

Praktijk onderzoek 'Ontgassen binnenvaart'

Inventarisatie van emissies, werkwijze en
handelingen bij het ontgassen van ladingtanks bij
binnenvaartschepen

projectnr. 0264182.00
revisie 2.1
december 2013

auteur(s)

Toon Boonekamp
Coert Ruseler
Paul Zijderveld (Pro Monitoring)

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Gert Locht

datum vrijgave

15-12-2013

beschrijving revisie 2.1

Definitief

goedkeuring

TB

vrijgave

CR

Klankbordgroep bestaande uit:

Eise Mulder (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directoraat Generaal Bereikbaarheid)

Tekstbijdragen:**Fotografie:****Vormgeving:****Datum van uitgave:**

december 2013

Contactadres:

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

Copyright © 2013

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Afkortingenlijst

ADN	Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren
APV	Algemene Plaatselijke Verordening
CBRB	Centraal Bureau Rijn- en Binnenvaart
CBS	Centraal Bureau Statistiek
CCR	Centrale Commissie voor de Rijnvaart
CDNI	Convention relative à la collecte, au depot et à la réception des Dechets survenant en Navigation rhénane et Intérieure
CEFIC	The European Chemical Industry Council
EICB	Expertise- en InnovatieCentrum Binnenvaart
GRTS	Sterring Committee gaseous residues of liquid cargo in inland tanker shipping
ISGOTT	International Safety Guide for oil Tankers and Terminals
LEL	Lower Explosion Limit
LPG	Vloeibaar petroleumgas
MSDS	Material Safety Data Sheet
RHDHV	Royal HaskoningDHV
VNPI	Vereniging Nederlandse Petrochemische Industrie
VOS	Vluchtige organische stoffen
VRU	Vapour Recovery Unit

Summary

The attention for the quality of the environment in and around harbours and rivers is growing. In addition there is more and more attention for the effects of transportation on the water on the direct environment. The result of these developments is, among other things, that there is an increased attention to the "degassing of vessels", one of the standard methods of cleaning cargo tanks. Over the last period two major studies have been carried out to increase insight in the emissions during the degassing of vessels. These studies are:

- 1: Update estimate emissions degassing inland tank vessels. CE Delft report commissioned by VNPI (Vereniging Nederlandse Petrochemische Industrie) and the Port of Rotterdam
- 2: *Onderzoek naar dampverwerkingstechnieken beschikbaar in de markt*. RHDHV report commissioned by CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)

The present study is meant to outline an image of the practice of degassing through on board measurements and interviews with stakeholders. This study is intended to support the earlier research conducted by CE Delft. From this point of departure the following research questions have been formulated:

1. How much residual vapours per transported volume remain in a ship's tank after unloading according to CDNI?
2. What other technologies, apart from the already existing ones, are possible to prevent the occurrence of residual vapours and/or technologies for processing residual vapours on shore or on the water?

The study consists of two parts:

1. desk study (processing) technologies, current calculation and reporting protocols and the legal framework.
2. practical part in which effective vapor compositions are measured during the degassing of the cargo tank(s).

The following points of departure are being deployed in this study:

- The research focuses on the 10 most transported liquid substances containing volatile organic compounds (VOC). An exception is made for 'JetFuel' UN 1863 because this substance is transported almost exclusively as dedicated transport. These substances are derived from an analysis conducted by the Ministry of Infrastructure and the Environment, based on information that has been extracted from its ship's registration system (IVS90).
- In the course of the study the residual vapour compositions have been measured at eight ships after unloading the cargo tanks.
- The course of the concentration of the transported substance present in the vapours in the cargo tanks is measured at all eight ships during the "degassing" process.
- Measurements are carried out on Dutch waterways and only with the permission of the captain/owner of the respective vessel.
- The focus has been mainly on carrying out the measurements and to a lesser extent on a statistically correct frequency of measurements divided according to the composition of the fleet and transported substances.

- The collected results are in support of this research only and will not be used for enforcement purposes.
- The provided picture on the practice of the degassing of cargo tanks is based on interviews, desk research and observations.

The practical part is completely carried out along a predetermined measurement protocol. The review of available processing technologies has taken place on the basis of information obtained from interviews with ship masters and ship crew, suppliers of the processing technologies and clients for waterway transport. Following, the retrieved information has been reflected and compared to the results of the research carried out by RHDHV.

The measurements carried out have retrieved the information needed to answer the first research questions:

How much residual vapours per transported volume remain in a ship's tank after unloading according to CDNI?

Based on the measurements and analyses the following overview has been established:

Vessel	Class	Date	Cargo	UN# Cargo	# tanks	Total transported volume	Flow during measurement	Estimated cargo residue			
						m ³	Nm ³ /min dr	kgmin/m ³	kg	m ³	% tank volume
A	N	1-nov	N-Butylacetaat	1123	5	1800	13,6	-			
B	N	1-nov	ethanol	1170	6	2058	10,7	-			
C	C	5-nov	MTBE	2398	8	3064	18,3	42	771	1,041	0,03%
D	N	11-nov	Aardolides.	1268	5	1705	9,7	78	753	1,005	0,06%
E	C	14-nov	Tolueen	1294	8	3038	5,8	16	94	0,108	0,004%
F	N	21-nov	IPA	1219	6	2093	10,8	-			
		21-nov	solvesso (lampenolie/petroleum)	3082	6	2093	10,8	-			
G	C	22-nov	methanol	1230	10	1900	12,2	9	112	0,141	0,007%
H	C	28-nov	ethanol	1170	10	1825	9,8	5	50	0,063	0,003%

- : geen betrouwbare concentratiemeting

Table a: Overview of visited ships and associated measurement results

In some cases the visited vessel where finishing their degassing operations. In these cases measurements were limited to a single sample. It was not possible to perform concentration measurements (vessels A, B and F).

The second research question is mainly aimed at the possible ways to deal with cargo residues. Research questions two is:

What other technologies, apart from the already existing ones, are possible to prevent the occurrence of residual vapours and / or technologies for processing residual vapours on shore or on the water?

On the basis of the information obtained, it can be stated that all possible methods, procedures and technologies are already available or known to the market.

The fact remains that there will always be cargo residues staying behind in the cargo tank. These cargo residues also result in VOC emissions. Several systems have been developed to prevent the occurrence of these emissions (such as bags floating on the liquid cargo), to treat the occurring vapors (Oxidation or filtration), or to process the occurring vapors (Vapor Recovery Units –VRU, evaporation, Cryogen). The systems to prevent the formation of vapor do not receive any support in practice at this time. Provided

that these systems can be implemented technically, they are still difficult to deploy. They are not yet technologically mature and could result in a malfunctioning system.

The other technologies are technically proven and need to be proven profitable now. This will be followed up on by the involved suppliers in the coming years.

In the light of the degassing discussions little attention has been paid to stimulus measures and best practices in similar transport branches. Within the road and rail transport degassing is not a point of social discussion. Therefore lessons can be learned from these branches.

Conclusions

- It is currently not possible to determine an average composition of products covered by the category 'not otherwise specified'. In order to achieve this, more measurements and analyzes are needed .
- The concentration of substances transported in the vapour phase decrease in accordance to a familiar (adiabatic) curve during the degassing process. No difference has been observed during this study between the so-called pure components and the blend components. Appendix 4 displays that the curve during the degassing process is more exponential than adiabatic.
- Temperature and humidity have a significant influence on the emission concentrations during the degassing process. The limited number of measurements carried out do seem to support this statement. Temperature and humidity influence the speed at which can be degassed and which is dependent on the substance concentration available in the vapour that is evaporating into the air.
- The currently known technologies for the processing of vapours during the degassing process display the current state of the art. There are no new or additional technologies that are practically feasible and economically viable. Something that could be considered is to take a close look at alternative (stimulus) measures to prevent degassing from happening as much as possible. Some examples would be to actually apply the compatibility list to its fullest potential or through an open market system for trade in VOC emissions. An other option would be to recover the vapours (with high energy values) for electricity generation for the generator on-board.
- Degassing takes place through the flame arrester plate stack until the concentration in the cargo tank has reached the 10 % LEL. When aiming for a cleaner cargo tank the degassing is being continued with all ventilation openings open. This speeds up the process due to less resistance. Rumor has it that degassing with all ventilation openings open is allowed at 15% LEL. It is unclear where this value originated from as there is no legal basis for it.
- Measurement equipment used on board of ships is of lower accuracy than the equipment used by the measurement team. The result is that the equipment on board of the ships indicates that the 10% LEL has been reached earlier than the ones used by the measurement team. This gives rise to a false sense of security. Without being aware the ships crew is being exposed to more sensitive explosive mixtures (higher levels of LEL) and the Maximum Allowable Concentration (MAC) value is being approached and sometimes even exceeded.
- It appears to be more difficult than expected to apply dedicated transport or compatibility load in practice. Despite the fact that products are mentioned on the compatibility lists, the fear of quality loss leads to a tendency towards requiring the degassing and cleaning of cargo tanks.
- Even so called 'pure' products that are transported may contain a few percent of impurities.

- The evaporation of a product continues even after 0 % LEL is measured and active ventilation has stopped. This is due to the "chimney effect" of the ventilation openings in contact with the cargo tanks. Some products can also cause odor complaints at this stage because of the high degree of odor-producing components .
- The definition of clean is not uniform.
- Time is one of the major driving forces behind business. It is the underlying force behind many actions and choices .

Reccomendations

- The use of indirect sources such as IVS90 results in a significant uncertainty in the theoretical calculations. In addition it is assumed that everyone takes care of their system and operates in accordance with laws and regulations. These assumptions result in a great extent of uncertainty in the reported numbers (30% to 50%). This issue can be solved by on site verification. Automatic tracking systems are available and already applied by the market. These systems are commonly used for wastestreams that derive from sea marine transport. In addition a reporting obligation could be applied. Most of the companies on shore already apply a similar reporting system for the emissions that derive from the storage and handling activities. Within the marine transport this is not yet the case.
- Additional measurements, with particular focus on the substance category 'not otherwise specified', would increase the understanding of the most uncertain emission category.
- There seems to be a lot of ignorance regarding the effects of exposure on health risks. Informing shipowners and ships masters about the importance of good continuous monitoring, the use of measuring equipment and setting signal values can significantly improve the working conditions on board. This reduces the risk of near misses and accidents significantly.
- Knowledge exchange and information about the need for and benefits of degassing safely or not degassing at all can raise support within the industry. A joint solution should then be developed for an affordable and organisable processing infrastructure. Other transport branches might already have developed such solutions.
- The way things have been organised within railtransport and roadtransport may offer opportunities for a better connection between the transporting party and the customer. Dedication transport or compatibility transport can then serve as a point of departure.

Samenvatting

De aandacht voor de kwaliteit van de leefomgeving in en rondom havens en rivieren is groeiend. Daarbij wordt meer en meer gekeken naar de effecten die het transport over water heeft op de directe omgeving. Het gevolg hiervan is ondermeer een verhoogde aandacht voor het 'ontgassen van schepen'. Dit laatst is een de standaard werkwijze van reinigen van ladingtanks.

In 2013 zijn twee grote onderzoeken uitgevoerd die gericht zijn op de emissies en het beperken van de emissies rondom het ontgassen van tankschepen. Dit betreffen:

- 1: Update estimate emissions degassing inland tank vessels. Rapport van CE-delft in opdracht van VNPI (Vereniging Nederlandse Petrochemische Industrie) en Havenbedrijf Rotterdam
- 2: Onderzoek naar dampverwerkingstechnieken beschikbaar in de markt. Rapport van RHDHV in opdracht van CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)

Het voorliggend onderzoek schetst een beeld uit de praktijk over het ontgassen door middel van metingen aan boord van schepen en interviews met betrokken stakeholders. Dit onderzoek dient ter ondersteuning van het reeds eerder uitgevoerd onderzoek van CE-delft. Vanuit dat vertrekpunt zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoeveel restdampen blijven per tankvolume achter in een scheepstank na lossen conform CDNI?
2. Welke andere technieken dan de reeds bestaande technieken zijn er mogelijk ter voorkoming van het ontstaan van restdampen en/of het verwerken van restdampen op de wal of op het water?

Het onderzoek bestaat uit twee delen:

1. bureau studie naar (verwerkings)technieken, huidige reken en rapportage protocollen en wettelijke randvoorwaarden.
2. praktijkdeel waarin daadwerkelijke dampstanden worden gemeten tijdens het ontgassen van de ladingtank(s).

Bij het uitwerken van dit onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het onderzoek richt zich op de 10 meest vervoerde vloeibare ladingstoffen met vluchtige organische stoffen. Hierin is een uitzondering gemaakt voor 'Jetfuel' UN 1863 omdat deze stof vrijwel uitsluitend in dedicatievaart wordt vervoerd. Deze stoffen komen voort uit een analyse uitgevoerd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, op basis van informatie die is gedestilleerd uit het scheepsregistratiesysteem van Rijkswaterstaat (IVS90).
- In de looptijd van het onderzoek zal bij 8 schepen een meting naar de samenstelling van de dampen in de uitgeloste ladingtanks worden uitgevoerd.
- In de looptijd van het onderzoek zal bij 8 schepen een meting worden uitgevoerd naar het verloop van de concentratie van de vervoerde stof in de dampen in de ladingtanks gedurende 'het ontgassen'.
- Metingen worden uitgevoerd op Nederlandse vaarwegen en alleen met toestemming van de schipper/eigenaar van het betreffend schip.
- Focus ligt op het behalen van de metingen en minder op een statistisch correcte frequentie verdeeld overeenkomstig de samenstelling van de binnenvaartvloot en vervoerde stoffen.

- De resultaten zijn alleen ter ondersteuning van dit onderzoek en zullen niet gebruikt worden voor handhavingdoeleinden.
- Op basis van gesprekken, bureaustudie en observaties zal een beeld geschetst worden van de praktijk van het ontgassen van ladingtanks.

Het praktijk deel is geheel langs een vooraf vastgesteld meetprotocol uitgevoerd.

Onderzoek naar en toetsing van beschikbare verwerkingstechnieken heeft plaats gevonden op basis van informatie verkregen vanuit interviews met schippers, leveranciers van verwerkingstechnieken en opdrachtgevers voor transport over water. Deze informatie is vervolgens gereflecteerd aan de resultaten van het onderzoek dat is uitgevoerd door RHDHV.

De uitgevoerde metingen hebben de gegevens opgeleverd die nodig zijn om onderzoeksvraag 1 te kunnen beantwoorden. Onderzoeksvraag 1 betreft:

Hoeveel restdampen blijven per tankvolume achter in een scheepstank na lossen conform CDNI?

De resultaten van de metingen zijn in onderstaand overzicht opgenomen.:

Schip	Schip-type	datum	lading	UN # lading	Aantal tanks	Totaal transport volume m ³	Debiet gemeten tank Nm ³ /min dr	Inschatting ladingrestant		
								kgmin/m ³	m ³	% laadvolume
A	N	1-nov	N-Butylacetaat	1123	5	1800	13,6	-		
B	N	1-nov	ethanol	1170	6	2058	10,7	-		
C	C	5-nov	MTBE	2398	8	3064	18,3	42	1,041	0,03%
D	N	11-nov	Aardolides.	1268	5	1705	9,7	78	1,005	0,06%
E	C	14-nov	Tolueen	1294	8	3038	5,8	16	0,108	0,004%
F	N	21-nov	IPA	1219	6	2093	10,8	-		
		21-nov	solvesso (lampenolie/petroleum)	3082	6	2093	10,8	-		
G	C	22-nov	methanol	1230	10	1900	12,2	9	0,141	0,007%
H	C	28-nov	ethanol	1170	10	1825	9,8	5	0,063	0,003%

- : geen betrouwbare concentratiemeting

Tabel b: Overzicht bezochte schepen en bijbehorende meetresultaten.

Niet op alle schepen die bezocht werden kon een aansluitende periode gemeten worden. Het gevolg hiervan was dat er geen concentratie van de ladingrestanten bepaald worden.

Onderzoeksvraag 2 richt zich vooral op de wijze waarop er met de ladingrestanten omgegaan kan worden. Onderzoeksvraag 2:

Welke andere technieken dan de reeds bestaande technieken zijn er mogelijk ter voorkoming van het ontstaan van restdampen en/of het verwerken van restdampen op de wal of op het water?

Op basis van de verkregen informatie zijn geen nieuwe methoden, procedures en technieken naar voren gekomen. Een aantal is al op de markt beschikbaar en een anderdeel is in ieder geval bekend.

Feit blijft dat er altijd ladingrestanten achterblijven in de ladingtank. Met deze ladingrestanten blijven dus ook vluchtige organische stoffen achter die uitdampen. Hiervoor zijn systemen ontwikkeld die gericht zijn op het voorkomen van het ontstaan van deze damp (zoals zakken die drijven op de vloeibare lading), het behandelen van damp (Oxydatie, filtratie) of het verwerken van de damp (VRU, indampen, cryogeen). De technieken die het ontstaan van damp moeten voorkomen hebben in de praktijk geen draagvlak. In het geval het technisch implementeerbaar is, is de methode praktisch niet bruikbaar. Ze zijn nog onvoldoende uitgewerkt waardoor er niet storingsvrij gewerkt kan worden.

