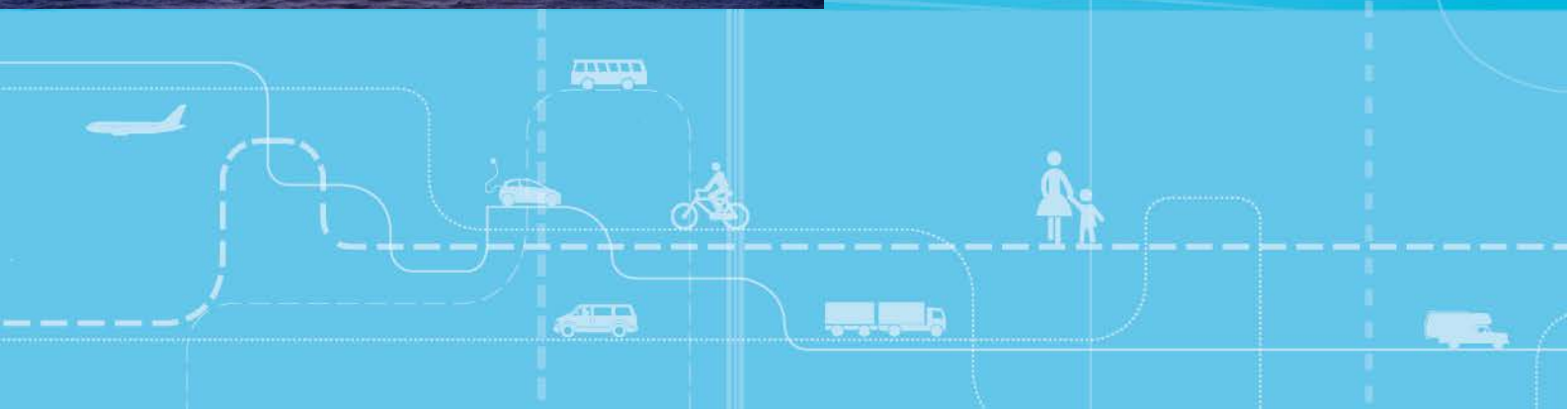


TØI rapport 1562/2017

Daniel Ruben Pinchasik
Inger Beate Hovi

tøi Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

Miljøregnskap og samfunnsøkonomi for en ny skipsrute fra Kråkøya/Hitra til Hirtshals



Miljøregnskap og samfunnsøkonomi for en ny skipsrute fra Kråkøya/Hitra til Hirtshals

Daniel Ruben Pinchasik

Inger Beate Hovi

Forsidefoto: Unsplash.com

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel Miljøregnskap og samfunnsøkonomi for en ny skipsrute fra Kråkøya/Hitra til Hirtshals

Forfatter(e): Daniel Ruben Pinchasik og Inger Beate Hovi

Dato: 05.2017

TØI-rapport 1562/2017

Sider: 14

ISBN elektronisk: 978-82-480-1121-7

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde(r): Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) og Trondheim Havn IKS

Prosjekt: 3778 – Småprosjekter IBH

Prosjektleder: Inger Beate Hovi

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Fagfelt: 31 Næringslivets transporter

Emneord: Sjøtransport, Oppdrettsnæring, CO2, Miljøregnskap

Title Environmental account and social economics for a new ship service from middle Norway to Denmark

Author(s) Daniel Ruben Pinchasik og Inger Beate Hovi

Date: 05.2017

TØI Report: 1562/2017

Pages: 14

ISBN Electronic: 978-82-480-1121-7

ISSN: 0808-1190

Financed by: Kysthavnalliansen (Kristiansund and Nordmøre Havn IKS and Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) and Trondheim Havn IKS

Project: 3778

Project Manager: Inger Beate Hovi

Quality Manager: Kjell Werner Johansen

Research Area: 31 Industry and Freight

Keyword(s) Sea transport, Fish farming, CO2, Environmental account

Sammendrag:

De neste tiårene forventes det en stor økning i oppdrettsnæringen i Midt-Norge. Mer enn halvparten av denne produksjonen er Europarettet. Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) har bedt TØI om å sammenlikne dagens vegtransport fra Kråkøya (Rørvik) og Hitra til Europa, og en ny sjørute som vurderes på denne strekningen. Vår analyse viser at sjøruten, når det gjelder miljøutslipp, kun kan konkurrere med vegtransport dersom skipenes fremdrift er basert på LNG, istedenfor marin gassolje. Dette skyldes i stor grad at skipets hastighet må være relativt høy for å kunne rekke to rundturer per uke, noe som fører til høyt drivstofforbruk sammenliknet med vegtransport. Samfunnsøkonomisk sett fører sjøtransport likevel til betydelig lavere eksterne kostnader, blant annet på grunn av at sjøtransport har lavere ulykkesrisiko, samt tilnærmet ingen slitasje på infrastruktur, sammenliknet med vegtransport.

Summary:

Production levels from fish farming in Middle Norway are expected to increase materially over the next decades. Over half of this production is directed at the European continental market. A consortium of ports in the region ("Kysthavnalliansen") asked TØI to compare the current road transport from Kråkøya (Rørvik) and Hitra to Europe, with a new sea route currently under consideration. Our analysis shows that in terms of environmental emissions, sea transport on this route can only compete with road transport when ships use LNG, rather than MGO. To a large extent, this is due to the relatively high sailing speed that is required to achieve two return trips per week, and the corresponding fuel use. From a standpoint of societal cost however, transport over sea leads to considerably lower external costs, amongst others by resulting in fewer accidents and less wear and tear of infrastructure.

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord- Trøndelag Havn Rørvik IKS) jobber med en ny båt rute mellom Kråkøya ved Rørvik (Nord-Trøndelag), Hitra/Frøya og Hirtshals, tilknyttet oppdrettsnæringen i området. I denne forbindelse har Kysthavnalliansen tatt kontakt med TØI og bedt om et objektivt miljøregnskap for den nye båt ruten.

Arbeidet ved TØI har hovedsakelig vært utført av Daniel Ruben Pinchasik under veiledning av Inger Beate Hovi. Jan Erik Netter i Netter Analyse AS har vært oppdragsgivers kontaktperson. Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har vært kvalitetsansvarlig for arbeidet og sekretær Trude Rømning har stått for den endelige redigering av rapporten.

