



ONDERZOEKRAAD  
VOOR VEILIGHEID

# Verstikking door betreden ladingruim

Hudsonborg, Noordzee



# Verstikking door betreden ladingruim

Hudsonborg, Noordzee 12 maart 2014

*Den Haag, mei 2015*

*De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.*

*Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)*

*Bron coverfoto: Onderzoeksraad voor Veiligheid*

## **De Onderzoeksraad voor Veiligheid**

In Nederland wordt ernaar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen verplicht onderzoek te doen.

**Onderzoeksraad**  
Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra  
prof. mr. dr. E.R. Muller  
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50      Postadres: Postbus 95404  
2593 HT Den Haag      2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000      Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)

<b>Samenvatting .....</b>	<b>5</b>
<b>Inleiding .....</b>	<b>6</b>
<b>Toedracht en achtergrondinformatie .....</b>	<b>7</b>
<b>Analyse .....</b>	<b>10</b>
<b>Conclusies.....</b>	<b>15</b>
<b>Te leren lessen.....</b>	<b>17</b>
<b>Bijlage A. Lading wetgeving .....</b>	<b>18</b>
<b>Bijlage B. Material Safety Data Sheet .....</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage C. Form for Cargo Information for Solid Bulk Cargoes .....</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage D. Inzage reacties.....</b>	<b>33</b>

Op 12 maart 2014 overleed de eerste stuurman van de Hudsonborg na het betreden van een schacht naar een ladingruim waarin zich zinkconcentraat bevond.

Het schip was onderweg met een bulklading ertsconcentraat toen de eerste stuurman een ladingcontrole ging uitvoeren. Het gevaar van zuurstofonttrekking door de lading uit de lucht in het ruim is hierbij onderschat. Er zijn geen afdoende maatregelen genomen om dat gevaar bij het betreden van het ruim te pareren.

Tijdens het onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid is naar voren gekomen dat de procedures van toepassing op het controleren van de lading niet goed aansluiten op de praktijk. Ten eerste stuit men op een tegenstelling bij het betreden van het ruim, aan de ene kant stellen wetgeving en procedures ventileren verplicht, aan de andere kant verbieden zij ventileren. Ten tweede zijn voor een ladingcontrole drie verschillende veiligheidsbladen en een werkvergunning opgenomen in het veiligheidsmanagement-systeem (VMS). Ten derde zijn, voor de procedure die uiteindelijk uit de instructies volgt, vijf van de acht bemanningsleden nodig.

De ladingdocumentatie was in dit geval niet eenduidig en duidelijk. De documentatie legt een focus op de chemische gevaren van de lading en minder op het gevaar van zuurstofonttrekking.

Op 12 maart 2014 overleed de eerste stuurman van de Hudsonborg, een in Nederland geregistreerd motorschip, na het betreden van een schacht naar een ladingruim waarin zich zinkconcentraat bevond.

Het betreft een zeer ernstig ongeval als bedoeld in de Casualty Investigation Code van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) en EU richtlijn 2009/18/EG. Dit betekent dat Nederland als vlaggenstaat de plicht heeft een veiligheidsonderzoek uit te voeren. Deze onderzoeksplicht ligt ook vast in het Besluit Onderzoeksraad voor veiligheid.

Na het ongeval zijn twee onderzoekers van de Onderzoeksraad voor Veiligheid aan boord van het schip geweest voor onderzoek. De schouwarts heeft vastgesteld dat de eerste stuurman overleden is door verstikking. Dit rapport beschrijft de toedracht van het voorval en gaat in op de directe en achterliggende oorzaken daarvan. Ook behandelt het rapport welke informatie omtrent de lading beschikbaar was, hoe deze informatie is gehanteerd en wat hierover wettelijk is voorgeschreven.

# TOEDRACHT EN ACHTERGRONDINFORMATIE



Figuur 1: Hudsonborg. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Scheepsgegevens Hudsonborg	
Roepletters:	PHGD
IMO nummer:	9321407
Vlaggenstaat:	Nederland
Thuishaven:	Delfzijl
Scheepstype:	General/heavy cargo with container capacity
Eigenaar:	Wagenborg shipping B.V.
Klassenbureau:	Bureau Veritas
ISM:	Lloyd's Register
Bouwjaar:	2006
Werk:	Niestern Sander, Delfzijl, Nederland
Lengte over alles (Loa):	113,76 m.
Breedte:	14,40 m.
Diepgang:	6,01 m
Gross Tonnage:	4206 GT
Motoren:	Wartsila 6L32
Voortstuwning:	1 schroef – variabele spoed
Maximum voortstuwingsvermogen:	2999 kW
Maximum snelheid:	13 knopen

## Toedracht

Op 4 maart 2014 was de Hudsonborg leeg vertrokken vanuit Agadir (Marokko) met bestemming Setubal (Portugal) voor het aan boord nemen van een lading zinkconcentraat. Er waren acht bemanningsleden aan boord, vijf met de Filippijnse nationaliteit en drie met de Russische nationaliteit, waaronder de eerste stuurman. De eerste stuurman was sinds medio 2013 werkzaam voor de rederij, toen in de functie van tweede stuurman. In december 2013 kwam hij aan boord van de Hudsonborg in de functie van eerste stuurman.

Op 5 maart 2014, twee dagen voor aankomst in Setubal, ontving de kapitein de ladingdocumenten. Hij ontving onder andere een 'Formulier voor ladinginformatie voor vaste bulkladingen' (Form for Cargo Information for Solid Bulk Cargoes) en een veiligheidsblad (Material Safety Data Sheet, MSDS) van de verscheper. Direct na ontvangst van de documentatie belegde de kapitein, samen met de eerste stuurman, een veiligheidsvergadering aan boord om de ladinginformatie te bespreken met de bemanning. Er werd stil gestaan bij de toxische gevaren van de lading aan de hand van het veiligheidsblad en de aandacht werd gevestigd op het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (een ruimzicht bril en ademfilters) in verband met de blootstelling aan stof tijdens het laden.

Op 7 maart 2014 kwam de Hudsonborg aan in Setubal waarna er begonnen werd met het laden van het zinkconcentraat. Hierbij kwam vrij vliegend stof vrij waardoor het dek van het schip onder het stof geraakte. Een deel van het vrij vliegend stof geraakte ook in de accommodatie. Door het vrij vliegend stof in de accommodatie ervoer een deel van de bemanning geïrriteerde luchtwegen en brandende ogen. Nadat het laden gereed was, werd de accommodatie gereinigd en vertrok de Hudsonborg uit Setubal op 7 maart 2014 om 23.50 uur met bestemming Kokkola (Finland).

Op 12 maart passeerde de Hudsonborg de Straat van Dover. De windsnelheid was windkracht 4 Bft<sup>1</sup> (11-15 knopen,<sup>2</sup> 20-28 km/u) vanuit oost noordoostelijke richting en de visueel significante golfhoogte<sup>3</sup> gereduceerd naar ongeveer 1 meter. Nadat de eerste stuurman zijn navigatiewacht had gelopen van 04.00 tot 08.00 uur ging hij omstreeks 09.30 uur naar het voorschip. Hij had een ademmasker met filter (omgevingslucht afhankelijk) bij zich. Aangekomen bij de bak liep hij langs de verfhut naar de ingang van het ruim. In de verfhut was een matroos op dat moment verf aan het mengen. De eerste stuurman deelde de matroos mede dat hij het ruim inging om de lading te controleren waarna hij de deur van de ladingschacht opende, omstreeks 09.50 uur afdaalde en de deur achter zich sloot. De matroos besteedde er verder geen aandacht aan en ging verder met zijn werkzaamheden.

---

1 De schaal van Beaufort wordt gebruikt om de snelheid van de wind aan te duiden. De schaal werd in 1805 opgesteld door de Ier Francis Beaufort. De schaal is gebaseerd op de kracht die de wind per oppervlakte-eenheid uitoefent, niet op de snelheid maar op het schip. Vanaf 1838 is het gebruikelijk om de schaal van Beaufort te gebruiken voor de windkrachtaanduiding in het scheepsjournaal.