De andere technieken zijn technisch bewezen en dienen zich nog in een business case financieel te bewijzen. Dit wordt in de komende jaren verder uitgewerkt door de betrokken leveranciers. Waar nog onvoldoende naar gekeken is, zijn stimuleringsmaatregelen en best practices bij vergelijkbare (transport) branches. Binnen weg en rail transport is het thema 'ontgassen' geen maatschappelijk discussiepunt. Hier kan dus lering uit getrokken worden.

Conclusies

- Het is niet mogelijk om (op dit moment) een gemiddelde samenstelling van producten vast te stellen die vallen onder een 'niet elders genoemd'-categorie. Om dit te bewerkstelligen zijn meer metingen en analyses noodzakelijk.
- De concentratie van vervoerde producten in de dampfase volgen een bekende curve in concentratie vermindering tijdens het ontgassen. Er is tijdens deze studie geen verschil gemerkt tussen de zogenaamde 'pure stoffen' en de mengproducten. Wel is de curve meer een exponentiële curve dan een adiabatische curve (zie bijlage 4).
- Temperatuur en luchtvochtigheid hebben een significante invloed op de emissie concentraties tijdens het ontgassen. Het beperkte aantal metingen lijkt deze stelling inderdaad te onderbouwen. De fysieke omgevingsomstandigheden beïnvloeden de snelheid waarmee ontgast kan worden. De mate van invloed is afhankelijk van de concentratie van product die in de uitgeventileerde damp naar buiten zit.
- De op dit moment bekende technieken voor het verwerken van de dampen bij het ontgassen zijn tevens de stand der techniek. Er zijn geen nieuwe of aanvullende technieken die praktisch toepasbaar zijn en economisch rendabel. Wel kan gekeken worden naar alternatieve (stimulerende) maatregelen om ontgassen zo min mogelijk te laten plaatsvinden. Bijvoorbeeld door de compatibiliteitslijst daadwerkelijk volledig toe te passen of via open markt systemen (handel) in VOS-emissies. De hoog energetische waarde van de dampen zouden ook nuttig toegepast kunnen worden aan boord bij de generator (elektriciteitsopwekking aan boord).
- Ontgassen vindt plaats over het vlamkerend rooster totdat de concentratie in de ladingtank de 10% LEL heeft bereikt. Bij het streven naar een schonere ladingtank wordt het ontgassen doorgezet, maar nu met alle openingen open omdat er geen explosie risico meer is. Door verminderde weerstand in het systeem gaat deze fase sneller. Er gaat een hardnekkig gerucht dat deze handeling al bij 15% LEL mag worden toegepast. Het is onduidelijk waar deze waarde vandaan komt. Er is geen wettelijke grond voor.
- Meetapparatuur aan boord van schepen zijn van een lagere nauwkeurigheid dan gebruikt door het meetteam in dit onderzoek. Gevolg is dat LEL percentages volgens meetapparatuur op de schepen eerder worden bereikt dan dat de apparatuur van het meetteam aangaf. Gevolg is ook dat er een schijnveiligheid heerst. Er is een meer explosie gevoelig mengsel aanwezig (hogere LEL) en de gezondheidswaarde (MAC) voor de bemanning worden benaderd en soms overschreden zonder dat men zich dit (kan) realiseren.
- Dedicatievaart of compatible load blijkt in de praktijk lastiger toe te passen dan verwacht. Veelal wordt er uit angst voor kwaliteitsverlies door de opdrachtgever toch verlangd dat een ladingtank ontgast en gereinigd wordt ondanks dat de producten op deze lijsten voorkomen.
- Zelfs producten die als 'puur' worden vervoerd kunnen enige procenten verontreinigingen bevatten.
- Het uildampen van een product gaat door ook nadat er 0% LEL is gemeten en met ventilatie is gestopt. Dit komt door de 'schoorsteen werking' van de ventilatiegaten in contact met de ladingtanks. Sommige producten kunnen in deze fase ook nog voor geurklachten zorgen vanwege de hoge mate aan geurproducerende componenten.
- De definitie van schoon is niet uniform.
- Uit de interviews blijkt dat veel besluiten genomen worden op basis van tijdsdruk. Tijd drijft het bedrijf. Het is de drijvende kracht achter alle handelingen en keuzes.

Aanbevelingen

- o Onzekerheid in de theoretische berekeningen wordt met name veroorzaakt doordat gebruik wordt gemaakt van algemene indirecte bronnen zoals het IVS90 systeem. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat iedereen zijn systemen op orde heeft en opereert conform de wet- en regelgeving. Deze aannames zorgen ervoor dat er altijd een grote mate van onzekerheid zit in de gerapporteerde getallen (30% tot 50%). Dit kan opgelost worden door verificatie op locatie. Dit zou kunnen door het gebruik van automatische volgsystemen. Deze zijn reeds op de markt beschikbaar en worden met name gebruikt voor de afvalstromen afkomstig vanaf de zeescheepvaart. Daarnaast kan een rapportageplicht hier duidelijkheid verschaffen. De meeste van de inrichtingen op de wal hebben al een rapportage plicht voor hun emissies afkomstig uit de opslag en overslag activiteiten. Binnen de scheepvaart is dit nog niet het geval.
- o Aanvullende metingen die met name gericht zijn op de stofcategorieën met toevoeging 'n.e.g.' verhogen het inzicht in de meest onzekere emissiecategorie.
- o Er lijkt nog veel onbekendheid te zijn op het gebied van gezondheidsrisico's en blootstelling. Het informeren van rederijen en schippers over goede continue monitoring, gebruik van meetapparatuur en in te stellen signaalwaarden kunnen de werkomstandigheden aan boord aanzienlijk verbeteren. Daarmee risico's voor (bijna) ongevallen aanzienlijk beperken.
- o Kennisuitwisseling en informatieverstrekking over het nut en de noodzaak van veilig ontgassen of geheel niet meer ontgassen kan draagvlak creëren binnen de branche. Er dient dan in gezamenlijkheid gezocht te worden naar een betaalbaar en organiseerbare verwerkingsinfrastructuur. Mogelijk dat andere transportbranches hier al oplossingen voor hebben.
- o De wijze van organiseren bij tankwagentransport en spoor kunnen mogelijk kansen bieden voor een betere aansluiting tussen vervoerder en opdrachtgever. Daarbij kan het uitgangspunt dedicatievaart of op zijn minst compatibiliteitsvaart als uitgangspunt dienen.

Inhoud

Blz.

Summary	4
Samenvatting.....	8
1 Doel.....	1
1.1 De onderzoeksvragen.....	1
2 Onderzoeksopzet	2
2.1 Inleiding	2
2.2 Scope van het onderzoek	2
2.2.1 <i>Algemene uitgangspunten</i>	<i>2</i>
2.2.2 <i>Betrokken organisaties</i>	<i>2</i>
2.3 Methodiek	3
2.3.1 <i>Onderzoekstappen</i>	<i>3</i>
2.3.2 <i>Resultaat van de studie.....</i>	<i>4</i>
2.3.3 <i>Meetprotocol</i>	<i>4</i>
2.4 Relatie parallelle onderzoeken.....	5
3 Resultaten bureaustudie en metingen	6
3.1 Inleiding	6
3.2 Bureaustudie: Huidige doorsnede binnentankvaart en vervoerde lading.....	6
3.2.1 <i>Algemene branche informatie.....</i>	<i>6</i>
3.2.2 <i>Type schepen</i>	<i>8</i>
3.2.3 <i>Vervoerde lading; top 10.....</i>	<i>10</i>
3.2.4 <i>Wettelijk kader</i>	<i>10</i>
3.3 Metingen: Meet- en analyse resultaten	11
3.3.1 <i>Praktijk situatie meting.....</i>	<i>11</i>
3.3.2 <i>Fysische parameters.....</i>	<i>13</i>
3.3.3 <i>Analyse resultaten monsters</i>	<i>13</i>
4 Bevindingen.....	15
4.1 Theoretische reflectie op de aannames.....	15
4.2 Onderzoeksvraag 1: Hoeveelheid restlading	16
4.2.1 <i>Reflectie meetresultaten en theoretische benadering</i>	<i>16</i>
4.2.2 <i>Reflectie Protocol emissies in de Binnenvaart</i>	<i>17</i>
4.3 Onderzoeksvraag 2: Alternatieve verwerkingsmethoden.....	18
4.4 Ervaringen vanuit de praktijk bij het meten	19
4.4.1 <i>Planning.....</i>	<i>19</i>
4.4.2 <i>Kennisuitwisseling.....</i>	<i>20</i>
4.4.3 <i>Overwegingen stakeholders.....</i>	<i>20</i>
4.4.4 <i>Gezondheid</i>	<i>21</i>
5 Conclusies.....	22
6 Aanbevelingen	23

1 Doel

De aandacht voor de kwaliteit van de leefomgeving in- en rondom havens en rivieren neemt toe. Daarbij wordt meer en meer gekeken naar de effecten die het transport op het water heeft op de directe omgeving. Resultaat is ondermeer dat er een verhoogde aandacht is voor het 'ontgassen van schepen'. Deze werkwijze is standaard bij het reinigen van ladingtanks. Hierbij wordt het laatste restje vloeibare lading dat niet meer met behulp van nalenssystemen uit de ladingtank verwijderd kan worden met behulp van mechanischeluchtinblaas versneld verdampt.

In de ons omliggende landen wordt steeds kritischer gekeken naar de stoffen die op deze wijze uit de ladingtanks verwijderd worden. Strenger toezicht lijkt er toe te leiden dat schepen in Nederland 'ontgassen' om vervolgens terug de grens over te gaan en lading in te nemen.

Sinds de oprichting van de Europese database ter registratie van emissies vanuit de industrie en het bedrijfsleven (Pollutant Release and Transfer Register; Europese emissie registratie) zijn er ook op het punt van ontgassen emissies geregistreerd. Deze registratie vindt plaats in overeenstemming met het protocol 'Ontgassen van ladingdampen naar lucht'. In 2003 is door CE een eerste onderzoek uitgevoerd naar de juistheid van dit protocol en is een focus aangebracht op het punt van VOS (Vluchtige organische stoffen). Via het theoretisch kader van het gedrag van dampen is berekend hoeveel emissies van VOS per jaar ontstaan in Nederland door vrij ontgassen. Dit onderzoek is in 2013 geactualiseerd.

1.1 De onderzoeksvragen

Het voorliggend onderzoek dient een beeld te schetsen uit de praktijk over het ontgassen. Dit onderzoek dient ter ondersteuning (verificatie) van het reeds eerder uitgevoerd onderzoek van CE. De volgende onderzoeksvragen zijn in dit kader geformuleerd:

1. Hoeveel restdampen blijven per tankvolume achter in een scheepstank na lossen conform CDNI?
2. Welke andere technieken dan de reeds bestaande technieken zijn er mogelijk ter voorkoming van het ontstaan van restdampen en/of het verwerken van restdampen op de wal of op het water?

Tijdens dit onderzoek heeft er afstemming plaats gevonden met CE en met enkele andere initiatiefnemers die op dit moment onderzoek doen naar de effecten van het ontgassen van ladingtanks in de binnenvaart.

2 Onderzoeksopzet

2.1 Inleiding

Het onderzoek heeft meerdere doelen zoals uit de onderzoeksvragen in §1.1.1 blijkt. Om de doelen te bereiken en de onderzoeksvragen te beantwoorden is het onderzoek in twee delen gesplitst:

1. een stuk bureaustudie naar (verwerkings)technieken, huidige reken en rapportage protocollen en wettelijke randvoorwaarden.
2. een praktijkdeel waarin daadwerkelijke dampstanden worden gemeten tijdens het ontgassen van de ladingtank(s).

In onderstaande paragrafen wordt eerst uiteengezet wat de scope is van dit onderzoek. Vervolgens worden de verschillende onderzoeksstappen benoemd en hoe deze passen in onze onderzoeksmethodiek. Vervolgens wordt nader uitgelegd hoe de praktijk meting ten uitvoer wordt gebracht en wat de relatie is met de recent afgeronde onderzoeken naar verwerkingstechnieken (in opdracht van CEFIC door RoyalHaskoningDHV (RHDHV)) en theoretische emissies (in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en VNPI door CE).

2.2 Scope van het onderzoek

2.2.1 *Algemene uitgangspunten*

- Het onderzoek richt zich op de 10 meest vervoerde vloeibare ladingstoffen met vluchtige organische stoffen. Hierin is een uitzondering gemaakt voor 'Jetfuel' UN 1863 omdat deze stof vrijwel uitsluitend in dedicatievaart wordt vervoerd. Deze stoffen komen voort uit een analyse uitgevoerd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, op basis van informatie die is gedestilleerd uit het scheepsregistratiesysteem van Rijkswaterstaat (IVS90).
- In de looptijd van het onderzoek zal bij 8 schepen een meting naar de samenstelling van de dampen in de uitgeloste ladingtanks worden uitgevoerd.
- In de looptijd van het onderzoek zal bij 8 schepen een meting worden uitgevoerd naar het verloop van de concentratie van de vervoerde stof in de dampen in de ladingtanks gedurende 'het ontgassen'.
- Metingen worden uitgevoerd op Nederlandse vaarwegen en alleen met toestemming van de schipper/eigenaar van het betreffend schip.
- Focus ligt op het behalen van de metingen en minder op een statistisch correcte frequentie verdeeld overeenkomstig de samenstelling van de binnenvaartvloot en vervoerde stoffen.
- De resultaten zijn alleen ter ondersteuning van dit onderzoek en zullen niet gebruikt worden voor handavingsdoeleinden.
- Op basis van gesprekken, bureaustudie en observaties zal een beeld geschetst worden van de praktijk van het ontgassen van ladingtanks.

2.2.2 *Betrokken organisaties*

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de kennis, kunde en contacten van de volgende organisaties: Havenorganisaties:

- Havenbedrijf Rotterdam
- Havenbedrijf Amsterdam

Bevoegd gezag

- Rijkswaterstaat
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Belangenorganisaties

- CBRB
- VNPI

Leveranciers van dampverwerkingsinstallaties

- IPCO Power
- Ventoclean

Rederijen en schippers

- Interstream Barging
- Unibarge
- RTR Barging
- Enkele zelfstandige schippers

2.3 Methodiek

2.3.1 Onderzoekstappen

Onze aanpak richt zich op het EMS protocol die de basis vormt voor de Emissieregistratie ten aanzien van de Emissies door de Binnenvaart, het aanvullende CE onderzoek en de daarin aangegeven punten van aandacht:

1. De onderverdeling naar individuele stoffen binnen de 'niet elders genoemde klassen',
2. De verzadigingsfactor voor geloste tanks, bij bepaalde atmosferische omstandigheden en volume ladingrestanten (o.a. correctie naar heersende gemiddelde omgevingstemperatuur),
3. Afstemming met de in de industrie gehanteerde berekeningswijze voor VOS-emissies,
4. Invulling van de ruimte die geboden wordt via dedicated/compatible vaart.

De laatste twee punten worden door CE ingevuld in hun actualisering van het eerdere onderzoek uit 2003. Dit onderzoek richt zich erop om scherp te krijgen wat er onder 'niet elders genoemde klassen' wordt vervoerd (punt 1). Met het meetprotocol dat voor dit onderzoek is ontwikkeld wordt het beeld gevormd van de concentratie van ladingrestanten die nog in de dampfase in de ladingtank bevind gedurende het ontgassen (punt 2).

Bureaustudie:

De bureaustudie is gericht op het bepalen van de juiste meetstrategie met daarin de te onderzoeken schepen en stoffen en daarbij horende meetmethoden. Uitgangspunt vormt de lijst van de 10 meest vervoerde stoffen zoals uit het IVS90 systeem van Rijkswaterstaat blijkt. Deze top 10 bestaat uit 7 stofnamen van nagenoeg zuivere stoffen en 3 stofnamen van mengsels van stoffen waarbij de exacte samenstelling per situatie kan verschillen. In bijlage 1 is het overzicht van deze stoffen weergegeven.

Gezamenlijk met de betrokken organisaties vindt de selectie plaats van de 'te meten' varianten. Een meting bestaat uit een meetsessie tijdens het ontgassen van een schip (zie meetprotocol in bijlage 2). Tijdens de metingen zal een samenstellingsmonster worden genomen, met name van de mengsels UN 1268, UN 1203 en UN 3295 is een samenstellingsmonster van belang.

Voor zuivere stoffen is dat uiteraard niet nodig. Voor deze stoffen kan voorafgaande aan de metingen een theoretische berekening worden gemaakt van de te verwachten hoeveelheid vrijkomende VOS tijdens ontgassen. De meetresultaten van een zuivere stof worden vervolgens vergeleken met deze berekende waarde. Op basis daarvan wordt onderzocht in hoeverre een rekenmethodiek kan worden opgesteld voor het ontgassen van zuivere stoffen. Dit heeft mogelijk consequenties (minder metingen noodzakelijk) voor het aantal te bemeten schepen met zuivere stoffen.

De resultaten van de metingen vertalen wij naar kentallen voor de top 10 stoffen voor de hoeveelheid VOS dat vrijkomt per ladingtank. Op deze wijze is invulling gegeven aan onderzoeksvraag 1: Berekening van de hoeveelheid restdampen per tankvolume naar type schip en type product.

