelijkheid, wanneer verdergaande reductie van de emissie van oplosmiddelen (geur) bij Huisman gewenst is.

Referenties

- Huisman-Itrec, 2000 Aanvraag verandering WM vergunning en bijlagen
Infomil, n.d. Factsheet naverbranders, geraadpleegd 12-2009
<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtemissie/naverbranders/>
IPPC, 2007 BREF 27 Surface Treatment using Organic Solvents
<http://eippcb.jrc.es/pub/english.cgi/o/733169 select BREF 27>
NeR, 2009 Nederlandse emissie richtlijn, versie augustus 2009
Peutz, 2003 Eindrapportage geuremissie en –immissie ten gevolge van de
straal- en spuitloods op het terrein van Huisman; Adviesbu-
reau Peutz rapport FL 16125-3
VROM, 2001 Oplosmiddelenbesluit omzetting EG-VOS-richtlijn Milieube-
heer (tekst geldend 11-11-2009)
Schiedam, 2005 Beschikking ingevolge de Wet milieubeheer
VMD, 2008 Haalbaarheidsonderzoek naverbranding/energieopwekking
straal/spuitloods Huisman Itrec te Schiedam; Milieudefensie
Schiedam (onderzoeksaanvraag)

Afkortingen

BBT	Best bestaande techniek
BREF	Best Available Techniques Reference Document (EU)
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control richtlijn
NeR	Nederlandse Emissie Richtlijn
VOS	Vluchtige organische stoffen, hier: oplosmiddelen
Wm	Wet Milieubeheer

Bijlage 1

Schatting van de kosteneffectiviteit van een thermische naverbrander op grond van de offerte van Dürr Systems GmbH

Disclaimer: Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van beperkte, openbare gegevens over het coatingproces bij Huisman. De offerte veronderstelt een aanmerkelijke verlaging van het ventilatiedebiet (om de dampen te concentreren). De technische mogelijkheden daartoe kunnen wij niet beoordelen. Op basis van meer gedetailleerde interne gegevens is aanpassing van en onderhandeling over de offerte mogelijk. Deze schatting moet worden gezien als een indicatie en als startpunt voor verdere discussie, bijvoorbeeld in de Burenraad.

Bij Dürr Systems GmbH is een offerte opgevraagd op basis van een ventilatiedebiet van 10.000 m³/u tijdens het spuiten, met een gemiddelde concentratie VOS van 500 mg/m³, en 5000 m³/u tijdens het drogen, met een gemiddelde concentratie VOS van 800 mg/m³. Dit betekent ten opzichte van de huidige situatie een sterke verlaging van het debiet en verhoging van de concentratie, hetgeen wijzigingen in het procesontwerp bij Huisman vergt. De mogelijkheden daartoe kunnen wij niet beoordelen.

Dürr beveelt het oxidatiesysteem RTO 3010 aan; dat is een regeneratief thermisch systeem. Dit systeem heeft de voorkeur omdat het goed geïsoleerd is, waardoor het goed toepasbaar is in situaties waarin het systeem periodiek stilligt. De opstarttijd na 2 uur stilstand bedraagt 10 minuten, na 36 uur stilstand 50 minuten en na een week stilstand kan het systeem binnen 4 uur opgestart worden.

Vaste kosten

- Het systeem wordt compleet met benodigde apparatuur en kabels geleverd voor €280.000,-. Dit is exclusief aansluiting op het huidige proces.
- De bouwkundige investeringen, bijkomende en eenmalige investeringen worden door Dürr geschat op 25% van de aanschafprijs.
- Kapitaalvernietiging door desinvesteringen is buiten beschouwing gelaten, omdat de apparatuur van Huisman in de straal- en spuithal bij eventuele implementatie van een oxidatiesysteem 10 jaar of ouder zal zijn. Na 10 jaar is apparatuur volgens de Nederlandse emissierichtlijn economisch afgeschreven.
- De onderhoudskosten voor het systeem van Dürr worden geschat op 5 % van de kale aanschafprijs, dus €14.000,- per jaar. Deze schatting is gemaakt met behulp van richtlijnen uit Coulson & Richardson¹.

¹ Coulson & Richardson's, Chemical Engineering and design, Volume 6, vierde editie, 2006, hoofdstuk 6.