2 Knoop is een eenheid van snelheid die veel gebruikt wordt in de zeevaart en in de gemotoriseerde luchtvaart. Een knoop is een zeemijl per uur. Een zeemijl is gedefinieerd als precies 1852 meter. Een knoop is dus een snelheid van 1,852 km/h of 0,514 44... m/s

3 De significante golfhoogte, een begrip gebruikt in fysische oceanografie, maritieme techniek en voor een deel ook in de civiele techniek, is de gemiddelde hoogte van de hoogste één-derde deel van de gemeten golven.



Enkele minuten daarna maakte de matroos aanstalten om naar de messroom te gaan om koffie te drinken. De matroos opende de deur van de schacht en vroeg aan de eerste stuurman of alles in orde was. De stuurman bevestigde zijn vraag waarna hij de deur weer sloot. In de messroom aangekomen vertelde de matroos aan de tweede stuurman dat de eerste stuurman in het ruim was om de lading te controleren. De tweede stuurman vond dit vreemd. Omdat de tweede stuurman er toch niet helemaal gerust op was, ging hij na de koffiepauze naar de ingang van het ruim in de bak. Nadat hij de toegangsdeur tot de schacht had geopend, zag de tweede stuurman de eerste stuurman bewusteloos klemzitten op de trap, op ongeveer 3 meter van de deur.

De tweede stuurman vermoedde reeds wat er was gebeurd, sloot de deur en probeerde de kapitein te bellen. In de paniek van het moment belde de tweede stuurman echter naar de hut van de kapitein in plaats van naar de brug waardoor de tweede stuurman de kapitein niet kon bereiken. Hierop snelde de tweede stuurman terug naar de brug om de kapitein te informeren, ondertussen alarmeerde hij de matroos die bij het voorschip aan het werk was. Hierop zette de bemanning een reddingspoging in gang. Twee bemanningsleden, voorzien van een ademluchttoestel (breathing apparatus), bonden een touw om de eerste stuurman zijn middel. Vervolgens trokken twee man, bovenaan de schacht, aan het touw waarna met assistentie van de twee bemanningsleden met ademluchttoestel, de eerste stuurman uit de schacht werd getild. De reddingspoging verliep erg moeizaam vanwege de lastige positie in de schacht en de forse lichaamsbouw van de eerste stuurman. Eenmaal aan dek werd de eerste stuurman zonder succes gereanimeerd. De eerste stuurman was overleden. In de haven stelde de schouwarts verstikking vast als doodsoorzaak.



*Figuur 2: Ingang van buitendek bak naar schacht ruim. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)*



*Figuur 3: Toegangstrap naar de bak en toegangsdeur naar de schacht van het ruim. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)*

Voor de analyse en conclusie van dit ongeval is de Tripod methode gebruikt. De analyse gaat uit van falende veiligheidsvoorzieningen, anders gezegd barrières. De falende barrières worden vervolgens geanalyseerd op directe oorzaken, omstandigheden en achterliggende factoren van het falen in de organisatie.

In de analyse worden de onderwerpen behandeld die hebben bijgedragen aan het handelen van de eerste stuurman met betrekking tot de ladingcontrole.

## De lading

Voor het vervoer van vaste bulklading<sup>4</sup> gelden de regels uit de International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). In hoofdstuk 3 van de IMSBC code staat dat bij vervoer van vaste bulklading de scheepsbemanning altijd rekening moet houden met de mogelijkheid dat dergelijke lading oxideert.

Advies over eigenschappen en overslagmethoden voor standaard vaste bulklading is te vinden in schema's, opgenomen in de IMSBC code. In het formulier voor ladinginformatie voor vaste bulkladingen is te vinden welke stof precies vervoerd wordt en welk schema uit de IMSBC code gebruikt moet worden. Het formulier dat verstrekt werd aan de Hudsonborg geeft summier informatie over de te vervoeren stof: zinkconcentraat (zie bijlage C). In de IMSBC code zijn twee schema's opgenomen die betrekking hebben op zinkconcentraat: een schema voor mineraal concentraten en een schema voor metaal sulfiet concentraten. De schema's verwijzen naar elkaar.

Voor specifieke details wordt in het formulier naar de Material Safety Data Sheet (MSDS) verwezen. Volgens de MSDS werd op de Hudsonborg eveneens zinkconcentraat geladen, maar de MSDS geeft daarnaast als 'proper shipping name'<sup>5</sup> metaalsulfide concentraat. Gezien de samenstelling van de stof ging het hier inderdaad om een metaalsulfide concentraat (zie bijlage A). Het scheepsmanagement gebruikt de MSDS om zich te informeren over de gevaren en risico's van deze lading. In de MSDS worden onder andere de volgende risico's benoemd:

- kans op vergiftiging;
- kankerverwekkend;

4 Vaste bulklading: Elke lading, anders dan vloeistoffen of gassen, bestaande uit een combinatie van deeltjes, korrels of grotere stukken materiaal, doorgaans van gelijkvormige samenstelling, die zonder enige vorm van tussenliggende omhulling direct in de laadruimten van een schip wordt geladen. (IMSBC Code Voorschrift 1-1 para 2)

5 Proper shipping name: is een term die gebruikt wordt in de International Maritime Dangerous Cargo (IMDG) code. De MSDS verwijst hier naar de verkeerde regelgeving. De term die gebruikt had moeten worden in overeenstemming met de IMSBC code is Bulk Cargo Shipping Name (BCSN).

- risico op verpappen<sup>6</sup> van de lading waarmee de stabiliteit van het schip in gevaar wordt gebracht (het vochtpercentage bij belading was 10,84%, terwijl de lading vervoerd mocht worden tot een percentage van 11,90% en zou gaan verpappen bij 13,23%);
- zuurstofonttrekking uit de omgeving (oxideren).

De schema's in de IMSBC code noemen dezelfde risico's als de MSDS. De IMSBC schema's stellen hierom dat onder andere de volgende maatregelen in acht moeten worden genomen:

- Persoonlijke beschermingsmaatregelen tijdens het laden.
- Passende maatregelen om machines en verblijven te beschermen tegen het stof tijdens het laden.
- Betreden van de laadruimte met deze lading is niet toegestaan totdat de laadruimte is geventileerd en de atmosfeer is beproefd op concentraties zuurstof.
- Het ruim waar deze lading in zit, mag niet worden geventileerd tijdens de reis.
- Het uiterlijk van het oppervlak van deze lading moet tijdens de reis regelmatig worden gecontroleerd. Indien tijdens de reis vrij water boven de lading of een vloeibare toestand van de lading wordt waargenomen, moet de kapitein passende maatregelen nemen.

### **Veiligheidsmanagementsysteem**

De rederij Wagenborg Shipping B.V. hanteert een veiligheidsmanagementsysteem (VMS) dat is opgezet conform de International Safety Management (ISM) code. Voor risicovolle werkzaamheden is het VMS voorzien van 'Safety Sheets' (veiligheidsbladen). Om de risico's te beheersen ten aanzien van het betreden van een ruim of besloten ruimte zijn de volgende werkinstructies in het VMS beschreven:

- Ladingblad voor bulkladingen: geeft als instructie het ruim niet te betreden wanneer niet absoluut noodzakelijk en verwijst naar het veiligheidsblad voor het betreden van besloten ruimtes.
- Veiligheidsblad betreden besloten ruimte: hier staat de procedure voor het betreden van een besloten ruimte.
- Veiligheidsblad lading controleren: instructie hoe de lading te controleren. Het ruim moet onder andere goed geventileerd worden, het werk moet gebeuren door een competent persoon en onder toezicht van een verantwoordelijke officier.
- 'Permit to work': Voor het uitvoeren van kritische werkzaamheden moet een werkvergunning worden verschaft door een verantwoordelijke officier. Het voorziet in een checklist bestaande uit de relevante veiligheidsrisico's en bijbehorende voorzorgsmaatregelen. Een werkvergunning is onder andere nodig voor het betreden van een besloten ruimte, 'hot work' (brandgevaarlijke werkzaamheden) en werk met perslucht onder hoge druk.

