

Beregnet til
Narvik havn KF

Dokument type
Notat til optimaliseringsrapport

Dato
Januar 2022

ENERGIØSNINGER **NOTAT TIL** **OPTIMALISERINGS-** **RAPPORT**

ENERGILØSNINGER

NOTAT TIL OPTIMALISERINGS-RAPPORT

Oppdragsnavn **Narvikterminalen områderegulering**
Prosjekt nr. **1350046864**
Mottaker **Marie Skavik**
Dokument type **Notat**
Versjon **0.3**
Dato **14.01.2022**
Utført av **Heidi Ødegård Berg, Daniel Lundberg (risikovurdering)**
Kontrollert av **[Navn]**
Godkjent av **[Navn]**

Rambøll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://ramboll.com/energy>

INNHOILDSFORTEGNELSE

1.	Valg av energiløsninger	2
1.1	Sammendrag	2
1.2	Generelt om energiløsningene	3
1.3	Landstrøm	4
1.3.1	Kort om landstrøm	4
1.3.2	Utforming og arealbehov	5
1.3.3	Nettilknytning	6
1.4	Bio-LNG	6
1.4.1	Kort om bio-LNG	6
1.4.2	Utforming og arealbehov	8
1.5	Hydrogen	11
1.5.1	Kort om hydrogen	11
1.5.2	Utforming og arealbehov	13
1.6	Ammoniakk	17

1. VALG AV ENERGILØSNINGER

1.1 Sammendrag

Rambøll har vurdert energiløsninger for landstrøm, bio-LNG, hydrogen og ammoniakk. Bakgrunn for utvalget og prioriteringen er gjengitt i vedlegg 1. Formålet med energiløsningene er at de skal kunne forsyne fartøy som legger til i Narvik Havn med utslippsfritt eller lavutslipps drivstoff. Muligheter for å forsyne landgående kjøretøy er også vurdert.

Landstrøm er vurdert som aktuelt for Narvik Havn, både i dag og på lengre sikt. Et landstrømanlegg kan, i tillegg til å forsyne elektrisk kraft til det elektriske anlegget i fartøy som ligger fortøyd ved kai, tilby ladestrøm til for eksempel busser, lastebiler og anleggsmaskiner. Eksempel på anlegg er skissert i avsnitt 1.3, og arealbeslag er oppsummert i Tabell 1. Kart over mulige plasseringer for både energistasjoner, EL-skap og mulig hydrogenstasjon er vist vedlagte situasjonsplaner.

Det forventes at både større og mindre fartøy på LNG/bio-LNG vil kunne legge til i Narvik Havn på kort sikt, men det er usikkert om disse vil etterspørre LNG/bio-LNG fra havna. De bunkrer typisk ved etablerte LNG-terminaler langs kysten og på kontinentet. Det kan være mer aktuelt å etablere et LNG/bio-LNG fylleanlegg for tyngre kjøretøy, som lastebiler, i tilknytning til havna. Et slikt anlegg kan bidra til å styrke Narvik Havns posisjon i TEN-T kjernenettverket. Eksempel på anlegg er skissert i avsnitt 1.4, og arealbeslag er oppsummert i Tabell 1.

Det er økende etterspørsel etter hydrogen i markedet, men teknologien er fremdeles umoden og er forventet å ta markedsandeler på kommersielle vilkår først etter 2030. Narvik Havn har konkrete planer om å få på plass en ny havnebåt på hydrogen, og hydrogen er derfor likevel aktuelt å se nærmere på. Arealmessige begrensninger og plassering av et bunkringsanlegg bør fastsettes med bakgrunn i en risikovurdering. Et eksempelanlegg er beskrevet i avsnitt 1.5, og arealbeslag for et fylleanlegg for arbeids/havnebåt med behov for 400 kg hydrogen/12 t og for tyngre kjøretøy er vist i Tabell 1, og beskrevet nærmere i avsnitt 1.5.2.

Tabell 1: Arealbehov og arealmessige begrensninger for anleggene. Arealmessige begrensninger ihht. tabellverdier. I: Indre sone M: Midtre sone Y: Ytre sone. Bestemmelser som gjelder for indre, midtre og ytre hensynssone er gitt i figur 10.

Type anlegg	Arealbehov (m ²)	Arealmessige begrensninger (tabellverdier) (m ²)	Kommentar
Landstrøm (lavspent eller høyspent)	30-80 *		*Kabelhåndteringssystem og kabelstrek kommer i tillegg.
Bio-LNG fylleanlegg for tunge kjøretøy med 120 m ³ LNG-tank	225 (ca)	I: 2 642 M: 20 612 Y: 30 791	Tabellverdier for fylleanlegg for tunge kjøretøy. For bunkringsanlegg må arealmessige begrensninger fastsettes med risikovurdering.
Hydrogen	1500 (ca) (fylleanlegg for arbeidsbåt m. behov for 400 kg/12 t og tyngre kjøretøy)	I: 28 953* M: 43 005* Y: 43 744*	*Tabellverdier for fylleanlegg for lette kjøretøy (personbil). For tyngre kjøretøy og for bunkringsanlegg må arealmessige begrensninger fastsettes med risikovurdering.

Det er økende interesse for ammoniakk til skip, men teknologien er fremdeles umoden og er forventet å ta markedsandeler først etter 2030, se avsnitt 1.6. Det er ikke gjort noen nærmere beskrivelser av ammoniakkanlegg i denne prosjektfasen.

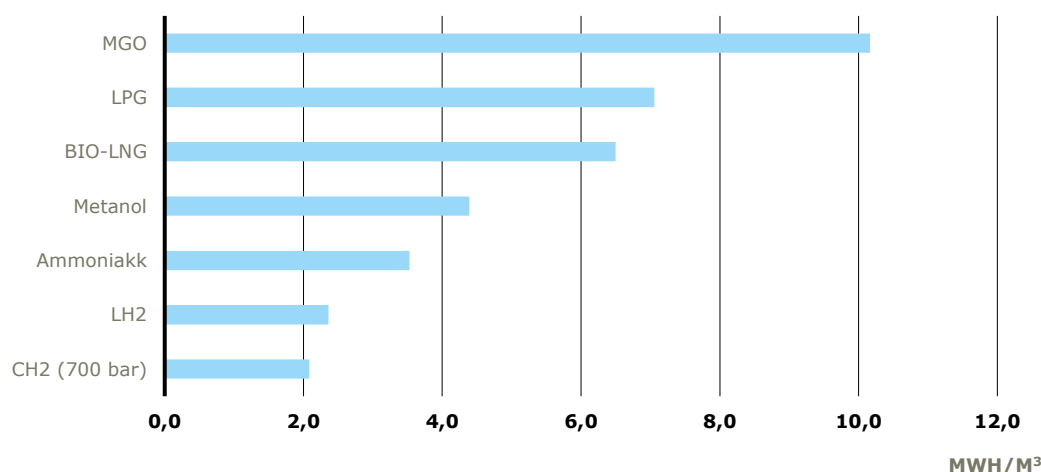
1.2 Generelt om energiløsningene

For å gi en forståelse for hvilke tekniske utfordringer rederiene møter når de skal vurdere en overgang fra fossile til nye drivstoff har vi listet noen sentrale drivstoffegenskaper i Figur 1 og Figur 2 nedenfor. Volumetrisk energitetthet sier noe om hvor mye energi en kubikk med drivstoff inneholder, mens gravimetrisk energitetthet sier noe om hvor mye energi en kg med drivstoff inneholder. Felles for drivstoffene som er listet er at alle er aktuelle drivstoff til skip.

Figurene illustrerer noen sentrale fordeler og ulemper med ulike drivstoff til skip i dag. Ved å bytte til et drivstoff med en lavere volumetrisk energitetthet vil fartøy trenge større drivstofftanker om bord hvis de skal lagre den samme mengden med energi som før. Alternativt må de bunkre drivstoff oftere. Ved å bytte til et drivstoff med en lavere gravimetrisk energitetthet vil drivstofftankene på fartøy bli tyngre hvis de skal lagre den samme mengden energi som før. Alternativt må de bunkre drivstoff oftere.

VOLUMETRISK ENERGITETTHET FOR ULIKE DRIVSTOFF

MGO: MARIN GASSOLJE LPG: FLYTENDE PROPAN BIO-LNG:
FLYTENDE BIOGASS LH₂: FLYTENDE HYDROGEN CH₂: KOMPRIMERT
HYDROGEN

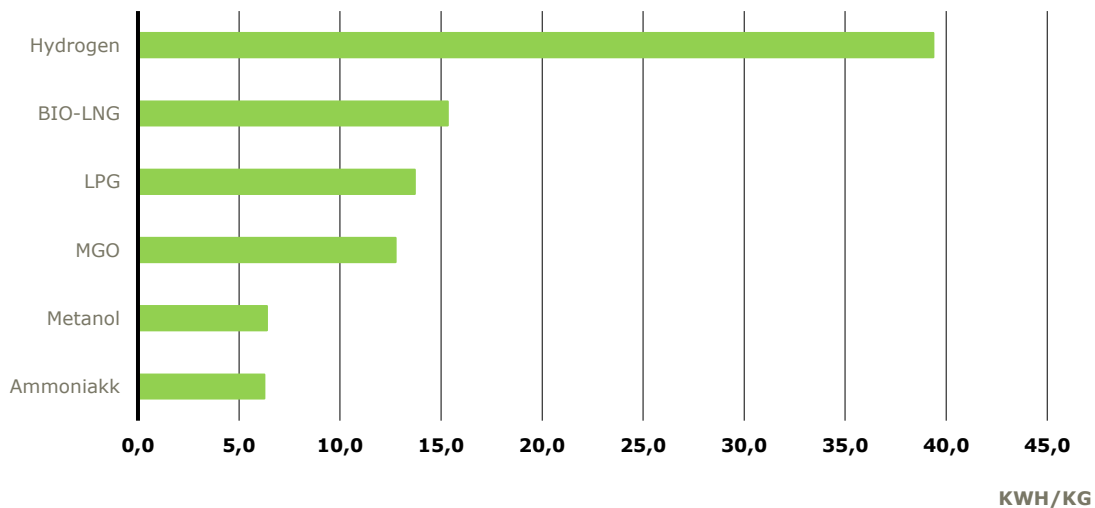


Figur 1: Volumetrisk energitetthet for ulike drivstoff. Volumetrisk energitetthet sier noe om hvor mye energi en kubikk med drivstoff inneholder (MWh¹ per kubikk drivstoff).