Oslo, mai 2017

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1	Bakgrunn	1
2	Alternative transportkjeder	2
3	Forutsetninger	3
3.1	Produksjon.....	3
3.2	Distanser	3
3.3	Drivstoff, -forbruk og teknologi.....	4
3.4	Utslippsfaktorer.....	5
3.5	Kapasitetsutnyttelse.....	6
4	Utslippsberegninger	7
4.1	Resultater.....	7
4.2	Samfunnsøkonomiske kostnader.....	10
4.3	Forbedringspotensiale og alternativer til vurdering.....	12
5	Referanser	14

Sammendrag

Miljøregnskap og samfunnsøkonomi for en ny skipsrute fra Kråkøya/Hitra til Hirtshals

TØI rapport 1562/2017

Forfatter(e): Daniel Ruben Pinchasik og Inger Beate Hovi

Oslo 2017 14 sider

De neste tiårene forventes det en stor økning i oppdrettsnæringen i Midt-Norge. Mer enn halvparten av denne produksjonen er europarettet. Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) har bedt TØI om å sammenlikne dagens vegtransport fra Kråkøya (Rørvik) og Hitra til Europa, og en ny sjørute som vurderes på denne strekningen. Vår analyse viser at sjoruten, når det gjelder miljøutslipp, kan konkurrere med vegtransport dersom skipenes fremdrift er basert på LNG, istedenfor marin gassolje. Dette skyldes i stor grad at skipets hastighet må være relativt høy for å kunne rekke to rundturer per uke, noe som fører til høyt drivstofforbruk sammenliknet med vegtransport. Samfunnsøkonomisk sett fører sjøtransport likevel til betydelig lavere eksterne kostnader, blant annet på grunn av at sjøtransport har lavere ulykkesrisiko, samt tilnærmet ingen slitasje på infrastruktur, sammenliknet med vegtransport.

Bakgrunn

Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) jobber med en ny båtrute mellom Kråkøya ved Rørvik (Nord-Trøndelag), Hitra (Sør-Trøndelag) og Hirtshals¹. Ruten skal primært være tilknyttet europarettet transport fra oppdrettsnæringen på Kråkøya og Hitra og vil være basert på en roro-løsning. Oppdragsgiver anslår at fiskeproduksjonen i regionen øker raskt, og at den nye båtruten kan stå for en del av det økende transportbehovet som dette medfører. I denne sammenheng er TØI bedt om å utarbeide et objektivt miljøregnskap og et anslag på samfunnsøkonomiske effekter av den nye båtruten, sammenliknet med dagens transportløsning.

Trondheim Havn er også en del av det havnesamarbeidet som er etablert på Trøndelagskysten, og det anses aktuelt å trekke inn Orkanger havn i forbindelse med returlast fra Kontinentet. Dette tas ikke opp her, men vil være en del av det havneterminal- og transporttilbudet som skal tilrettelegges i regionen. Dette inngår i et eget samarbeidsprosjekt mellom Kysthavnalliansen og Trondheim Havn, støttet av Kystverket. Dette samarbeidsprosjektet skal ferdigstilles i utgangen av 2017.

Dagens transportløsning

I dag transporteres europarettet produksjon fra oppdrettsnæringen i Rørvik- og Hitra-regionen i hovedsak med lastebil, enten via Larvik og videre med ferge til Hirtshals, eller direkte via Sverige og Øresundsbroen.

¹ Kråkøya og Hitra er spesialhavner rettet mot havbruk og har fått statlig støtte som følge av dette.

Beregning av CO₂-utslipp

Beregning av CO₂-utslipp for skip og lastebil er gjort med utgangspunkt i anslått drivstofforbruk og tilsvarende utslippsfaktorer som benyttes i en Europeisk standard for energibruk og klimagassutslipp fra transport (NEN-EN 16258). For at skipet skal kunne rekke to rundturer pr uke har vi kommet til at det er nødvendig med en fremføringshastighet på ca. 19 knop. Dette påvirker drivstofforbruket betydelig.

Drivstofforbruk for lastebil er basert på tall fra Scania om drivstofforbruk i virkelig trafikk. Drivstofforbruket for skip med fremdrift basert på marin gassolje (MGO) er fremskaffet av oppdragsgiver, og er også benyttet som utgangspunkt for anslag på forbruk for ferge og LNG-skip. Utslippsfaktorene for NO_x og SO_x er i tillegg basert på informasjon fra hhv Handbook Emission Factors for Road Transport og DNV-GL gitt til TØI i tilknytning til arbeid med miljøregnskap for en sjøverts rute fra Bodø til Tromsø (Hovi, 2015).

Estimatene er validert mot andre kilder. For å kunne sammenlikne estimatene er det for alle transportalternativ regnet på drivstofforbruk og utslipp fra hhv Rørvik og Hitra, til Padborg i Danmark. Padborg er benyttet som referansepunkt fordi det er et etablert terminalområde for fiskeeksport til Kontinentet, samtidig som dette er et sted som alle transportalternativene passerer.

Kapasitetsutnyttelse og returtransport

I våre beregninger er det lagt til grunn en lastekapasitet på 18 tonn fisk og 3 tonn is per trailer, både for vegtransport (trekkvogn med semitrailer), og for trailere på skip. Skipet har kapasitet til 120 trailere pr tur. For vegtransport antas det full kapasitetsutnyttelse i alle år i sørgående retning, mens kapasitetsutnyttelsen på skip trappes raskt opp fra 80%. På retur delen av rutene forventer oppdragsgiver i oppstartfasen ca 30% returlast, en andel som øker til 40% og senere til 50%. Vi har antatt at denne økningen skjer lineært og gjelder alle transportkjedene. Andelen returlast vil ikke redusere totaltallene for utslipp, men vil påvirke miljøregnskap- og samfunnsøkonomisk kostnad per transportert tonn (fisk).

Resultater

Tabell S.1. viser beregnet CO₂-utslipp for dagens transportløsninger over Larvik (1) Øresundsbroen (2), med skip som benytter MGO som drivstoff (3), og med skip som benytter LNG som fuel (4) i sum, for hele perioden 2018-2050. I tillegg er det regnet på utslippet hvis MGO blir erstattet av tilsvarende mengder diesel med pålagt innblanding av biodiesel (5). Skipskapasiteten dekker ikke hele transportbehovet, slik at det i skipsalternativene er antatt at restbehovet utføres med lastebil, via Larvik.

Tabell S.1. Beregnet CO₂-utslipp for hvert transportalternativ i sum for hele perioden 2018-2050. Tall i 1000 tonn.

	1. Lastebil via Larvik	2. Lastebil via Øresundsbroen	3. Skip med MGO	4. Skip med LNG	(5. Skip med (bio)diesel)
CO₂-utslipp	2 880	3 146	3 685	2 825	3 251

Det fremkommer av tabell S.1. at det bare er i alternativet med LNG-fremdrift for skipet, at en transportkjede med en sjørute fra Kråkøya/Hitra til Hirtshals og Padborg vil ha lavere

CO₂-utslipp enn dagens transportløsning via Larvik. Selv om skip på diesel viser et gunstigere miljøregnskap enn skip på MGO, ligger utslippet likevel høyere enn i de andre alternativene basert på lastebiltransport.

Samfunnsøkonomiske kostnader

Samfunnsøkonomisk nytte og kostnader ved de alternative transportkjedene sammenliknet med lastebiltransport via Larvik, fremgår av tabell S.2.