---

<sup>6</sup> Verpappen: een toestand die optreedt indien een massa van korrelig materiaal in zodanige mate wordt doordrenkt met vloeistof dat hij door de invloed van heersende externe krachten zoals trilling, impact of scheepsbeweging zijn inwendige schuifsterkte verliest en zich als een vloeistof gedraagt (IMSBC code Paragraaf 1.7).

Deze werkinstructies zijn in het VMS opgenomen om voor alle verschillende situaties met betrekking tot lading beheersmaatregelen geformuleerd te hebben. Bij het controleren van lading kan het bijvoorbeeld gaan om ruimlading of om deklasten. Er gelden verschillende werkwijzen voor het controleren van deze ladingtypen.

De eerste stuurman die in dit geval de lading ging controleren in het ruim moest de te volgen werkwijze uit de genoemde instructies halen.

### **Lading controleren in besloten ruim**

In al deze instructies staat het gevaar van zuurstof gebrek bij het betreden van het ruim als besloten ruimte beschreven. Om zuurstofgebrek te voorkomen moet het ruim geventileerd worden en moet de lucht getest worden alvorens de ruimte te betreden. Als men de bovenstaande instructies samenvoegt, dient de bemanning voor een ladingcontrole de volgende procedure te volgen:

- De verantwoordelijke officier, in dit geval de eerste stuurman zelf, dient een werkvergunning (permit to work) te verstrekken aan degene die de werkzaamheden moet uitvoeren. Deze bevat de te nemen veiligheidsmaatregelen in de vorm van een checklist en moet voorzien zijn van een handtekening van de kapitein.
- Het betreden van een besloten ruimte dient te gebeuren met ten minste twee personen nadat de ruimte voldoende is geventileerd en de lucht is getest op voldoende zuurstof.
- Een toezichthouder moet bij de ingang van de besloten ruimte aanwezig zijn en bereikbaar zijn (indien nodig middels radio) voor de personen die de ruimte binnen gaan.
- Een reddingsteam moet standby staan, voorzien van een reddingsplan.
- Alle gebruikte apparatuur moet gecontroleerd zijn, gekalibreerd en in goede staat verkeren.
- Het gebruik van (omgevingslucht onafhankelijke) ademluchttoestellen is in deze situatie niet voorgeschreven. Er is niet gespecificeerd in welke situatie de bemanning ademluchtbescherming mag/moet gebruiken. Indien men een (omgevingslucht onafhankelijk) ademluchttoestel (breathing apparatus) gebruikt bij het betreden van een besloten ruimte, moet de gebruiker op de hoogte zijn van het gebruik van de apparatuur en moet deze getest zijn.

Om volgens deze procedure een besloten ruimte te betreden, zijn vijf personen nodig (een toezichthouder bij de deur, twee om de ruimte binnen te gaan en twee in het 'standby' team). De scheepsbemanning bestond uit acht personen. Voor het controleren van de lading, een relatief korte en eenvoudige klus, is dat dus niet realistisch. Het uitvoeren van de complete procedure heeft een grote impact op de bemanning. Gelet op de samenstelling van de bemanning is dit niet werkbaar.

### **Veiligheidsvergadering en veiligheidsbewustzijn**

Het scheepsmanagement heeft vooraf aan het laden de aandacht gevestigd op de te nemen maatregelen in verband met de giftige en kankerverwekkende eigenschappen van de stof. De MSDS werd als basisdocument gebruikt om de bemanning te informeren in een veiligheidsvergadering. De MSDS benadrukt vooral de giftige en kankerverwekkende eigenschappen van de lading, het gevaar van oxidatie van de lading komt

minder sterk naar voren. De eerste zes paragrafen van de MSDS beschrijven de giftige en kankerverwekkende eigenschappen, in paragraaf zeven wordt kort in gegaan op oxidatie (zie bijlage B). Uit de notulen van de vergadering en verklaringen van de bemanning blijkt dat het informeren van de bemanning alleen was gericht op de gevaren tijdens het laden in de haven. Er is geen aandacht besteed aan het oxidatie risico van de lading tijdens de reis.

Tijdens het laden lopen er bemanningsleden in en uit de accommodatie. Een kleine hoeveelheid stof binnen de accommodatie is daarom niet te voorkomen, maar tijdens het laden raakte de accommodatie ondanks de veiligheidsbriefing toch zodanig onder het stof dat bemanningsleden geïrriteerde ademwegen opliepen. De accommodatie is dus niet voldoende gesloten tijdens het laden.



Figuur 4: Waarschuwing op de toegangsdeuren tot de schacht. (Bron: van Ameyde Marine)

### Tegengestelde instructies

De eerste stuurman ging, in overeenstemming met de instructies, de lading controleren. Een van de belangrijkste taken van de eerste stuurman is de zorg voor de lading en de stabiliteit van het schip. Dit was zijn eerste reis in de functie van eerste stuurman. De Onderzoeksraad acht het daarom aannemelijk dat hij zich extra verantwoordelijk voelde om zijn taak goed uit te voeren. Gezien de te nemen maatregelen volgens de IMSBC code, moest hij de lading regelmatig controleren vanwege het gevaar van verpapping. Er waren verder geen aanwijzingen dat de lading ook daadwerkelijk aan het verpappen was, zoals het afgaan van een bilge alarm of het anders onverklaarbaar hellen van het schip.

Bij het controleren van de lading stuit de eerste stuurman op een tegenstelling veroorzaakt door meerdere risico's en bijbehorende voorzorgsmaatregelen. De IMSBC

code en de MSDS stellen dat de lading giftig en kankerverwekkend kan zijn en dat daartoe persoonlijke beschermingsmaatregelen genomen moeten worden. De IMSBC code stelt dat de laadruimte waarin deze lading vervoerd wordt niet geventileerd mag worden. Daar tegenover staat dat het laadruim een besloten ruimte is. Volgens de procedure, de MSDS en de IMSBC code moet daarom geventileerd worden en de atmosfeer beproefd op concentraties zuurstof voordat de besloten ruimte betreden mag worden. Beide toegangen tot het ruim zijn aangemerkt als besloten ruimte en beide toegangsdeuren waren voorzien van waarschuwborden dat men een besloten ruimte betreedt (zie afbeelding 4). Hier stuit men dus op een tegenstelling, aan de ene kant is het verplicht te ventileren, terwijl aan de andere kant ventilatie niet is toegestaan.

De eerste stuurman heeft bij het controleren van de lading gehandeld in overeenstemming met de giftige en kankerverwekkende risico's van de stof. Hij heeft persoonlijke beschermingsmiddelen, in de vorm van een (omgevingslucht afhankelijk) ademfilter, gebruikt om zich te beschermen tegen de chemische gevaren. Hij heeft de ruimte niet geventileerd voordat hij deze betrad. De procedure voor het betreden van een besloten ruimte is niet gevolgd. Hij heeft ook geen (omgevingslucht onafhankelijk) ademluchttoestel gebruikt om zichzelf tegen het mogelijke zuurstoftekort te beschermen. Het gebruik van (omgevingslucht onafhankelijke) ademluchttoestellen is in deze situatie ook niet voorgeschreven.

De eerste stuurman heeft het directe gevaar van zuurstoftekort niet voldoende herkend. De procedure voor het betreden van een besloten ruimte werd niet gevolgd.

Uit de handelingen van de matroos en tweede stuurman blijkt dat zij niet direct gealarmeerd waren door de situatie waarin de eerste stuurman zich bevond. Er zat meer dan een half uur tussen de controle door de matroos en de controle door de tweede stuurman. Uit de verklaringen van de tweede stuurman en de matroos blijkt dat zij in het algemeen doordrongen waren van de gevaren van de lading, maar vooral gericht waren op de toxiciteit en minder op de zuurstofonttrekkende eigenschap van de stof. De normale dagelijkse gang van zaken rondom de eerste stuurman en de hiërarchie aan boord kunnen hier ook een rol gespeeld hebben. De eerste stuurman werd niet gecontroleerd bij het uitvoeren van zijn dagelijkse werkzaamheden.