¹ MWh: Megawatt-time. 1 MWh=1 000 kWh=1 000 000 watt.

GRAVIMETRISK ENERGITETTHET FOR ULIKE DRIVSTOFF

MGO: MARIN GASSOLJE LPG: FLYTENDE PROPAN BIO-LNG: FLYTENDE BIOGASS



Figur 2: Gravimetrisk energitetthet for ulike drivstoff. Gravimetrisk energitetthet sier noe om hvor mye energi en kg med drivstoff inneholder (kWh per kg med drivstoff).

1.3 Landstrøm

Vurderingene i dette avsnittet er basert på en rapport som Sweco har utarbeidet i 2021; «Forprosjektrapport om landstrøm til Narvik Havn». Omtales her som «forprosjektet».

1.3.1 Kort om landstrøm

Landstrøm er forsyning av elektrisk kraft fra strømanlegg på land til det elektriske anlegget i fartøy som ligger fortøyd ved kai (ikke lading). Landstrøm er vurdert som aktuelt for Narvik Havn. Cruise, containerskip og short sea bulk forventes å etterspørre landstrøm fra Narvik Havn i løpet av 10 år (2030). Det er lite sannsynlig at deep sea bulk vil elektrifiseres de nærmeste årene. Se Figur 3.

	TILGJENGELIG ETTERSPORSEL TEKNOLOGI?*			
	NÅ	2030	NÅ	2030
ER SKIP SOM KAN BRUKE LANDSTRØM TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?				
DEEP SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er det lite sannsynlig at deep sea shipping segmentet vil elektrifiseres i de nærmeste årene. Prioriteringen hos de store europeiske havnene og mangelen på reguleringer og retningslinjer for bulk-segmentet tyder på at det er lite sannsynlig at utnyttelse av landstrøm vil dominere for dette segmentet innen 2030.	NEI	NEI	NEI	NEI
SHORT SEA BULK: Flere redere innen dette segmentet har en plan for innføring av landstrøm. Løsninger forventes å være tilgjengelige innen få år.	NEI	JA	NEI	JA
CONTAINERSHIP Det finnes allerede i dag en del containerskip som bruker landstrøm. De store havnene har mål om å kunne forsyne betydelige deler av flåten med landstrøm på sikt. Rotterdam Havn har mål om at 50% av containeranløpene skal bruke landstrøm innen få år.	JA	JA	JA	JA
CRUISE Det finnes allerede i dag flere cruiseskip som bruker landstrøm. Det forventes at det innen få år vil være en stor andel skip som er tilrettelagt for landstrøm i dette segmentet. De store havnene har mål om å kunne forsyne store deler av flåten med landstrøm. Rotterdam Havn har mål om at 90% av cruiseanløpene skal bruke landstrøm innen få år.	JA	JA	JA	JA
ANDRE BÅTER Det finnes allerede i dag mindre båter som er elektrifisert. Arbeidsbåter knyttet til for eksempel fiskeoppdrettsnæringa er forbundet med et potensial for elektrifisering. Fiskeoppdrettsnæringa er preget av økende profitt og fokus på utslippsreduksjoner, noe som kan påvirke utsiktene for lav- og nullutslippsløsninger i dette segmentet. Også fiskebåter kan være aktuelle for elektrifisering. Dette segmentet er prissensitivt og et bytte fra marin gassolje til el kan være aktuelt dersom det reduserer kostnader.	JA	JA	JA	JA

*PÅ KOMMERSIELLE VILKÅR

Figur 3: Landstrøm til fartøy i Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

Et landstrømanlegg kan tilby ladestrøm til kjøretøy. Både busser, lastebiler og anleggsmaskiner kan etterspørre elektrisitet fra et landstrømanlegg på Narvik Havn innen 10 år (2030). Det er usikkert om de større lastebilene vil etterspørre elektrisitet da disse foreløpig er umodne. Se Figur 4.

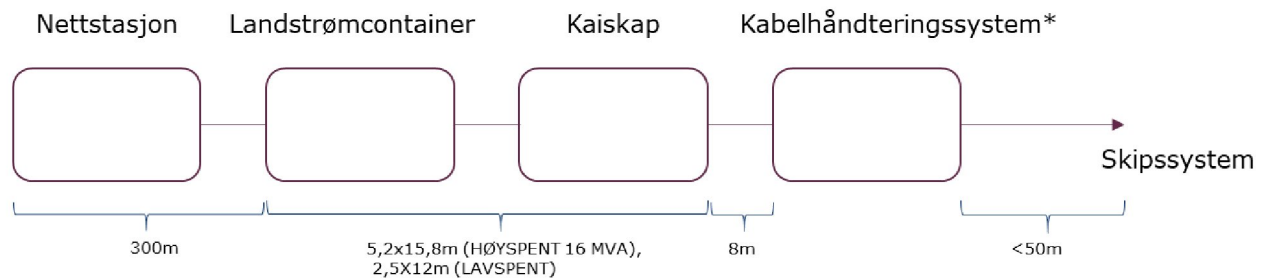
	ER KJØRETØY SOM KAN BRUKE LANDSTRØM TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?		TILGJENGELIG TEKNOLOGI?*		ETTERSPORSEL VED HAVNA?*	
	NÅ	2030	NÅ	2030	NÅ	2030
 BUSS (BY OG REGIONBUSS) By- og regionbusser med faste ruter er tilgjengelige med elektrisk framdrift. Flere av de norske kollektivselskapene har elektriske busser i drift. Boreals bussdepot på Fagernes har 25 busser oppstilt over natten. Disse kan være godt egnet for elektrifisering.	JA	JA	JA	JA	JA	JA
 LASTEBILER Både mindre og større elektriske lastebiler er under utvikling, men foreløpig er de ikke tilgjengelige i markedet og det er usikkert om de vil bli tilgjengelig i løpet av få år. Det er mer sannsynlig at de mindre lastebilene blir tilgjengelige på kort sikt enn de større. REMA 1000, Posten og Bring har transport mellom Fagernes og Bjerkvik, en strekning på 20 km som trafikkeres daglig av lastebiler som kan være egnet for elektrisitet fra landstrømmanlegg på Narvik Havn. De større lastebilene vil trolig ikke være aktuelle for elektrifisering ennå.	USIK	USIK	USIK	USIK	USIK	USIK
 ANLEGGSMASKINER Fagerneskaia har skifteløker, reach stackere, 3 traktorer og 10 gaffeltrucker samt kjøle- og frysecontainere som kan være egnet for elektriske løsninger. Bortsett fra for gaffeltrucker finnes det allerede i dag elektriske løsninger tilgjengelige. For gaffeltruck forventes det løsninger tilgjengelig om få år.	JA	JA	JA	JA	JA	JA

*PÅ KOMMERSELLE VILKÅR

Figur 4: Elektrisitet til kjøretøy ved Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

1.3.2 Utforming og arealbehov

Et typisk oppsett for landstrømmanlegg, inklusive avstander og arealer, er vist i Figur 5 nedenfor.



*for lavspent landstrømmanlegg til containerskip skal kabelhåndteringssystemet befinne seg på skipssiden

Figur 5: Oppsett for landstrømmanlegg. Avstander og arealer er hentet fra forprosjekt landstrøm i Narvik Havn (2021) og er ment som eksempel.

Høyspent landstrøm er anlegg > 1 MW/1000 V. Høyspentstandarden i Norge (IEC80005-1) omfatter primært anlegg til cruiseskip. Det er enda en forholdsvis uprøvd teknologi, og på generell basis finnes det lite driftserfaring med teknisk infrastruktur for landstrøm til dette segmentet.

Lavspentstandarden (IEC80005-3) omfatter alle skip med tilkobling under 1000V. Det har blitt installert lavspent landstrømmanlegg i Norge de siste årene og de tekniske løsningene er bedre utprøvd.