Tabell S.2. Anslag på samfunnsøkonomisk(e) nytte og kostnader ved dagens transportkjeder og alternative transportkjeder med skip. Nåverdi i millioner 2017-kroner. Dagens transportkjede med lastebil via Larvik er 0-alternativet det sammenliknes med.

	Skatter og avgifter	Eksterne kostnader	Skatte-kostnader	Sum brutto nytte
Lastebil via Larvik (0-alternativ)				
Lastebil via Øresundsbroen	586	- 1 603	117	- 899
Skip med MGO/med LNG	- 860	2 021	- 172	989

Sett ut fra de samfunnsøkonomiske kostnadene kommer skipsalternativene bedre ut enn dagens transportløsninger som benytter lastebil i kombinasjon med ferge fra Larvik. I tillegg til å føre til høyere utslipp, fører lastebilalternativet via Øresundsbroen også til en nyttereduksjon sammenliknet med lastebil via Larvik. Forklaringen er at lastebiltransport gjennom Sverige er adskillig lenger enn ruten via Larvik.

Forbedringspotensiale

I oppstartsfasen er det begrenset hva man kan gjøre for å redusere miljøutslipp fra skip, fordi det tette rundreiseprogrammet og en relativt høy skipshastighet gir lite rom for endringer i seilingsopplegg eller transportkjeder.

På sikt vil forbedringspotensialet øke betydelig, ettersom det vil være større muligheter for endringer eller tilpasninger i seilingsplanen, hastigheter, og havnebruk. Ikke minst vil også skipenes fremdrifts-/drivstoffvalg kunne ha stor miljøeffekt, og gi tydelige signaler til rederier om fremtidige riktige skipsvalg.

Til slutt tilsier returlastgrunnlaget og -utviklingen at oppgavedelingen rundt eksport/returlast mellom de tre hovedhavnene i Trøndelag kan ha stor betydning for organiseringen av tilbringer-/distribusjonstilbudet og -kanaler, både lokalt og regionalt. På dette feltet er det nå i gang et eget prosjekt (2017, Kystverkets støtte til havnesamarbeid).

1 Bakgrunn

I samarbeid med Trondheim Havn IKS jobber Kysthavnalliansen (Kristiansund og Nordmøre Havn IKS og Nord-Trøndelag Havn Rørvik IKS) for tiden med en ny båt rute mellom Kråkøya ved Rørvik (Nord-Trøndelag), Hitra (Sør-Trøndelag) og Hirtshals². Båtruten skal primært være tilknyttet oppdrettsnæringen på Kråkøya og Hitra. Det legges opp til en rundtur pr uke fra oppstart, og til to rundturer pr uke fra 2020.

Kysthavnalliansen har bedt TØI om å utarbeide et objektivt miljøregnskap for den nye båt ruten for perioden 2018-2050. Dette må dokumentere og sammenlikne utslippet og samfunnsøkonomiske kostnader på hele strekningen fra Rørvik/Hitra til Hirtshals og videre til Padborg (Danmark), samt for returtransport/reposisjonering. Potensiell returlast er bl.a. frukt og grønnsaker til regionen, men åpnes også for andre varetyper, som f.eks. offshorevarer, bygningsvarer, andre forbruksvarer, mv. Alternativet det skal sammenliknes med er dagens transportløsning hvor lastebil benyttes, enten i kombinasjon med ferge via Larvik, eller direkte via Øresundsbroen.

Trondheim Havn er også en del av det havnesamarbeidet som er etablert på Trøndelagskysten, og det anses aktuelt å trekke inn Orkanger havn i forbindelse med returlast fra Kontinentet. Dette tas ikke opp her, men vil være en del av det havneterminal- og transporttilbudet som skal tilrettelegges i regionen. Dette inngår i et eget samarbeidsprosjekt mellom Kysthavnalliansen og Trondheim Havn, støttet av Kystverket. Dette samarbeidsprosjektet skal ferdigstilles ved utgangen av 2017.

² Kråkøya og Hitra er spesialhavner rettet mot havbruk og har fått statlig støtte som følge av dette.

2 Alternative transportkjeder

I miljøregnskapet legges det opp til å beregne utslipp for følgende transportkjeder fra Rørvik og Hitra, til Padborg:

1. Trekkvogn med semitrailer fra Rørvik/Hitra via Larvik – ferge til Hirtshals – videre til Padborg
2. Trekkvogn med semitrailer fra Rørvik/Hitra via Øresund til Hirtshals og videre til Padborg
3. Sjøtransport av semihengere (dvs uten trekkvogn og sjåfør) fra Rørvik via Hitra til Hirtshals for skip med fremdrift basert på marin gassolje (MGO). I Hirtshals blir trekkvognen koblet på/av for tilbringertransport til/fra Padborg.
4. Sjøtransport av semihengere (dvs uten trekkvogn og sjåfør) fra Rørvik via Hitra til Hirtshals for skip med fremdrift basert på LNG. I Hirtshals blir trekkvognen koblet på/av for tilbringertransport til/fra Padborg.

3 Forutsetninger

3.1 Produksjon

Det tas utgangspunkt i et årlig produksjonsvolum i sum for Hitra og Rørvik på 400.000 tonn fersk fisk i 2015, hvorav ca. 60% er europarettet, og dermed interessant for det nye sjøtilbudet. Fordelingen mellom last fra Kråkøya og Hitra er 25% vs. 75%. Videre legges det til grunn en dobling av produksjonen i 2020 og en femdobling i 2050, og at veksten er like stor på de to produksjonsstedene. Disse prognosene er gitt av oppdrettsnæringen.

3.2 Distanser

Informasjon om distanser på de analyserte transportstrekningene for skip er hentet fra en distansetabell (Trovik) og nettsiden marinetraffic.com, og verifisert med oppdragsgiver, bl.a. i forhold til seilingsplanen. Det forutsettes at produksjonen finner sted rett ved havn der sjøtransporten starter, slik at behovet for tilbringertransport minimeres. Distanser på vegstrekningene er hentet fra Google Maps. Tabell 1 gir en oversikt over de ulike (enveis)distansene og (del)strekninger. For sjøtransport angis det også tid i havn, ettersom tid brukt på lasting og lossing, kombinert med ønsket antall rundturer per uke, ligger til grunn for skipets hastighet (og dermed også drivstofforbruk og utslipp). For at skipet skal kunne rekke to rundturer pr uke har vi kommet til at det er nødvendig med en fremføringshastighet på ca. 19 knop.

Tabell 1. Distanser med ulike transportmidler på relevante delstrekninger som inngår i analysen, samt tidsbruk i havn.