Bij de reddingsactie hebben de bemanningsleden die de schacht ingingen wel ademluchtbescherming gebruikt. Op dat moment begrepen de betrokkenen het gevaar van zuurstofgebrek goed en namen zij de juiste maatregelen. De reddingsactie was lastig omdat de toegangschacht tot het ruim een lastige ruimte is om iemand uit te evacueren en er geen noodevacuatie voorzieningen aanwezig zijn. Gezien de tijd tussen het moment dat de eerste stuurman de toegangschacht inging en het moment waarop de tweede stuurman hem vond, is het niet aannemelijk dat de eerste stuurman nog op tijd gered kon worden.

Metingen, gedaan op de dag na het ongeval, tonen aan dat de hoeveelheid in de lucht aanwezige zuurstof in de schacht 2,6% bedroeg. Een zuurstofconcentratie lager dan 18% en in het bijzonder lager dan 10% geeft aanleiding tot (acuut) verstikkingsgevaar met binnen een paar minuten ernstig blijvend hersenletsel, dat zonder ingrijpen zal leiden tot overlijden.

## Factoren die hebben bijgedragen aan het ongeval

De Onderzoeksraad stelt vast dat de procedure voor het controleren van de lading niet aansluit op de uitvoering van de taak in de praktijk:

- Ten eerste stuit men in dit geval op een tegenstelling: Volgens de IMSBC code, de MSDS en in overeenstemming met de procedure moet men het ruim ventileren alvorens het te mogen betreden. De IMSBC code staat echter het ventileren van het ruim tijdens de reis niet toe. Het gebruik van (omgevingslucht onafhankelijke) ademlucht toestellen is in deze situatie niet voorgeschreven.
- Ten tweede dienen volgens de procedure vijf personen deel te nemen aan de werkzaamheden die bij het betreden van besloten ruimtes van toepassing zijn. Het schip bestond uit acht bemanningsleden. Voor het controleren van de lading, een relatief korte en eenvoudige klus, heeft het uitvoeren van de complete procedure een grote impact op de bemanning. Gelet op de samenstelling van de bemanning is dit niet werkbaar.
- Ten derde moeten voor ladingcontrole in dit geval drie verschillende veiligheidsbladen en een werkvergunning naast elkaar worden gehouden om tot de juiste te volgen procedure te komen. Dat is niet praktisch voor een eenvoudige klus.

- De handelingen van de eerste stuurman wijzen uit dat het gevaar van zuurstofonttrekking door de lading is onderschat of onbekend was. Hij was zich wel bewust van de giftige en kankerverwekkende risico's waarop tijdens de veiligheidsbriefing aan de hand van de ladinginformatie de aandacht is gevestigd.

- De MSDS is gebruikt om de bemanning te informeren over de gevaren tijdens het laden, daarbij zijn vooral de toxische gevaren benadrukt. De opbouw van de MSDS geeft hier aanleiding toe.

## De directe oorzakelijke factoren

- De toegangsdeuren tot de schachten naar het ruim waren voorzien van waarschuwingen dat na de deur een besloten ruimte volgde. Deze waarschuwingen waren niet te missen. De eerste stuurman, een van de senior officieren aan boord, trof ondanks deze waarschuwing geen afdoende maatregelen of werd niet gemotiveerd dit wel te doen.
- De eerste stuurman werd niet gecontroleerd bij het uitvoeren van zijn dagelijkse werkzaamheden.



- De procedure voor het controleren van de lading sluit niet goed aan op de praktijk: men stuit op de tegenstelling van het wel of niet ventileren, er zijn drie verschillende veiligheidsbladen en een werkvergunning opgenomen in het VMS en voor de uitvoering van de procedure zijn vijf van de acht bemanningsleden nodig. Door deze opzet van het VMS is weliswaar voldaan aan alle regels in de wetgeving, maar wordt niet voldaan aan de eenvoudige uitvoerbaarheid van de procedure in de praktijk. Het is aan rederijen en aan zeevarenden om werkbare procedures op te stellen en procedures die niet werkbaar blijken in de praktijk aan te passen.
- Het is essentieel dat bij het vervoer van bulkclading over zee de bemanning van het schip vooraf op de hoogte is van de risico's tijdens elke fase van het vervoer. Deze risico's met bijpassende beheersmaatregelen moeten gemakkelijk uit de ladingdocumentatie en de wetgeving te halen zijn. Vervolgens is het aan het scheepsmanagement om de ladingdocumentatie te interpreteren en de bemanning op de hoogte te stellen van de gevaren en de passende maatregelen die hieraan verbonden zijn. Een goed middel hiervoor is een duidelijke veiligheidsbriefing voor de gehele bemanning. Tijdens deze veiligheidsbriefing moeten alle fases van het vervoer besproken worden. De bemanning moet erop gewezen worden dat iedereen de verantwoordelijkheid heeft om elkaar aan te spreken als er niet in overeenstemming met de beheersmaatregelen wordt gehandeld.
- Het onderzoek naar dit ongeval toont aan dat aandacht nodig is voor veiligheidsbewustzijn en de veiligheidscultuur aan boord. Dat blijkt bijvoorbeeld uit: het niet gesloten houden van de accommodatie tijdens het laden, waarschuwingborden voor het betreden van een besloten ruimte die geen effect hebben en het elkaar niet controleren en aanspreken wanneer een onveilige situatie wordt geconstateerd.

## LADING WETGEVING

Voor het vervoer van vaste bulklading gelden de regels uit de International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). Advies over eigenschappen en overslagmethoden voor standaard vaste bulklading is te vinden in schema's opgenomen in de IMSBC code. De IMSBC code is onderverdeeld in drie categorieën:

- A. Stoffen die vloeibaar kunnen worden indien verscheept met een hoger vochtgehalte dan hun maximaal toelaatbare vochtgehalte.
- B. Stoffen met chemische gevaareigenschappen.  
Onderverdeeld in:
  - Gevaarlijke stof: stoffen geclassificeerd in de International Dangerous Goods (IMDG) code.<sup>7</sup>
  - Materials Hazardous only in Bulk (MHB) stoffen: materialen die chemische gevaren kunnen hebben bij vervoer in bulk.
- C. Stoffen die niet tot A of B behoren.

Het kan voorkomen dat een stof zowel in groep A als in groep B valt.

Hoewel voor sommige stoffen oxidatie (het onttrekken van zuurstof) apart in het schema wordt genoemd, geldt dat oxidatie als algemeen gevaar moet worden beschouwd (cf. hoofdstuk 3 van de IMSBC Code). Een stof waarbij sprake kan zijn van oxidatie valt niet per definitie onder categorie B.<sup>8</sup> Het besef van het gevaar van oxidatie hoort altijd aanwezig te zijn bij de bemanning. De bemanning dient het ruim altijd als besloten ruimte te beschouwen, juist vanwege het vervoer van dergelijke lading.

Volgens de IMSBC Code voorschift 2 dient de verscheper de kapitein of zijn vertegenwoordiger ruimschoots voor het laden de juiste informatie over de lading te verstrekken. Hiervoor is een document opgesteld, de Form for Cargo Information for Solid Bulk Cargoes, daarin kan de volgens de IMSBC code vereiste informatie worden verstrekt. Daarnaast is de verscheper verplicht alle informatie over gevaren van de te vervoeren stof bij de kapitein van het schip bekend te stellen.

<sup>7</sup> IMDG Code: Regelgeving voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over zee. Hierin staan lijsten met alle gevaarlijke stoffen. De stoffen worden onverdeeld in klassen, krijgen een nummer (UN-nummer) en een proper shipping name. Ook staan de risico's en te nemen voorzorgsmaatregelen in deze code opgenomen. Stoffen alleen gevaarlijk wanneer in vaste bulklading vervoerd (Materials Hazardous only in Bulk (MHB)) staan niet in deze code opgenomen.