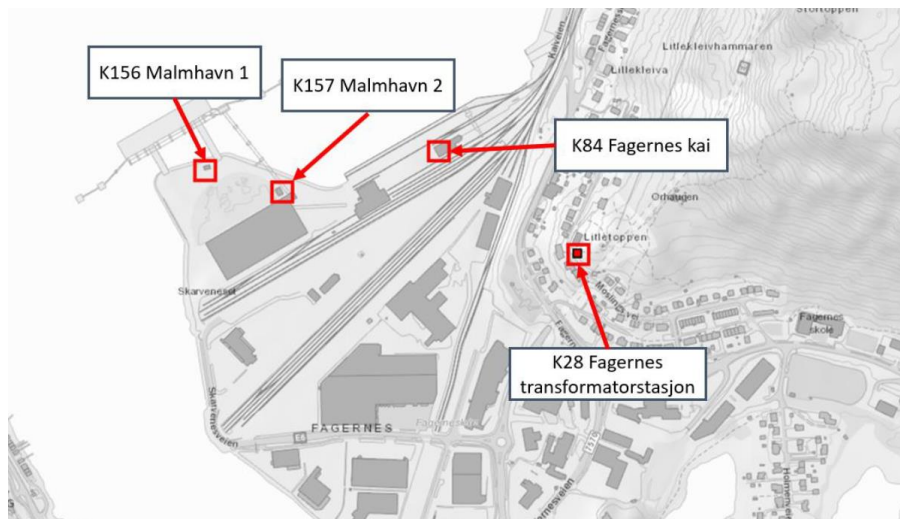
Strømforsyning skjer via kabel. For landstrøm er ladetiden lik liggetiden for skipene, som forsynes med strøm så lenge de ligger til kai. Liggetiden varierer fra 4-6 timer for containerskip, 10-20 timer for cruise og 50 timer for store bunkringskip (deep sea bulk).

Kabelhåndteringssystemet kan ha en lengde på rundt 50 meter kabel (8 meter kabel i bakkant for tilkobling til kaiskap kommer i tillegg). Systemene er fleksible og kan leveres i ulike lengder og med ulikt antall kabler, noe som gjør at flere skip kan lade samtidig.

Omformersystemet for skip med høyt effektbehov bør være adskilt fra omformersystemet til de andre skipene. For eksempel har Hurtigruten Explorer et maksimalt effektbehov på 1,4 MW, mens de største godsskipene som anløper kaia har et maksimalt effektbehov på omtrent 380 kW.

1.3.3 Nettilknytning

Landstrømanlegg forsynes med strøm via nettilknytning til nettstasjon. Figur 6 gir en oversikt over plassering av eksisterende transformatorstasjon og nettstasjoner på Fagernes.



Figur 6: Plassering av relevante nett- og transformatorstasjoner. Kilde: NVE temakart og Nordkraft nett (hentet fra forprosjektrapport Landstrøm i Narvik Havn).

Forprosjektet har vurdert nettilknytning for landstrøm på Fagerneskaia. Der står det at det, når rapporten ble utarbeidet, var minst 1,5 MVA tilgjengelig kapasitet i eksisterende nettanlegg, og to alternativer for tilknytning.

Alternativ 1 er å trekke kabel fra landstrømanlegget til nettstasjon «K156 Malmhavn 1». Her finnes det ledig kapasitet (4 MVA) når forprosjektet gjennomføres (i 2021), men ikke ringforbindelse. Ringforbindelse innebærer at landstrømanleggene forsynes fra to ulike linjer, som gir en høyere redundans. Det er mulig å opprette forbindelse mellom nettstasjon «K84 Fagernes kai» og «K157 Malmhavn 2» for å lage ringforbindelse. Nettstasjonene K156 og K157 er ikke forsynt fra samme linje som K84.

Alternativ 2 er å trekke kabler fra landstrømanlegget til nettstasjon «K84 Fagernes Kai», som har ledig kapasitet (2 MVA) når forprosjektet gjennomføres. Narvik Havn har videre opprettet en ny nettstasjon i nærheten av Fagerneskaia som enda ikke er tatt i bruk.

Forprosjektrapporten har lagt til grunn at det vil være et ønske om å etablere en ny nettstasjon på Fagerneskaia ved eventuell etablering av et landstrømanlegg.

1.4 Bio-LNG

1.4.1 Kort om bio-LNG

Bio-LNG (også kjent som flytende biogass, LBG) er en energirik gass som produseres fra avfall og rester som avløps slam og matavfall. Hovedbestanddelen i bio-LNG er metan (CH_4). I tillegg til biogass produserer biogassanlegg en organisk rest (biorest) som kan brukes som gjødsel- eller jordforbedringsprodukt. Dette gjør at biogass i praksis er sirkulærøkonomi.






Det kreves ca. 20 kg matavfall og 4 kWh energi for å produsere 1 kg bio-LNG. Bio-LNG er ett naturlig substitutt til flytende naturgass (LNG), som også består av metan. LNG er fossilt framstilt og bio-LNG er fornybart framstilt metan, så det er opprinnelsen til metanet som er forskjellig og

som skiller LNG fra bio-LNG. Kjemisk komposisjon og egenskaper er tilnærmet like, og LNG og bio-LNG kan blandes og brukes i samme lagertanker, rørledninger og motorer.

Sammenlignet med markedet for fossile energibærere, som diesel, er markedet for biogass lite. Til sammen utgjør produksjonskapasiteten for komprimert og flytende biogass i Norge en energimengde tilsvarende 48 millioner liter diesel. Til sammenligning var drivstoffomsetningen i landtransport i Norge på 4 200 millioner liter i 2018². I Norge finnes det i dag produksjonskapasitet tilsvarende 11 100 tonn/år bio-LNG³.

På kort (10 år) sikt forventes produksjonen av bio-LNG å øke, med bakgrunn i kunnskap om planlagte utbygginger og på grunn av en forventet økende etterspørsel i tungtransport og sjøfartsektorene⁴. Av planer som Rambøll kjenner til er det planlagt utbygging av 20 000 tonn/år biogassproduksjon i årene som kommer.

Både deep sea bulk, short sea bulk, containerskip, cruise og mindre båter på bio-LNG kan legge til i Narvik Havn i løpet av 10 år (2030). De bunkrer ved LNG-terminaler langs norskekysten og det er usikkert om de vil etterspørre bio-LNG fra havna. Se Figur 7.

	ER SKIP SOM KAN BRUKE BIO-LNG TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPOERSEL VED HAVNA?	TILGJENGELIG ETTERSPOERSEL TEKNOLOGI? VED HAVNA?*			
		NÅ	2030	NÅ	2030
 DEEP SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er LNG sammen med LPG og biodrivstoff de eneste alternativene innenfor dette segmentet i dag, og det er en økende interesse for LNG. Deep sea bulk er store skip som går langt. De bunkrer typisk ved store terminaler langs norskekysten eller på kontinentet og det er lite sannsynlig at de vil bunkre drivstoff ved kai i Narvik Havn.	JA	JA	NEI	NEI	
 SHORT SEA BULK: Det finnes allerede i dag short sea bulk som bruker LNG. I tillegg til skip med ren LNG fremdrift finnes i følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 hybride løsninger som kan gå på en kombinasjon av el og LNG. Avhengig av transportrute bunkrer skipene typisk ved store terminaler langs norskekysten eller på kontinentet og det er usikkert om de vil ha behov for å bunkre drivstoff ved kai i Narvik Havn.	JA	JA	USIK	USIK	
 CONTAINERSHIP Det finnes allerede i dag containerskip som bruker LNG. I tillegg til skip med ren LNG fremdrift finnes i følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 hybride løsninger som kan gå på en kombinasjon av el og LNG. Rederiene inngår vanligvis avtaler med en omsetter av LNG for bunkring. Det er derfor usikkert om skipene vil ha behov for å bunkre drivstoff ved kai i Narvik Havn.	JA	JA	USIK	USIK	
 CRUISE Det forventes at det kommer hybride løsninger som kan gå på el/LNG innen få år. Rederier i Norge har konkrete planer om å bytte fra diesel til en hybrid løsning som kombinerer batterier og LNG. Kongsberg Maritime bygger nå, på oppdrag fra Havila Kystruten, fire nye 122 meter lange cruiseskip som skal gå på batterier og LNG. Rederiene inngår vanligvis avtaler med en omsetter av LNG for bunkring. Havila Kystruten har for eksempel avtale med Gasnor. Det er derfor usikkert om skipene vil ha behov for å bunkre drivstoff ved kai i Narvik Havn.	JA	JA	USIK	USIK	
 ANDRE BÅTER Det finnes allerede i dag mindre båter på LNG. Blant arbeidsbåter knyttet til fiskeoppdrettsnæringa er 7 nye båter nylig satt i bestilling. Fiskeoppdrettsnæringa er preget av økende profitt og fokus på utslippsreduksjoner, som påvirker utsiktene for lav- og nullutslippsløsninger i dette segmentet. Også fiskebåter er aktuelle for LNG. Nylig ble 2 båter satt i bestilling. Dette segmentet er prissensitivt og det er derfor usikkert om bio-LNG, som kan ha en høyere pris enn LNG, vil være aktuelt.	JA	JA	USIK	USIK	

Figur 7: Bio-LNG til fartøy ved Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

I Norge omsettes LNG og bio-LNG stort sett i samme marked. Gassomsettere, som Gasum, Gasnor og Barents Naturgass, kjøper LNG og bio-LNG fra produsent og distribuerer og selger videre til sluttbruker, som for eksempel kan være et rederi. Norge er Europas største produsent og eksportør av naturgass, men i motsetning til andre land er distribusjon av gass i rør svært begrenset her, og for flesteparten av gassomsetteres norske kunder er ikke distribusjon i rør et alternativ. Gassinfrastrukturen i Norge består derfor av transport på skip og på lastebil, mellom små og mellomstore gassterminaler som primært ligger langs kysten. Dette medfører at det vil være naturlig for Narvik Havn å inngå et samarbeid med gassomsettere om en eventuell infrastruktur for bunkring av bio-LNG ved Narvik Havn. Det kan bli en etterspørsel etter bio-LNG til skip ved Narvik

² SSB, «Stadig mer alternativt drivstoff i transport,» 29 September 2019. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stadig-mer-alternativt-drivstoff-i-transport>. [Funnest September 2020].