Op basis van de ervaringen uit de praktijk en de informatie die is verkregen bij de gesprekken met schippers, classificatiebureau's, dampverwerkers en beschikbare documentatie op internet is tenslotte een antwoord op onderzoeksvraag 2 geformuleerd: Welke (preventieve) maatregelen zijn er ter voorkoming of beperking van de emissies bij ontgassen.

Praktijk

Het praktijkdeel wordt ingevuld door het meten van de resthoeveelheid die in de ladingtanks achterblijft na uitlossing (= nalensen). Om dit mogelijk te maken is een meetprotocol opgesteld. Gedurende de looptijd van het onderzoek is het doel de volgende aantallen te halen:

- 5 schepen met 5 afzonderlijk zuivere stoffen
- 3 schepen met mengsels van stoffen (UN 1268, UN 1203 en UN 3295)

In totaal betreft dit 8 schepen.

Voor zuivere stoffen wordt de concentratie en concentratieverloop gemeten. Voor mengsels worden deze metingen aangevuld met periodieke monsterneming waarbij de samenstelling en concentraties in de samenstelling bevindt wordt vastgesteld.

2.3.2 Resultaat van de studie

Uit deze studie worden de volgende resultaten gepresenteerd:

- Overzicht van de aanvullende technieken om dampen van lading te voorkomen, danwel te verwerken.
- Overzicht van de meet- en analyse resultaten van de bezoeken aan de ontgassende binnenvaartschepen.
- Een reflectie naar de Emissieprotocollen en de theoretische bepaling van de totale emissies.
- Een overzichtelijke beschrijving van het wettelijk kader.
- Conclusies en aanbevelingen op basis van de gesprekken met de schippers, gesprekken met de toezichthouders, gesprekken met de havenautoriteiten, meetresultaten en bureaustudie.

2.3.3 Meetprotocol

Een volledige beschrijving van het meetprotocol is opgenomen in bijlage 2. Samengevat komt het op de volgende handswijze neer:

- De koolwaterstofconcentratie wordt als koolstof continue gemeten vanaf het starten van het ontgassen en tot 10 % LEL is bereikt. Een enkel schip wordt gemonitord tot volledig gasvrij (niet meer meetbare concentraties).
- De samenstelling van het gas wordt tussentijds gecontroleerd door een (representatieve) monsternamen in een gaszak, gevolgd door een laboratoriumanalyse met gaschromatografie en FID detectie.
- Het gasdebiet en gastemperatuur wordt bij het begin van het ontgassen en het einde gecontroleerd.
- Er wordt uitgegaan van een constant debiet tijdens het ontgassen vanuit 1 emissiepunt. Als er meer emissiepunten zijn wordt eenmaal per ontgassingsperiode gecontroleerd of de emissieconcentraties en debieten identiek zijn.

- De te hanteren apparatuur is ATEX; in dat verband is uitgegaan van koolwaterstofmetingen met een continue registrerende LEL meting (katalytische detectie).
- Bij de stoffen gekenmerkt als mengsel wordt de samenstelling van het gas 5 maal verdeeld over de ontgassingsperiode gecontroleerd door een monsternamname in een gaszak, gevolgd door een laboratoriumanalyse met gaschromatografie en FID detectie.

2.4 Relatie parallele onderzoeken

In de afgelopen periode zijn er twee grote onderzoeken uitgerold die gericht zijn op de emissies en het beperken van de emissies rondom het ontgassen van tankschepen. Dit betreffen:

- 1: Update estimate emissions degassing inland tank vessels. Rapport van CE-delft in opdracht van VNPI (Vereniging Nederlandse Petrochemische Industrie) en Havenbedrijf Rotterdam
- 2: Onderzoek naar dampverwerkingstechnieken beschikbaar in de markt. Rapport van RHDHV in opdracht van CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)

Dit voorliggend onderzoek is met name een nadere verdieping van het onder punt 1 aangehaalde onderzoek van CE-Delft. Het daarin gehanteerde theoretisch volume aan emissies is gebaseerd op een aantal aannames rondom het gedrag van de dampen (gassen) tijdens het ontgassen. Deze aannames worden tijdens het praktijkdeel van dit onderzoek geverifieerd.

Het onderzoek dat door RHDHV wordt uitgevoerd is met name gericht op verwerking van de dampen. Op basis van de gesprekken met de schippers en reders zal getracht worden een beeld te vormen over deze verwerkingstechnieken ten aanzien van verwachte haalbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

3 Resultaten bureaustudie en metingen

3.1 Inleiding

Gedurende de onderzoeksperiode is op basis van statische gegevens een beeld gevormd van de samenstelling van de Nederlandse Binnenvaart vloot. Daarin is met name gekeken naar de aantallen schepen die vloeibare lading vervoeren (tankschepen). Binnen dit deel van de vloot wordt weer onderscheidt gemaakt in nieuwe en oude schepen, met name dubbelwandig en enkelwandig. Regelgeving zorgt ervoor dat in de toekomst enkelwandige schepen uitgefaseerd worden voor het vervoer van vloeibare lading. In de praktijk blijkt dat vooral veel invloed op de uitfasering wordt uitgeoefend door de marktpartijen. De grote opdrachtgevers verlangen vanuit veiligheid, milieu en imago een transportmiddel met zo min mogelijk risico. Dubbelwandige schepen passen daar goed in. De binnenvaart kent door de grote vernieuwing en vergrotingsslag die in de jaren voor de crisis hebben plaatsgevonden een onbalans in aanbod en vraag. Er bestaat in de markt op dit moment zo'n 20% aan overcapaciteit. Dit zal naar verwachting afnemen naar mate de (oudere) enkelwandige schepen uitgefaseerd worden en de vraag naar vervoersdiensten over water toenemen. Op dit moment ligt het streven voor de uitfasering van enkelwandige schepen op 2017. Nadeel bij het verdwijnen van de (kleinere) oudere schepen is het feit dat de nieuwere schepen over het algemeen uitgelegd zijn voor een grotere tonnage. Hierdoor zijn ze minder goed in staat om het groeipotentieel van vervoer naar het achterland in te vullen. Deze vraag naar achterlandvervoer wordt vooral ingegeven vanuit dreigende congestie op de weg en verschuiving naar duurzaam vervoer.

Naast deze kwalitatieve beschouwing van de vloot is via bureaustudie ook het wettelijk kader in beeld gebracht. Daarbij is tevens aandacht besteed aan de discussie over ontgassen in relatie tot de huidige regelgeving en de wens dit nader te regelen via Europese regelgeving zoals het CDNI.

Bovengeschetst beeld is onderdeel van de informatie die tijdens de bureaustudie is verzameld. Hiervoor is statistische informatie geraadpleegd, zijn marktonderzoeken bestudeerd en gesprekken gevoerd met schippers, reders en autoriteiten. In de volgende paragrafen worden de resultaten weergegeven. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met de resultaten van de metingen aan boord van binnenvaartschepen tijdens het ontgassen.

3.2 Bureaustudie: Huidige doorsnede binnentankvaart en vervoerde lading

3.2.1 Algemene branche informatie

Op basis van informatie die beschikbaar is vanuit instanties als het CBS (Centraal Bureau Statistiek), IVR (Internationale Vereniging en Rijnschepenregister) en EICB (Expertise- en InnovatieCentrum Binnenvaart) is een overzicht samengesteld van de Europese en Nederlandse binnenvaart vloot. Daarin is opmerkelijk dat over een periode van anderhalf jaar het aantal schepen afneemt, waar eerst nog altijd een lichte groei zichtbaar was (zie onderstaande tabellen en trendgrafiek¹)

Op 31 december 2011 is door het IVR nog het volgende overzicht opgesteld van geregistreerde schepen (dit zijn naast actieve schepen, ook inactieve schepen en schepen):

Motorvracht schepen	Motortank schepen	Duw boten	Sleep boten	Vracht duw bakken	Tank duw bakken	Totaal
3.993	1.240	649	479	1.135	51	7.547

Tabel 1: Overzicht samenstelling Nederlandse binnenvaart vloot

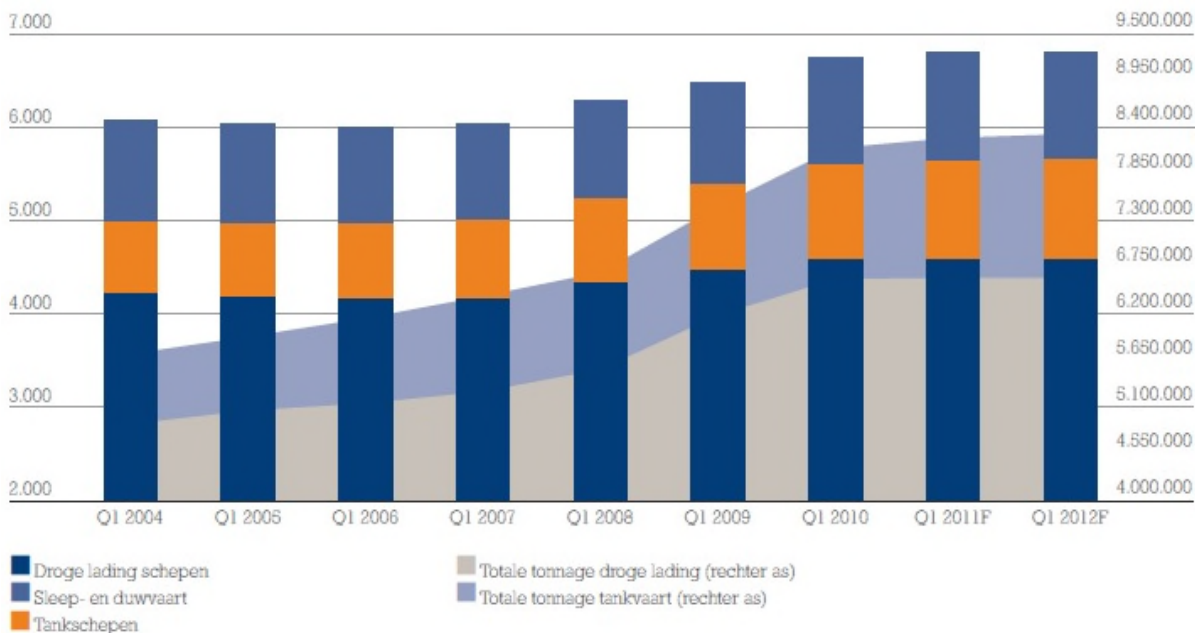
¹ ING Economisch Bureau: Binnenvaart in de greep van overbrugging.

Het huidige overzicht van de totale Europese vloot in april 2013 volgens de gegevens van IVR is:

	Total		Switzerland		France		Germany (ZBBD)		Netherlands		Belgium		Luxembourg	
	Number	Tonnage	Number	Tonnage	Number	Tonnage	Number	Tonnage	Number	Tonnage	Number	Tonnage	Number	Tonnage
General Cargo Vessel	6.382	7.284.308	16	29.757	962	495.436	929	1.171.894	3.414	4.500.224	1.052	1.078.927	9	8.070
Push Freight Barge	2.696	4.067.747	4	6.903	474	495.471	786	809.937	1.170	2.259.513	262	495.923	0	0
Lash Ship	122	93.473	0	0	0	0	121	93.473	1	0	0	0	0	0
Lighter	157	202.529	0	0	1	410	52	33.204	101	163.292	3	5.623	0	0
Tank Vessel	1.990	3.454.221	49	126.290	46	53.178	510	751.599	1105	2.057.388	259	423.439	21	42.327
Push Tank Barge	171	247.883	2	4.546	74	111.247	44	46.972	44	69.300	5	7.374	2	8.444
Tank Lighter	28	7.469	0	0	0	0	12	3.499	16	3.970	0	0	0	0
Total	11.546	15.357.630	71	167.496	1.557	1.155.742	2.454	2.910.578	5.851	9.053.687	1.581	2.011.286	32	58.841

Tabel 2: Overzicht samenstelling Europese binnenvaart vloot

Onderstaande grafiek geeft de ontwikkeling weer van de samenstelling van de West Europese binnenvaartvloot in aantallen (linker as en staaf) en tonnage (rechter as en vlakken). Verschil met voorgaande tabel is dat dit geregistreerde schepen zijn waar het vorige tabel de actieve schepen benoemd. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het lagere aantal genoemde schepen.

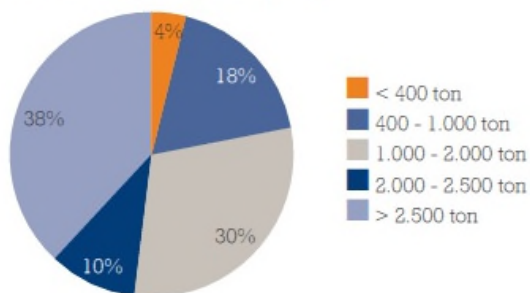


Bron: IVR,EBIS, bewerking en prognoses ING Economisch Bureau

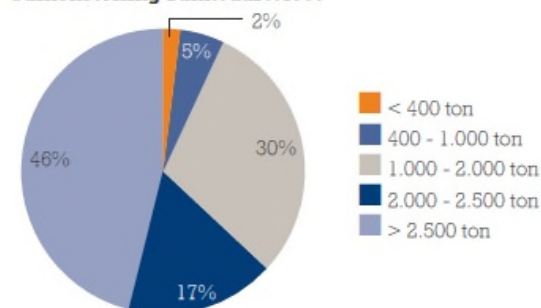
Figuur 1: Verloop van de Europese binnenvaart vloot van 2004 tot en met 2012

Bovenstaande overzicht is in twee taartdiagrammen samengesteld weergegeven voor de droge bulk en de tankvaart.

Samenstelling droge ladingvloot

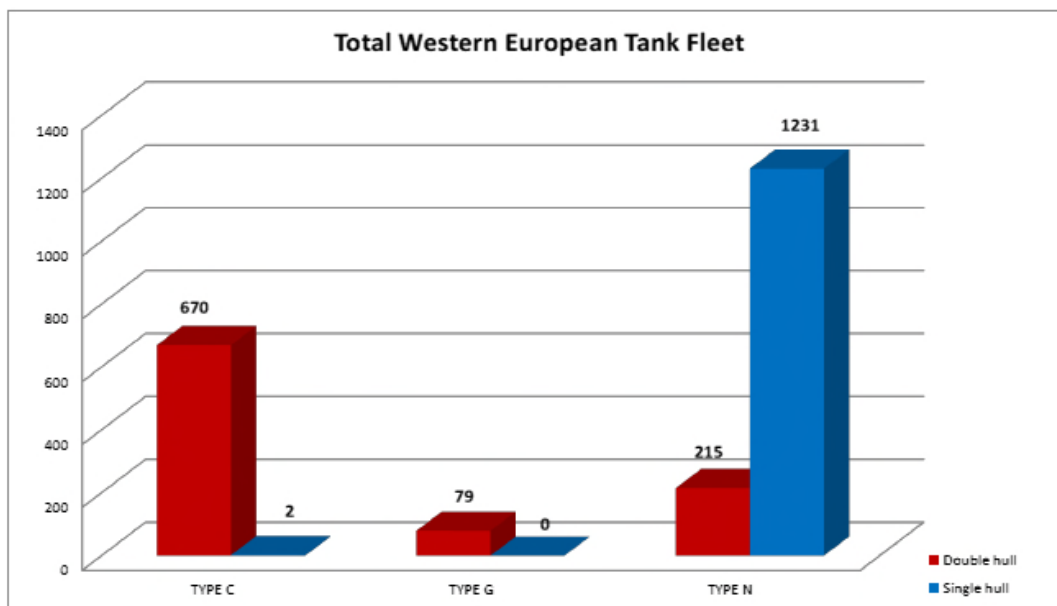


Samenstelling Tankvaartvloot



Bron: NEA, situatie 2010

Met een aandeel van ruim 50% in de Europese vloot is de Nederlandse binnenvaartvloot sterk bepalend voor de samenstelling en het kwaliteitsniveau van de branche. Dit aandeel is binnen de tankvaart zelfs nog wat hoger (55%).



* CH, F, D, NL, B, LUX

Source : IVR
Date : April 2013

IVR is not responsible for errors and/or inadequacies

Figuur 2: Verhouding dubbelwandig en enkelwandige schepen naar tankschip type in Europa.

Het type tankschip dat binnen de Europese vloot rondvaart bestaat voor het overgrote deel nog uit de Multi inzetbare Type N schepen. Binnen dit segment bevinden zich ook de meeste oudere schepen en is de dubbelwandige uitvoering slechts beperkt aanwezig. De volgende paragraaf geeft toelichting op genoemde scheepstypen.

3.2.2 Type schepen

Zeker 80% van alle gevaarlijke ('natte') stoffen worden over water vervoerd met tankschepen. Een groot deel van deze tankschepen zijn voorzien van dubbele wanden (met name C en G tankers). Er bestaat echter nog steeds een aanzienlijk aandeel (kleinere) enkelwandige binnenvaart schepen die met name op het fijnmazige achterland van de grote rivieren opereert. Voornaamste activiteit is het vervoeren van brandstoffen voor bunkerschepen en brandstoffendepots.

Tankschepen kunnen diverse soorten lading vervoeren, zoals vloeistoffen, gassen en poedervormige producten. Er bestaan vier typen tankschepen, type N (normaal), type C (chemie), type G (gas) en poedertankers. Deze typen worden hieronder kort toegelicht.



