

Ammoniakk som drivstoff på skip

GSP Mini-Seminar – 15 Juni 2021

Marius Leisner – Konsulent DNV Environment Advisory





Sikkerhets-utfordringer ved å bruke ammoniakk som drivstoff

Status på regelutvikling

Integrering av ammoniakk-anlegg ombord på skip

Ammoniakk og sikkerhet

Ammoniakk mot LNG

	Normal Boiling Point	Pressure for storage at ambient Temperature (20 °C)	Liquid mass density at 15°C	Lower Heating Value	Energy Density	CO2 by combustion
	[°C]	[bar g]	[kg/m ³]	[MJ/kg]	[MJ/L]	[kgCO ₂ /GJ]
HYDROGEN	- 253	–	71	120	8.5 **	0
LNG	- 162	–	450	50	22.5	56*
LPG ***	- 42	7.5 min	550	46	25.5	60
AMMONIA	- 33	7.6 min	618	18.6	12.7	0
METHANOL	65	ATM	780	19.9	15.5	70
HEAVY FUEL OIL (HFO)	>160	ATM	920 - 1010	40.5	35	80

Ammonia LEL: 15%
Ammonia UEL: 28%

Methane LEL: 4.4%
Methane UEL: 17%

Ammonia ignition energy (680mJ) approx. 2000 times above LNG

Ammonia is not considered flammable in open air



Ammoniakk er giftig ved lave konsentrasjoner

Table 3-1 Exposure guidance (Karabeyoglu A, Brian E., 2012)

Effect	Ammonia concentration in air (by volume)
Readily detectable odour	20 – 50 ppm
No impairment of health for prolonged exposure	50 – 100 ppm
Severe irritation of eyes, ears, nose and throat. No lasting effect on short exposure	400 – 700 ppm
Dangerous, less than ½ hours exposure may be fatal	2000 – 3000 ppm
Serious edema, strangulation, asphyxia, rapidly fatal	5000-10000 ppm

10 000 ppm = 1 %



Helsebiblioteket.no

Inhalasjon av ammoniakk-gass i høye konsentrasjoner kan gi raskt innsettende alvorlige symptomer og dødsfall. Dette kan skyldes laryngospasme, larynxødem og reflektorisk respirasjons- og sirkulasjonskollaps. Faren er størst ved ulykker innendørs, eller i situasjoner der man er tett på kilden.

Ved lavere konsentrasjoner vil ammoniakk-gass kunne gi både lett og kraftig irritasjon av luftveier og øyne avhengig av eksponeringstid, nærhet til kilde etc. Akutt respirasjonsbesvær forekommer. Det er risiko for utvikling av toksisk lungeødem (latens på inntil 3 døgn) og ARDS (Acute respiratory distress syndrom) i alvorlige tilfeller.

Gassen kan løses i fuktighet på hud og slimhinner og gi etseskader av ulik alvorlighetsgrad.

1 del flytende ammoniakk \times 855 expansion ratio / 5000 ppm = **170 000 deler giftig gass**



Regelstatus

Detaljerte krav til LNG (Part A-1)

Andre low flashpoint fuels er tillatt - godkjenning basert på alternativ design metode

Regler for metanol, LPG, oljer med lavere flammepunkt og brenselceller under utvikling i IMO