³ Tall fra markedsundersøkelse gjennomført av Rambøll. Sist oppdatert i 2020

⁴ Basert på markedsvurdering gjennomført av Rambøll i 2020

Havn dersom gassomsettere ser havna som en nødvendig eller en strategisk viktig bunkringslokasjon.

Både busser og lastebiler kan etterspørre bio-LNG fra Narvik Havn innen 10 år (2030). Det er særlig aktuelt for de tyngre kjøretøyene, som lastebiler. Det er usikkert om de lettere kjøretøyene vil etterspørre bio-LNG da disse også er aktuelle for elektrisitet. Se Figur 8.

	ER KJØRETØY SOM KAN BRUKE BIO-LNG TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?	TILGJENGELIG ETTERSPORSEL TEKNOLOGI?*			
		NÅ	2030	NÅ	2030
 BUSS (BY OG REGIONBUSS) By- og regionbusser med faste ruter som driftes på bio-LNG er tilgjengelige. Flere av kollektivselskapene i Norge har gassbusser i drift. Boreals bussdepot på Fagernes har 25 busser oppstilt over natten. Disse kan være godt egnet for langsomfylling med bio-LNG, men de kan også være aktuelle for elektrifisering.	JA	JA	USIK	USIK	
 LASTEBILER Det finnes mindre lastebiler på bio-LNG tilgjengelig i markedet. For de største lastebilene forventes det løsninger tilgjengelig innen få år. Narvik er et knutepunkt for godstrafikk og det passerer 500 vogntog daglig på E6 forbi Fagernes. REMA 1000, Posten og Bring har transport mellom Fagernes og Bjerkvik, en strekning på 20 km som trafikkeres daglig av lastebiler som kan være egnet for bio-LNG fra Narvik Havn. De større lastebilene vil trolig ikke være aktuelle for elektrifisering, men aktuelle for bio-LNG innen få år.	JA	JA	JA	JA	

*PÅ KOMMERSIELLE VILKÅR

Figur 8: Bio-LNG til kjøretøy ved Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

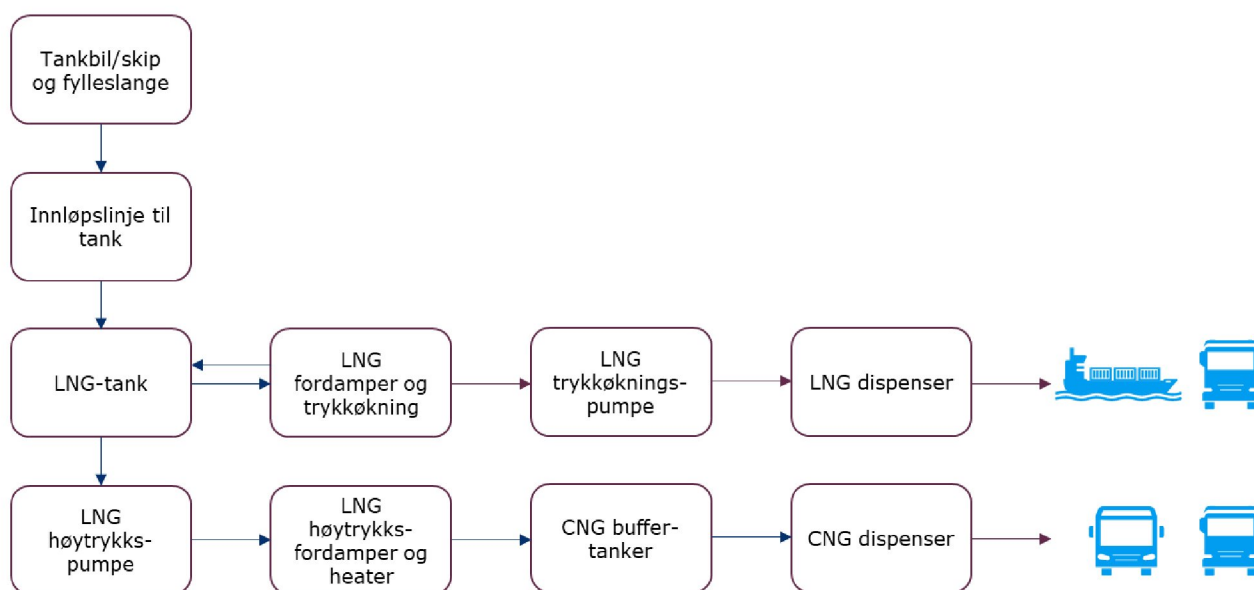
Endringer i rammebetingelser kan påvirke markedet og medfører usikkerhet i utviklingen på både kort og lengre sikt. I sin handlingsplan for biogass tar Regjeringen sikte på å innføre et omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart, som omfatter bio-LNG, fra 2022⁵. Et mulig omsetningskrav på biogass i sjøfarten kan øke etterspørselen etter bio-LNG betraktelig, og medføre at gassomsettere får behov for flere bunkringslokasjoner. Det kan også gjøre bio-LNG til en knapphetsressurs i markedet, noe som kan påvirke prisene på bio-LNG slik at de blir høyere enn de er i dag. Dette har blant annet skjedd med noen typer avansert biodiesel, som HVO. Muligheten til å blande bio-LNG med rimeligere LNG kan bidra til å dempe denne effekten.

Siden LNG og bio-LNG er naturlige substitutter, og dermed kan brukes om hverandre, kan alle skip som går på LNG også gå på bio-LNG.

1.4.2 Utforming og arealbehov

En oversikt over de ulike delene av et bio-LNG-anlegg er vist i Figur 9 nedenfor.

⁵ Klimaplan for 2021-2030. Meld. St. 13 (2020-2021). Klima og Miljødepartementet (2020)



Figur 9: Oppsett for bio-LNG anlegg med mulighet for fylling av både bio-LNG/ LNG og bio-CNG/CNG.

Transport av bio-LNG fra produksjonssted til sluttbruker skjer både på lastebil og på skip, og overføring fra kjøretøy/ bunkring fra fartøy til lokal lagertank skjer via gassledning med bilens/fartøyets pumpe. Bio-LNG lagres i en sylindrisk tank som er spesiallaget for å holde temperaturen nede i $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Metan går over i flytende tilstand når den kjøles ned til $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$, og opprettholdelse av den lave temperaturen må til for å holde bio-LNG flytende. Ved påfylling eller avtapping fra tanken vil det skje en varmeoverføring som gjør at noe gass vil gå over i gassfase (dampe av) til enhver tid. Dette kalles for Boil Off Gas (BOG), og må håndteres for å unngå trykkoppbygging i tanken.

Trykk i forsyningslinje og LNG dispenser er 7 bar og 15 bar. Denne delen av anlegget forsyner skip og eventuelt vogntog med bio-LNG. Trykk i LNG høytrykkspumpe, CNG-fordampere og CNG flaskebatteri er 250-300 bar. Denne delen av anlegget kan forsyne busser og vogntog med komprimert gass (bio-CNG). De to seksjonene er isolerbare, begge trenger ikke å inngå i anlegget på Narvik Havn. Vi har valgt å ta med CNG-seksjonen her fordi buss og vogntog utgjør et potensiale ved havna.

Anlegget skal ha oppsamlingsbasseng for kryogene (flytende gass) lekkasjer under tank og røropplegg.

Fylletiden vil avhenge av størrelsen på skipet og liggetiden. For kjøretøy (buss og vogntog) vil det ved langsomfylling typisk ta 8 timer (over natten), mens hurtigfylling kan ta ned mot 15 minutter.

Arealet som et bio-LNG anlegg opptar består av a) fotavtrykket til selve anlegget, og b) arealmessige begrensninger rundt anlegget. På grunn av sikkerhets- og praktiske hensyn anbefales en kompakt løsning med alle komponenter samlet på et sted. Typisk fotavtrykk for et anlegg med en 120 m^3 LNG-tank (50 tonn) er 15×15 meter, tilsvarende et areal på 225 m^2 . Fotavtrykket vil avhenge av lokale tilpasninger og plassering av komponenter. De arealmessige begrensningene fastsettes med bakgrunn i hensynssoner, og utstrekningen av hensynssonene fastsettes med bakgrunn i sikkerhetsavstander. Sikkerhetsavstandene kan i noen tilfeller fastsettes med bakgrunn i tabellverdier, men det er vanlig å gjøre risikovurderinger for å fastsette dem. En risikovurdering vil ta hensyn til mange ting, blant annet mengdene med bio-LNG som oppbevares på anlegget

(tankstørrelse), omgivelsene rundt (bygningssmasse, type virksomheter, om det oppbevares andre farlige stoffer i området, blant annet).

På et område som Narvik Havn, som er tett bebygget og består av mange og store strukturer (bygninger), vil Rambøll anbefale at sikkerhetsavstandene bestemmes med bakgrunn i en kvantitativ risikovurdering.