<sup>8</sup> Er bestaat een grote verscheidenheid van (bulk)ladingen die zuurstof kunnen onttrekken. Als dit een criterium zou zijn voor indeling in groep B, is een verdere indeling in groep B irrelevant.

## De vervoerde lading

Voorafgaand aan het laden van de Hudsonborg werden de volgende documenten aan het schip geleverd:

- 'Form for Cargo Information for Solid Bulk Cargoes' (Formulier voor ladinginformatie voor vaste bulkladingen) (vereist door de IMSBC Code).
- 'Certificate of pre-shipment moisture determination and TML' (Transportable Moisture Limit).
- Verklaring van de 'International Zinc Association' m.b.t. 'Classification of zinc concentrates as harmful to the marine environment' (vereist cf MARPOL Annex V (IMO-MEPC resolution 219 (63)).<sup>9</sup>
- Material Safety Data Sheet (MSDS).

Het formulier voor ladinginformatie voor vaste bulkladingen classificeert de lading als 'Zinc Concentrates', ingedeeld in ladinggroep A en geeft aan dat de stof niet schadelijk is voor het maritieme milieu (cf. IMO MARPOL ANNEX V). Verder verwijst het naar additionele certificaten, te weten naar het 'Certificate of pre-shipment moisture determination and TML' en naar de MSDS.

In het 'Certificate of pre-shipment moisture determination and TML' wordt de lading eveneens geclassificeerd als 'Zinc Concentrate' en worden de het huidige en maximale vochtpercentage gegeven in verband met het risico op verpapping.

In de MSDS wordt gedetailleerdere informatie gegeven over de samenstelling van de stof en worden tips en adviezen gegeven met betrekking tot te nemen veiligheidsmaatregelen, persoonlijke beschermingsmaatregelen. De MSDS is geen verplicht document volgens de wetgeving, maar het voorziet wel in de informatie plicht van de verscheper.

De verklaring van de 'International Zinc Association' geeft eveneens een classificatie van 'Zinc Concentrate' en beschouwt de stof als: 'niet schadelijk voor het maritieme milieu volgens IMO MARPOL Annex V', maar de verklaring beschouwt wel dat de stof op verschillende manieren giftig kan zijn.

Uit de MSDS was voor het scheepsmanagement niet eenduidig op te maken welke stof precies vervoerd werd. Het scheepsmanagement gebruikte de MSDS als basisdocument om de bemanning te informeren. De MSDS laat een verschil zien tussen de 'Substance Name' en de 'Proper Shipping Name': Als 'Substance Name' staat in sectie 1.1: 'Zinc Concentrate' (zinkconcentraat), als 'Proper Shipping Name' staat in sectie 14.2: 'Metal Sulphide Concentrate' (metaal sulfide concentraat), MHB (Materials Hazardous in Bulk). De term 'Proper shipping name' wordt gebruikt in de International Maritime Dangerous Cargo (IMDG) code. De MSDS verwijst hier naar de verkeerde regelgeving. De term die gebruikt had moeten worden in overeenstemming met de IMSBC code is Bulk Cargo Shipping

---

<sup>9</sup> MARPOL Annex V (IMO-MEPC resolution 219 (63)): richtlijnen voor de introductie van Annex V of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) artikel 3.4 stelt het verstrekken van deze informatie door de verscheper verplicht.

Name (BCSN). Volgens de MSDS bestaat het concentraat uit 52,9 (gewichts)% zink, 31,8% zwavel, 5,4% ijzer, 2,2% lood en nog enkele andere mineralen, elk minder dan 1%.

De IMSBC code bevat twee schema's die op deze lading van toepassing kunnen zijn, een schema voor mineraal concentraat en een schema voor metaal sulfide concentraat. In beide schema's staat de stof zinkconcentraat genoemd. De schema's verwijzen naar elkaar. Beide schema's wijzen op het gevaar van verpapping en geven daarom de verplichting om de lading regelmatig te controleren. Beide schema's geven eveneens het verbod om het ruim te ventileren. Het schema voor metaal sulfide concentraat wijst daarnaast op mogelijk chemische gevaren en op het gevaar van oxidatie.

### **Conclusie**

Het gevaar van oxidatie is een algemeen gevaar waar de bemanning bij het betreden van een ruim geladen met bulk altijd rekening mee moet houden (cf hoofdstuk 3 IMSBC code). Het schema voor metaal sulfide concentraat vestigt extra aandacht op dit gevaar in tegenstelling tot het schema voor mineraal concentraat.

Uit de MSDS is niet eenduidig op te maken welke stof nu precies vervoerd werd.

De lading is volgens het officiële formulier voor ladinginformatie voor vaste bulkladingen in lading groep A van de IMSBC code ingedeeld. Het ging om een verpappende lading met chemische gevaren, daarom hoort deze lading ingedeeld te worden in ladinggroep A&B.

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**lundin mining**

### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

Revision Date: 20 May 2013  
Version Number: 2.3  
Supercedes date: 15 February 2013

#### SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE /PREPARATION AND OF THE COMPANY / UNDERTAKING

##### 1.1: Product identifier

<b>Substance Name</b>	Zinc Concentrate
<b>Chemical Name and Formula</b>	Zinc concentrate is a naturally occurring UVCB, obtained from crushed zinc ore by conventional mineral processing.
<b>CAS No.</b>	Not Applicable
<b>EINECS No.</b>	310-127-6
<b>Molecular weight</b>	Not Applicable
<b>REACH Registration number</b>	Naturally occurring substance exempt from registration

##### 1.2: Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

<b>Identified Uses</b>	Refined metal production, concentrate is smelted to produce metallic zinc.
<b>Uses advised against</b>	None known

##### 1.3: Details of the supplier of the safety data sheet

<b>Name</b>	Sociedade Mineraria de Neves-Corvo, S.A.
<b>Address</b>	Apartado 12 7798-909 Castro Verde Portugal
<b>Phone</b>	+ 351 286 689 000
<b>Fax</b>	+351 286 689 289
<b>E-mail of competent person responsible for SDS</b>	sds@lundinmining.com

##### 1.4 : Emergency telephone number

+351 (0) 962 426204 (09:00-17:00 Mon-Fri)

#### SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION

##### 2.1: Classification of the substance or mixture


<b>Classification according to EC 1272/2008 (CLP):</b>	Carcinogenicity: Cat. 2 H351	(PbS)
	Reproductive toxicity: Cat. 1A H360	(PbS)
	Specific Target Organ Toxicity - Repeated Exposure: Cat. 2 H373	(PbS)
	Chronic aquatic toxicity: Cat. 3 H412	

**Neves-Corvo Zinc Concentrate 8**


<b>Classification according to 1999/45/EC (DPD):</b>	Carc. Cat. 3; R40	(PbS)
	Repr. Cat. 1; R60/61*	(PbS)
	Xn; R48/20/22*	(PbS)
	N; R52-53*	

The classification of the concentrate specified above was done according to guidelines and criteria outlined in IMO-MEPC resolution 219(63), annex 24, and according to the Global Harmonised System (GHS 2011). Major drivers of health hazard classifications are listed in parentheses ( )  
See section 16 for full text. Of H statements and R phrases.

**2.2: Label elements (according to EC 1272/2008 (CLP))**

<b>Hazard pictogram(s):</b>	
<b>Signal word:</b>	Danger
<b>Hazard statement(s):</b>	Suspected of causing cancer. May damage fertility or the unborn child. May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure. Harmful to aquatic life with long lasting effects.
<b>Precautionary statement(s):</b>	Obtain special instructions before use. Do not breathe dust. Wear protective gloves/ protective clothing/ eye protection/ face protection.. If exposed or concerned: Get medical advice/attention. Avoid release to the environment. Dispose of in accordance with local/regional/national/ international regulation.

**Label elements (according to 1999/45/EC(DPD))**

<b>Hazard pictogram(s):</b>	
<b>Indication(s) of danger:</b>	T; Toxic, N; Dangerous for the environment
<b>Risk phrase(s):</b>	Limited evidence of a carcinogenic effect May impair fertility. May cause harm to the unborn child Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation and if swallowed Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment
<b>Safety phrase(s):</b>	Wear suitable protective clothing and gloves In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately. Avoid exposure - Obtain special instructions before use. Use appropriate containment to avoid environmental contamination. This material must be disposed of as hazardous waste.