IGF CODE

INTERNATIONAL CODE OF SAFETY
FOR SHIPS USING GASES OR OTHER
LOW-FLASHPOINT FUELS

2016 EDITION



AMMONIA AS A MARINE FUEL

SAFETY HANDBOOK



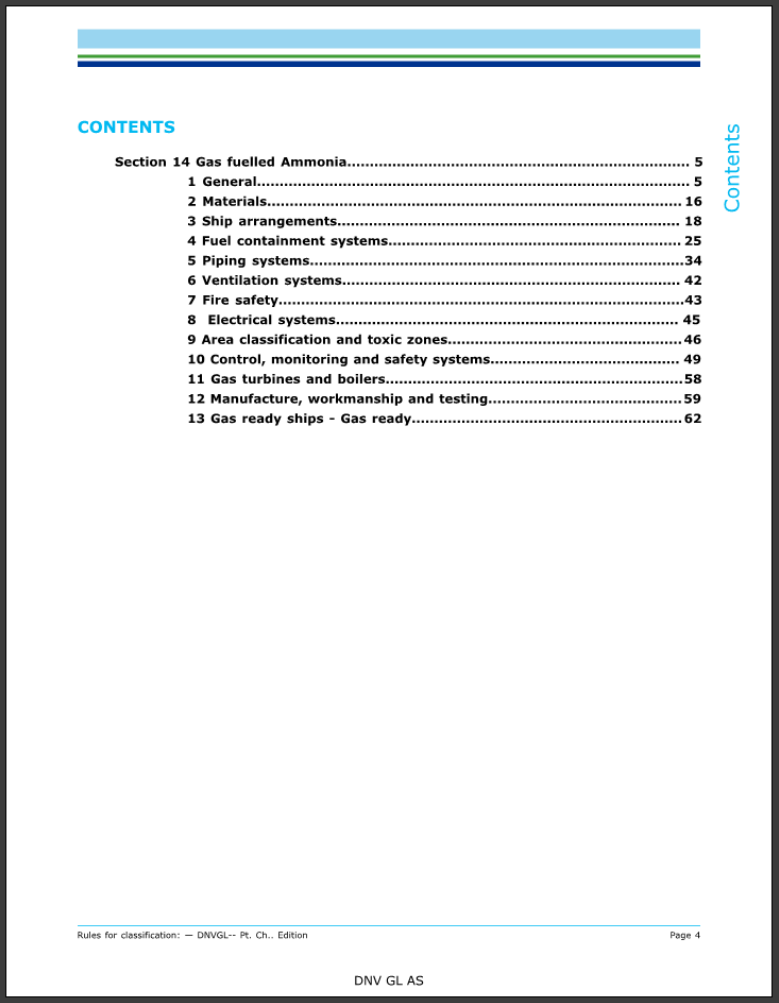
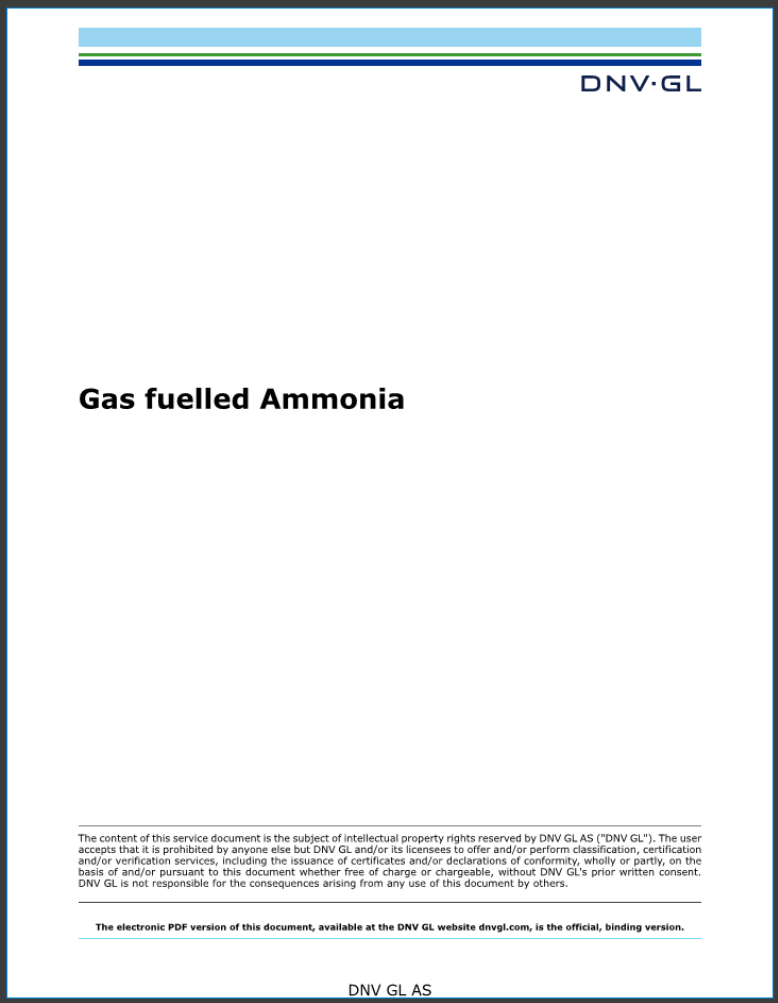
Utgitt November 2020

Gir en oversikt over sikkerhetsutfordringer med ammoiakk som drivstoff

Utviklet i parallel med regelutvikling – En del av ammoniakk-pilot i GSP

DNV Regler – Gas fuelled Ammonia

- Første utgave Juli 2021
- Trer i kraft Januar 2022



Fuel ready notation

- Assistere redere som ønsker å forberede skipet for en potensiell ombygging til alternative drivstoff
- Gi strukturerte rammebetingelser for kontrakts-forhandlinger mellom eier og verksted
- Gi klare retningslinjer for omfanget av arbeidet for alle involverte parter: Verksted, eier, designer, klassens godkjennings- og site team