For å gi Narvik Havn et bilde av hvordan omfanget av sikkerhetsavstandene, med tilhørende hensynssoner kan bli, har vi lagt til grunn tabellverdier fra DNV GL⁶ nedenfor. Tabellverdiene er utarbeidet for LNG/bio-LNG fylleanlegg for tunge kjøretøy. LNG fylleanlegg for skip vil bestå av de samme komponentene som et slikt fylleanlegg, og det er derfor lagt til grunn at tabellverdiene kan brukes for å illustrere et mulig omfang av arealmessige begrensninger rundt anlegget. Merk at tabellverdiene kun gjelder for anlegg som oppbevarer mindre mengder LNG/bio-LNG enn mengdegrensen som utgjør innslagspunktet til Storulykkeforskriften. For LNG og bio-LNG er mengdegrensen 50 tonn. Overstiges mengdegrensen vil storulykkeforskriften gjelde for anlegget og arealmessige begrensninger må bestemmes med bakgrunn i en risikovurdering.

Tabell 2: Sikkerhetsavstand fylleanlegg LNG/bio-LNG med 120 m³ LNG-tank, 24 fyllinger av tank per dag. Kilde: DNV GL.

	Indre	Midtre	Ytre
Sikkerhetsavstand (m)	29	81	99
Tilsvarende areal (m ²)	2 642	20 612	30 791

Bestemmelser som gjelder for indre, midtre og ytre sone er gjengitt i Figur 10 nedenfor. Figuren er et utsnitt fra *Temaveileder om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer* utgitt av DSB⁷.

Hensynssone	Hensynssonene for Farlig stoff-anlegg går ut:	Hensynssonene for Eksplosivanlegg går ut:	Bestemmelser for hensynssonene (objekter og aktiviteter akseptert i sonen)
Indre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁵	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	Dette er i utgangspunktet virksomhetens eget område. I tillegg kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbi-passering for tredje person (turveier etc.).
Midtre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁶	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan også ligge her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller.
Ytre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁷	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker og mindre overnattingssteder.
Utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone.

Figur 10: Utstrekning av og bestemmelser for hensynssonene. Utsnitt fra Temaveileder om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer utgitt av DSB.

Narvik Havn må planlegge for at bio-LNG fylleanlegg er forbundet med arealmessige begrensninger dersom det skal etableres på havneområdet. Tabellverdiene som er gjengitt ovenfor illustrerer et

⁶ Vedlegg 4 – Sikkerhetsavstand for LNG/bio-LBG fylleanlegg for tunge kjøretøy. DNV GL, 2018

⁷ [Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer | Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap \(dsb.no\)](#)

eksempel på omfanget av slike arealmessige begrensninger. Faktiske arealmessige begrensninger anbefales fastsatt med bakgrunn i en risikovurdering.

1.5 Hydrogen

1.5.1 Kort om hydrogen

Hydrogen er et grunnstoff som opptrer som gass ved omgivelsestemperatur og trykk. Hydrogen kan framstilles på forskjellige måter, blant annet fra naturgass, kull eller fra elektrolyse.






Produksjon av hydrogen ved dampreforming er en kjent prosess fra olje og gassbransjen. Dampreforming skjer når metan og vanddamp reagerer og danner hydrogen og CO₂. Produksjon av 1 kg hydrogen gir omtrent 8 kg CO₂ ved dampreforming. Prosessen krever karbonfangst og lagring (CCS) for at hydrogenet skal kunne regnes som klimanøytralt. Ved elektrolyse brukes elektrisitet til å spalte vannmolekyler opp i hydrogen og oksygenatomer. I denne prosessen dannes det ikke CO₂.

I dag kan et storskala dampreformeringsanlegg produsere rundt 120-140 tonn hydrogen per døgn. NEL AS (Norsk Hydro Electrolysers AS), som blant annet produserer elektrolysører, oppgir at en av deres moduler kan produsere 3 880 Nm³ hydrogen i timen eller inntil 8 tonn hydrogen per døgn⁸.

I dag brukes hydrogen primært i industrien som innsatsfaktor i kjemiske prosesser. Hydrogenet produserer industrien selv «on-site» eller kjøper det av leverandører som distribuerer industrigasser. Markedet for hydrogen i Norge er umodent, men det forventes at økende bruk av hydrogen i industrien og i transportsektoren vil drive frem et større marked for omsetning av hydrogen. Statkraft annonserte høsten 2020 at de har planlagt å installere 50 MW hydrogenanlegg (elektrolyse) med NEL ASA for å forsyne Celsa i Mo i Rana med hydrogen. Et 50 MW hydrogenanlegg vil produsere 22 tonn hydrogen per dag. Det pågår i dag flere prosjekter for produksjon av hydrogen i stor skala i regionen rundt Narvik Havn. Se nærmere omtale lenger ned i dette avsnittet.




Det er økende etterspørsel etter hydrogen i markedet, men teknologien er fremdeles umoden og er forventet å ta markedsandeler på kommersielle vilkår først etter 2030. De største barrierene er mangel på sikkerhetsregelverk, lav teknologisk modenhet, plassmangel og høy CAPEX. Se Figur 11.

⁸ NELhydrogen.com (2020), Atmospheric Alkaline Electrolyser, Hentet den 16.2.2021 fra <https://nelhydrogen.com/product/atmospheric-alkaline-electrolyser-a-series/>

	ER SKIP SOM KAN BRUKE HYDROGEN TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?	TILGJENGELIG TEKNOLOGI?*		ETTERSPORSEL VED HAVNA?*	
		NÅ	2030	NÅ	2030
	DEEP SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er det lite sannsynlig at deep sea shipping segmentet vil gå på hydrogen for 2030. Barrierer mot bruk av hydrogen i marine applikasjoner er mangel på sikkerhetsregelverk, lav teknologisk modenhet, plassmangel om bord på skipet og høy CAPEX. Prioriteringen hos de store europeiske havnene og mangelen på reguleringer og retningslinjer for bulk-segmentet tyder på at det er lite sannsynlig at hydrogen blir aktuelt for dette segmentet innen 2030.	NEI	NEI	NEI	NEI
	SHORT SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er det lite sannsynlig at short sea shipping segmentet vil gå på hydrogen for 2030, men dette kan endre seg dersom teknologien utvikles raskt. Det pågår utviklingsprosjekter som ser på bruk av hydrogen i forbrenningsmotorer for dette segmentet, blant annet en demo som skal på vannet innen 2024 (som en demo, ikke kommersiell i 2024).	NEI	USIK	NEI	USIK
	CONTAINERSHIP Som for short sea bulk er det lite sannsynlig at containerskip segmentet vil gå på hydrogen for 2030, men dette kan endre seg dersom teknologien utvikles raskt. Det pågår utviklingsprosjekter som ser på bruk av hydrogen for dette segmentet. 2 hydrogenprosjekter for skip > 5000 DWT ble i følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 initiert for 2020, og 6 nye prosjekter ble initiert etter. For mindre skip ble 12 hydrogenprosjekter initiert for 2020, og 5 nye etter.	NEI	USIK	NEI	USIK
	CRUISE Som for short sea bulk og containerskip er det lite sannsynlig at cruisesegmentet vil gå på hydrogen for 2030. Sikkerheten forbundet med lagring og distribusjon av hydrogen om bord på skip er ikke klar, og den generelle forståelsen for farer og risiko forbundet med særlig flytende hydrogen er begrenset. Crew og passasjerer om bord kan ikke romme til sikkerhet på samme måte som fra en bil eller en bygning på land. Erfaringer og vurderinger fra bruk av hydrogen på land kan derfor ikke brukes direkte for skip.	NEI	USIK	NEI	USIK
	ANDRE BÅTER For båter har utviklingen antakelig kommet lengst, og da spesielt for små fartøy/båter. Siden 2017 har den lille fergen Hydroville gått på enn forbrenningsmotor fyrt med hydrogen. Fergen er liten og kan sammenlignes med en kanalbåt som tar passasjerer. Fergen ble utviklet av CMB Technologies og den går på elven Scheldt i Antwerpen. Krav om nullutslippsteknologi i norske fergeanbud kan bidra til at utviklingen innen dette segmentet kan gå noe raskere enn forventet.	NEI	USIK	NEI	USIK

Figur 11: Hydrogen til fartøy ved Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

Lettere kjøretøyer i faste ruter kan være tilgjengelige på hydrogen innen få år. Bruk av hydrogen som energilager kan være aktuelt før 2030, men det er usikkert om det kan konkurrere med litium ion batterier på kostnader og energieffektivitet. Se Figur 12.

	ER KJØRETØY SOM KAN BRUKE HYDROGEN TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?	TILGJENGELIG TEKNOLOGI?*		ETTERSPORSEL VED HAVNA?*	
		NÅ	2030	NÅ	2030
	BUSS (BY OG REGIONBUSS) By – og regionbusser med faste ruter kan være tilgjengelige på hydrogen innen få år. Disse er også aktuelle for elektrifisering, så det er usikkert om de vil etterspørre hydrogen.	NEI	USIK	NEI	USIK
	LASTEBILER Både mindre og større hydrogen-lastebiler er under utvikling, men foreløpig er de ikke tilgjengelige i markedet og det er usikkert om de vil bli tilgjengelig i løpet av få år. Det er mer sannsynlig at de mindre lastebilene blir tilgjengelige på kort sikt enn de større.	NEI	USIK	NEI	USIK
	ENERGILAGER: Et energilager kan være aktuelt for å redusere effekttopper fra et landstrømanlegg. Anlegget må trolig være av en betydelig størrelse for å kunne levere høy nok effekt, typisk flere MW. Hydrogen til bruk som energilager kan være tilgjengelig innen 10 år (2030), men det er usikkert om hydrogen energilager vil kunne konkurrere med Litium Ion Batterier, som er forventet å være billigere både på kort og lengre sikt.	NEI	USIK	NEI	USIK

*PÅ KOMMERSELLE VILKÅR

Figur 12: Hydrogen til kjøretøy i Narvik Havn. Teknologisk tilgjengelighet og etterspørsel ved havna på kommersielle vilkår.