1. Lastebil via Larvik	Km
Rørvik – Larvik	954
Hitra – Larvik	715
Larvik - Hirtshals (ferge)	163
Hirtshals – Padborg	350
2. Lastebil via Øresundsbroen	Km
Rørvik – Padborg	1720
Hitra – Padborg	1481
3./4. Skip med MGO/LNG	Km
Rørvik – Hitra	193
Hitra – Hirtshals	1004
Hirtshals – Padborg	350
Lasting og lossing	Timer i havn
Rørvik	2,5
Hitra	2,5
Hirtshals	6,5

3.3 Drivstoff, -forbruk og teknologi

3.3.1 Lastebil

Vegtransport utføres med trekkvogn som kjører på diesel. Diesel solgt i Norge er per i dag en blanding av fossil diesel og en mindre andel biodiesel. Andelen (og typen) innblandet biodiesel påvirker bl.a. CO₂-utslippet som beskrives i neste avsnitt om utslippsfaktorer. Vi har i våre beregninger tatt utgangspunkt i at det blandes inn biodiesel av typen B100 (RME). Innblandingsandelen er basert på omsetningskrav og er antatt til å være 7% fra 2017, og 20% fra 2020³.

Da NO_x-utslipp og andre lokale utslipp varierer betydelig med kjøretøyteknologi, har vi forutsatt bruk av lastebil med Euro V-motorer fram til 2020, og med Euro VI-motorer fra 2020 og utover.

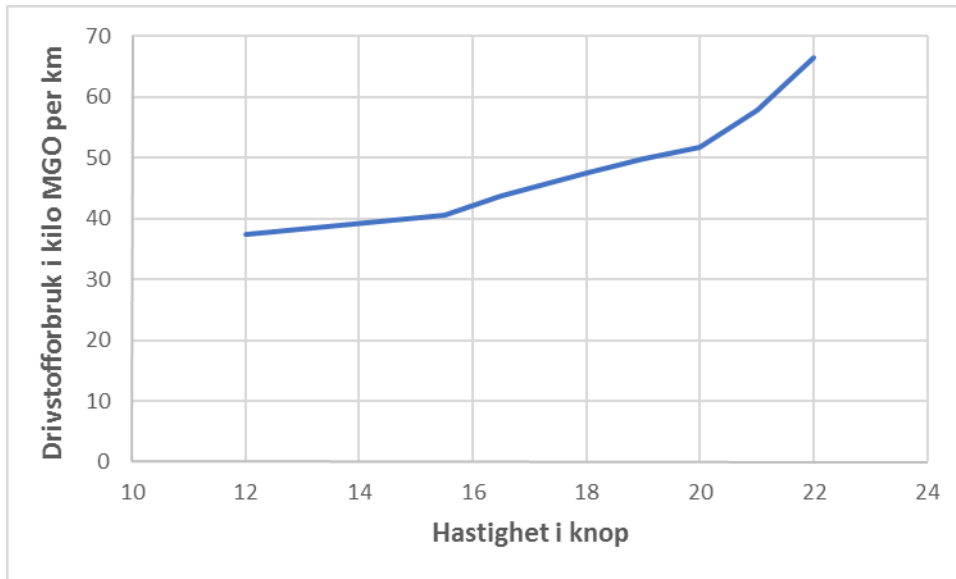
Når det gjelder drivstofforbruket for lastebil benyttet vi opplysninger fra Scania, basert på lastebiler i virkelig trafikk, og tall fra HBEFA⁴ for sammenlikning. For å reflektere retningsubalansen har vi i våre anslag tatt hensyn til ubalansen i kapasitetsutnyttelsen på tur-delen (der høy utnyttelsesgrad gir relativ høy lastevekt) og retur-delen (der lavere returlast fører til et lavere drivstofforbruk pr kjørt km).

3.3.2 Skip

Skipene i alternativene 3 og 4 bruker hhv marin gassolje (MGO) og LNG (Liquefied Natural Gas). Drivstofforbruket ved forskjellige hastigheter og ved lasting og lossing i havn ble oppgitt av BWS Shipping og oppdragsgiver (for MGO). Figur 1 illustrerer hvordan drivstofforbruket pr utseilt distanse øker med økende hastighet. Tilsvarende LNG-forbruket ble beregnet ut ifra energi-effekt-behov. I tillegg er det utført en beregning der det antas at det istedenfor MGO brukes diesel, med samme utvikling i innblanding av biodiesel som for lastebiler.

³ I Norges statsbudsjett for 2017 er det vedtatt en opptrappingsplan til 20% omsetningskrav for biodrivstoff i 2020.

⁴ HandBook for Emission Factors for Road Transport



Figur 1. Drivstofforbruk i kilo MGO per km ved ulike hastigheter. Tall basert på informasjon fra oppdragsgiver og tekniske skips-spesifikasjoner.

3.4 Utslippsfaktorer

Når det gjelder CO₂-utslipp er det der hvor mulig tatt utgangspunkt i utslippsfaktorer fra den Europeiske Standarden for beregning av utslipp fra transportsektoren (NEN-EN 16258). I tillegg, og for konsistensens skyld, har vi brukt grunnlagsinformasjon fra TØI-rapporten «CO₂-besparelser av forsert innføring av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger» (Hovi og Pinchasik, 2016). NO_x-utslippet for lastebiler er avledet av faktorer fra HBEFA og skiller mellom motorer av typer Euro-V og Euro-VI. For NO_x- og SO_x-utslippet for skip er kildene DNV-GL og TØIs «Miljøregnskap for alternative transportkjeder mellom Oslo og Tromsø» (Hovi, 2015). Ettersom det ikke finnes gode utslippsfaktorer for fergetransport benyttet vi for fergestrekningen Larvik - Hirtshals samme utslippsfaktor som for MGO-skipet som legges til grunn i det nye transporttilbudet. Tabell 2 gir en oversikt av utslippsfaktorer for ulike typer drivstoff.

Tabell 2. Utslippsfaktorer per liter av ulike typer drivstoff

	CO ₂ i kg/l	NO _x i kg/l	SO _x i kg/l
Diesel B0	2,660	Avhenger av euroklasse	
Diesel B5,5	2,567	Avhenger av euroklasse	
Diesel B7	2,541	Avhenger av euroklasse	
Diesel B20	2,320	Avhenger av euroklasse	
MGO	2,848	0,070	0,046
LNG	1,238	0,002	

3.5 Kapasitetsutnyttelse

I våre beregninger har vi lagt til grunn en lastekapasitet på 18 tonn fisk per trailer⁵. Dette gjelder både trailere til vegtransport (trekkvogn), og trailere på skip.

For vegtransport antas det i alle år full utnyttelse av kapasiteten fra hhv Rørvik og Hitra, til Padborg. For skip regnes det med en kapasitet på 120 trailere per seiling, med 2 seilinger per uke fra 2020 (gitt av oppdragsgiver). Videre antas det at kapasitetsutnyttelsen øker fra 80% til 100% i 2020. I 2020 tas det i bruk et 2. skip, slik at antall ukentlige seilinger øker til 4. Mellom 2020 og 2050 regner vi derfor med 2 skip og en kapasitetsutnyttelse på 100%. Den delen av transportbehovet som i et gitt år ikke dekkes av skip antas utført med lastebil via Larvik og Hirtshals.