Type Normaal (N)

Dit zijn de traditionele tankschepen. Veelal wordt met deze schepen diesel en benzine vervoerd. Ook vervoeren zij andere aardoliedestillaten of eetbare oliën. In dat laatste geval zijn de tanks dan van roestvast staal.

Type Chemie (C)

Dit zijn tankers waarvan de tanks uit roestvast staal zijn vervaardigd. Zo kunnen ze zware chemie als fenol, zoutzuur en dergelijke vervoeren. Dit is ook het type tanker met de hoogste veiligheidsnormen. Er zijn ook gecoate tankers die een speciale beschermende laag in hun tanks hebben. Deze schepen vervoeren veelal benzeen, cyclohexaan en nafta. De schepen zijn dubbelwandig om lekkage van lading na een aanvaring te voorkomen.



Type Gas (G)

Deze schepen zijn vaak driedubbelwandig uitgevoerd. Naast de dubbele wanden die chemietankers ook hebben zijn deze schepen uitgerust met losse ronde tanks. Ronde tanks zijn de meest sterke constructie. Dit is nodig omdat de gassen die vervoerd worden onder druk vloeibaar zijn gemaakt. Gastankers zijn extreem sterk en daardoor dus de meeste veilige manier van transport.



Poedertanker

Deze tankers kunnen hun lading lossen met pneumatische pompen (door middel van luchtdruk), omdat veel poeders de eigenschap hebben zich als vloeistof te gedragen wanneer deze zich onder een bepaalde druk bevinden. Veel van dit soort schepen vervoeren cement, maar ook vliegass en zelfs meel wordt met deze schepen vervoerd.

3.2.3 Vervoerde lading; top 10

Vanuit een eerder onderzoek naar loslocaties tussen Duisburg, Rotterdam en Antwerpen is door Oranjewoud een dump uit het scheepvaartbegeleidingssysteem (IVS90) van Rijkswaterstaat verkregen. Daarnaast is door het ministerie zelf ook een analyse gemaakt van de meest vervoerde vloeibare ladingen met vluchtige organische stoffen (VOS). IVS90 is een registratiesysteem dat registreert alle reisgegevens gekoppeld aan het casco (dummy-kenteken, type, laadvermogen), de datum, de laadplaats, de losplaats en de vervoerde lading. Bij de voor dit onderzoek gebruikte gegevens zijn vanwege het privacyreglement van dit systeem, alle scheepsnummers en namen vervangen door een dummycode. Vanuit deze informatie is vervolgens een top 10 samengesteld van de meest vervoerde vloeibare lading met VOS. Deze top 10 stoffen omvatten het overgrote deel van de VOS houdende stoffen die vervoerd worden over water en waarbij de ladingtanks na lossing ontgast dienen te worden. Dit overzicht van stoffen is opgenomen in bijlage 1.

Uit de gesprekken en de reacties op presentaties die gehouden zijn bij toezichthouders, schippers en reders blijkt dat van deze top 10 stoffen niet alle stoffen worden ontgast.

Zo wordt propyleenoxide niet ontgast. Deze stof is dusdanig reactief dat slechts een korte blootstelling aan de buitenlucht leidt tot een explosieve reactie. Dergelijke stoffen worden daarom nooit zonder voorziening gelost en de vrijkomende dampen worden opgevangen en verwerkt.

In de haven wordt naast benzine ook benzeen niet ontgast. Benzine wordt verboden vanuit de ADN richtlijnen, waar Benzeen wordt beperkt vanuit de havenverordening. Daardoor zijn voor deze stoffen geen mogelijkheden geweest om een meting uit te voeren. Deze beperking geldt ook voor ladingen waarbij dampen ontstaan met een benzeen concentratie hoger dan 10%. Over het algemeen betekent dit een lading uit de categorie 'niet elders genoemd'. Daar is op voorhand geen geplande benadering voor op te stellen. Op basis van het lading attest dat iedere schipper meekrijgt bij transport wordt bepaald of het ontgassen via een voorziening dient te verlopen of op de aangewezen locaties via ventilatie mag plaatsvinden. Dat benzeen en benzine dampen wel uit de ladingtank verwijderd moeten worden voordat er nieuwe lading in komt staat buiten discussie. Hoe deze dampen dan worden verwerkt is niet iedereen even eenduidig over. Dit varieert van ontgassen buiten de bebouwde kom tot verwerken via een verwerkingsinstallatie zoals een VRU.

Daarnaast lijkt in de praktijk de ruimte niet genomen te worden die geboden wordt via wet- en regelgeving en afspraken lijsten (als compatible lading) om ladingtanks niet te ontgassen en direct nieuwe lading in te nemen. Dit wordt met name ingegeven vanuit kwaliteitsoogpunt (zelfde stof, maar andere producent dus reinigen), maar ook vanuit onzekerheid over de vervolglading en tijd.

3.2.4 Wettelijk kader

Wet- en regelgeving rondom het vervoer van vloeibare lading met behulp van een binnenvaart schip is verdeeld over meerdere wetgeving. Alle voor Nederland van toepassing zijnde regelgeving kent een Europese basis en zijn dwarsverbanden gelegd tussen de verschillende wetten.

Voor de technische eisen aan een schip zijn voorwaarden gesteld in de Binnenvaartwet, het Rijnvaart politiereglement, het CDNI en het ADN. Daarnaast staan er in de verschillende milieu en veiligheidswetgeving ook regelgeving ten aanzien van de handelingen die gepleegd worden bij het lossen van de lading.

Belangrijkste regelgeving voor het ontgassen van schepen is het ADN. Hierin zijn restricties opgenomen ten aanzien van de momenten dat er ontgassing van ladingtanks mag plaats vinden. De hoeveelheid ladingrestanten die nog in de ladingtanks achterblijven worden aan banden gelegd door de technische eisen vanuit het CDNI. Hiertoe is in het ADN ook een verwijzing opgenomen. Het controleren van deze technische voorzieningen gebeurt door de instanties aangewezen vanuit het ADN, zoals opgenomen in de binnenvaartwet, langs de regels van de binnenvaartregeling.

Het ADN stelt in hoofdstuk 7.2 voorwaarden aan het ontgassen van lege ladingtanks. Daarbij is het eerste criterium dat het alleen toegestaan is overeenkomstig de in de betreffende paragraaf opgenomen voorwaarden en dat het niet een stof betreft die op grond van (andere) internationale of nationale wettelijke voorschriften verboden is.

Een van de voorbeelden van deze verboden stoffen is benzine. Het ontgassingverbod voor deze stof is via de 'Regeling voor benzine vervoer in mobiele tanks 2006' in Nederland gereguleerd. Deze regeling is de implementatie van het Europese verbod dat met Richtlijn 94/63/EG is uitgevaardigd. In deze richtlijn is ook een definitie gehanteerd voor benzine (art 2 onderdeel a): "benzine": een aardoliederivaat, met of zonder additieven, met een volgens de Reidmethode bepaalde dampdruk van 27,6 kilopascal of meer, dat voor gebruik als brandstof voor motorvoertuigen is bestemd, met uitzondering van vloeibaar petroleumgas (LPG).

In de andere eerder genoemde wetten en regels wordt geen definitie van een stof gegeven. Het ADN verwijst de UN codering vanuit de vervoersnomenclatuur. Waarin benzine de code 1203 heeft.

Locale overwegingen ten aanzien van VOS emitterende stoffen die verbonden zijn aan een ontgassingverbod zijn over het algemeen verbonden aan gezondheidsfactoren van de geëmitteerde stof. Daarnaast kan ook geuroverlast een gegronde reden zijn om beperkingen in een regio op te leggen. Over het algemeen worden dit soort verboden in Nederland via havenverordening of Algemene Plaatselijke Verordening (APV) opgelegd. In dit kader is de haven van Rotterdam, de regionale dienst Rijnmond DCMR en de gemeente Rotterdam al aan het zoeken naar mogelijkheden om ontgassen te verbieden. Een verbod kan alleen bestaan als deze nageleefd kan worden. Dat betekent dat als er geen ontgassing mag plaatsvinden naar de openlucht er voorzieningen dienen te zijn waar gecontroleerd ontgassing plaats kan vinden. In de regio van Rotterdam is het idee om via een greendeal de infrastructuur te gaan realiseren.

Op dit moment wordt er een discussie gevoerd over het geheel verbieden van ontgassen van ladingtanks waarin VOS houdende stoffen zijn vervoerd. De Nederlandse overheid heeft hierin de stelling dat dit in ieder geval op internationaal niveau geregeld dient te worden en niet per land afzonderlijk. Daarnaast zou zij dit graag regelen via een al bestaande regelgeving die samenhangt met vervoer van lading over water; het CDNI. De laatste besluiten die recent genomen zijn laten zien dat de lidstaten van het CCR en Luxemburg deze route ook zien. Dat betekent dat in de nabije toekomst ontgassen met de daaraan verbonden werkwijze onderdeel zal zijn van het CDNI.

3.3 Metingen: Meet- en analyse resultaten

3.3.1 *Praktijk situatie meting*

Op het dek van het schip is alles ATEX zone nul tijdens ontluichten. ATEX zone nul houdt in dat de zone die deze classificatie heeft een zone is waar onder atmosferische omstandigheden een mogelijk explosief mengsel van omgevingslucht en brandbare dampen, gassen, nevel of stof aanwezig kan zijn. Deze zone dient daarom vrij te zijn van mogelijke ontstekingsbronnen zoals apparatuur, maar ook vrij te zijn van handelingen die tot ontsteking kunnen leiden zoals roken. Apparatuur dat gebruikt wordt in deze zones dient aan specifieke eisen te voldoen en worden aangemerkt als ATEX proof, wat betekent dat ze voldoen aan de ATEX 95 richtlijn.

Tijdens ontluichten is het verboden op het dek te komen vanwege de gezondheid van de medewerkers en het feit dat het schip op dat moment aan dek een ATEX zone kent. De meetapparatuur wordt vooraf geplaatst aan dek.

De schakelapparatuur en spanningsbron worden opgesteld/afgenomen in de machinekamer (voorpunt of achtersteven), via ventilatieroosters kunnen snoeren en dergelijke worden doorgevoerd. Afhankelijk van het te gebruiken ontgassingspunt is de afstand van de meetopstelling tot aan het meetpunt circa 50 tot 80 meter wat overbruggt wordt. De apparatuur wordt aangesloten op de stroomvoorziening die aanwezig is in machinekamer. Het ontgassen gebeurt met behulp van een ventilator via een opening boven aan de tank door een vlamkerend rooster heen (zie figuur 1).



Figuur 3: Ontgassingspunt (klep gesloten)

Iedere meting bestaat uit meerdere handelingen waarbij het ventilatiedebiet aan het begin wordt gecontroleerd. Een finale toets vindt plaats bij schone tanks aan het einde van het ontgassen. Debiet metingen tijdens het ontgassen is vanwege de veiligheid niet mogelijk. Afhankelijk van de situatie kan er continu debiet worden gemeten. Gedurende dit onderzoek is daar geen noodzaak toe gebleken. De koolwaterstoffensensor wordt opgesteld bij het vlamkerend rooster. Monsternamen van de specifieke koolwaterstoffen vindt direct aan de bron plaats. De monsternamen worden vanuit de machinekamer gestart. De benodigde opstelling wordt vooraf geplaatst. Het monsternemen wordt uitgevoerd met behulp van AK-buizen zodat alle koolwaterstoffracties (VOS) in de damp gevangen worden. Met behulp van laboratorium analyses wordt de samenstelling inzichtelijk gemaakt.



Figuur 4: Aan/afvoer leiding



Figuur 5: Opening 2" word tijdens droog blazen van leidingwerk geopend

3.3.2 Fysische parameters

Tijdens de meting worden verschillende actiefkoolbuisjes (monsternamen buisjes) gevuld met de dampen die worden uitgeventileerd. Deze monsternamen buisjes worden geconserveerd en verstuurd naar een Ster-geaccrediteerd laboratorium. Met behulp van zogeheten GCS-analyse wordt de samenstelling van de damp bepaald.

Gedurende het ontgassen wordt continue de concentratie van het product in de damp gemeten gerelateerd aan de voor die damp geldende Lower Explosion Limit (LEL). Over de periode van meten worden steekproeven genomen van de dampen samenstelling om op die manier inzicht te verschaffen over de veranderende samenstelling van de damp gedurende het ontgassen.

De volgende fysische eigenschappen worden gedurende de meting bepaald:

1. Debiet van de dampstroom,
2. Temperatuur van de dampstroom,
3. Temperatuur van de omgeving,
4. Vochtigheidsgraad van de omgeving.

Op basis van deze gegevens kan er terug gerekend worden naar de samenstelling onder uniforme omstandigheden, de Nm³ (20 °C, 1 atm)

3.3.3 Analyse resultaten monsters

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bezochte schepen. Door de logistieke complexiteit is in één situatie (schip C) volledige ontgassing gemeten. In alle andere gevallen is de meting gestart gedurende reeds gestarte ontgassing.

Schip	Schip-type	lading	UN # lading	Aantal tanks	Totaal inhoud tanks
					m3
A	N	N-Butylacetaat	1123	5	1800
B	N	ethanol	1170	6	2058
C	C	MTBE	2398	8	3064
D	N	Aardolides.	1268	5	1705
E	C	Tolueen	1294	8	3038
F	N	IPA	1219	6	2093
		solvesso (lampenolie/petroleum)	3082	6	2093
G	C	methanol	1230	10	3800
H	C	ethanol	1170	10	3650

Tabel 3: Overzicht bezochte en bemonsterde schepen en hun lading

Bij de verschillende schepen zijn de volumes van de tanks genoteerd, het getransporteerde volume van het product en is de capaciteit van de ventilator geregistreerd die gebruikt wordt voor het ontgassen. Vervolgens is de meting uitgevoerd en is de capaciteit van de ventilator getoetst aan het gemeten volume.

Dit gemeten volume is vervolgens gecorrigeerd naar de normaal omstandigheid (20 °C en 1 atmosfeer).
Op basis van dit gecorrigeerde volume en de gemeten concentraties zijn vervolgens indicaties opgesteld van de totaal geëmitteerde VOS, emissie hoeveelheid ten opzichte van de getransporteerde hoeveelheid en is een indicatie gemaakt van de hoeveelheid restproduct dat als damp is uitgeventileerd.

Deze gegevens zijn weergegeven in hoofdstuk 4.

4 Bevindingen

4.1 Theoretische reflectie op de aannames

In het onderzoek van CE Delft 2013 is aangenomen dat de hoeveelheid product die via ventilatie naar de buitenlucht wordt gebracht overeenkomstig is met de ladingrestanten die achterblijft in de lading tank. Dit volume is in het onderzoek van 2003 als eerste bepaald. Voor 2013 is dit nader getoetst wetende dat er verschil in ladingrest is tussen dubbelwandige schepen (gemiddeld 50 liter per schip) en enkelwandige schepen (gemiddeld 130 liter per schip). Deze volumes zijn als volgt opgebouwd:

- 10 liter product per ladingtank enkelwandig schip, 5 liter product per ladingtank dubbelwandig schip,
- 15 liter per pijpleidingsysteem,
- 15 liter in de laatste te lossen tank bij enkelwandige schepen,
- (gemiddeld) 10 ladingtanks aan boord bij enkelwandige tankers en 7 ladingtanks bij dubbelwandige tankers.

Op basis van deze aannames zouden enkelwandige schepen niet 130 liter gemiddeld over moeten houden maar 120 liter ($(9 \times 10 \text{ liter} + 1 \times 15 \text{ liter})$ vanuit ladingtanks + 15 liter pijpleiding). Het berekende volume voor dubbelwandige schepen op basis van bovengenoemde uitgangspunten is correct, gemiddeld 50 liter per schip.

Het theoretisch minimum wordt gegeven vanuit het CDNI waarin voorwaarden zijn verbonden aan het nalenssysteem:

1. Dubbelwandige schepen
 - a. 5 liter gemiddeld per ladingtank
 - b. 15 liter per pijpleidingsysteem
2. Enkelwandige schepen
 - a. 20 liter per ladingtank
 - b. 15 liter per leidingsysteem.

Het nalenssysteem is ervoor om zoveel mogelijk restlading nog uit de ladingtank naar de walopslag te brengen. Certificering van dit systeem en herkeuring vindt periodiek plaats. Dit certificaat dient altijd aan boord van het schip bewaard te worden.

Op basis van deze volumes volgt dat enkelwandige schepen een groter volume aan ladingrestanten mag hebben dan de uitgangspunten van het CE onderzoek. Op basis van deze wettelijke minimum hoeveelheden zou het gerechtvaardigd zijn geweest om op basis van een grotere hoeveelheid ladingrestant de emissies te bepalen.

Tijdens interviews met leveranciers van dampverwerkingsinstallaties met technieken waarbij de ladingrestanten worden teruggewonnen uit de dampen, is aangegeven dat er grote hoeveelheden product (honderden liters) worden teruggewonnen. Hierbij is het echter onduidelijk of dit per schip, of per product geldt en over hoeveel verwerkte schepen dit dan gaat. Daarnaast is het ook sterk afhankelijk van het type product, type schip en type verwerkingsinstallatie. Op basis van deze informatie is geen oordeel te vellen over de uitgangspunten voor het bepalen van de uitgestoten emissies.