Det pågår i dag flere prosjekter for produksjon av hydrogen i stor skala i regionen rundt Narvik. Det er derfor lite sannsynlig at hydrogenproduksjon er aktuelt i Narvik Havn. Hydrogen sin rolle i havneområdet kan være som energilager og lokal produksjon av strøm for å avlaste nettet, og som fyllestasjon/distribusjonspunkt for bunkring av hydrogen på skip. På lengre sikt kan hydrogen være aktuelt for landgående kjøretøy. Hydrogen er umodent og markedsutviklingen er gjenstand for store usikkerheter. Det er behov for prosjekter som bidrar til å øke kunnskapen om hydrogen samt som etablerer verdikjeder for hydrogen. Narvik og Narvik Havn har konkrete prosjekter som ser på hydrogen til kjøretøyer og fartøy, og kan i så måte bidra til økt erfaring med og kunnskap om bruk av hydrogen.

Det er ennå ikke etablert en landsdekkende infrastruktur for distribusjon av hydrogen. Aktører som har vært tidlig på banen med å teste hydrogen på sine kjøretøy, slik som ASKO, har bygget en egen distribusjonsskjede med eget produksjonsanlegg for hydrogen drivstoff lokalt for å sikre tilgang til hydrogen, noe som underbygger at markedet er umodent og at distribusjonsskjedene ikke er utviklet ennå. Samtidig er det forventet et nasjonalt fokus på å bygge opp hydrogen verdikjeder i Norge og teknologiutviklingen kan gå raskt dersom store kommersielle aktører velger å satse på hydrogen.

For Narvik anses det på sikt som mest aktuelt å få forsyninger med hydrogen fra et eller flere av de planlagte produksjonsanleggene i området, og havna kan være et sentralt ledd i en utbygging av et regionalt distribusjonssystem for hydrogen. Aktørbildet i en slik utbygging må klarlegges som blant annet hvem som skal eie en eventuell fyllstasjon og infrastruktur for distribusjon, og hvilken rolle Narvik Havn skal ta.

Forprosjektrapporten beskriver at bruk av hydrogen eller batterier som energilager kan være aktuelt for å redusere effekttariffen til et landstrømanlegg, samt til å utnytte variasjoner i strømpris. Med en forventet økende grad av elektrifisering av energiforbruket er det forventet et økende behov for fleksibilitet i energisystemene på verdensbasis. Kraftforsyningen i Norge er, sammenlignet med andre land, et fleksibelt energisystem allerede i dag. Dette skyldes blant annet den høye andelen fleksibel vannkraft. Likevel kan energilagring ha potensiale for verdiskaping på noen områder også i Norge. Ifølge en studie fra DNV GL⁹ har energilagring i Norge et særlig potensial som alternativ til nettoutbygging. Studien peker ut litium-ion batterier som den best egnede teknologien, men bruk av hydrogen som energilager er også vurdert. For et landstrømanlegg må energilageret kunne levere høy effekt, typisk flere MW, for å kunne oppfylle formålet. Å lage strøm fra hydrogen er lite energieffektivt. Hydrogen som er produsert fra strøm via elektrolyse og som deretter konverteres tilbake igjen til strøm har ifølge studien fra DNV GL en systemvirkningsgrad på 30-35%. Det innebærer et energitap sammenlignet med om strømmen hadde blitt brukt direkte. På en annen side gir hydrogenlagring mulighet for lagring over lange perioder (sesonglagring). Sammenlignet med andre energilagringsteknologier er hydrogen forbundet med høye kostnader, og det er usikkert om hydrogen energilager vil kunne konkurrere med for eksempel Litium Ion Batterier, som er forventet å være billigere både på kort og lengre sikt.

I en vurdering av etterspørselen etter hydrogen på sikt må man ta hensyn til i hvilken grad eksisterende hydrogenproduksjon vil skifte fra fossilbasert til fornybar. I den nasjonale hydrogenstrategien er det slått fast at hydrogen må være «grønn», det vil si basert på elektrolyse fra vann og fornybar elektrisitet, eller den må være del av en CCS (Carbon Capture and Storage, karbonfangst og lagring) prosess.

1.5.2 Utforming og arealbehov

Det foreligger begrenset informasjon om hvor store mengder hydrogen -og til hvilke typer kjøretøy/fartøy en hydrogen energistasjon skal dimensjoneres for når denne vurderingen gjennomføres. Narvik Havn har spesifisert at energistasjonen skal forsyne en arbeidsbåt med hydrogen, og at den i tillegg skal være tilrettelagt for å forsyne tyngre kjøretøy. Energistasjonen skal ikke produsere hydrogen, men motta hydrogen fra eksterne produksjonsanlegg. Rambøll har antatt at leveransen vil skje på lastebil.

Narvik Havn har opplyst om at den nye arbeidsbåten har et betydelig behov for hydrogen, tilsvarende 400 kg/12 timers drift. Med bakgrunn i dette antar Rambøll at det vil være behov for lavtrykks lager på energistasjonen, som kan romme minst 48 timers forbruk. Dette tilsvarer 1600 kg hydrogen lagret i 4 x 20 fots containere eller alternativt 2 x 40 fots containere.

Nødvendig trykk til bunkring av arbeidsbåten er ikke oppgitt, men Rambøll antar at lagringstrykket til containerne (200-350 bar) ikke vil være tilstrekkelig. Det medfører et behov for en kompressormodul på energistasjonen for å øke trykket (antakelig til over 700 bar). Kapasiteten til en slik kompressor er ikke nødvendigvis tilstrekkelig for tidseffektiv bunkring av arbeidsbåten (kapasitet typisk fra 65 kg/h til 125 kg/h), og det vil antakelig være nødvendig med et høytrykkslager (antakelig over 700 bar).

⁹ Lagringsteknologier for fleksibilitet i energisystemet. DNV GL, 2020

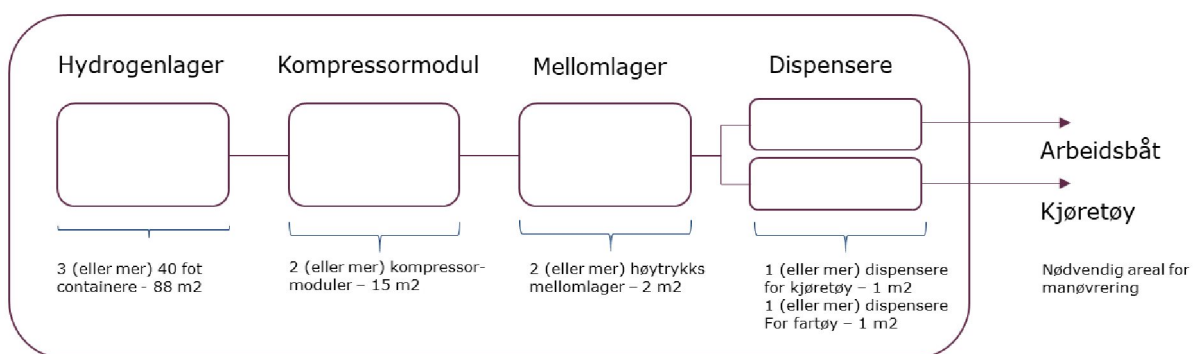
Fra kompressormodulen og høytrykkslager fram til kai vil det være behov for en rørledning, enten nedgravd eller over bakken. Ved kai vil det være behov for et enkelt ventilsystem og fyllestuss for selve bunkringen. Rambøll gjør oppmerksom på at det kan være restriksjoner for lengden av denne typen rør, ettersom hydrogenet kjøles ned før bunkring/fylling.

Foreløpig så finnes det ikke kommersielt tilgjengelige løsninger for energistasjon som bunkrer hydrogen til fartøy, og for beskrivelsen overfor har Rambøll tatt utgangspunkt i energistasjon/fylleanlegg for kjøretøy. Når det gjelder størrelse på anlegg og kompleksitet mener Rambøll at fylleanlegg for kjøretøy vil være representativt også for bunkring av båter, men dette innebærer noe usikkerhet.

En forutsetning fra Narvik Havn er at energistasjonen også skal tilby hydrogen til tyngre kjøretøy. Energistasjonen må derfor, i tillegg til utstyret som beskrevet ovenfor, ha flere lavtrykks hydrogenlagre. Et slikt lager kan romme eksempelvis 800 kg hydrogen, noe som utgjør totalt 2400 kg hydrogen lagret på energistasjonen (1600 kg for bunkring + 800 kg for tyngre kjøretøy). 2400 kg hydrogen tilsvarer 6 x 20 fots containere eller alternativt 3 x 40 fots containere.

Beskrivelsen overfor er basert på mange antakelser. Antall tunge kjøretøy som skal fylle, trykk og krav til tidseffektiv bunkring er ikke kjent. En enklere løsning enn det som er beskrevet overfor kan finnes dersom hydrogenbehov for de tunge kjøretøyene er lavere enn antatt, for eksempel.