3.5.1 Returlast

Kysthavnalliansen og Trondheim Havn IKS forventer at potensiell returlast består av frukt, grønnsaker, og andre varer til regionen. Også transport av varer for Trondheimsregionen kan være aktuelt, med Orkanger som en av returlasthavnene. Her er det en utredning i gang bl.a. med hensyn til distribusjonsløsninger knyttet til Hitras, Kråkøyas og Orkangers rolle som eventuelle distribusjonskanaler for returlast. En av utfordringene her vil være dagens logistikk-løsning i form av en etablert engroshandelsstruktur med sentrallagre i Osloregionen og Sør-Sverige. Våre analyser er basert på oppdragsgiverens forventning om 30% returlast i 2016, 40% returlast i 2020, og 50% returlast i 2050. Vi har antatt at denne økningen er lineær og gjelder for alle transportkjedene. Økende andeler av returlast vil påvirke totaltallene for utslippet gjennom et noe høyere drivstofforbruk, men vil også ha en gunstig effekt på miljøregnskapet per transportert tonn fisk. Vi har ikke medregnet utslipp knyttet til distribusjonstransport for returlasten fra havn til destinasjon i Trondheimsområdet.

⁵ På turstrekninger kommer det ca. 3 tonn is i tillegg, som det er tatt hensyn til i beregningene. På sikt forventes det at utviklingen går mot mer fisk og ingen is.

4 Utslippsberegninger

Gitt foran nevnte forutsetninger og utviklinger er det for hvert år beregnet drivstofforbruk, CO₂-utslipp, NO_x-utslipp og SO_x-utslipp (ferge) per delstrekning og per tur. Dette er videre multiplisert med antall turer per strekning, gitt transportbehovet i det gitte år, og sammenslått til totale utslippstall per år.

For sjøtransport tok vi utgangspunkt i seilingsplanen og foran nevnte forutsetninger om bl.a. kapasitetsutnyttelse. For hvert år i perioden 2018-2050 beregnet vi så hvor mye av det totale transportbehovet som kan bli utført med skip (og videre med trekkvogn mellom Hirtshals og Padborg), og hvor stort det resterende transportbehovet fra hhv Rørvik og Hitra med lastebil ville være.

For skip beregnet vi så CO₂-utslippet, NO_x-utslippet og SO_x-utslippet per delstrekning og per seiling. Disse tall er multiplisert med antall seilinger per år, og sammenslått til totale utslippstall for hvert år. Utslipp fra videre tilbringertransport mellom Hirtshals og Padborg t/r er beregnet på samme måten som for lastebil.

Også utslippet fra det resterende transportbehovet fra hhv Rørvik og Larvik (dvs delen av transporten som ikke utføres med skip) er beregnet på samme måten som for lastebilalternativene.

4.1 Resultater

4.1.1 Utslipp i sum

Tabell 3 viser drivstofforbruk, CO₂-utslipp, NO_x-utslipp og SO_x-utslipp for hver av de alternative transportkjedene, over hele perioden 2018-2050. I tillegg er det regnet på CO₂-utslippet i alternativet der skip bruker diesel, istedenfor marin gassolje.

Tabell 3. Totalt drivstofforbruk og utslipp for hver av transportalternativene i perioden 2018-2050. Drivstoffall (diesel, MGO, LNG) er gitt i millioner liter. Utslippstall er i 1000 tonn.

	1. Lastebil via Larvik	2. Lastebil via Øresundsbroen	3. Skip med MGO	4. Skip med LNG	(5. Skip med (bio)diesel)
Dieselforbruk	1 055	1 350	444	444	
MGO-/LNG-forbruk	148		930	1 411	
CO ₂ -utslipp	2 880	3 146	3 685	2 825	3 251
NO _x -utslipp	12	2	66	3	
SO _x -utslipp	7	-	43	1	

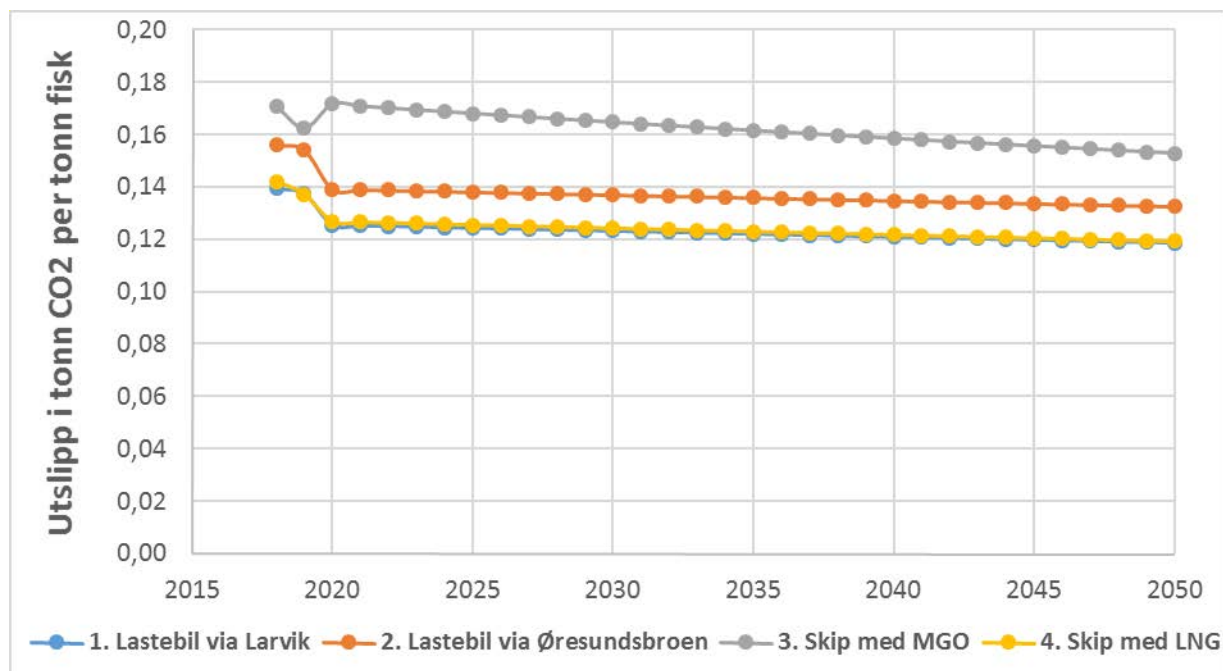
Tabellen viser at ruten via Larvik fører til et CO₂-utslipp som er ca. 8,5% lavere enn for Øresundsrueten. Samtidig er NO_x- og SO_x-utslippet (hovedsakelig på sjø) noe høyere,

ettersom det bare benyttes ferge for ruten via Larvik. Når det gjelder skipsscenarioene, viser scenariet med MGO-skip et høyere CO₂-utslipp enn i begge lastebilscenariene. En viktig grunn til dette er drivstofforbruket gitt skipets relativ høye hastighet for å kunne rekke to rundturer Rørvik – Hitra – Hirtshals per uke. I tillegg kommer MGOs miljøegenskaper (høyere CO₂-utslipp per enhet energi sammenliknet med autodiesel) og noe lengre distanse enn for veg. Også NO_x-utslippet og SO_x-utslippet er betydelig høyere for transport med MGO-skip, selv om disse utslipp i hovedsak skjer til havs.