De hier opvolgende paragrafen gaan nader in op de metingen en meetresultaten. Op basis van deze gegevens zal eveneens gekeken worden wat dit mogelijk zou betekenen voor de uitgangspunten als gehanteerd in het CE Delft onderzoek. Wetend dat het aantal metingen en hun resultaten slechts recht geven aan een indicatie. Er wordt dan ook geen oordeel gegeven.

4.2 Onderzoeksvraag 1: Hoeveelheid restlading

Hoeveel restdampen blijven per tankvolume achter in een scheepstank na lossen conform CDNI?

4.2.1 Reflectie meetresultaten en theoretische benadering

Deze onderzoeksvraag is uitgelegd als: Hoeveel restlading wordt uitgeventileerd na lossen conform CDNI?

De aannames bij de berekende emissies zowel in het CE-Delft rapport 2013 als het Emissie Protocol "Emissies door Binnenvaart: Ontgassing van ladingdampen naar lucht", kennen een aantal onzekerheden. Dit zijn:

1. De onderverdeling naar individuele stoffen binnen de 'niet elders genoemde klassen',
2. De verzadigingsfactor voor geloste tanks, bij bepaalde atmosferische omstandigheden en volume ladingrestanten (o.a. correctie naar heersende gemiddelde omgevingstemperatuur).

Ervaringen

Het proces van ontgassen start met het reinigen van het leidingsysteem. Dit neemt gemiddeld 20 minuten in beslag en kent een relatief hoge concentratie product in de dampen. Het uitblazen van het leidingsysteem vindt met dezelfde ventilator plaats als de ventilator die de ladingtanks doorblaast. Het ontgassen van ladingtanks zelf kost tussen de 4 en 10 uur.

De technische specificaties van de ventilator bij de bezochte schepen kwamen in alle gevallen goed overeen met de gemeten volumes. Er waren geen ventilatoren bij die een regelbaar volume konden leveren. Het was aan of uit. Dat betekent dat het leidingsysteem met eenzelfde vermogen worden doorgeblazen als de ladingtanks.

Er zijn op de schepen waar wij metingen hebben uitgevoerd geen systemen aangetroffen waarbij het ontgassen doormiddel van zuigen of vacuüm systemen plaats vond.

De duur van het ontgassen is afhankelijk van de buitenomstandigheden. Het eindresultaat dient altijd een bepaalde restconcentratie te zijn. Deze restconcentratie varieert tussen de 10% en 0% afhankelijk van de afspraken voor de vervolglading. Over het algemeen wordt er gestreefd naar een percentage zo dicht mogelijk bij de 0% om geen kwaliteitsdiscussies te krijgen. De 10% is de grens die gehanteerd wordt om vrij te mogen ontgassen en waarbij geen signaalvoering meer verplicht is.

Onderstaand worden de resultaten van de meting weergegeven. De kolom 'inschatting ladingrestant' is gebaseerd op berekeningen op basis van de gemeten concentraties van de aanwezige producten.

Schip	Schip-type	datum	lading	UN # lading	Aantal tanks	Totaal transport volume	Debiet gemeten tank	Inschatting ladingrestant		
						m ³	Nm ³ /min dr	kgmin/m ³	m ³	% laadvolume
A	N	1-nov	N-Butylacetaat	1123	5	1800	13,6	-		
B	N	1-nov	ethanol	1170	6	2058	10,7	-		
C	C	5-nov	MTBE	2398	8	3064	18,3	42	1,041	0,03%
D	N	11-nov	Aardolides.	1268	5	1705	9,7	78	1,005	0,06%
E	C	14-nov	Tolueen	1294	8	3038	5,8	16	0,108	0,004%
F	N	21-nov	IPA	1219	6	2093	10,8	-		
		21-nov	solvesso (lampenolie/petroleum)	3082	6	2093	10,8	-		
G	C	22-nov	methanol	1230	10	1900	12,2	9	0,141	0,007%
H	C	28-nov	ethanol	1170	10	1825	9,8	5	0,063	0,003%

- : geen betrouwbare concentratiemeting

Tabel 4: Overzicht stoffen en ladingrestanten

Enkele metingen hadden een dusdanig korte meetperiode dat slechts sprake was van een monsternamen. Op basis van de analyses van de monsters kan er wel iets gezegd worden over de zuiverheid van de vervoerde stof, maar niet over het volume ladingrestant dat is geventileerd. Bij vijf van de acht bezochte en bemonsterde schepen zijn over een langere periode concentratie metingen uitgevoerd en monsters genomen. Op basis van deze meet sessie is per schip een grafiek opgesteld waardoor het mogelijk is een indicatie te geven van de hoeveelheid ladingrestant dat is uitgeblazen. De volumes ladingrestanten bij de bezochte schepen liggen met uitzondering van schip E (net onder de grens voor enkelwandige schepen) en H, ruim boven de gestelde volumes in het CDNI. Opvallend is het grote volume ladingrestant bij het enige N-type schip waar meting plaats heeft kunnen vinden. Hier is het restvolume aanzienlijk. Dit kan mede ingegeven zijn door het product (mengsel van verschillende aardoliedestillaat componenten) en de gehanteerde gemiddelde waarde voor de dichtheid. De gemeten concentratie aan koolwaterstoffen is echter al aanzienlijk hoger dan bij de andere 4 schepen.

Als vervolgens de volumes worden gerelateerd aan het totaal tankvolume (getransporteerde volume), is er echter sprake van een laag percentage dat er aan restlading achter is gebleven.

De grafieken en de achterliggende meet- en analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 4

4.2.2 Reflectie Protocol emissies in de Binnenvaart

De hoeveelheid restlading die aan boord van een schip achterblijft is van velerlei factoren afhankelijk. Des te jonger het schip, des te meer de aanwezige systemen zoals het nalenssysteem, voldoen aan de wettelijke normen en eisen. Zodra een schip al enige tijd in gebruik is neemt de hoeveelheid restlading toe door het zetten van de ladingtanks en daarbij ontstaan van ruggen en ribbels. De systemen die aanwezig zijn om restlading weg te zuigen kunnen daarmee minder goed functioneren. Het product kan niet meer vrij afstromen naar de verzamelput waar dit uit wordt opgezogen.

Probleem is dat de mate waarin dit verschijnsel plaats vindt zo sterk verschilt van schip tot schip en van scheepstype tot scheepstype dat hier geen uniforme invulling aan gegeven kan worden. De huidige set aan meetdata geeft hier ook onvoldoende houvast voor. Er is slechts een indicatie dat N-type schepen meer ladingrestant bevat dan C-type schepen.

Er is dan ook op dit punt op basis van de huidige meetdata geen oordeel te vellen over de invloed van dit effect op de in de emissieregistratie opgenomen waarden.

In tabel 1 worden de ingeschatte resterende volumes weergegeven. Op basis van deze volumes kan gesteld worden dat het uitgangspunt om de grenswaarden uit het CDNI te hanteren een te gunstige voorstelling kan zijn van de werkelijkheid.

Daarnaast kan op basis van de ervaringen geconstateerd worden dat een rapportage op basis van landelijke gegevens onnauwkeurigheid introduceert. Dit heeft te maken met de nauwkeurigheid van de registratie van de meldingen in/bij het IVS90 systeem. Deze meldingen zijn niet altijd compleet in relatie tot de werkelijk geloste hoeveelheden op de plaats van bestemming.

Ten aanzien van de emissie factoren per product zijn de calculaties op basis van de fysische eigenschappen van een stof. Uit de samenstellingsanalyse die volgt uit de analyses van de genomen monsters blijkt dat ook zuivere stoffen een bepaalde mate van verontreiniging bevatten. Daarmee een hogere concentratie aan koolwaterstoffen dan op basis van de pure chemische formule verwacht mag worden. Hoewel de percentages verontreinigingen laag zijn, betekend dit toch een te gunstige voorstelling van de werkelijkheid als de pure chemische stof als uitgangspunt wordt genomen. Het verschil met de praktijk zal echter aanzienlijk kleiner zijn dan bij de groep verzamelstoffen (niet elders genoemd). De exacte samenstelling is nooit bekend. Er zijn verplichtingen om de material safety data sheet (MSDS) van de stof aan boord te hebben zodat getoetst kan worden hoe groot het percentage aan benzeen en benzine is in het vervoerde product. Dit bepaald mede hoe er omgegaan moet worden met het ontgassen van de ladingtanks.

Het aanreiken van correcte eigenschappen voor deze stoffen kan hier de onnauwkeurigheid wegnemen. Hiervoor dient er echter meer gemeten te worden. Duidelijk is wel dat een product dat bestaat uit verschillende fracties van een destillatieproces een grote verscheidenheid aan fysische eigenschappen en samenstelling kent. Dit heeft effect op de wijze waarop deze stof uitdampst en de hoeveelheid koolwaterstoffen die daarbij mee geventileerd worden. Daarnaast zal ook een eventuele verwerkingstechniek rekening moeten houden met de bandbreedte waarbinnen deze stof zich bevindt en eventueel afgefilterd kan worden, danwel via een condensatietraject terug gewonnen kan worden. Hier wordt nader op ingegaan bij de reflectie van onderzoeksvraag 2.

De huidige werkwijze brengt met zich mee dat een schipper niet altijd stopt met ontgassen bij dezelfde restconcentratie. Voor een goed vergelijk van de resultaten in de emissieregistratie database is dit echter wel van belang. Het is dan ook belangrijk dat er in het protocol een duidelijke definitie wordt gehanteerd over 'leeg' of 'gasvrij'.

Vaak wordt gehanteerd dat een ladingtank 10% van de concentratie nog mag bevatten die verbonden is aan de LEL van de vervoerde stof (grens ADN dat er vrij ontgast mag worden). Dit is echter afhankelijk van de afspraken tussen vervoerder, belader en opdrachtgever. Op dit moment wordt getracht via 'gasvrij' certificaten een uniforme standaard te creëren. Dit is echter nog niet op een werkbaar/betaalbare wijze uit te voeren voor alle vervoerde VOS houdende producten. Daarnaast zijn er ook schippers die 15% LEL hanteren voor het vrij ontgassen. Iets wat vanuit het geruchtencircuit is ontstaan waar totaal geen wettelijke basis voor is.

4.3 Onderzoeksvraag 2: Alternatieve verwerkingsmethoden

Welke andere technieken dan de reeds bestaande technieken zijn er mogelijk ter voorkoming van het ontstaan van restdampen en/of het verwerken van restdampen op de wal of op het water?

Eigenlijk kan gesteld worden dat al de mogelijke methoden, procedures en technieken al op de markt beschikbaar zijn. De binnenvaartbranche en haar klanten zijn zich van het begin af aan bewust van het feit dat vloeibare lading een kapitaalintensief product is. Er is dan ook veel aan gelegen om het totaal aan vervoerde product naar de walopslag te brengen. Daarnaast is het risico op contaminatie van de volgende lading en de daaraan verbonden kwaliteitsrisico's een permanent aandachtspunt. Feit blijft dat er altijd ladingrestanten achter blijven in de ladingtank. Met deze ladingrestanten blijven dus ook vluchtige organische stoffen achter die uitdampen. Hiervoor zijn systemen ontwikkeld die gericht zijn op het voorkomen van het ontstaan van deze damp (zoals zakken die drijven op de vloeibare lading), het behandelen van damp (Oxydatie, filtratie) of het verwerken van de damp (VRU, indampen, cryogeen).

Vanuit de Europese vereniging van chemische industrie (CEFIC) is er een onderzoek uitgevoerd naar de beschikbaarheid en toepasbaarheid van al deze technieken. Uit dit onderzoek blijkt dat vooral de verwerking van de damp potentieel heeft. Waarbij filtratie over een actief koolfilter, condensatie of cryo-condensatie (diepkoelen) allemaal goed passende technieken zijn afhankelijk van de locatie en te behandelen product.

Verbranden is een minder volledige oplossing en geeft nog steeds een emissie naar de lucht. Echter is dit aan boord van een schip een manier om de hoog energetische waarde van de dampen nuttig toe te passen. Dit zou bijvoorbeeld aan boord met behulp van de generator (elektriciteitsopwekking aan boord) kunnen plaatsvinden.

Afdekken van vloeistoflagen (voorkomen van het ontstaan van damp) is in de CEFIC studie niet verder aan bod gekomen. Uit interviews gedurende ons eigen onderzoek blijkt dat hier nog teveel praktische bezwaren en belemmeringen aan kleven.

Het voorkomen van ontgassen kan ook bereikt worden door schepen continue hetzelfde product te laten vervoeren. De zogenaamde dedicatie vaart. Dit vraagt echter een grote verandering in de organisatie van de huidige markt en de wijze waarop vraag naar transport en het aanbod van transport aansluit.

Een vergelijkbare vorm is het optimaal gebruiken van compatibiliteit. Verschillende producten, die geen negatief effect op elkaar hebben, kunnen direct na elkaar geladen worden. Daarmee wordt ook voorkomen dat er tussentijds ontgast wordt. Op dit moment is een compatibiliteitslijst opgesteld door de CEFIC. Echter wordt deze door de verschillende opdrachtgevers in de binnenvaart verschillend toegepast. Hierdoor is de lijst een minder krachtig middel dan het in potentie is.

Om de organisatie van transport, verwerken van ladingrestanten en afstemmen van vraag en aanbod in de binnenvaart verder te optimaliseren kan lering getrokken worden uit de werkmethoden bij andere transport branches. Zo zouden er 'best practices' te vinden kunnen zijn bij het transport over het spoor en/of over de weg. Deze transportbranches vervoeren dezelfde stoffen als de binnenvaart. Hier speelt echter het onderwerp ontgassen een minder kritische rol. Wel is bekend dat er meer gewassen wordt in deze branches en dat daarmee mogelijk een deel van het probleem van de luchtfractie naar de waterfractie is verplaatst.

Tenslotte ligt er nog een mogelijkheid in het positief stimuleren van de markt in het ontwikkelen van technieken, danwel in het versneld doorvoeren van een nieuwe organisatiewijze (dedicated). Voorbeeld is de emissiehandel. Een vergelijkbaar systeem, met strakke maar haalbare plafonds voor VOS emissies kan een goede stimulans opleveren. De wijze van invulling van dit systeem moet nader onderzocht worden of het een passend middel is voor de branche.

4.4 Ervaringen vanuit de praktijk bij het meten

4.4.1 Planning

Hoewel verwacht was het behalen van de ingeschatte en gewenste doorlooptijd zeer moeilijk. Het afstemmen met en bij elkaar brengen van schip, meetopstelling en adviseurs op het moment dat er met ontgassen gestart wordt bleek veel lastiger dan verwacht. Een schipper verwoorde dit het meest duidelijk: "Het probleem van jullie op de wal is dat je een agenda hebt".

Op dit moment verlangt de markt een hoge mate van flexibiliteit van een schipper. Gedurende zijn reis kan de eindbestemming per keer veranderen. Dit geldt ook voor de locatie waar nieuwe lading ingenomen kan worden. De schipper en zijn schip is 24 uur per dag 7 dagen in de week bereikbaar en daarmee sterk flexibel. Deze gewenste flexibiliteit heeft ook invloed op de wijze waarop de ladingtanks na lossing opgeleverd dienen te zijn. Er mag geen belemmering voor nieuw te ontvangen lading ontstaan door onvolledig of onjuist reinigen. Het schip dient altijd geschikt te zijn voor het ontvangen van iedere type vloeibare lading.

Daarnaast verloopt de communicatie over het algemeen via het planningsbureau van de rederij. Ondanks de wil om mee te werken blijft het een hectische omgeving waarin het afstemmen met een meetbureau niet altijd vooraan op de checklist staat. Intensieve communicatie is daarom van belang en daarvan dienen beide organisaties zich bewust te zijn.

Het vinden van schepen waar gemeten kan worden en vervolgens het bij elkaar krijgen van schip en meetapparatuur zal altijd een aandachtspunt blijven. Met dit project is er echter wel een groot netwerk ontstaan en is het onderzoek bekend geworden onder de schippers. In de periode dat er aan dit rapport is gewerkt hebben meerdere schippers zich nog aangemeld om mee te werken aan metingen. Dit is voor toekomstige onderzoeken een gunstig effect.

4.4.2 Kennisuitwisseling

Gedurende het onderzoek bleek dat door de schippers en hun bemanning veel gevraagd werd naar de kennis die het meetteam heeft over te gebruiken meetapparatuur en concentraties van stoffen in relatie tot een gezond werkmilieu. In de praktijk bleek dat niet iedereen zich bewust was van de beperkingen die de apparatuur aan boord heeft en hoe daarmee om gegaan moet worden. Schippers en bemanning zijn zich terdege bewust van het feit dat zij opereren in risico volle omstandigheden, maar dit wordt meestal vertaald naar gevaar voor de omgeving en het schip en niet zozeer naar de gezondheid van hun zelf. Uitwisseling van kennis over apparatuur, grenswaarden verbonden aan gezondheid (zgn. MAC waarde) van de stoffen die vervoerd worden en het controleren op het periodiek onderhoud van de systemen aan boord voor gezond werken (houdbaarheid koolfilters, functionaliteit overdruksysteem) is van belang.

Enkele schippers gaven aan in het kader van gezondheid dat een totaal ontgassingsverbod geen slecht idee zou zijn. Dit dient dan echter wel gekoppeld te worden aan een goede kostenverdeling voor het verwerken van de dampen. Daarnaast dienen er voldoende faciliteiten te zijn waar de verwerking kan plaats vinden. Als die randvoorwaarden niet kunnen worden ingevuld, blijft er een te sterk bedrijfseconomische belang om door te varen en tijdens het varen te ontgassen.