Konseptet er skissert nedenfor. Samlet fotavtrykk for komponentene utgjør 104 m². Samlet arealbehov når sikkerhetsavstand mellom komponenter tas med i betraktning estimeres til 1 500 m². Estimater er forbundet med stor usikkerhet og avhenger av konseptdesign og stedspesifikke betingelser, plass for manøvrering og lignende.



Figur 13: Eksempel på utforming av hydrogen energistasjon for bunkring av arbeidsbåt og fylling av tyngre kjøretøy. Arealbehov estimeres til ca. 1 500 m² (når sikkerhetsavstand mellom komponenter tas med i betraktning).

Arealet som en hydrogen-energistasjon opptar består av a) fotavtrykket til selve anlegget, og b) arealmessige begrensninger rundt anlegget. På grunn av sikkerhets- og praktiske hensyn anbefales en kompakt løsning med alle komponenter samlet på et sted. De arealmessige begrensningene fastsettes med bakgrunn i hensynssoner, og utstrekningen av hensynssonene fastsettes med bakgrunn i sikkerhetsavstander. Sikkerhetsavstandene kan i noen tilfeller fastsettes med bakgrunn i tabellverdier, men det er vanlig å gjøre risikovurderinger for å fastsette dem. En risikovurdering vil ta hensyn til mange ting, blant annet mengdene med hydrogen som oppbevares på anlegget (tankstørrelse), omgivelsene rundt (bygningssmasse, type virksomheter, om det oppbevares andre farlige stoffer i området, blant annet).

På et område som Narvik Havn, som er tett bebygget og består av mange og store strukturer (bygninger), vil Rambøll anbefale at sikkerhetsavstandene bestemmes med bakgrunn i en kvantitativ risikovurdering.

For å gi Narvik Havn et eksempel på omfanget av sikkerhetsavstandene, med tilhørende hensynssoner, har Rambøll lagt til grunn tabellverdier fra DNV GL¹⁰ nedenfor. Tabellverdiene er utarbeidet for hydrogen fylleanlegg for lette kjøretøy. Hydrogen fylleanlegg for skip kunne bli annerledes. Merk at tabellverdiene kun gjelder for anlegg som oppbevarer mindre mengder hydrogen enn mengdegrensen som utgjør innslagspunktet til Storulykkeforskriften. For hydrogen er mengdegrensen 5 tonn. Overstiges mengdegrensen vil Storulykkeforskriften gjelde for anlegget og arealmessige begrensninger må bestemmes med bakgrunn i en kvantitativ risikovurdering.

Tabell 3: Sikkerhetsavstand fylleanlegg hydrogen med produksjon 5kg/h, 2220 kg hydrogen lagret på stasjonen (1000 kg ved 500 bar, og 1000 kg ved 950 bar)

	Indre	Midtre	Ytre
Sikkerhetsavstand (m)	96	117	118
Tilsvarende areal (m ²)	28 953	43 005	43 744

Bestemmelser som gjelder for indre, midtre og ytre sone er gjengitt i Figur 10 nedenfor. Figuren er et utsnitt fra *Temaveileder om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer* utgitt av DSB¹¹.

Hensynssone	Hensynssonene for Farlig stoff-anlegg går ut:	Hensynssonene for Eksplosivanlegg går ut:	Bestemmelser for hensynssonene (objekter og aktiviteter akseptert i sonen)
Indre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁵	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	<p>Dette er i utgangspunktet virksomhetens eget område.</p> <p>I tillegg kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbi-passering for tredjeperson (turveier etc.).</p>
Midtre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁶	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	<p>Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan også ligge her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller.</p>
Ytre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁷	Til sikkerhetsavstand etter tabellverdier	<p>Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker og mindre overnattingssteder.</p>
Utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	<p>Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone.</p>

Figur 14: Utstrekning av og bestemmelser for hensynssonene. Utsnitt fra Temaveileder om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer utgitt av DSB.

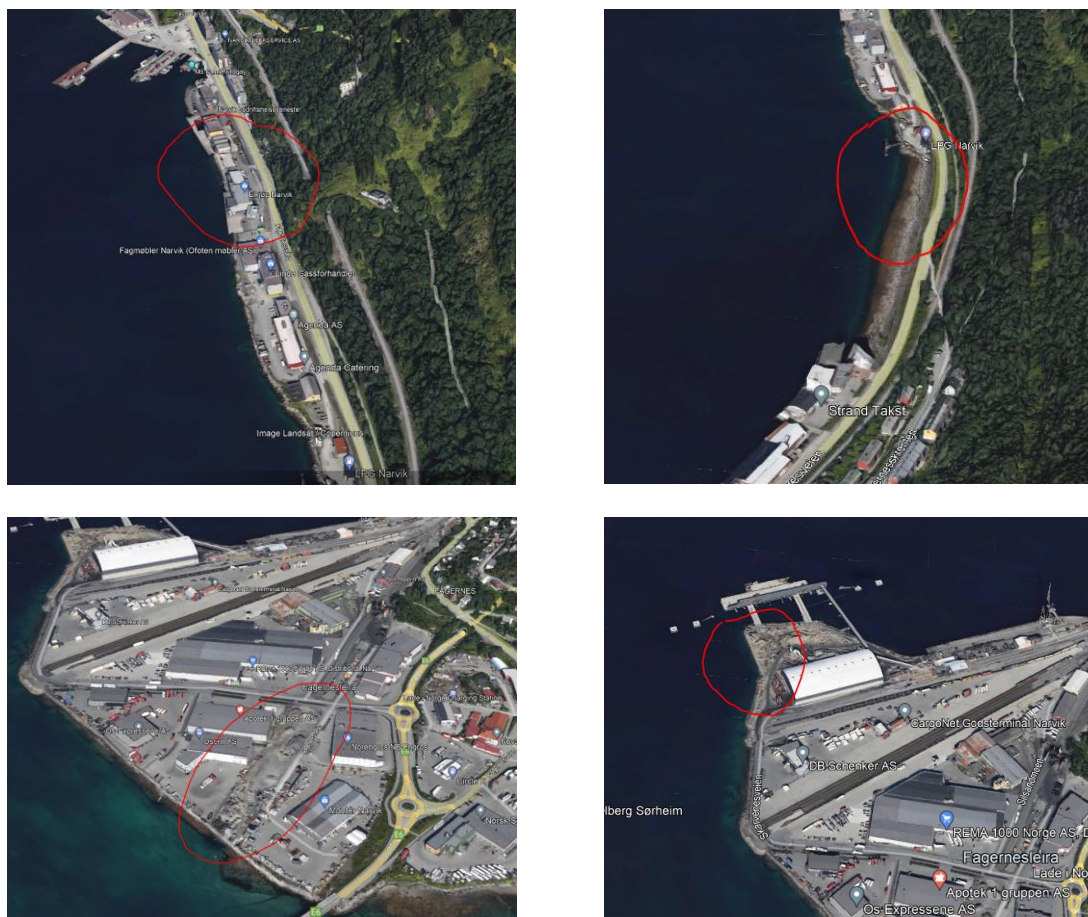
Narvik Havn må planlegge for at hydrogen fylleanlegg er forbundet med arealmessige begrensninger dersom det skal etableres på havneområdet. Tabellverdiene som er gjengitt ovenfor

¹⁰ Vedlegg 4 – Sikkerhetsavstand for LNG/bio-LBG fylleanlegg for tunge kjøretøy. DNV GL, 2018

¹¹ [Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer | Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap \(dsb.no\)](#)

illustrerer et eksempel på omfanget av slike arealmessige begrensninger. Faktiske arealmessige begrensninger anbefales fastsatt med bakgrunn i en risikovurdering.

Rambøll har undersøkt mulige plasseringer av en energistasjon som kan tilby hydrogen. Med bakgrunn i at energistasjonen skal bunkre en arbeidsbåt -og samtidig kunne forsyne tyngre kjøretøy med hydrogen er nærhet til kai og tilkomst for tyngre kjøretøy blitt vektlagt. Fire alternative plasseringer har blitt undersøkt nærmere, se figur nedenfor.



Figur 15: Mulige plassering av energistasjon med hydrogen i nord (2 plasseringer i nord – 1 nord for agendabygget og en sør for agendabygget), sør og sørvest er undersøkt.

Området i nord, nord for agendabygget er vurdert på følgende måte:

- Tilgang til kai og tilgang til vei (for tilkomst med hydrogen på lastebil og for fylling av tyngre kjøretøy): OK, men adkomst for tyngre kjøretøy anbefales vurdert nærmere.
- Sannsynligvis ikke plass til hydrogen energistasjon når sikkerhetsavstand mellom komponenter, svingradius og manøvrering av kjøretøy tas med i betraktning. En mulig løsning kan være å utvide areal ved fylling i sjø.
- Akseptable risikonivå til omgivelsene kan sannsynligvis ikke oppnås uten tiltak. Indre sone vil antakelig ikke kunne omfatte næringsvirksomhet/bygninger som ligger i området.

Området i nord, sør for agendabygget er vurdert på følgende måte:

- Tilgang til kai og tilgang til vei (for tilkomst med hydrogen på lastebil og for fylling av tyngre kjøretøy): OK, men tilkomst for tyngre kjøretøy kan måtte undersøkes nærmere.
- Sannsynligvis ikke plass til hydrogen energistasjon når sikkerhetsavstand mellom komponenter, svingradius og manøvrering av kjøretøy tas med i betraktning med dagens arealer. En mulig løsning kan være å utvide areal ved fylling i sjø.

- Akseptable risikonivå til omgivelsene kan sannsynligvis oppnås.