Alternativet med skipsfremdrift basert på LNG viser lavere CO₂- og NO_x-utslipp. Fra kolonnen lengst til høyre fremkommer det at CO₂-utslippet kan bli noe redusert ved å bruke dieselfremdrift, istedenfor MGO, men dette er ikke tilstrekkelig til å få et lavere CO₂-utslipp enn fra lastebiltransport.

4.1.2 Utslipp per tonn transportert fisk

I tillegg til totaltall har vi beregnet CO₂-utslipp per tonn transportert fisk under forutsetning om forventet utvikling i bl.a. returtransport og innblanding av biodiesel. Utslipp fra fisketransport kan deles opp i 2 deler. På tur-delen, dvs delen av transporten som er europarettet, er alt av utslipp tilregnet fisken. På retur-delen, fra Europa til hhv Hitra og Rørvik, tilregnes utslippet fra tomtransporten til fisken⁶. Når lastebil/skip på vei tilbake fra Europa tar med seg returfrakt, blir andelen tomtransport lavere, og dermed også utslippet per transportert tonn fisk. Figur 2 viser utviklingen i CO₂-utslipp per tonn fisk for de ulike transportalternativene.



Figur 2. Utslipp i tonn CO₂ per tonn fisk i de ulike transportalternativene. Utvikling mellom 2018 og 2050.

Det fremkommer fra figuren at utslippet per tonn transportert fisk ligger mellom ca. 120 og 180 kilo CO₂ per tonn fisk, avhengig av transportalternativ og tidspunkt. Utslippet er lavest, og tilnærmet likt for lastebiltransport via Larvik (1), og transport med skip på LNG i

⁶ CO₂-utslippet fra transport av returlast, inkludert fra økt drivstofforbruk sammenliknet med tomtransport, tilregnes returlasten.

kombinasjon med resttransport med lastebil via Larvik (4). Utslippet er imidlertid høyere for Øresundsruuten (2) og for skipsalternativet med skip på MGO (3).

Knekken i utviklingen som i figuren fremkommer i 2020 skyldes økning i innblanding av biodiesel og innsetting av et 2. skip. Over tid går utslippet per enhet transportert fisk ned, ettersom returtransporten øker, og en mindre del av det totale CO₂-utslippet kan tilregnes fisken.

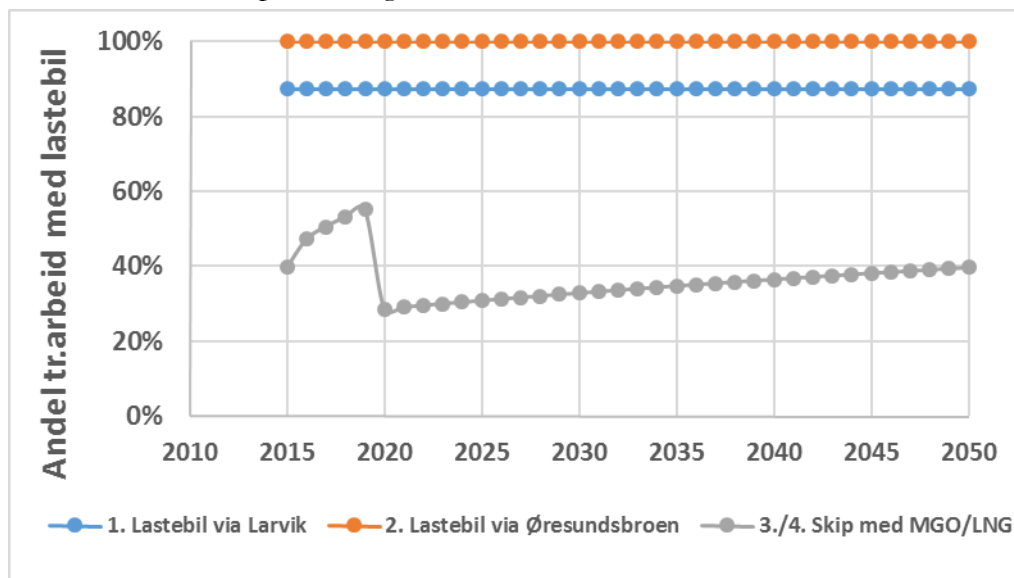
4.1.3 Transportarbeid

Tabell 4 illustrerer transportarbeidet i millioner tonnkm for de ulike transportkjedene, over hele perioden. Lavest er transportarbeidet ved lastebiltransport via Larvik. Det høyere transportarbeidet for skipsalternativene skyldes at lasten blir transportert over en lengre distanse på sjø, sammenliknet med veg i kombinasjon med ferje. Øresundsruuten er lengst av alle, og viser derfor høyest transportarbeid.

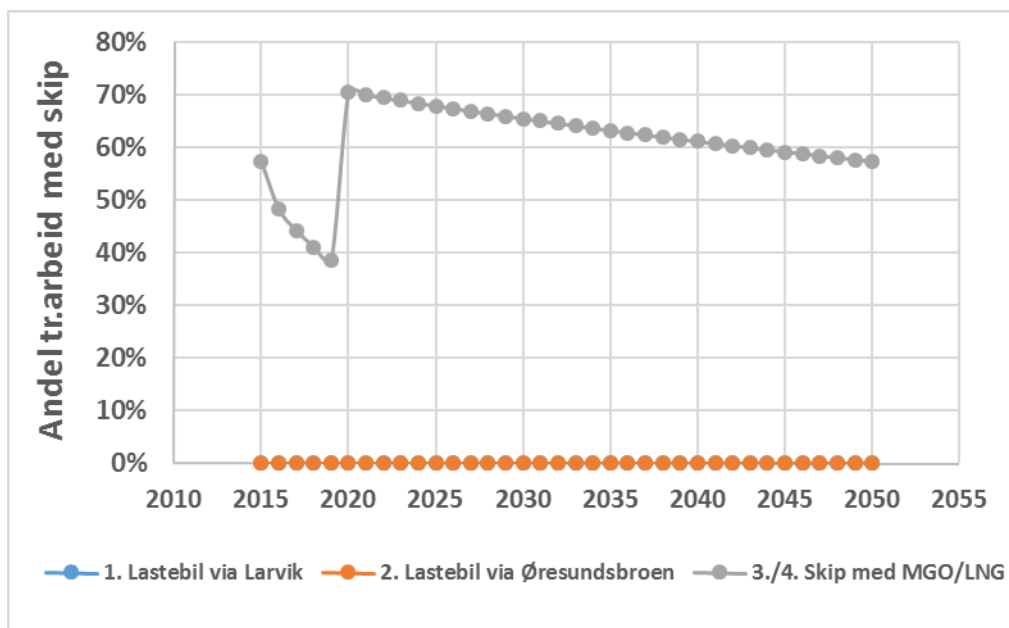
Tabell 4. Transportarbeid i millioner tonnkm for de ulike transportalternativene i perioden 2018-2050.