Variabele operationele kosten

- Utilities zijn berekend op basis van verbruik van elektriciteit en gas zoals opgegeven door Dürr. De prijs van elektriciteit en gas voor de komende 3 jaar is nagevraagd bij een energiemaatschappij; de prijs per kWu wordt gesteld op €0,11 en de prijs per kubieke meter aardgas op €0,40.
- Tijdens het spuiten is het gasverbruik 14 m³/u. Tijdens het drogen is het gasverbruik 7 m³/u
- Reststoffenverwerking/lozingsheffingen zijn niet afwijkend van de situatie zonder naverbranding en worden daarom niet in de schatting betrokken.

	Vermogen [kW]/ Kubieke meter gas	Uren operationeel per jaar	Kosten per kWh/kubieke meter [€]	Kosten per jaar [€]
Elektriciteit	9	4745	€ 0,11	€ 4.697,55
Gas tijdens spuiten	14	1898	€ 0,40	€ 10.628,80
Gas tijdens drogen	4	2847	€ 0,40	€ 4.555,20
Totale geschatte energie kosten per jaar				€ 19.881,55

Variabele operationele kosten voor het Dürr systeem

Effecten

- Voor de berekening van de totale jaarlijkse emissiereductie is aangenomen dat 90% van de totale jaarlijkse ongereinigde vracht wordt geoxideerd.
- Bij naverbranden ontstaat NO_x. Dürr garandeert (op basis van de beperkte informatie uit de aanvraag van de offerte) een NO_x uitstoot lager dan 100 mg/m³.

Opbrengsten bij Dürr Systeem: Besparing op aardgas en elektriciteit

Doordat minder lucht per uur wordt afgezogen kunnen de kosten voor aardgas en elektriciteit omlaag. Er hoeft minder lucht van buiten te worden opgewarmd en de ventilatoren draaien minder snel. We maken een schatting van deze opbrengsten.

Besparing op aardgas

Tijdens het drogen dient de temperatuur in de hal tenminste 20 °C te zijn. De verminderde ventilatie tijdens het drogen bij toepassing van het oxidatiesysteem leidt tot een bespaard debiet gedurende een aantal uren per maand. We berekenen het bespaarde debiet en de hoeveelheid aardgas per maand per maand die nodig zou zijn om het bespaarde debiet te verwarmen tot 20 °C ten opzichte van de gemiddelde buitentemperatuur (KNMI De Bilt, gemiddeld over de periode 1971-2000).

Dit zijn theoretische waarden omdat geen rekening is gehouden met de efficiëntie van de verwarming, vochtigheid in de lucht en warmteverliezen aan de omgeving.

De bespaarde hoeveelheid aardgas bedraagt 21203 m³, dat komt overeen met een kostenbesparing van €8.409.

Maand	Jan	feb	mar	apr	mei	jun
gemiddelde temp. (°C)	2,8	3	5,8	8,3	12,7	15,2
Aantal dagen	31	28	31	30	31	30
delta T	17,2	17	14,2	11,7	7,3	4,8
Besparing lucht per maand [m ³]	4,85E+06	4,38E+06	4,85E+06	4,70E+06	4,85E+06	4,70E+06
besparing lucht per maand [kg]	6,28E+06	5,67E+06	6,28E+06	6,07E+06	6,28E+06	6,07E+06
kg*delta T per maand	1,08E+08	9,64E+07	8,91E+07	7,11E+07	4,58E+07	2,92E+07

Maand	Jul	aug	sep	okt	nov	dec
gemiddelde temp. (°C)	17,4	17,2	14,2	10,3	6,2	4
Aantal dagen	31	31	30	31	30	31
delta T	2,6	2,8	5,8	9,7	13,8	16
Besparing lucht per maand [m ³]	4,85E+06	4,85E+06	4,70E+06	4,85E+06	4,70E+06	4,85E+06
besparing lucht per maand [kg]	6,28E+06	6,28E+06	6,07E+06	6,28E+06	6,07E+06	6,28E+06
kg*delta T per maand	1,63E+07	1,76E+07	3,52E+07	6,09E+07	8,38E+07	1,00E+08

Constanten	
Besparing drogen [m³/h]	17400
Energie per kg gas [kj]	54000
Energie per m³ gas [kj]	35856
Dichtheid gas [kg/m³]	0,664
Dichtheid lucht [kg/m³]	1,293
Cp Lucht [kj/kg]	1
Aantal uur drogen	9
Kosten per m³ gas [€]	0,4

kg*delta T totaal	7,54E+08
Bespaarde energie per jaar [kj]	753806690,6
Besparing gas per jaar [m³]	21023,17
Besparing per jaar [€]	€ 8.409,27