Uit de interviews blijkt ook dat er vrijwel altijd vanuit de opdrachtverlener wordt verlangd dat er gereinigd gaat worden. Dit ondanks de bestaande compatibiliteitslijst. Kennis uitwisseling over de productsamenstelling (met name percentage verontreiniging), de toepassing en de kwaliteitseisen kan het volgen van de compatibiliteitslijst verhogen. Dit is een initiatief dat vooral bij de opdrachtgevers ligt. De vervoerder beschikt niet over de informatie en heeft niet de rol in deze transportketen om dit bespreekbaar te maken.

De grenzen die gehanteerd worden voor de omschakeling van ventileren langs het vlamkerend rooster en het vrij (met alle openingen open) ventileren ligt wettelijk op 10% LEL. Toch zijn er schippers die 15% hanteren. Waar deze waarde vandaan komt is niet bekend. Gevolg is echter wel dat er een groter veiligheids- en gezondheidsrisico is. Zeker als deze waarden worden bepaald met behulp van apparatuur die een beperkte nauwkeurigheid hebben.

De resultaten van de interviews zijn opgenomen in bijlage 5.

4.4.3 Overwegingen stakeholders

Gedurende het onderzoek bleek dat er vanuit de betrokken organisaties in de keten van transport binnenvaart veel terughoudendheid is in het delen van informatie of het geven van inzicht in werkwijzen. Regelmatig moest uitgelegd worden dat het uitvoeren van metingen geen actie was in het kader van wetshandhaving of het vormen van nieuwe wettelijke verplichtingen. Op het moment dat het duidelijk werd dat het ging om een toetsing in de praktijk van alle (theoretische) verhalen rondom ontgassen werd de sfeer meer open.

Het uitwisselen van kennis, van standpunten en uitleggen waarom een bepaald standpunt wordt ingenomen en met welk doel zou het dossier ontgassen naar een hoger kwaliteitsniveau kunnen brengen. Initiatieven als de technische werkgroep GRTS (Steering committee gaseous residues of liquid cargo in inland tanker shipping) is daar een goed voorbeeld van. Het is alleen mogelijk om een maatschappelijk thema als ontgassen naar tevredenheid in te vullen als de bepalende partijen daar open met elkaar over spreken.

De resultaten van de door ons uitgevoerde metingen en deze rapportage zijn dan ook voor iedereen beschikbaar.

4.4.4 Gezondheid

Het onderwerp was al even aangestipt in § 4.3.2 echter is het naar onze mening van belang hier nog eens goed bij stil te staan.

Bij een van de bezochte schepen is in de stuurhut een concentratie van de vervoerde stof gemeten tussen 10-130 ppm. De MAC-waarde van deze stof is 180 mg/m³ (= 46,4 ppm). Er was daarmee in de stuurhut een ongezonde werkomgeving.

Dit kon vastgesteld worden doordat het meetteam over andere apparatuur beschikt die hun werkomgeving monitort dan de bemanning. Het in de stuurhut aanwezige alarm kent een setpoint van 1 V% (10.000 ppm). Bewust zijn van de apparatuur, de wijze waarop deze apparatuur wordt geijkt, voor welke stoffen de apparatuur geschikt is etcetera is van wezenlijk belang in het kader van de gezondheid van de schipper en zijn bemanning.

Een ander fenomeen waar een schipper mee om dient te gaan is het feit dat hij op een dynamische opslag zit. Het schip is in beweging, in tegenstelling tot opslagtanks op de wal. De schipper dient daarom altijd bewust te zijn van de windrichting om te voorkomen dat hij en zijn bemanning of de directe omgeving van zijn schip belast wordt met producthoudende dampen. Dit maakt het extra belangrijk om goede controlesystemen te hebben en goed functionerende beschermingssystemen (filters, overdrukstelsel).

De industrie heeft voor zichzelf richtlijnen opgesteld waarlangs wordt gewerkt (ISGOTT: International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals). Deze richtlijnen gelden niet alleen voor de walinstallaties, maar ook voor de schepen. Hierin is opgenomen welke meetmethoden er beschikbaar zijn en waar deze op van toepassing is. Hoe er omgegaan dient te worden met producten en het gasvrij maken van ladingtanks per productcategorie. Veel aandacht is besteed aan de werkwijze en apparatuur bij schepen. Daarnaast is een zelfde informatie opgenomen ten aanzien van de opslag op de wal en de bedrijfsvoering tussen schip en wal. Focus ligt op explosie en brandveiligheid, maar de gezondheidsrisico's worden zeker voldoende voor het voetlicht gebracht. Feit is wel dat het allemaal gerelateerd is aan de tanks en niet zozeer aan de omgeving van de tank (zoals het schip, de stuurhut en de woning)

5 Conclusies

- o Het is niet mogelijk om (op dit moment) een gemiddelde samenstelling van producten vast te stellen die vallen onder een 'niet elders genoemd'-categorie. Om dit te bewerkstelligen zijn meer metingen en analyses noodzakelijk.
- o De concentratie van vervoerde producten in de dampfase volgen een bekende curve in concentratie vermindering tijdens het ontgassen. Er is tijdens deze studie geen verschil gemerkt tussen de zogenaamde 'pure stoffen' en de mengproducten. Wel is de curve meer een exponentiële curve dan een adiabatische curve (zie bijlage 4).
- o Temperatuur en luchtvochtigheid hebben een significante invloed op de emissie concentraties tijdens het ontgassen. Het beperkte aantal metingen lijkt deze stelling inderdaad te onderbouwen. De fysieke omgevingsomstandigheden beïnvloeden de snelheid waarmee ontgast kan worden. De mate van invloed is afhankelijk van de concentratie van product die in de uitgeventileerde damp naar buiten zit.
- o De op dit moment bekende technieken voor het verwerken van de dampen bij het ontgassen zijn tevens de stand der techniek. Er zijn geen nieuwe of aanvullende technieken die praktisch toepasbaar zijn en economisch rendabel. Wel kan gekeken worden naar alternatieve (stimulerende) maatregelen om ontgassen zo min mogelijk te laten plaatsvinden. Bijvoorbeeld door de compatibiliteitslijst daadwerkelijk volledig toe te passen of via open markt systemen (handel) in VOS-emissies. De hoog energetische waarde van de dampen zouden ook nuttig toegepast kunnen worden aan boord bij de generator (elektriciteitsopwekking aan boord).
- o Ontgassen vindt plaats over het vlamkerend rooster totdat de concentratie in de ladingtank de 10% LEL heeft bereikt. Bij het streven naar een schonere ladingtank wordt het ontgassen doorgezet, maar nu met alle openingen open omdat er geen explosie risico meer is. Door verminderde weerstand in het systeem gaat deze fase sneller. Er gaat een hardnekkig gerucht dat deze handeling al bij 15% LEL mag worden toegepast. Het is onduidelijk waar deze waarde vandaan komt. Er is geen wettelijke grond voor.
- o Meetapparatuur aan boord van schepen zijn van een lagere nauwkeurigheid dan gebruikt door het meetteam in dit onderzoek. Gevolg is dat LEL percentages volgens meetapparatuur op de schepen eerder worden bereikt dan dat de apparatuur van het meetteam aangaf. Gevolg is ook dat er een schijnveiligheid heerst. Er is een meer explosie gevoelig mengsel aanwezig (hogere LEL) en de gezondheidswaarde (MAC) voor de bemanning worden benaderd en soms overschreden zonder dat men zich dit (kan) realiseren.
- o Dedicatievaart of compatible load blijkt in de praktijk lastiger toe te passen dan verwacht. Veelal wordt er uit angst voor kwaliteitsverlies door de opdrachtgever toch verlangd dat een ladingtank ontgast en gereinigd wordt ondanks dat de producten op deze lijsten voorkomen.
- o Zelfs producten die als 'puur' worden vervoerd kunnen enige procenten verontreinigingen bevatten.
- o Het uitdampen van een product gaat door ook nadat er 0% LEL is gemeten en met ventilatie is gestopt. Dit komt door de 'schoorsteen werking' van de ventilatiegaten in contact met de ladingtanks. Sommige producten kunnen in deze fase ook nog voor geurklachten zorgen vanwege de hoge mate aan geurproducerende componenten.
- o De definitie van schoon is niet uniform.
- o Uit de interviews blijkt dat veel besluiten genomen worden op basis van tijdsdruk. Tijd drijft het bedrijf. Het is de drijvende kracht achter alle handelingen en keuzes.

6 Aanbevelingen

- o Onzekerheid in de theoretische berekeningen wordt met name veroorzaakt doordat gebruik wordt gemaakt van algemene indirecte bronnen zoals het IVS90 systeem. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat iedereen zijn systemen op orde heeft en opereert conform de wet- en regelgeving. Deze aannames zorgen ervoor dat er altijd een grote mate van onzekerheid zit in de gerapporteerde getallen (30% tot 50%). Dit kan opgelost worden door verificatie op locatie. Dit zou kunnen door het gebruik van automatische volgsystemen. Deze zijn reeds op de markt beschikbaar en worden met name gebruikt voor de afvalstromen afkomstig vanaf de zeescheepvaart. Daarnaast kan een rapportageplicht hier duidelijkheid verschaffen. De meeste van de inrichtingen op de wal hebben al een rapportage plicht voor hun emissies afkomstig uit de opslag en overslag activiteiten. Binnen de scheepvaart is dit nog niet het geval.
- o Aanvullende metingen die met name gericht zijn op de stofcategorieën met toevoeging 'n.e.g.' verhogen het inzicht in de meest onzekere emissie categorie.
- o Er lijkt nog veel onbekendheid te zijn op het gebied van gezondheidsrisico's en blootstelling. Het informeren van rederijen en schippers over goede continue monitoring, gebruik van meetapparatuur en in te stellen signaalwaarden kunnen de werkomstandigheden aan boord aanzienlijk verbeteren. Daarmee risico's voor (bijna) ongevallen aanzienlijk beperken.
- o Kennisuitwisseling en informatieverstrekking over het nut en de noodzaak van veilig ontgassen of geheel niet meer ontgassen kan draagvlak creëren binnen de branche. Er dient dan in gezamenlijkheid gezocht te worden naar een betaalbaar en organiseerbare verwerkingsinfrastructuur. Mogelijk dat andere transportbranches hier al oplossingen voor hebben.
- o De wijze van organiseren bij tankwagentransport en spoor kunnen mogelijk kansen bieden voor een betere aansluiting tussen vervoerder en opdrachtgever. Daarbij kan het uitgangspunt dedicatievaart of op zijn minst compatibiliteitsvaart als uitgangspunt dienen.

Bijlage 1: Overzicht aandachtsstoffen onderzoek.

UNCODE	Stofnaam
1268	Aardoliedestillaten, N.E.G. of Aardolieproducten N.E.G.
1203	Benzine of Motorbrandstof
3295	Koolwaterstoffen, vloeibaar N.E.G.
1230	Methanol
1114	Benzeen
1170	Ethanol, oplossing of Ethylalcohol, oplossing
2398	Methyl-tert-Butylether
1307	Xylenen
1280	Propyleenoxide
1145	Cyclohexaan

N.E.G. staat voor 'niet elders genoemd' en zijn de zogenaamde mengsels.

Bijlage 2: Meetprotocol

MEETPROTOCOL VOOR EMISSIEMETINGEN BIJ ONTGASSEN VAN LICHTERS

Opgesteld in samenwerking met:

Pro Monitoring BV
ir. Wim Meijer
Mercuriusweg 37
3771 NC Barneveld
tel: 0342-400606
fax: 0342-401220
email: promonitoring@eurofins.com



Pro Monitoring is als inspectie-
instelling conform NEN-EN-ISO/
IEC 17020:2004 geaccrediteerd
door de Raad voor Accreditatie

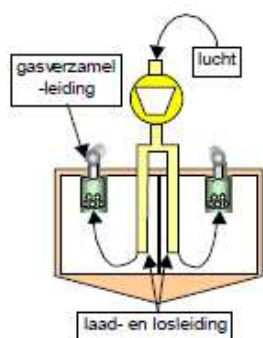
1. Inleiding

Op verzoek van Oranjewoud Almere is door Pro Monitoring B.V. onderhavige meetprotocol opgesteld voor het uitvoeren van emissiemetingen bij het ontgassen van lichters.

Ontgassen is het al dan niet actief afvoeren van damp van vluchtige organische stoffen (VOS) uit de ladingtank van een schip dat aardoliehoudende producten vervoert. Ontgassen vindt normaliter plaats nadat de lading is gelost en in het ruim nog damp en ladingrestanten aanwezig zijn. Deze moeten worden verwijderd voordat er nieuwe niet-compatibele lading kan worden ingeladen in de tanks.

WVL wenst inzicht in de hoeveelheid damp per stof tijdens een ontgassing. Emissies zoals bepaald tijdens de emissieregistratie (EMS protocol emissies door de binnenvaart) zijn vermoedelijk aan de lage kant zodat een precisering nodig is.

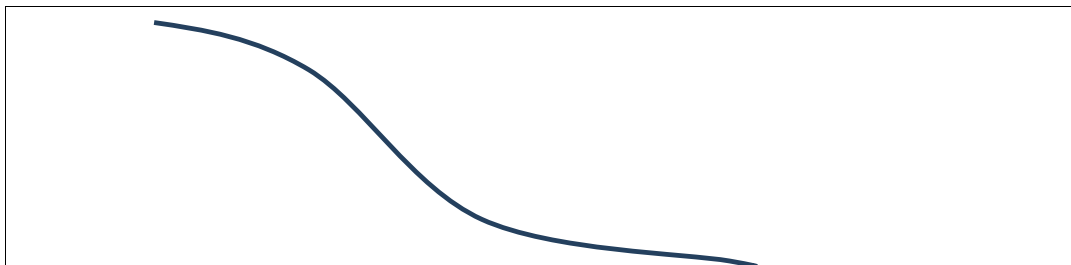
Huidig gangbare wijze van ontgassen



De damp waarvan sprake is bij ontgassen is de niet-vloeibare restlading en de ladingrestanten. Deze wordt al dan niet actief uit het ruim van het schip gehaald totdat de dampconcentratie onder de 10% LEL (Lower Explosion Limit) is gekomen. De 10% LEL norm wordt gehanteerd om aan te geven dat een schip ontgast is. Het naar de lucht ventileren van ladingdamprestanten onder de 10% LEL wordt niet gezien als ontgassen.

Ontgassen gebeurt in de regel tijdens het varen naar de locatie waar de volgende – niet compatibele – lading zal worden ingenomen. Het varen is noodzakelijk om de vrijkomende VOS goed te kunnen laten verwaaien. Bij deze manier van ontgassen moet de atmosfeer in het ruim vanwege de menging met de lucht 3 – 6 maal worden verversd voordat de concentratie overal beneden de 10% LEL ligt. De atmosfeer in het ruim wordt daarbij ieder uur 0,5 tot 2 keer verversd.

De concentratie in het ruim neemt exponentieel af.



Vanuit de verplichte registratie van schepen die gevaarlijke stoffen vervoeren, is er een database (IVS90) met veel gegevens over transport. Per stof zijn er factsheets met producteigenschappen en vervoersgegevens. In deze factsheets ontbreekt echter nog de specifieke emissiedamp per tank resp. m3 laadvermogen. Aan de hand van de databasegegevens zijn de 10 meest vervoerde vluchtige organische stoffen (stofgroepen) in kaart gebracht, waaronder benzine, benzeen en overige aardoliedestillaten. Deze 10 stoffen zijn verantwoordelijk voor 95% van alle vervoer van VOS. Het betreft de UN codes: 1114, 1145, 1170, 1203, 1230, 1268, 1280, 1307, 2398 en 3295.

UNCODE Stofnaam

1268	AARDOLIEDESTILLATEN, N.E.G. of AARDOLIEPRODUCTEN, N.E.G.
1203	BENZINE of MOTORBRANDSTOF
3295	KOOLWATERSTOFFEN, VLOEIBAAR, N.E.G.
1230	METHANOL
1114	BENZEEN
1170	ETHANOL, OPLOSSING of ETHYLALCOHOL, OPLOSSING
2398	METHYL-tert-BUTYLETHER
1307	XYLENEN
1280	PROPYLEENOXIDE
1145	CYCLOHEXAAN

Enkele relevante vragen rond de emissievraag:

- wat blijft er aan vloeistof achter in een tank (na het verplichte nalenzen) en hoe lang duurt het, voordat deze volledig is verdampt, al dan niet tijdens het ontgassen
- hoe is de verhouding damp in oude enkelwandige tankschepen (veel restant vloeistof, dus uiteindelijk damp) en nieuwe dubbelwandige schepen
- wat zijn andere parameters en is hun invloed relevant
- wat is de gemiddelde samenstelling van mengsels als UN1268, UN3295, 1203 wordt door Pro monitoring ook beschouwd als een mengsel.

Het volgend meetprogramma wordt daarom voorgesteld

Schepen niet geladen met mengsel

Een dergelijk schip wordt in enkelvoud bemonsterd; 7 metingen in totaal.

De koolwaterstofconcentratie wordt als koolstof continue gemeten vanaf het starten van het ontgassen en tot 10 % LEL is bereikt.