	1. Lastebil via Larvik	2. Lastebil via Øresundsbroen	3./4. Skip med MGO/LNG
Lastebil	31 880	43 672	13 943
Ferje	4 620		846
Skip			24 353
SUM	36 500	43 672	39 144

Figurene 3 og 4 viser i sin tur utvikling i andel transportarbeid med hhv lastebil og skip over tid, for de ulike transportalternativene. I 2020 fører økt skipskapasitet fra det 2. skipet til et høyere transportandel med skip, men et økende transportbehov i årene etter, som må transporteres med lastebil ettersom skipenes kapasitet allerede benyttes maksimalt, gjør at andelen lastebiltransport øker gradvis.



Figur 3. Andel av tonnkm utført med lastebil i de ulike transportalternativene. Utvikling mellom 2018 og 2050.



Figur 4. Andel av transportarbeidet i tonnkm utført med skip i de ulike transportalternativene. Utvikling mellom 2018 og 2050.

4.2 Samfunnsøkonomiske kostnader

Samfunnsøkonomiske kostnader for de alternative transportkjeder er beregnet med utgangspunkt i marginale eksterne kostnader ved transport av gods på veg og sjø. Enhetsverdier for vegtransport er basert på en TØI-rapport fra 2016 (Thune-Larsen m fl, 2016), mens kostnadene for sjø er basert på en rapport av Vista Analyse fra 2015 (Magnussen m fl, 2015). Begge rapportene er utført på oppdrag for Samferdselsdepartementet. De samfunnsøkonomiske kostnadene skal ta hensyn til at godstransport påfører samfunnet kostnader, blant annet ved helse- og miljøskadelige utslipp, støy, ulykker og slitasje på infrastruktur. Dette er kostnader som transportbrukerne påfører andre uten at transportbrukeren tar hensyn til dem, og kalles gjerne eksterne kostnader. Kostnader ved CO₂-utslipp inngår ikke i de eksterne kostnadene i de to nevnte rapporter. Dette er derfor basert på beregnet CO₂-utslipp fra kapittel 4 og en karbonpris på 295 kr/tonn, som er prisjustert til 2017-kr basert på anbefalinger i COWI (2014) til Statens Vegvesen til bruk i deres nyttekostnadsanalyser. Selve beregningen er basert på en nytteberegningssmodul som er utviklet til etterberegninger med Nasjonal godsmodell (Caspersen m fl, 2015). Selv om ikke beregningene i dette dokumentet er basert på Nasjonal godsmodell, har vi tilpasset resultatene slik at vi får benyttet nytteberegningssverktøyet. Fordelen er at verktøyet ivaretar Finansdepartementets retningslinjer for en samfunnsøkonomisk analyse.

Anslag på ikke internalisert samfunnsøkonomisk(e) nytte og kostnader fremkommer av tabell 5. Tall er i 2017-kr. Da vi ikke har hatt informasjon om transportkostnadene for de ulike transportalternativene inngår derfor ikke transportbruker- og transportoperatørnyttene i regnestykket.

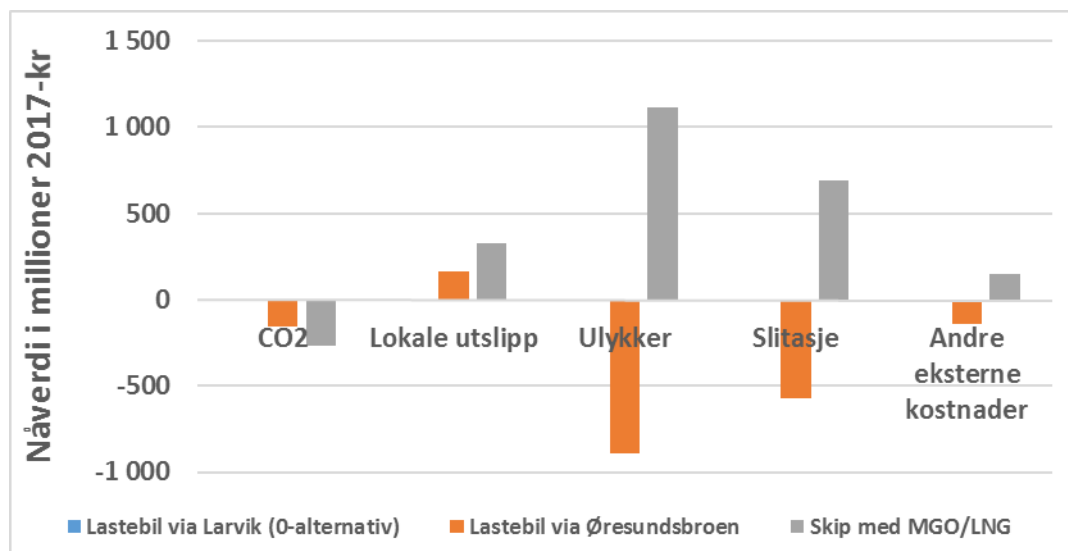
Tabell 5. Anslag på samfunnsøkonomisk(e) nytte og kostnader ved dagens transportkjedene og alternative transportkjedene med skip. Nåverdi i millioner 2017-kroner. Dagens transportkjede med lastebil via Larvik er 0-alternativet det sammenliknes med.

	Skatter og avgifter	Eksterne kostnader	Skatte-kostnader	Sum brutto nytte
1. Lastebil via Larvik (0-alternativ)				
2. Lastebil via Øresundsbroen	586	- 1 603	117	- 899
3./4. Skip med MGO/LNG	- 860	2 021	- 172	989

Negative tall indikerer en samfunnsøkonomisk kostnad, mens positive tall representerer en samfunnsøkonomisk nytte. En økning i lastebiltransporten vil f.eks. føre til høyere eksterne kostnader, men vil samtidig øke statens avgiftsinntekter noe som vil kompensere for en del av økningen i eksternalitetene og reduserer behovet for skatter i andre deler av økonomien. I en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse, der transportoperatørnyttene inngår, vil økt bilbruk føre til økte avgiftskostnader for transportoperatør slik at avgiftsendingen nulles ut. Det fremkommer av tabell 5 at sett ut fra de samfunnsøkonomiske kostnadene kommer skipsalternativene bedre ut enn dagens transportløsninger som kun bruker lastebil, og at samfunnsøkonomisk bruttonytte neddiskontert over perioden 2018 til 2050 er nærmere en milliard kr. Tabellen viser også at lastebilalternativet via Øresundsbroen, i tillegg til å føre til høyere utslipp, også fører til en nyttereduksjon sammenliknet med lastebiltransport i kombinasjon med ferge fra Larvik til Hirtshals.