DNV sine ammoniakk-regler

Ingen erfaring med ammoniakk som marint drivstoff

- Ammoniakk blir fraktet på gass-tankere som last – kan i følge IGC koden ikke brukes som drivstoff fordi det er giftig.
- Ammoniakk benyttes som kjølemedium i fryseanlegg – primært på fiskebåter – relativt begrensede volumer i et lukket system
- Vi har utviklet regler for LNG som drivstoff – som har tatt samme veien fra cargo på gasstankere til fuel på andre båter



Segregation

Protect gas fuel installation from external events

Double barriers

Protect the ship against leakages

Leakage detection

Give warning and enable automatic safety actions

Automatic isolation of leakages

Reduce consequences of a leakage



Sikkerhetsbarrierer – LNG som drivstoff



**Plassere gass-installasjonen
et sted som reduserer
mulighet for skade**

*Kollisjon, grunnstøting, brann,
eksplosjon, lasthåndtering*



Sikkerhetsbarrierer – LNG som drivstoff

**Sørge for at lekkasjer kan håndteres på
en sikker måte**

*TCS, FPR, doble rør, ex-utstyr, separat
ventilasjon, tilgangs-kontroll*



Sikkerhetsbarrierer – LNG som drivstoff

**Installere systemer som kan detektere
lekkasjer**

*Kontinuerlig gass-deteksjon, temperatur,
trykk*



Sikkerhetsbarrierer – LNG som drivstoff

Installere systemer som kan stoppe lekkasjer
Aktuerte ventiler, automatisk sikkerhets-system



Lagring av ammoniakk

Unngå ammoniakkutslipp fra tank

- design pressure 18 bar, eller
- design pressure < 18 bar
fordampet ammoniakk må håndteres av BOG system
- Tank connections – fra toppen av tanken for å minimere lekkasjer i et skadescenario



Rørsystemer

Unngå utslipp av ammoniakk fra systemer - normaloperasjon

- 18 bar design-trykk for rørsystemer.
- Sekundærbarriere rundt rørsystemer – krever ikke ventilasjon av annular space.
- Sikkerhetsventiler i rørsystem skal ikke ventilere til dekk.



Tank Connection Spaces/Fuel preparation rooms

- Alle tankforbindelser arrangeres i TCS - designet for å håndtere lekkasjer
- Alt prosessutstyr arrangeres i FPR - designet for å håndtere lekkasjer
- Tilgang til TCS/FPR via air locks.
- Vanngardin ved utgang.



Ventilasjon og lekkasje-deteksjon

Ventilasjon av rom med ammoniakk

- Normal ventilasjon: 30 air changes/hr
- Nød-ventilasjon: 45 air changes/hr minimum eller $300\text{m}^3/\text{h}$ per m^2 våt overflate

Separate ventilasjon-systemer for hvert rom med lekkasje-kilder for ammoniakk

Alarmer

- Lekkasje-deteksjon: 150ppm – alarmnivå
350ppm – Nedstengning
- Alarm på åpent dekk ved utslipp av ammoniakk



Områdeklassifisering

Lukkede rom med lekkasjekilder – Ex Sone 1

Ikke krav til eksplosjons-beskyttelse på åpent dekk

Innført «Toxic Zones» - Sikkerhetsavstand til åpninger i båten:

- Vent mast – 25 m (åpning B/3 eller minimum 6 m over dekk)
- Ventilasjonsutløp fra TCS/FPR – 10 m
- Åpninger fra rom med ammoniakk lekkasjemuligheter – 5 m



Personlig verneutstyr

PPE:

- Øyevask og nød-dusj i maskinrom, utenfor TCS, FPR og bunkrings-stasjon.
- Krav til beskyttende pustemaske for evakuering til alle ombord.
- Ekstra krav til beskyttelses-utstyr for personell som deltar i bunkrings-operasjoner.



Oppsummering

Hovedutfordringen med ammoniakk fra et sikkerhetsperspektiv er giftighet.

Klasseregler for ammoniakk er rett rundt hjørnet – Internasjonale kodekrav er ikke det

Vi anser store ammoniakk-utslipp fra tank som den sikkerhets-risikoen det er vanskeligst å kontrollere med krav til design



Spørsmål?