Aangenomen wordt dat deze periode 3-8 uur duurt.

De samenstelling van het gas wordt eenmaal gecontroleerd door een monsternamen in een gaszak, gevolgd door een laboratoriumanalyse met gaschromatografie en FID detectie.

Het gasdebiet en gastemperatuur wordt bij het begin van het ontgassen en het einde gecontroleerd; er wordt uitgegaan van een constant debiet tijdens het ontgassen. Er wordt uitgegaan van 1 emissiepunt. Als er meer emissiepunten zijn wordt eenmaal per ontgassingsperiode gecontroleerd of de emissieconcentraties en debieten identiek zijn

De te hanteren apparatuur is ATEX; in dat verband is uitgegaan van koolwaterstofmetingen met een continue registrerende LEL meting (katalytische detectie).

Schepen geladen met mengsel

Voorgesteld wordt om deze situatie in enkelvoud te bemonsteren; dus 1 schip per mengselsoort; 3 metingen in totaal.

De koolwaterstofconcentratie wordt als koolstof continue gemeten vanaf het starten van het ontgassen en tot 10 % LEL is bereikt.

Aangenomen wordt dat deze periode 3-8 uur duurt.

De samenstelling van het gas wordt 5 maal verdeeld over de ontgassingsperiode gecontroleerd door een monsternamen in een gaszak, gevolgd door een laboratoriumanalyse met gaschromatografie en FID detectie.

Het gasdebiet en gastemperatuur wordt bij het begin van het ontgassen en het einde gecontroleerd; er wordt uitgegaan van een constant debiet tijdens het ontgassen. Er wordt uitgegaan van 1 emissiepunt. Als er meer emissiepunten zijn wordt eenmaal per ontgassingsperiode gecontroleerd of de emissieconcentraties en debieten identiek zijn

De te hanteren apparatuur is ATEX; in dat verband is uitgegaan van koolwaterstofmetingen met een continue registrerende LEL meting (katalytische detectie).

Het meetprogramma is in tabel 1.1 opgenomen.

Tabel 1.1 Meetprogramma

te meten componenten/bepalingen	omschrijving	
	7 individuele koolwaterstofsoorten	3 mengsels
	Per soort in enkelvoud	Per mengsel in enkelvoud
C _x H _y	X	x
VOS mengsel		5 metingen per schip,
Koolwaterstoffen individueel	1 meting	
fysische parameters	X	X

2. Meetmethoden en meetfrequenties

Gedurende meer dan drie in overleg met opdrachtgever te bepalen meetdagen zullen de in de inleiding omschreven werkzaamheden worden uitgevoerd. De meetmethoden en meetfrequenties zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Meetmethoden en meetfrequenties

component/ bepaling	bemonsterings methode	*	meetmethode	*, **	norm	meetfrequentie per bron
C _x H _y	Directe registratie	Q	katalytisch		EN 50057	continue over 3-8 uur
VOS mengsel	adsorptie in gaszak, gevolgd door adsorptie op actief kool		GC-FID		NEN-EN 13649	5 voud binnen ontgassingsperiode
koolwaterstoffen individueel	monsternamen in gaszak		GC-FID		VDI 3493, blatt 1/ ASTM D 5314-93	enkelvoud
afgassnelheid	n.v.t.	Q	pitotbuis		ISO 10780	tweevoud
statische druk kanaal	n.v.t.	Q	micromanometer		ISO 10780	tweevoud
afgastemperatuur	n.v.t.	Q	thermokoppel		ISO 8756	tweevoud
afgasvochtgehalte	n.v.t.	Q	psychometrisch		NEN-EN 13284-1	tweevoud
atmosferische druk	n.v.t.	Q	barometer		NEN EN 13284-1	tweevoud
afgasdebiet	n.v.t.	Q	via afgassnelheid en kanaaldiameter		ISO 10780	tweevoud

* Een Q in de kolom geeft aan dat de betreffende monsternamen en/of analyse verrichting een geaccrediteerde activiteit betreft conform NEN-EN ISO/IEC 17020

** Een q in de kolom geeft aan dat de betreffende verrichting een uitbestede geaccrediteerde laboratoriumactiviteit betreft conform NEN-EN ISO/IEC 17025

Bijlage 3: Betrokken organisaties

Havenorganisaties:

- Havenbedrijf Rotterdam
- Havenbedrijf Amsterdam

Bevoegd gezag

- Rijkswaterstaat
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Belangenorganisaties

- CBRB
- VNPI

Leveranciers van dampverwerkingsinstallaties

- IPCO Power
- Ventoclean

Rederijen en schippers

- Interstream Barging
- Unibarge
- RTR Barging

Schipper/eigenaar

- Enkele zelfstandige schippers

Bijlage 4: Overzicht meetresultaten

Schip A:

Schip bij meting al gestopt met ontgassen, meting uitgevoerd bij "butterpot" ventilator uit

schip	lading	meting	datum	periode	LEL	N-Butylacetaat	som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
A	N-Butylacetaat	1	1-nov		0	1989	2014

meting	1
periode	11:00-11:20
	[mg/Nm3]
Ethanol	26
n-Butylacetaat	1987

Schip B:

Meting tijdens gezamenlijke actie Havenbedrijf, Rijkswaterstaat, Inspectie, KLPD, Zeehavenpolitie en DCMR.

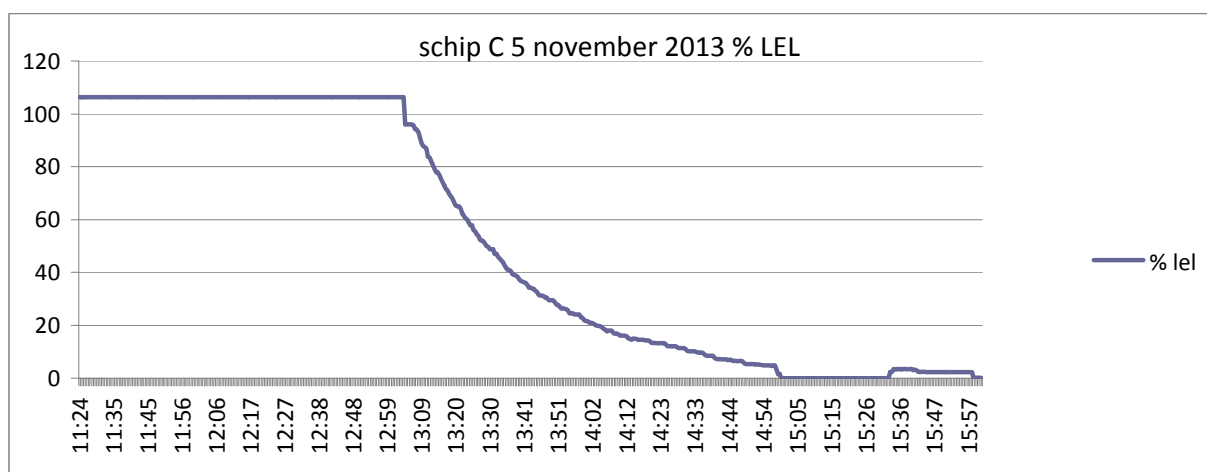
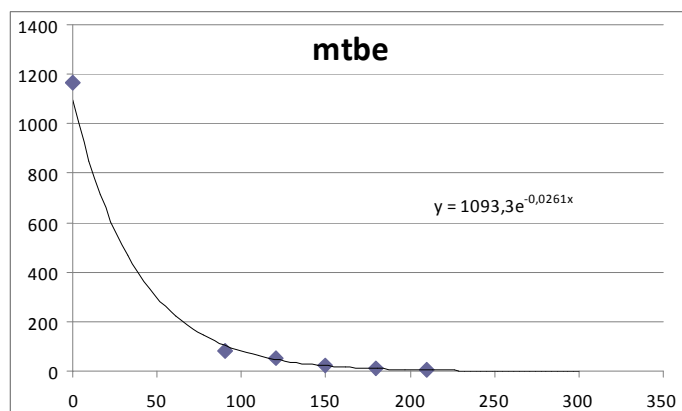
Ontgassen was reeds gestopt. Controle op % LEL.
Alle 6 tanks 0% LEL.

Geen tijd voor steekmonster

Schip C:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL	MTBE	som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
C	MTBE	1	5-nov	11:38-12:08	> 100	100166	100514
		2	5-nov	12:40-13:20	96,4	84747	85204
		3	5-nov	14:10-14:35	12,9	3409	3420

meting	1	2	3
periode	11:38-12:08	12:40-13:20	14:10-14:35
		[mg/Nm3]	
2-Methylbutaan	112	163	3
n-Pentaaan	10	13	< 0,1
tert-Butanol	< 0,1	99	2
tert-Butylmethylether	100166	84747	3409
n-Hexaan	1	1	< 0,1
Benzeen	47	53	2
Cyclohexaan	2	2	< 0,1
n-Heptaan	5	5	< 0,1
Tolueen	76	64	2
2-Methylheptaan	3	1	< 0,1
n-Octaan	1	1	< 0,1
Ethylbenzeen	19	13	1
Styreen	24	19	< 0,1
o-Xyleen	8	6	< 0,1
Cumeen	2	1	< 0,1
n-Propylbenzeen	2	< 0,1	< 0,1
3-Ethyltolueen	5	4	< 0,1
2-Ethyltolueen	2	1	< 0,1
1,2,4-tri-Methylbenzeen	3	1	< 0,1
p-Xyleen	4	2	< 0,1
m-Xyleen	9	6	< 0,1
tert-Butanol	13	< 0,1	< 0,1
som	100514	85204	3420



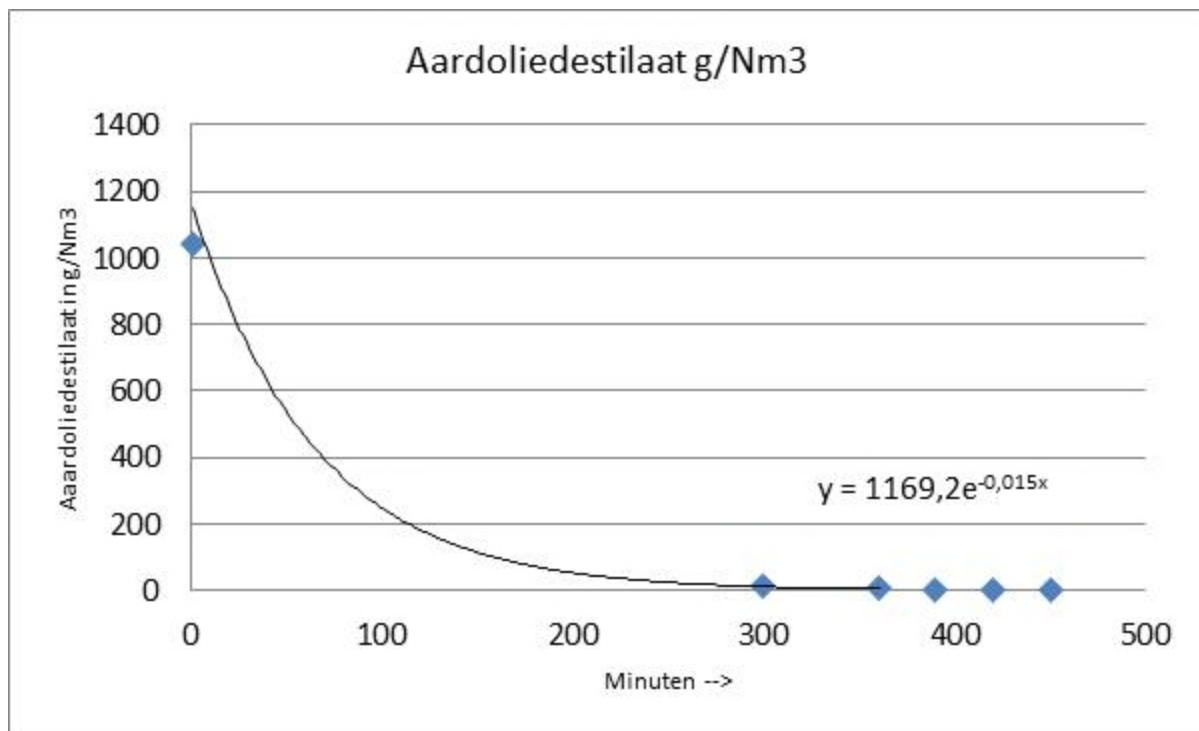
op 14:56 meting gestopt ivm doorgang sluis

op 15:34 meting weer gestart

Schip D:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL	benzeen	som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
D	aardoliedes.	1	11-11-2013	21:48-22:03	11	88,2	12519
		2		22:20-22:47	5	36,6	6412
		3		23:14-23:29	1	10,1	2643
		4		23:32-23:45	0	6,9	1717
		5		0:00-0:20	0	3,5	837

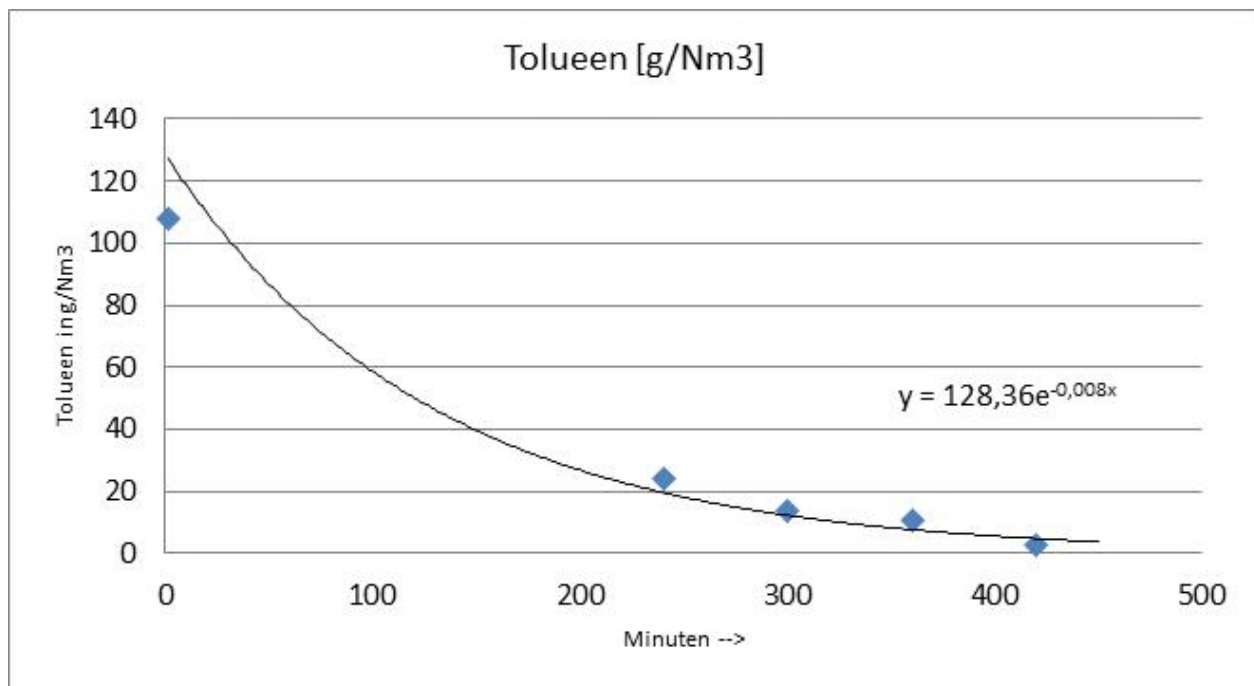
meting	1	2	3	4	5
periode	21:48-22:03	22:20-22:47	23:14-23:29	23:32-23:45	0:00-0:20
	[mg/Nm3]				
2-Methylbutaan	1093,6	444,2	112,1	65,4	26,6
n-Pentaaan	534,3	216,3	54,7	32,3	14,3
2-Methylpentaan	247,0	101,2	26,7	16,2	7,8
3-Methylpentaan	117,6	47,9	12,6	7,6	3,8
n-Hexaan	110,2	45,2	12,2	7,4	3,5
2,2-di-Methylpentaan	16,6	6,7	2,1	< 0,1	< 0,1
Methylcyclopentaaan	44,4	18,6	5,7	3,7	1,8
2,2,3-tri-Methylbutaan	2,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzeen	88,2	36,6	10,1	6,9	3,5
2-Methylhexaan	92,5	38,9	10,3	6,4	3,0
2,3-di-Methylpentaan	34,4	14,8	4,3	3,0	1,4
3-Methylhexaan	108,6	46,0	13,2	8,0	3,8
n-Heptaan	79,0	33,2	9,6	6,2	2,9
Methylcyclohexaan	5,1	2,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,5-di-Methylhexaan	15,3	6,9	2,4	1,7	< 0,1
2,3,4-tri-Methylpentaan		9,9	5,2	3,8	2,8
Tolueen	1094,6	494,7	157,4	97,1	48,0
2-Methylheptaan	59,5	26,9	8,4	5,1	1,7
4-Methylheptaan	26,4	11,7	3,7	2,5	3,8
3-Methylheptaan	96,5	43,2	14,1	8,6	< 0,1
2,2,5-tri-Methylhexaan	5,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
n-Octaan	70,7	31,9	10,2	6,4	3,1
Ethylbenzeen	869,3	434,9	162,4	101,5	47,5
o-Xyleen	1578,6	840,9	350,4	223,8	103,8
n-Nonaan	28,4	15,2	6,3	3,9	2,1
Cumeen	99,8	56,8	26,1	17,3	7,9
n-Propylbenzeen	300,7	181,6	94,9	64,4	31,9
3-Ethyltolueen	943,7	588,8	326,5	225,0	113,3
4-Ethyltolueen	337,2	209,3	115,2	79,7	41,0
Mesityleen	258,9	167,4	98,9	70,2	36,9
2-Ethyltolueen	194,2	124,9	73,6	51,8	25,9
1,2,4-tri-Methylbenzeen	505,2	339,1	214,0	156,0	83,2
iso-Butylbenzeen	2,8	3,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,2,3-tri-Methylbenzeen	55,1	39,6	27,5	21,1	11,1
1,2,3,5-tetra-Methylbenzeen	3,6	3,5	6,0	< 0,1	3,6
p-Xyleen	1021,8	514,6	196,2	121,3	58,3
m-Xyleen	2378,0	1213,9	469,9	293,0	138,4