Besparing op elektriciteit:

Zowel in de straal- als in de spuithal zijn 6 ventilatoren geïnstalleerd met een vermogen van 3,6 kW en een capaciteit van 14400 m³/u; de ventilatiecapaciteit per hal bedraagt dus 86400 m³/u. In de representatieve bedrijfssituatie wordt tijdens het spuiten 64800 m³/u afgezogen en tijdens het drogen 22400 m³/u. Verlaging van het ventilatiedebiet bij toepassing van het oxidatie-systeem leidt tot verlaging van het elektriciteitsverbruik voor ventilatie. Uitgaande van een evenredige afname van het stroomverbruik met het debiet leidt dit tot een besparing van €4222,-/ jaar.

		Debiet [m ³ /h]	Vermogen [kW]	Uren ope- rationeel per jaar	Kosten per kWh [€]	Kosten per jaar [€]
Huidig	Spuiten	64800	16,2	1898	0,11	€ 3.382,24
	Drogen	22400	5,6	2847	0,11	€ 1.753,75
Durr	Spuiten	10000	2,5	1898	0,11	€ 521,95
	Drogen	5000	1,25	2847	0,11	€ 391,46
Totale elektriciteitskosten per jaar te besparen						€ 4.222,58

Energie en CO₂ balans

Door vergelijking van de benodigde extra energie voor de naverbrander en de bespaarde energie door de verminderde ventilatie kunnen we een energiebalans opstellen, alsmede een CO₂ balans.

	Elektriciteit	Gas	VOS	
	kWu/j	m ³ /j	kg/j	
Verbruik	42705	37960		
Bespaard	38387	21023	14688	
Netto verbruik	4318	16937		
Factor CO₂	0.4	1.8	3.3	
CO₂ emissie kg/j	1727	30486	48470	Totaal 80683

Het voorkómen van de emissie van ca 14.5 ton VOS leidt in deze situatie dus tot een extra emissie van ca. 80.5 ton CO₂. Verondersteld dat de emissie uit xyleen bestaat, met een broeikasversterkend effect van 5 ten opzichte van CO₂ (UvL, 2002), dan leidt de huidige emissie tot een broeikasemissie van ca. 73.5 ton CO₂ equivalent. De naverbrander leidt dus niet tot een bijdrage van betekenis aan het broeikasemissie. Met bovengenoemde kosten en besparingen kan volgens de in de NeR voorgeschreven systematiek de kosteneffectiviteit van naverbranding worden geschat:

² University of London: M.Eng Examination in Chemical Engineering 2002;
<http://lukeonline.co.uk/Exams/2002/3rd%20yr/EnvironmentalEng.pdf>
 (geraadpleegd op 21 okt 2009)

A Kosten [€]			
		€	
Aanschafprijis	280.000,00		
Bijkomende investeringen	€ 0,00		
Eenmalige investeringen	€ 70.000,00		
Kapitaalvernietiging door desinvesteringen	€ 0,00		
		€	
Totale investeringen	350.000,00		
		<i>Kapitaalskosten / jaar</i>	€ 56.960,89
		In NeR voorgeschreven basis: Annuïteit met 10% rentevoet, 10 jarige afschrijving	
Bouwkundige investeringen	€ 0,00		
		<i>Bouwkundige kapitaalkosten / jaar</i>	€ 0,00
		In NeR voorgeschreven basis: Annuïteit met 10% rentevoet, 25 jarige afschrijving	
Onderhoud	€ 14.000,00		
Bediening	€ 0,00		
Overige vaste operationele kosten	€ 0,00		
Totale vaste operationele kosten	€ 14.000,00		
		<i>Vaste operationele kosten</i>	€ 14.000,00
Utilities (gas, elektriciteit, water, stoom, etc.)	€ 19.881,55		
Reststoffenverwerking/lozingsheffingen	€ 0,00		
Overige variabele operationele kosten	€ 0,00		
Totale variabele operationele kosten	€ 19.881,55		
		<i>Variabele operationele kosten</i>	€ 19.881,55
		<i>Totale bruto jaarlijkse kosten</i>	€ 90.842,44
Opbrengsten en besparingen*	€ 12.631,84		
		<i>Opbrengsten en besparingen</i>	€ 12.631,84
		<i>Totale netto jaarlijkse kosten</i>	€ 78.210,60
B Effecten [kg]			
Jaarlijkse ongereinigde vracht	16320,14		
		<i>Jaarlijkse ongereinigde</i>	16320,14

vracht

Jaarlijkse restemissie	1632,01		
Jaarlijkse emissie tijdens storingen	0,00		
Jaarlijkse emissie tijdens onderhoud	0,00		
Totale jaarlijkse restemissie	1632,01		
		<i>Totale jaarlijkse restemissie</i>	1632,01
		<i>Totale jaarlijkse emissiereductie</i>	14688,13