**2.3: Other Hazards**

<b>PBT or vPvB</b>	This product is exempt from REACH and therefore does not meet the criteria for PBT or vPvB assessment under Annex XIII of EC No. 1907/2006.
	Dust may irritate eyes and respiratory system. Metal sulphides, when heated, may release sulphur dioxide, which will irritate the upper respiratory tract. Conditions and work practices which generate dust and fume should be controlled or avoided. Primary routes of exposure are inhalation and ingestion.

## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

According to GHS, the substance merits environmental classification Acute 2:H401 Toxic to aquatic life.

### SECTION 3: COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

#### 3.1: Substances

Identification Name	EINECS Number	CAS Number	Annex Index Number	Weight % (w/w)	Remarks
Zn	231-175-3	7440-66-6	See remarks	52	Assumed to be ZnS (EC 215-251-3, CAS 1314-98-3)**
S	231-722-6	7704-34-9	See remarks	35	Sulphur present as sulfide minerals**
Fe	231-096-4	7439-89-6	-	9	Assumed to be FeS <sub>2</sub> (EC 235-106-8, CAS 12068-85-8)**
Non- Metallic Gangue Minerals	-	-	-	<1	
Pb	231-100-4	7439-62-1	-	<1	Assumed to be PbS (EC 215-246-6, CAS 1314-87-0)**
Cd	231-152-8	7440-43-9	See remarks	<1	Assumed to be CdS (EC 215-147-8, CAS 1306-23-6, Annex 048-010-00-4)**
Cu	231-159-6	7440-50-8	-	<1	Assumed to be CuS (EC 215-271-2, CAS 1317-40-4)**

Mineralogical composition: 84.3% Sphalerite ((Zn, Fe) S<sub>2</sub>), 11.2% Pyrite (FeS<sub>2</sub>), 2.4% Chalcopyrite (CuFeS<sub>2</sub>), 0.9% Galena (PbS), 0.4% Arsenopyrite (FeAsS), 0.8 % Non-metallic gangue minerals. Weight percentages of each component were calculated from the above mineralogical composition.

Non-metallic gangue minerals consist of non-hazardous minerals including: typical Pyroxene (augite) Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si)O<sub>2</sub>, typical Amphibole (hornblende) Na,Ca<sub>2</sub>(Mg,Fe,Al)<sub>5</sub>(Si,Al)<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>, Microcline KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, Plagioclase (Ca,Na)(Al,Si)AlSi<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, Muscovite KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>, Calcite CaCO<sub>3</sub>.

#### 3.2: Mixture

Not applicable – product is a substance.

### SECTION 4: FIRST AID MEASURES

#### 4.1: Description of first aid measures

<b>Eyes</b>	Rinse with plenty of water for several minutes, occasionally lifting upper and lower eyelids. Remove contacts if present and easy to do so. Seek medical attention if irritation develops or persists.
<b>Inhalation</b>	Remove to fresh air and seek medical attention if required. If breathing has stopped, perform emergency resuscitation.
<b>Ingestion</b>	Do not induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. Never give anything by mouth or induce vomiting in an unconscious or convulsing person. Seek medical attention if large quantities are swallowed or you feel unwell.
<b>Skin</b>	Thoroughly wash affected areas with mild soap and water and seek medical attention if required. Remove contaminated clothing and shoes and launder before reuse.
<b>General advice</b>	After first aid, get appropriate medical attention.

#### 4.2: Most important symptoms and effects, both acute and delayed

Acute toxic effects are considered unlikely. Mechanical irritation of skin and eyes may occur. Inhalation

## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

of powder or dust may cause cancer. May damage fertility or cause birth defects. Repeat or prolonged exposure may cause organ damage.

### 4.3: Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

Symptomatic treatment as required.

## SECTION 5: FIREFIGHTING MEASURES

### 5.1: Extinguishing media

Extinguishing methods depend upon hazards in vicinity. Use suitable extinguishing media for surrounding material.

### 5.2: Special hazards

Product has no visible flames. Discoloration of product is evident upon combustion. Dust may form combustible atmospheres. When heated to temperatures approaching decomposition may release sulphur dioxide and metal oxide fumes. May form corrosive mists or vapors during combustion.

### 5.3: Advice for firefighters

Wear self-contained breathing apparatus and full protective equipment (bunker gear).

## SECTION 6: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

### 6.1: Personal precautions

Remove any ignition sources. Use personal protective equipment (i.e., gloves, safety goggles, dust respirator) as specified in Section 8 of this SDS. Avoid formation and accumulation of dust.

### 6.2: Environmental precautions

Avoid release into the environment.

### 6.3: Methods for cleaning up

Use clean-up methods which avoid dust generation. Damp down if necessary and transfer into appropriate labelled containers. Dispose of wastes according to regulations.

### 6.4: Reference to other sections

See Sections 8 and 13 for exposure controls and disposal considerations.

## SECTION 7: HANDLING AND STORAGE

### 7.1: Handling

Wear protective clothing. Use in a well ventilated area and maintain good housekeeping procedures to reduce accumulation of dust or generation of airborne dust particles. Wash thoroughly after handling. Do not eat, drink or smoke when handling. Avoid contact with ignition sources.

### 7.2: Storage

Store in a dry, well-ventilated area away from sources of combustion, acids and strong oxidizers. Some sulphide concentrates may slowly oxidize in storage, causing heating of the material and generation of sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>). The atmosphere within confined spaces containing concentrate, such as a ship's hold, should be tested for oxygen depletion before entry and the space ventilated if necessary. Store concentrate in a way that minimizes dust generation.



## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

### 7.3: Specific use(s)

Concentrate is smelted to produce metallic zinc.

## SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

### 8.1 : Exposure limit values

No exposure limit values established for the mixture

Cadmium sulfide (as Cd)	0.03 mg/m <sup>3</sup> 8 hr TWA (UK, EH40-2011)
Copper	
Fume	0.2 mg/m <sup>3</sup> 8 hr TWA (UK, EH40-2011)
Dusts and mists (as Cu)	1 mg/m <sup>3</sup> 8 hr TWA, 2mg/m <sup>3</sup> 15 min STEL (UK, EH40-2011)
Lead	0.15 mg/m <sup>3</sup> 8 hr TWA (CLAW Regulations 2002)
Biological action levels	60 µg/dl 30 µg/dl (for woman of reproductive capacity)

**DNELs and PNECs:** Not available

### 8.2: Exposure controls

#### Appropriate engineering controls:

To reduce dust emission during handling, covered conveyor belts are preferred. Mobile equipment used for handling concentrate, such as front end loaders, should preferably be equipped with cab air filtration systems.

#### Individual protection measures:

<b>Eye/face protection</b>	Use safety glasses as appropriate and reasonably necessary.
<b>Skin protection</b>	Use work gloves and work clothes as appropriate and reasonably necessary.
<b>Respiratory protection</b>	Use respiratory protection when airborne levels exceed exposure limit values.
<b>Environmental exposure controls</b>	Avoid release into the environment. Do not allow to enter drains or water courses.

## SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

### 9.1: General information

<b>Appearance</b>	Brown to grey powder
<b>Odour</b>	None
<b>Odour threshold</b>	Not applicable
<b>pH</b>	No data available
<b>Melting point/freezing point</b>	> 1000 °C
<b>Initial boiling point/boiling range</b>	Not applicable
<b>Flash point</b>	No data available
<b>Evaporation rate</b>	Not relevant
<b>Flammability</b>	Non-flammable
<b>Upper/lower flammability or explosive limits</b>	Not relevant
<b>Vapour pressure</b>	Not relevant
<b>Vapour density</b>	Not relevant

## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

Relative density	No data available
Solubility in water	No data available
Partition coefficient (n-octanol/ water)	Not relevant
Auto-ignition temperature	No data available
Decomposition temperature	No data available
Viscosity	No data available
Explosive properties	Not classified as explosive
Oxidising properties	Not classified as oxidising

### 9.2: Other information

None known.

