

# Potentialen för ammoniak som sjöfartsbränsle

**Julia Hansson, Selma Brynolf och Erik Fridell**  
IVL Svenska Miljöinstitutet och Chalmers

Referensgrupp med aktörer från Wallenius Marine, Stena Line, Preem, Yara, ABS (American Bureau of Shipping), Volvo Penta, Lighthouse

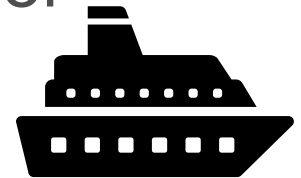
# On the potential of ammonia as fuel for shipping

**Syfte: Att analysera förutsättningarna för ammoniak som bränsle för sjöfarten**

Varför? Ammoniak är ett flytande kolfritt bränsle som kan tillverkas från förnyelsebara källor och användas i bränsleceller eller förbränningsmotorer

Produceras från vätgas och kväve

Hur? Kunskapssyntes inkluderandes t ex produktionsvägar, kostnader, säkerhets- och miljöaspekter samt jämförelse med andra alternativ (multikriterieanalys och energisystemmodellering med global kostnadsminimeringsmodell)



# Insikter om möjligheter och utmaningar:

- Produceras framförallt från naturgas idag -> betydande ökning av tillförlitlig förnybar produktion av ammoniak behövs!
- Kräver större plats ombord än flera andra bränslen, men mindre än vätgas, lättare att lagra/hantera än vätgas, högre energidensitet
- Fungerande bränsleinfrastruktur och bunkringssystem viktigt men inga stora hinder, infrastruktur för ammoniak som gödsel finns
- Teknisk mognad: begränsat antal motortester och inga resultat från tester för marina tillämpningar men på gång!
- Pilotbränsle krävs, låg verkningsgrad och utsläppsproblematik men kan förbättras -> fler studier av utsläpp & effektivitet behövs
- Bränslepris: samma spann som vätgas förväntas
- **Säkerhetsaspekter centrala –att beakta vid design och hantering**

# Ammoniak - ett bränsle att tro på?



- För att nå global minskning av GHG-utsläpp framstår i vår nuvarande energisystemmodellering vätgas på lite längre sikt att vara ett mer kostnadseffektivt alternativ än ammoniak för sjöfart. Men...
- Multikriterieanalys visar att ammoniak kan vara lika intressant som vätgas och biobränslen.
- Ammoniak kan i viss utsträckning vara ett intressant framtida marint bränsle, men många frågor kvarstår att lösa innan storskalig introduktion.
- Technology Readiness Level (TRL, 1-9) för ammoniakdrivna FCs and ICEs: 4-5 (technology validated in lab and relevant environment). För ammoniak i marina tillämpningar finns nu utvecklings och demonstrations projekt.

# Publikationer

Rapport: On the potential of ammonia as fuel for shipping - A synthesis of knowledge. Lighthouse report. Länk:

[https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/rapport\\_ammoniak.pdf](https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/rapport_ammoniak.pdf)

För artikel, exjobb maila: [julia.hansson@ivl.se](mailto:julia.hansson@ivl.se)



Article

## The Potential Role of Ammonia as Marine Fuel—Based on Energy Systems Modeling and Multi-Criteria Decision Analysis

Julia Hansson <sup>1,2,\*</sup>, Selma Brynolf <sup>1</sup>, Erik Fridell <sup>2</sup> and Mariliis Lehtveer <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanics and Maritime Sciences, Maritime Environmental Sciences, Chalmers University of Technology, SE-412 96 Gothenburg, Sweden; selma.brynolf@chalmers.se

<sup>2</sup> Sustainable Society, IVL Swedish Environmental Research Institute, Box 530 21, SE-400 14 Gothenburg, Sweden; erik.fridell@ivl.se

<sup>3</sup> Department of Space, Earth and Environment, Energy Technology, Chalmers University of Technology, SE-412 96 Gothenburg, Sweden; mariliis.lehtveer@chalmers.se

\* Correspondence: [julia.hansson@ivl.se](mailto:julia.hansson@ivl.se)

Received: 15 March 2020; Accepted: 15 April 2020; Published: 17 April 2020



**Abstract:** To reduce the climate impact of shipping, the introduction of alternative fuels is required. There is a range of different marine fuel options but ammonia, a potential zero carbon fuel, has recently received a lot of attention. The purpose of this paper is to assess the prospects for ammonia as a future fuel for the shipping sector in relation to other marine fuels. The assessment is based on a synthesis of knowledge in combination with: (i) energy systems modeling including the cost-effectiveness of ammonia as marine fuel in relation to other fuels for reaching global climate targets; and (ii) a multi-criteria decision analysis (MCDA) approach ranking marine fuel options while considering estimated fuel performance and the importance of criteria based on maritime stakeholder preferences. In the long-term and to reach global GHG reduction, the energy systems modeled indicate that the use of hydrogen represents a more cost-effective marine fuel option than ammonia. However, in the MCDA covering more aspects, we find that ammonia may be almost as interesting for shipping related stakeholders as hydrogen and various biomass-based fuels. Ammonia may to some extent be an interesting future marine fuel option, but many issues remain to be solved before large-scale introduction.

**Keywords:** shipping; alternative fuels; ammonia; decarbonization; biofuels; greenhouse gas emission targets; scenarios; multi-criteria decision making

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**ivl**  
SVENSKA  
MILJÖINSTITUTET



TRAFIKVERKET



# Tack för att ni lyssnat!

[julia.hansson@ivl.se](mailto:julia.hansson@ivl.se)

“Vätgas, ammoniak och batteridrift för framtidens sjöfart” (inom Hållbar sjöfart, Trafikverket/Lighthouse): Analys av kolfria bränslen inkl. ammoniak från systemperspektiv beaktandes teknisk och ekonomisk genomförbarhet, säkerhet, miljömässig prestanda (leds av Selma Brynolf, Chalmers)