C Kosteneffectiviteit [€]

Kosteneffectiviteit [€/kg VOS] € 5,32

Noten

ⁱ Deze metingen bevatten mogelijk enige onderschatting. Uit de analysecertificaten (Peutz 2003, bijlage 6) blijkt steeds dat het aandeel van de esters in de samenstelling van de emissie lager is (2-3%) dan op grond van de samenstelling van de coatings te verwachten is (5-15%). De monstername is uitgevoerd door middel van adsorptie aan koolstof. Verdringen van (polaire) oplosmiddelen zoals esters door zeer goed adsorberende aromaten zoals xyleen is een bekend fenomeen. Dat betekent dat een deel van de emissie, m.n. de esters, niet wordt 'herkend'. Voor de omvang van de emissie van oplosmiddelen levert dat een geringe onderschatting (orde 10%). Het gaat wel om de sterkst geurende componenten; de geurdrempel van esters ligt vaak een factor 10-20 lager dan die van xyleen en andere aromaten. De meting van de geuremissie (Peutz, 2003 tabel 3-5) is onafhankelijk uitgevoerd na monstername via gaszakken; verdringing is hier niet aan de orde.

Voor de schatting van de emissie in deze notitie is deze mogelijke onderschatting niet van belang. Het fenomeen van verdringen zou een verklaring kunnen bieden voor het enigszins onbevredigende resultaat wat betreft de geurhinder van de emissiebeperking door middel van koolfilters.

ⁱⁱ Metingen in de ventilatiekanalen, omgerekend van ppm naar mg/m³. Butylacetaat 1 ppm=4.75 mg/m³, xyleen 1 ppm=4.41 mg/m³

ⁱⁱⁱ Dit is wellicht verwarrend. De chemische term aromatisch betekent: met een onverzadigde ringverbinding. Het is dus geen synoniem voor geurend; de meest geurende stoffen in deze casus zijn niet aromatisch (in de chemische zin van het woord)

^{iv} Berekening op grond van genoemde geurdrempels levert waarden in dezelfde orde van grootte

^v Aangenomen dat deze situatie geldt als 'een proces waarbij de VOS beheerst worden afgevangen en uitgestoten' (citaat Oplosmiddelenbesluit bijlage IIa). Enige uitleg over dit begrip ontbreekt in het besluit en Infomil geeft desgevraagd te kennen alleen aan betrokken overheden uitleg te mogen verstrekken. Inspraak wordt er waarachtig niet eenvoudiger op. Geldt deze situatie niet als 'beheerst' dan gelden emissiegrenswaarden van 75 mgC/Nm³ tijdens het coaten en 50 mg C/Nm³ tijdens het drogen.

C betekent hier: op basis van koolstof (ca. 80% van de concentratie voor de aromaten en ca. 65% voor de esters). N betekent genormaliseerd volume naar standaard temperatuur, druk en zuurstofgehalte

^{vi} Berekend uit Peutz, 2003 tabel 8, punt 1-3: gemiddelde gedurende 1 uur na overschakelen 22-48 ppm voor de ventilatoren komt overeen met ca. 75-160 mgC/m³

^{vii} "De Nederlandse overheid heeft ervoor gekozen om bij de implementatie van de IPPC richtlijn geen onderscheid te maken tussen inrichtingen die onder de richtlijn vallen en andere inrichtingen waarop de Wm van toepassing is. Dit betekent dat de BREFs ook als informatiebron moeten worden meegenomen bij de ALARA afweging voor inrichtingen die vanwege hun productiecapaciteit niet onder de IPPC richtlijn vallen. Hierbij is wel aandacht nodig voor de vraag in hoeverre de conclusies uit de BREF van toepassing zijn op een dergelijke schaalgrootte, aangezien de BREFs niet gericht zijn op deze inrichtingen."

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/ner/digitale-ner/3-eisen-en/3-8-overige/>