Schip E:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL	Tolueen	som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
E	Tolueen	1	14-11-2012	15:58-16:22	16	24041	24619
		2		16:37-17:01	9	13821	14129
		3		19:06-19:26	7	10566	2990
		4		19:35-19:51	3	2990	3066

meting	1	2	3	4
periode	15:58-16:22	16:37-17:01	19:06-19:26	19:35-19:51
	[mg/Nm3]			
2-Methylbutaan	290,9	148,9	34,1	21,9
n-Pentaaan	150,1	77,2	26,0	12,5
Cyclopentaaan	24,7	13,0	7,8	2,1
2-Methylpentaan	20,8	10,8	7,9	1,7
3-Methylpentaan	8,3	4,3	3,3	1,0
n-Hexaan	6,1	3,6	2,8	1,1
Methylcyclopentaaan	4,5	2,2	2,2	< 0,1
1-Butanol	43,5	32,8	60,1	34,0
Benzeen	13,1	7,2	7,6	1,8
2-Methylhexaan	1,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tolueen	24041,0	13821,1	10566,4	2989,8
3-Methylheptaan	2,9	1,6	< 0,1	< 0,1
n-Octaan	5,6	3,3	2,2	< 0,1
Ethylbenzeen	1,4	1,1	< 0,1	< 0,1
1,2,4-tri-Methylbenzeen	2,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1
3-Ethyltolueen	3,1	1,2	< 0,1	< 0,1



Schip F:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL		som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
F	IPA	1	21-11-2013	13:00-13:40	1,5		
		2	21-11-2013	14:02-14:33	1		
		3	21-11-2013	16:00-16:34	0		

meting	1	2	3
periode	13:00-13:40	14:02-14:33	16:00-16:34
	[mg/Nm3]		
Aceton	1,6	< 0,1	< 0,1
iso-Propanol	2547,9	462,5	39,0

schip	lading	meting	datum	periode	LEL		som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
F	Solvesso*		21-11-2013	13:05-13:49	0		460
			21-11-2013	14:05-14:37	0		470
			21-11-2013	15:15-15:53	0		414

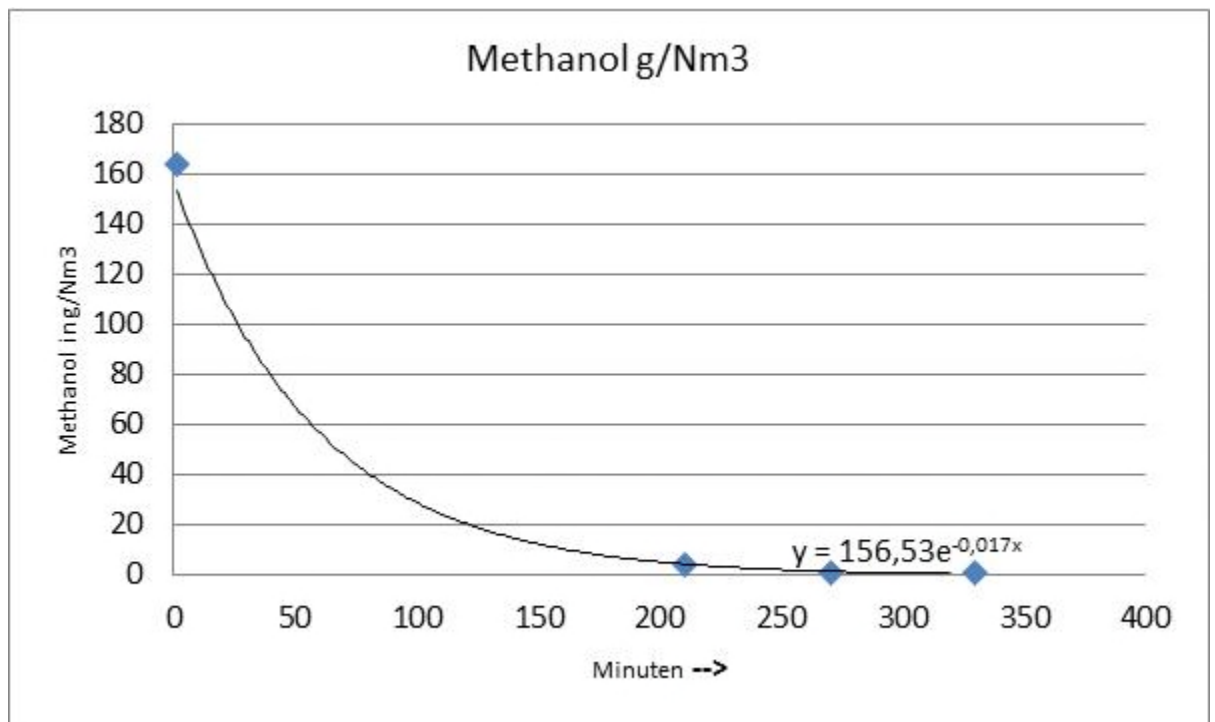
* lampenolie/petroleum

meting	1	2	3
periode	13:05-13:49	14:05-14:37	15:15-15:53
	[mg/Nm3]		
iso-Propanol	5,2	3,7	< 0,1
n-Propylbenzeer	4,2	3,4	1,7
3-Ethyltolueen	28,8	26,2	12,8
4-Ethyltolueen	14,8	11,0	5,2
Mesityleen	23,4	29,0	10,8
2-Ethyltolueen	19,9	16,4	8,2
1,2,4-tri-Methylb	120,4	110,7	58,2
iso-Butylbenzeer	1,0	1,0	< 0,1
1,2,3-tri-Methylb	51,1	51,7	32,0
4-tert-Butyltoluee	4,6	6,4	5,4
1,2,3,5-tetra-Met	109,1	88,5	153,2
1,2,3,4-tetra-Met	77,2	113,9	124,2
Tolueen	< 0,1	4,9	2,1
o-Xyleen	< 0,1	1,5	< 0,1
m-Xyleen	< 0,1	1,3	< 0,1

Schip G:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL	methanol	som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
G	Methanol		22-11-2013	7:53-8:24	5,5	4201	nvt
				9:28-9:32	1,5	1424	nvt
				11:23-11:53	0	745	nvt

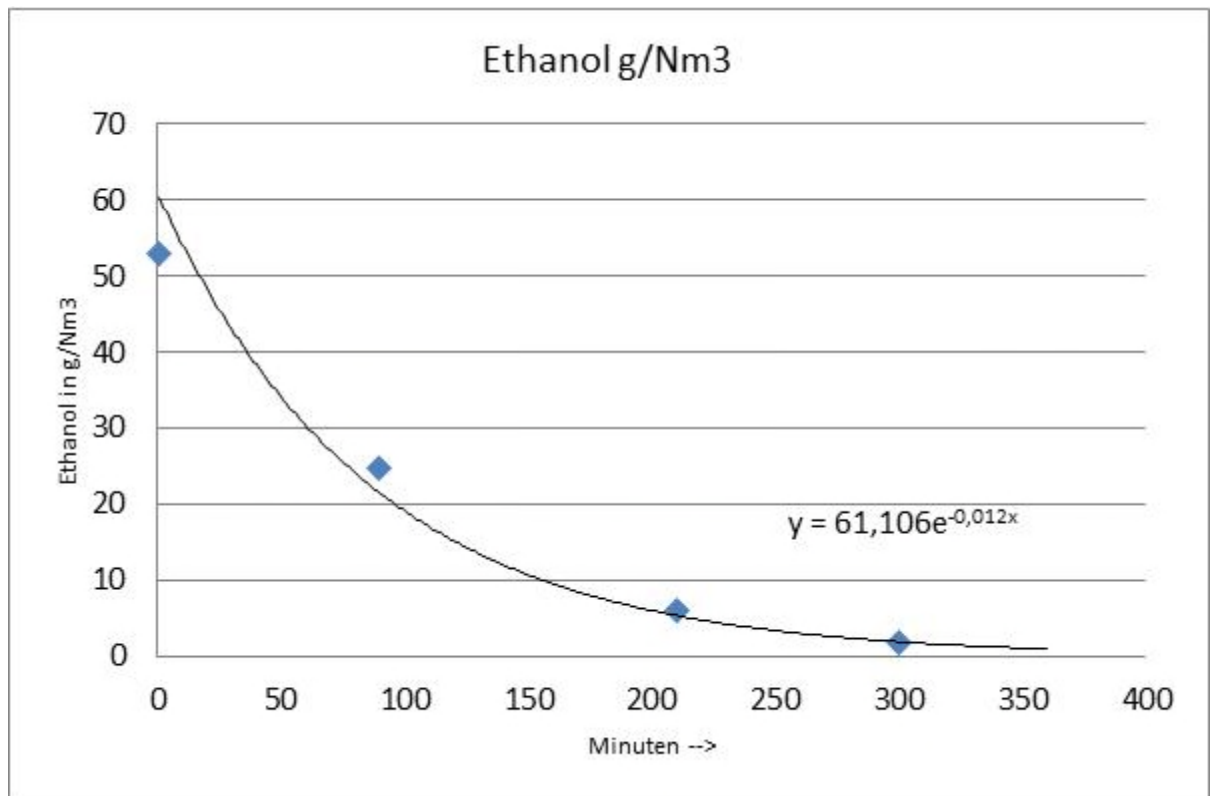
meting	1	2	3
periode			
	[mg/Nm3]		
methanol	4201	1424	745



Schip H:

schip	lading	meting	datum	periode	LEL		som koolwaterstoffen
				[h:min]	[%]	[mg/Nm3]	[mg/Nm3]
H	Ethanol	1	28-11-2013	17:11-17:44	36	23946	24612
		2		19:01-19:33	12,5	6045	6560
		3		20:43-21:21	4,5	1655	1951

meting	1	2	3
periode	17:11-17:44	19:01-19:33	20:43-21:21
	[mg/Nm3]		
Ethanol	23946	6045	1655
iso-Propanol	567	475	277
tert-Butylmethylether	1,2	< 0,1	< 0,1
1-Butanol	95,8	39,6	18,8
Tolueen	1,1	< 0,1	< 0,1



Bijlage 5: Interview resultaten

Schip	A	B	C	D
Datum	1/11/2013	1/11/2013	5/11/2013	11/11/2013
Lading	N-Butylacetaat	Ehtanol	MTBE	Aardoliedestillaat > 10 % benzeen.
UN nummer	1123	1170	2398	1268
Vind bij u het ontgassen in meerdere fase plaats?	nee	nee	nee	Nee
bijvoorbeeld: Eerst leidingwerk en opvolgend ladingtanks?	gelijktijdig	gelijktijdig	kan wel, praktijk is 1 systeem	kan wel, praktijk is 1 systeem
zijn daar verschillende afblaaspunten voor?	nee	nee	afhankelijk van tank	nee
Zijn de toegepaste ventilator(en) regelbaar?	nee	nee	nee	nee
wordt dit ook toegepast bij het ontgassen?	nvt	nvt	nvt	nvt
Als u ontgast. Wat is dan voor u de start van de procedure en wanneer is dit klaar?	Start > 100% LEL klaar bij 10 % LEL	Start > 100% LEL klaar bij 0 % LEL	Lel > 100% gereed bij 0% lel	Lel > 100% gereed bij 10% lel indien meer tijd door tot 0 %
Hoeveel tijd bent u kwijt aan ontgassen? (hele schip, per tank)	7 ½ uur	7 uur	afhankelijk van lading in geval van MTBE circa 5 uur	Kapitein geeft aan dat dit sterk afhangt van product e.d. 6-8 uur
Welke veranderingen ziet u binnen vloeibare ladingtransport en ontgassen in het bijzonder?	Geen, trage besluitvorming overheid	-	-	Ontgassen tijdens het laden/lossen van zelfde product. Geen ontgassing meer in buitenlucht. Nadeel alleen mogelijk bij "zelfde" product
Welke rol heeft u als schipper?	Houden aan regels	Werken volgens regels	-	Controle regels en veiligheid

Schip	A	B	C	D
Datum	1/11/2013	1/11/2013	5/11/2013	11/11/2013
de overheid?	-		Zorgen voor meer ontgassingsinstallaties	Ontgas probleem bij klant leggen
uw rederij?	-	-	-	
de opdrachtgever?	Prijzen staan onder druk	-	-	
Hoe denkt u over dampen van de lading? (veiligheid, gezondheid, omgeving)				Rekening houden met windrichting, ramen deuren gesloten houden, verblijfruimtes op overdruk, lucht gezuiverd via AK-filters, gebruik PBM's

Schip	E	F	G	H
Datum	14/11/2013	21/11/2013	22/11/2013	28/11/2013
Lading	tolueen	IPA / solvesso (lampenolie, petroleum)	methanol	ethanol
UN nummer	1294	1219 / 3082	1230	1170
Vind bij u het ontgassen in meerdere fase plaats?	nee, gelijktijdig	nee	nee	nee
bijvoorbeeld: Eerst leidingwerk en opvolgend ladingtanks?	nvt	nvt	nvt	nvt
zijn daar verschillende afblaaspunten voor?	nee	afhankelijk van tank	nee	nee
Zijn de toegepaste ventilator(en) regelbaar?	nee	nee	nee	nee
wordt dit ook toegepast bij het ontgassen?	nvt	nvt	nvt	nvt
Als u ontgast. Wat is dan voor u de start van de procedure en wanneer is dit klaar?	>100 % LEL stop bij 10 % LEL bij noodzaak nieuw product tot 0% en indien voldoende tijd tot 0 %	Waar het kan en mag, bij < 15 % LEL gaan de "butterpotten" open het ontgassen dus niet meer via vlamkering	Waar het kan/mag, stoppen bij < 10 % LEL daarna visuele controle tanks (natte plekken) eventueel verder ontgassen	
Hoeveel tijd bent u kwijt aan ontgassen? (hele schip, per tank)	8 uur	afhankelijk van product 6-8 uur	6-8 uur	6 uur
Welke veranderingen ziet u binnen vloeibare ladingtransport en ontgassen in het bijzonder?	ontgassen via installatie	graag via dampretour installatie ontgassen of direct spoelen met warmwater/stoom en als afvalwater afvoeren	Ontgassen via verwerkinsinstallatie. Schipper wil dat de klant verantwoordelijk wordt voor ontgassen, klant krijgt schoon schip moet dus eigenlijk ook weer een schoon schip afleveren	Ontgassen in buitenlucht niet wenselijk (i.v.m milieu en veiligheid) Ontgassen via installatie

Schip	E	F	G	H
Datum	14/11/2013	21/11/2013	22/11/2013	28/11/2013
Welke rol heeft u als schipper?	rekening houden met windrichting		werken volgens regels	
de overheid?		meer ontgasinstallaties		
Wat zou u doen om te voorkomen dat dampen ontstaan?				
Hoe denkt u over dampen van de lading? (veiligheid, gezondheid, omgeving)				

Bijlage 6: Overzicht inspanningen afspraken

Contact reders

- afspraken tot meting
- beschikbaar stellen meetploeg buiten kantoortijden
- tweemaal aan boord van schip zonder dat meting uitgevoerd kon worden

Contact havenbedrijf

- meelopen met BTR actie (gezamenlijke handhavingsactie)
- afspraken over door melden schepen voor ontgassing
- afspraken over logistiek (meetploeg van wal naar schip en vise versa)

Contact zelfstandige schippers

- afspraken voor verkenningsbezoek
- afspraken maken voor uitvoeren meting

Overzicht bezochte schepen

					Aantal tanks	Totaal inhoud tanks	Locatie meting	Capaciteit ventilator	Debiet gemeten tank
Schip	Schip-type	datum	lading	UN # lading		m3	tank #	m3/h	Nm³/h dr
A	N	1-nov	N-Butylacetaat	1123	5	1800	5	4300	817
B	N	1-nov	ethanol	1170	6	2058	nvt	4000	639
C	C	5-nov	MTBE	2398	8	3064	8	9200	1100
D	N	11-nov	Aardolides.	1268	5	1705	5	3000	580
E	C	14-nov	Tolueen	1294	8	3038	8	2930	350
F	N	21-nov	IPA	1219	6	2093	6	4100	650
		21-nov	solvesso (lampenolie/petroleum)	3082	6	2093	2	4100	650
G	C	22-nov	methanol	1230	10	3800	5	7500	730
H	C	28-nov	ethanol	1170	10	3650	10	6000	585