Grunnen til at skipsalternativene kommer bedre ut enn lastebilalternativene skyldes at miljøkostnadene pr km for lastebilen utgjør 25-30% av de totale eksterne kostnadene, at utslipp fra sjøtransport kommer hovedsakelig i åpen sjø, langt fra der folk bor og med det har liten skadekostnad for lokal forurensning, og at lastebil har et høyere ulykkesrisiko sammenliknet med sjøtransport. Dessuten bidrar vegtransport til infrastrukturlitasje som er tilnærmet fraværende for sjøtransport. I tillegg kommer noe eksterne kostnader for lastebil knyttet til kø, støy og vintervedlikehold. Ekstra kostnader er høyere for Øresundalternativet ettersom lastebiltransport gjennom Sverige er adskillig lenger enn ruten via Larvik.

Figur 5 viser en oppdeling av de over nevnte eksterne kostnadene i sine forskjellige komponenter, sammenliknet med 0-alternativet. Merk at vi for sjøtransport ikke har grunnlag for å beregne eksterne kostnader for det som skjer i havn.



Figur 5. Dekomponerte eksterne kostnader, sammenliknet med 0-alternativet via Larvik. Nåverdi i millioner 2017-kroner.

4.2.1 Samfunnsøkonomiske kostnader per tonn transportert

Resultatene ovenfor er basert på diskontering av samfunnsøkonomisk nytte og kostnader til nåverdier. Dette gjør at en sammenlikning av spesifikke tall i ulike tidsepoker med varierende nivå returlast, ikke er hensiktsmessig. Vi har likevel valgt å presentere samfunnsøkonomisk nytte og kostnader per tonn transportert for året 2018, for de ulike alternativene (Tabell 6). Ettersom sammenlikningen her er absolutt (sammenliknet med ingen transport), istedenfor relativ (sammenliknet med 0-alternativet via Larvik), vil summen av eksterne effektene for alle alternativer være negativ. Tabellen viser at fisketransporten påfører samfunnet kostnader på mellom 320 og 433 kroner per tonn, avhengig av transportalternativet. Sjøtransportalternativet har den laveste samfunnsøkonomiske kostnaden.

Tabell 6. Anslag på samfunnsøkonomiske kostnader per transportert tonn fisk for året 2018. Tall i kr.

	Sum brutto nytte
1. Lastebil via Larvik (0-alternativ)	- 377
2. Lastebil via Øresundsbroen	- 433
3./4. Skip med MGO/LNG	- 320

4.3 Forbedringspotensiale og alternativer til vurdering

Beregningene i analysen er basert på oppdragsgivers foreløpige seilingsplan og går ut fra 2 rundturer Rørvik – Hitra – Hirtshals per skip per uke. I oppstartsfasen er det som følge av tilgjengelig tonnasje og at transportene skal dekket av bare ett skip begrenset hva man kan gjøre for å redusere miljøutslipp fra skip, ettersom det tette rundreiseprogrammet og en relativt høy skipshastighet gir lite rom for endringer i seilingsopplegg eller transportkjeder. Samtidig er transportbehovet fra Hitra antatt å være tre ganger større enn behovet fra Kråkøya, og det er derfor et ønske om å trekke inn Orkanger når produksjonen øker og det tas i bruk et 2. skip. På sikt vil forbedringspotensialet for reduksjoner i miljøutslipp derfor øke, ettersom det vil være større muligheter for endringer eller tilpasninger i seilingsplanen,

hastigheter, og havnebruk. Mulige eksempler er å legge opp til færre ukentlige rundturer til/fra Rørvik.

Ikke minst vil også skipenes fremdrifts-/drivstoffvalg kunne ha stor miljøeffekt, og gi tydelige signaler til rederier om fremtidige riktige skipsvalg. Eksempelvis kan noen av rundturene kun utføres mellom Hitra og Hirtshals og kan tilbringertransporten til/fra Rørvik, Hitra, og evt. Orkanger utføres med hydrogen- eller EL-skip når teknologien er moden for det. Det kan også være at andre skipstyper enn RoRo-skip, som er forutsatt i vår analyse, vil gi et bedre klimaregnskap. På langtransporten vil det gjøre at skipets hastighet på rundturene mellom Hitra og Hirtshals kan reduseres og at skipets drivstofforbruk per rundtur kan reduseres med opptil ca. 18%, med tilsvarende reduksjon i CO₂-utslippet.

En grov beregning indikerer at CO₂-utslippet for skipsruten regnet per trailer per rundtur mellom Hitra og Padborg vil ligge høyere enn for lastebiltransport via Larvik (men lavere enn for lastebiltransport via Øresundsbroen), til tross for utslippsreduksjonen skipets lavere hastighet medfører. Denne beregningen tar likevel ikke hensyn til den delen av transportbehovet fra Rørvik som i det opprinnelige opplegget ville gå per skip, og nå enten må transporteres til Europa med lastebil (som fører til ytterlige CO₂-utslipp), eller krever tilbringertransport fra Rørvik til Hitra (som også fører til ytterlige CO₂-utslipp til EL- eller hydrogenteknologi har blitt moden nok til å tas i bruk på denne ruten). Disse elementer vil også medføre høyere utgifter som vil måtte balanseres mot reduksjonen i drivstoffutgifter på grunn av lavere skipshastigheter.

Til slutt tilsier returlastgrunnlaget og -utviklingen at oppgavedelingen rundt eksport/returlast mellom de tre hovedhavnene i Trøndelag kan ha stor betydning for organiseringen av tilbringer-/distribusjonstilbudet og -kanaler, både lokalt og regionalt. På dette feltet er det nå i gang et eget prosjekt (2017, Kystverkets støtte til havnesamarbeid).

5 Referanser

Caspersen, E., Wangsness, P., Østli, V. og Madslie, A. (2015). Dokumentasjon: GodsNytte-modellen. TØI-rapport 1446/2015.

COWI (2014). Oppdatering av enhetskostnader i nyttekostnadsanalyser i Statens vegvesen. COWI-rapport.

Hovi, I.B. (2015). Miljøregnskap for alternative transportkjeder mellom Oslo og Tromsø. TØI-arbeidsdokument 50839.

Hovi, I.B. og Pinchasik, D.R. (2016). CO2-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger. TØI-rapport 1479/2016.

Magnussen, K, Ibenholt, K, Skjelvik, J M, Lindhjem, H Pedersen, S og Dyb, V (2015). Marginale eksterne kostnader ved transport av gods på sjø og bane. Vista-rapport 2015/54.

Nederlandse norm (2012). NEN-EN 16258. Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers).

Thune-Larsen, H, Veisten, H, Rødseth, K L og Klæboe, R (2014). Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk med reviderte ulykkeskostnader. TØI-rapport 1307/2016.

Trovik, S. Distansetabell fra Oslo-Herføl og grensen med Sverige til Kirkenes og Grense-Jakobselv

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no