Området i sør er vurdert på følgende måte:

- Tilgang til vei OK, men ikke tilgang til kai. Alternativer for å løse dette kan være å trekke rør fra området til eksisterende kai eller å bygge en kai i tilknytning til området. Å trekke rør fram til kai anbefales ikke ut fra et sikkerhetsperspektiv, med tanke på at det er en del aktivitet, som kjøring av truck m.m. inne på området.
- Sannsynligvis tilstrekkelig areal for hydrogen energistasjon, også når sikkerhetsavstand mellom komponenter, svingradius og manøvrering av kjøretøy tas med i betraktningen.
- Usikkert om det er mulig å oppnå akseptable risikonivå til omgivelsene. Antakelig vil det være nødvendig med risikoreduserende tiltak.

Området i vest (Skarveneset) er vurdert på følgende måte:

- Tilgang til kai vil forutsette at hydrogen føres i rør til kaifront, noe som innebærer noen tekniske utfordringer. Det er ikke anbefalt fra et risikoperspektiv med tanke på at det er en del aktivitet, som kjøring av truck m.m. inne på området. Alternativt kan det etableres en ny kai i tilknytning til området, som arbeidsbåten skal anvende. Tilgang til vei (for tilkomst med hydrogen på lastebil og for fylling av tyngre kjøretøy) er usikker ettersom området ligger inne på Narvik Havns område.
- Sannsynligvis ikke plass til hydrogen energistasjon når sikkerhetsavstand mellom komponenter, svingradius og manøvrering av kjøretøy tas med i betraktning med dagens arealer. En mulig løsning kan være å utvide areal ved fylling i sjø.
- Akseptable risikonivå til omgivelsene kan sannsynligvis oppnås.

Fra et risikoperspektiv kommer området i nord, sør for agendabygget og området i vest best ut. Det bemerkes at området i vest kan bli teknisk utfordrende og kostbart å gjennomføre. Begge områdene vil antakeligvis kreve at det fylles ut i sjø for å få tilstrekkelig areal tilgjengelig.

Vurderingene i dette avsnittet er gjennomført på et svært begrenset underlag og bør revideres når et teknisk konsept for en hydrogen energistasjon er klart.

1.6 Ammoniakk

Ammoniakk er en gass ved omgivelsestemperaturer- og trykk. Ammoniakk blir flytende ved $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ og atmosfærisk trykk, eller ved 10 bars trykk og $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ammoniakk kan være en hydrogenbærer eller brukes direkte som drivstoff, i brenselceller eller i forbrenningsmotorer.






I dag produseres det rundt 180 millioner tonn ammoniakk i verden, som i all hovedsak benyttes som råstoff i gjødselproduksjon¹². I Berlevåg har Varanger Kraft planer om å produsere 110-120 000 tonn ammoniakk.

Bruken av ammoniakk i forbrenningsmotorer på skip har primært vært fokus til nå. Ifølge Regjeringens hydrogenstrategi er det ingen marine motorer på markedet i dag som kan anvende ammoniakk som drivstoff uten at det gjøres tekniske tilpasninger. Det foregår et utviklingsarbeid som innen noen år kan gi motorer som kan brenne ammoniakk. Motorprodusenter rapporterer at slike kan være på markedet tidligst om tre år¹³. Brenselceller som kan benytte ammoniakk ligger lengre fram tid og er i dag på forskningsstadiet.

¹² <https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/ammoniakk-kan-kutte-store-utslipp-i-skipsfart/>

¹³ Miljødirektoratet (2020), Klimakur 2030. Tiltak og virkemidler mot 2030. Hentet den 16.2.2021 fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

Det er økende interesse for ammoniakk til skip, men teknologien er fremdeles umoden og er forventet å ta markedsandeler først etter 2030. De største barrierene er at ammoniakk er giftig, forbrenningsegenskapene, N2O-utslipp og ammoniakktutslipp. Se Figur 16.

	ER SKIP SOM KAN BRUKE AMMONIAKK TILGJENGELIG NÅ OG OM 10 ÅR (2030), OG FORVENTES EN ETTERSPORSEL VED HAVNA?	TILGJENGELIG TEKNOLOGI?*		ETTERSPORSEL VED HAVNA?*	
		NÅ	2030	NÅ	2030
	DEEP SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er det lite sannsynlig at deep sea shipping segmentet vil gå på ammoniakk før 2030. Barrierer mot bruk av ammoniakk i marine applikasjoner er at ammoniakk er giftig, forbrenningsegenskapene, N2O-utslipp og ammoniakktutslipp. Prioriteringen hos de store europeiske havnene og mangelen på reguleringer og retningslinjer for bulk-segmentet tyder på at det er lite sannsynlig at ammoniakk blir aktuelt for dette segmentet innen 2030.	NEI	NEI	NEI	NEI
	SHORT SEA BULK: I følge DNV GL sin Maritime Forecast 2050 er det lite sannsynlig at short sea shipping segmentet vil gå på ammoniakk før 2030. Det pågår utviklingsprosjekter som ser på bruk av ammoniakk for dette segmentet, men det er usikkert når disse vil realiseres.	NEI	USIK	NEI	USIK
	CONTAINERSHIP Som for short sea bulk er det lite sannsynlig at containerskip segmentet vil gå på ammoniakk før 2030. Det er usikkert når utviklingsprosjekter som ser på bruk av ammoniakk vil realiseres.	NEI	USIK	NEI	USIK
	CRUISE Som for short sea bulk og containerskip er det lite sannsynlig at cruisesegmentet vil gå på ammoniakk før 2030. Det er usikkert når utviklingsprosjekter som ser på bruk av ammoniakk vil realiseres.	NEI	USIK	NEI	USIK
 <small>Rambøll</small>	ANDRE BÅTER For båter har utviklingen antakelig kommet lengst. Equinor har inngått avtale med rederiet Eidesvik Offshore om å bygge om forsyningsfartøyet Viking Energy slik at det kan gå lange distanser på ren ammoniakk. Viking Energy skal gå på et 2 MW ammoniakkdrevet brenselcellesystem, og er planlagt klar for testing i løpet av 2024 (demonstrasjon av teknologi, ikke kommersiell drift).	NEI	USIK	NEI	USIK

Figur 16: Ammoniakk til fartøy ved Narvik Havn.

APPENDIX 1 BAKGRUNN FOR VALG OG PRIORITERING AV ENERGIØSNINGER

Målet med å tilrettelegge for fornybare energiløsninger for Narvik Havn er blant annet å bidra til utslippsreduksjoner, og å styrke Narviks posisjon i TEN-T nettverket. Sentrale premissgivere¹⁴ er:

1. I 2030 skal Narvikterminalen:
 - ✓ være basert på lavutslipp- og utslippsfrie, (...) logistikk-løsninger.
 - ✓ kunne yte energitjenester til havgående lav- og nullutslippsfartøy.
2. Målsetting om å bidra til styrking av Narviks posisjon i TEN-T nettverket.

Løsningene som Rambøll har utredet må, med utgangspunkt i målene overfor, være «lavutslipp» eller «utslippsfri»./»nullutslipp¹⁵». Begrepene *lavutslipp*- og *utslippsfri*/nullutslipp har ikke en klar og entydig definisjon, brukes litt forskjellig. Med utgangspunkt i definisjonen til DFØ og Miljødirektoratet¹⁶ har Rambøll tatt utgangspunkt i at «*utslippsfri*» brukes om transportmidler *uten direkte utslipp av klimagasser og eksos ved bruk*. Alternativene elektrisitet (landstrøm) og hydrogen hører da inn under dette begrepet. Dette er i tråd med definisjonen som er brukt i NTP. Ammoniakk er ikke nevnt i NTP, men er nevnt i DFØ og Miljødirektoratets kunnskapsgrunnlag. For sjøfart er dette et aktuelt alternativ som heller ikke er forbundet med eksosutslipp. Rambøll mener at ammoniakk hører inn under kategorien «*utslippsfri*».

DFØ og Miljødirektoratet definerer lavutslipp som en teknologi med vesentlig utslippsreduksjon sammenlignet med konvensjonell teknologi. I TEN-T kjernenettverket skal det legges til rette for etablering av fylleinfrastruktur for naturgass i maritime- og innlandshavner. Naturgass er en fossil energibærer, men ettersom biogass og naturgass til drivstoffformål er naturlige substitutter som kan brukes om hverandre og i samme infrastruktur¹⁷, legger Rambøll til grunn at biogass skal vurderes som en aktuell fornybar energibærer. Biogass er et biodrivstoff med høy klimagassreduksjon over livsløpet sammenliknet med fossilt drivstoff. Ettersom biogass har et eksosutslipp ved bruk, men bidrar vesentlig til utslippsreduksjon sammenlignet med fossile alternativer, velger vi å definere det som en lavutslipp energibærer.

Siden det ikke er et krav om å etablere fylleinfrastruktur for flytende biodrivstoff i TEN-T kjernenettverket har Rambøll valgt å utelukke flytende biodrivstoff fra vurderingen.

¹⁴ Hentet fra «Kick-off-samling - Komplette presentasjon 30082021»

¹⁵ Rambøll har gjort en antakelse om at «utslippsfri» og «nullutslipp» betyr det samme.

¹⁶ Nullutslippstransport i leveranser i det offentlige, 2020, DFØ og Miljødirektoratet

¹⁷ Både naturgass og biogass av drivstoffkvalitet består tilnærmet av ren metan, det er opprinnelsen til metanet som er forskjellig.