## SECTION 10: STABILITY AND REACTIVITY

### 10.1: Reactivity

No hazardous reactions known under normal ambient and anticipated storage and handling conditions of temperature and pressure.

### 10.2: Chemical stability

Stable under normal ambient and anticipated storage and handling conditions of temperature and pressure.

### 10.3: Possibility of hazardous reactions

None known under normal ambient, temperature and pressure storage and handling conditions.

### 10.4: Conditions to avoid

Avoid formation of dusty atmospheres.

### 10.5: Incompatible materials

Oxidizing agents, acids, iodine pentachloride, iodine monochloride, and hydrogen peroxide.

### 10.6: Hazardous decomposition products

Decomposition may release sulphur dioxide, metal oxide fumes and flammable hydrogen sulfide gas.

## SECTION 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION

### 11.1: Information on toxicological effects

Acute inhalation	No data were identified for this product as a whole. Based on its constituents this product is not considered to meet the classification criteria for harmful if inhaled. Exposure to dust may be irritating to the nose, throat and respiratory tract with dryness, coughing and metallic taste. Elemental zinc resulted in a LC <sub>50</sub> of >5.41 mg/m <sup>3</sup> ; no mortality was observed. Less intense short-term exposure to copper and zinc during smelting could result in the condition called metal fume fever. The symptoms of metal fume fever will occur within 3 to 10 hours, and include immediate dryness and irritation of the throat, tightness of the chest, and coughing which may later be followed by flu-like symptoms of fever, malaise, perspiration, frontal headache, muscle cramps, low back pain, occasionally blurred vision, nausea, and vomiting. The symptoms are temporary and generally disappear, without medical intervention, within 24 to 48 hours of onset.
------------------	--

**Neves-Corvo Zinc Concentrate 8**

<b>Acute oral</b>	No data were identified for this product as a whole. Based on its constituents, this product is not considered to meet the classification criteria for harmful if swallowed. Ingestion of large quantities may result in gastrointestinal upset, vomiting, constipation or bloody diarrhea. Zinc sulfide resulted in a rat oral LD <sub>50</sub> >15000 mg/kg bw.
<b>Acute dermal</b>	No data were identified for this product as a whole. Zinc sulfide resulted in a rat dermal LD <sub>50</sub> >2 g/kg bw. Elemental copper resulted in an rat LD <sub>50</sub> of >2000mg/kg bw.
<b>Skin corrosion/irritation</b>	No data were identified for this product or its constituents. The product may cause mechanical skin irritation.
<b>Eye damage/irritation</b>	No data were identified for this product as a whole. The product may cause mechanical eye irritation.
<b>Respiratory/skin sensitisation</b>	No data were identified for this product as a whole. None of the components have been identified as sensitisers, and this product is not expected to cause sensitization.
<b>Germ cell mutagenicity</b>	No data were identified for this product as a whole. Product contains cadmium compounds which may be mutagenic, however they are present only at concentrations below thresholds for concern.
<b>Carcinogenicity</b>	No data were identified for this product as a whole. Product contains lead and cadmium compounds which may cause cancer. Lead is classified according to IARC – Category 2 carcinogen; ACGIH - A3 - Confirmed Animal Carcinogen with Unknown Relevance to Humans; NTP – Category B: Reasonably Anticipated To Be A Human Carcinogen. Cadmium is classified according to IARC - Category 1 carcinogen; IRIS Group B1 Probable Human Carcinogen. Classification of the product is based on metal release rates assessed by in-vitro bio-solubility tests in gastric fluids (ASTM 55717-07). The results demonstrate lower bio-accessibility of the metals from the concentrates compared to the soluble reference metal compounds.
<b>Reproductive toxicity</b>	No data were identified for this product as a whole. Product contains lead compounds which are known to damage fertility and cause birth defects. Chronic over-exposure to lead has been implicated as a causative agent for impairment of male and female reproductive capacity. Classification of the product is based on metal release rates assessed by in-vitro bio-solubility tests in gastric fluids (ASTM 55717-07). The results demonstrate lower bio-accessibility of the metals from the concentrates compared to the soluble reference metal compounds.
<b>Specific Target Organ Toxicity–single exposure</b>	No data were identified for this product or its constituents.
<b>Specific Target Organ Toxicity–repeated exposure</b>	No data were identified for this product as a whole. Product contains lead compounds. Kidney dysfunction and neurological damage has been associated with chronic lead poisoning. Product contains copper compounds, Workers exposed to high levels of copper dust may report symptoms suggestive of respiratory irritation, including coughing, sneezing, thoracic pain, and runny nose. Product contains cadmium compounds which are known to cause organ damage by prolonged or repeated exposure.
<b>Aspiration hazard</b>	Not relevant. Physical form of solid or powder indicates no aspiration hazard potential.

**Information on likely routes of exposure**

The relevant routes of exposure are the oral, dermal, and inhalation.

**Symptoms related to the physical, chemical and toxicological characteristics**

Inhalation of dusts may cause cancer. Prolonged or repeated may cause organ damage. May damage fertility or cause birth defects.

## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

### Delayed and immediate effects as well as chronic effects from short and long-term exposure

Inhalation of dusts may cause cancer. Prolonged or repeated exposure may cause organ damage. May damage fertility or cause birth defects.

### Interactive effects

None known.

## SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION

### 12.1: Toxicity

No data were identified for this product as a whole. Some of the elemental metal constituents in the concentrate exhibit acute and/or chronic toxicity to fish, invertebrates and/or algae.

Dissolution tests demonstrated that Neves Corvo zinc concentrate in general shows metal ion release rates for Zn, Pb, Cd, that are lower than from the soluble metal compounds with known hazard profile. The product is classified according UN-GHS 4th rev 2011 as Acute Aquatic Toxicity Cat. 2 and Chronic Aquatic Toxicity Cat. 3.

<b>Toxicity to fish</b>	<b>Zinc</b> <i>Pimephales promelas</i> (fathead minnow) Flow-through 96-h-LC <sub>50</sub> = 2.16 – 3.05 mg/L Semi-static 96-h-LC <sub>50</sub> = 0.211 – 0.269 mg/L Static 96-h-LC <sub>50</sub> = 2.66 mg/L  <i>Oncorhynchus mykiss</i> (rainbow trout) Flow-through 96-h-LC <sub>50</sub> = 0.24 mg/L Semi-static 96-h-LC <sub>50</sub> = 0.59 mg/L Static 96-h-LC <sub>50</sub> = 0.41 mg/L  <i>Lepomis macrochirus</i> (bluegill sunfish) Static 96-h-LC <sub>50</sub> = 3.5 mg/L  <b>Lead</b> <i>Pimephales promela</i> 96 Hr LC <sub>50</sub> = 6.5 mg/L
<b>Toxicity to invertebrates</b>	<b>Zinc</b> <i>Daphnia magna</i> (water flea) Static 48-h-EC <sub>50</sub> = 0.139 – 0.908 mg/L  <b>Lead</b> <i>Daphnia magna</i> (water flea) 48 Hr EC <sub>50</sub> = 600 µg/L
<b>Toxicity to algae and plants</b>	<b>Zinc</b> <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (green algae) Static 96-h-EC <sub>50</sub> = 0.11 - 0.271 mg/L 72-h-NOEC = 0.09 - 0.125 mg/L

### 12.2: Persistence and degradability

Not relevant for naturally-occurring inorganic compounds.

### 12.3: Bioaccumulative potential

### Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

Zinc is an essential element and therefore, animals regulate their internal zinc concentrations in most cases. The fact that zinc, as an essential metal, is naturally concentrated by living organisms means that the BCF for zinc bears no relationship to toxicity.

The concentrate contains lead which is known to bioaccumulate in aquatic organisms

#### 12.4: Mobility in soil

Not relevant for naturally-occurring minerals.

#### 12.5: Results of PBT and vPvB assessment

This product is exempt from REACH and therefore does not meet the criteria for PBT or vPvB assessment under Annex XIII of EC No. 1907/2006.

#### 12.6: Other adverse effects

This product contains materials known to be hazardous to the aquatic environment.

### SECTION 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS

#### 13.1: Waste treatment methods

Dispose of material in accordance with local/regional/national/international regulations.

### SECTION 14: TRANSPORT INFORMATION

	Road (ADR)	Sea (IMDG)	Air (ICAO)
14.1: UN-No.:	None	None	None
14.2: Proper shipping name:	None	Metals sulphide concentrate, MHB (Materials Hazardous in Bulk),	None
14.3: Hazard class(es):	None	None	None
14.4: Packing group:	None	None	None
14.5: Environmental hazard(s):	None	None	None
14.6: Special precautions for the user	None	This material may liquefy if shipped at moisture content in excess of its transportable moisture limit. It may also present chemical hazards. Recommendations set out in Appendix 1 of the International Marine Solid Bulk Cargo Code should be observed.	None
14.7: Bulk transportation (according to Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code:	Not applicable	Not applicable (solid product)	Not applicable

## Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

*Note that this material has been tested under the United Nations Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, Fifth Revised Edition (2009) Test results indicate that the concentrate qualifies neither as a flammable solid under Class 4.1 nor a self-heating substance under Class 4.2. The aquatic toxicity classification of the zinc concentrate according UN-GHS 4th rev 2011, is acute 2, chronic 3, not harmful to the marine environment.*

### SECTION 15: REGULATORY INFORMATION

#### 15.1: Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

**National Regulations:** Control of Lead at Work Regulations 2002

#### 15.2: Chemical safety assessment

A chemical safety report/chemical safety assessment has not been carried out on this material.

### SECTION 16: OTHER INFORMATION

<b>Directive 67/548/EEC:</b>	R40: Limited evidence of a carcinogenic effect R48/20/22: Harmful: danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation and if swallowed R60: May impair fertility. R61: May cause harm to the unborn child. R52/53: Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment
<b>Directive EC 1272/2008:</b>	H351: Suspected of causing cancer. H360: May damage fertility or the unborn child. H373: May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure. H412: Harmful to aquatic life with long lasting effects.
<b>Revision(s):</b>	Sections 2.1, 2.2, 11.1, 12.1 and 14 updated to reflect change in classification based on new data from transformation/dissolution tests which show in general metal ion release rates for e.g. Zn, Pb, Cd, that are lower than from the soluble metal compounds with known hazard profile

### ABBREVIATIONS:

CAS	Chemical Abstracts Service
Carc.	Carcinogenicity
Cat.	Category
CLAW	Control of Lead At Work
CLP	Classification, Labelling, and Packaging
DNEL	Derived No Effect Level
DSD	Dangerous Substances Directive
DPD	Dangerous Preparations Directive
EC	European Commission

### Neves-Corvo Zinc Concentrate 8

---

EEC	European Economic Community
EINECS	European Inventory of Existing Commercial chemical Substances
EU	European Union
Inhal.	Inhalation
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution From Ships
Muta.	Mutagenicity
No.	Number
PBT	Persistent, Bioaccumulative, and Toxic
PNEC	Predicted No Effect Concentration
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical substances
Repr.	Reproduction
SDS	Safety Data Sheet
Sens.	Sensitization
STEL	Short Term Exposure Limit
STOT-RE	Specific Target Organ Toxicity - Repeat Exposure
TWA	Time Weighted Average
vPvB	very Persistent, very Bioaccumulative

---

#### DISCLAIMER OF LIABILITY

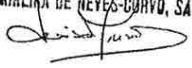
To the best of our knowledge, the information contained herein is accurate. The data in this MSDS relates only to the specific material designated herein, and are to be used for this product only, and does not relate to use in combination with any other material or in any process. If the product is used as a component in another product, this information may not be applicable. Final determination of suitability of any material is the sole responsibility of the user. As the conditions of handling and use are beyond our control, we assume no liability for damages incurred by use of this material or reliance on this data. Although certain hazards are described herein, we cannot guarantee that these are the only hazards that may exist. Users of this product should satisfy themselves that the conditions and methods of use assure the product is used safely. No representations or warranties, either expressed or implied, of any nature are made hereunder with respect to the information contained herein. It is the responsibility of the user to comply with any and all federal, state, or local laws and regulations that may exist. Nothing contained herein is to be construed as a recommendation for use in violation of any applicable laws or regulations.

**End of Safety Data Sheet**

## FORM FOR CARGO INFORMATION FOR SOLID BULK CARGOES



### FORM FOR CARGO INFORMATION for Solid Bulk Cargoes

BCSN Zinc concentrates	
Shipper : Somincor - Neves Corvo Mine	Transport document Number 102/2014
Consignee : Boliden Kokkola Oy	Carrier - Wagenborg Shipping
Name/means of transport - MV Hudsonborg	Instructions or other matters
Port/place of departure - Setubal/Portugal	
Port/place of destination Kokkola / Finland	
General description of the cargo Neves Corvo Zinc Concentrates	Gross mass (kg/tonnes) abt 5.500 metric Tons
Specifications of bulk cargo, if applicable: Stowage factor: 0.41 cubic meters / metric ton Angle of repose, if applicable: n/a Trimming procedures: Spout trimmed	
Group of the cargo <input type="checkbox"/> Group A & B <input checked="" type="checkbox"/> Group A <input type="checkbox"/> Group B <input type="checkbox"/> Group C	For cargoes which may liquefy (Group A and Group A & B cargoes) Transportable Moisture Limit 11.90 %  Moisture content at shipment 10.84%
Relevant special properties of the cargo (e.g., highly soluble in water)  Classification according to IMO MARPOL ANNEX V: <input type="checkbox"/> Harmful to the marine environment <input checked="" type="checkbox"/> X - Not harmful to the marine environment	Additional certificate(s)* <input checked="" type="checkbox"/> X Certificate of moisture content and transportable moisture limit <input type="checkbox"/> Weathering certificate <input type="checkbox"/> Exemption certificate <input checked="" type="checkbox"/> X Other - SDS  *If required
DECLARATION I hereby declare that the consignment is fully and accurately described and that the given test results and other specifications are correct to the best of my knowledge and belief and can be considered as representative for the cargo to be loaded.	Name/status, company/organization of signatory  <div style="text-align: right;">             SOMINCOR            SOC. MINEIRA DE NEVES-CORVO, SA         </div> Place and date Setúbal, 04.03.2014 Signature on behalf of shipper



## INZAGE REACTIES

Een concept van dit rapport is, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid, voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op fouten en onduidelijkheden. De conceptversie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partijen:

- Nabestaanden slachtoffer.
- Rederij Royal Wagenborg b.v.
- Somincor- Sociedade Mineira de Neves-Corvo, S.A.

Rederij Royal Wagenborg B.V. heeft van de mogelijkheid om te reageren gebruik gemaakt. De volgende opmerking is niet overgenomen in het rapport:

“Het is ons niet bekend, en ook zeer onwaarschijnlijk dat deze check door de matroos is uitgevoerd. Wij vinden het niet terug in onze rapportages. Het zou onlogisch zijn dat de eerste stuurman, na enige minuten, zich nog steeds in de schacht zou bevinden, in de nabijheid van de toegangsdeur. Het zou immers ook betekenen dat hij, na deze check, zich niet/vrijwel niet meer heeft verplaatst. De tweede stuurman is kennelijk wel in de veronderstelling geweest dat deze check door de matroos uitgevoerd is, maar dat moet een misverstand geweest zijn.”

### **Reactie Onderzoeksraad:**

De Onderzoeksraad beschikt over informatie waaruit blijkt dat de controle door de betreffende matroos wel is uitgevoerd.

Alle andere opmerkingen zijn verwerkt in het rapport.



### Bezoekadres

Anna van Saksenlaan 50  
2593 HT Den Haag  
T 070 333 70 00  
F 070 333 70 77

### Postadres

Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

[www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)