



Transportøkonomisk institutt  
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



# Havnekapasitet i Nasjonal godsmodell

Laste og lossekapasitet for containerhavner

Stein Erik Grønland, Hedda Strømstad

1942/2023

Tittel:	Havnekapasitet i Nasjonal godsmodell - Laste og lossekapasitet for containerhavner
Tittel engelsk:	Port Capacity – Loading and unloading capacity in Norwegian container terminals
Forfatter:	Stein Erik Grønland, Hedda Strømstad
Dato:	06.2023
TØI-rapport:	1942/2023
Antall sider:	28
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2001-1
Oppdragsgivers p.nr.:	Rammeavtale med saksnummer 21/47078
Finansieringskilder:	Kystverket
TØIs p.nr.:	5242 – Havnekapasitet i NGM
Prosjektleder:	Stein Erik Grønland
Kvalitetsansvarlig:	Inger Beate Hovi
Fagfelt:	Næringsøkonomi og godstransport
Emneord:	Containerhavn, LoLo, RoRo, RoPax, Kapasitet, Godstransportmodell

## Kort sammendrag

Prosjektet fastlegger hvilke kapasiteter som bør legges til grunn ved kapasitetsbegrensende beregninger i Nasjonal Godstransportmodell (NGM), for havneterminaler som betjener container- (LoLo-), RoRo- og RoPax-skip. Kapasitetstallene for container- og RoRo-skip beregnes på to måter, først med utgangspunkt i laste-/lossehastighet, så med utgangspunkt i arealbegrensninger ved lasting/lossing og oppbevaring av containere. Beregningene viser at for containerskip er det arealet som er mest begrensende for kapasiteten, mens for RoRo-skip er det hovedsakelig laste-/lossehastigheten som er begrensende. For RoPax-skip er beregningene noe annerledes da kapasiteten i større grad er tilbudsbasert og avhenger av antall skip som seiler per dag, størrelsen på skipet og hvor stor andel av skipet som allokeres til persontrafikk. For alle skipskategoriene ligger de beregnede kapasitetstallene i utgangspunktet høyere enn dagens trafikkvolum hvilket indikerer et betydelig kapasitetsoverskudd for de fleste havner.

## Summary

The project determines which capacities should be used as a basis for capacity-limiting calculations in the Norwegian National Freight Model (NGM), for sea terminals operating container (LoLo), RoRo and RoPax ships, respectively. For container and RoRo ships, the capacity is calculated in two ways, first based on loading/unloading velocity, then based on area limitations related to loading/unloading and container storage. The capacity for terminals operating container ships is mostly restricted by area, while terminals operating RoRo ships are mostly limited by the loading/unloading pace. For RoPax ships, the calculations somewhat differ as the capacity is largely supply-based and depends on the number of sailings per day, the size of the ship and the proportion of a ship not reserved for passengers. Results show that for most sea terminals the calculated capacity limitations are higher than the current traffic volume, which indicates a significant capacity surplus.

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 forhåndsamtynge fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [Åndsverklovens](#) bestemmelser.



# Forord

Nasjonal godstransportmodell utgjør en delmodell i det Nasjonale modellsystemet til Transportvirksomhetene. For at modellen skal gi en best mulig representasjon av den nasjonale godstransporten har Kystverket ønsket å få utarbeidet og implementert kapasitet for sjøterminaler i modellen.

Foreliggende rapport presenterer metodikk for å implementere laste- og lossekapasitet for container- (LoLo og RoRo) og fergetransport (RoPax). I tillegg er det fremskaffet kapasitetstall for ulike faktorer som åpningstider, tilgjengelige arealer, lengde på kaifront, antall kraner, osv. Det er også gitt en kvalitativ beskrivelse av faktorer som påvirker kapasitet for godshåndtering i norske havner.

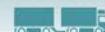
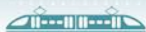
Arbeidet har i hovedsak vært gjennomført av Stein Erik Grønland, Sitma AS og Hedda Strømstad ved Transportøkonomisk institutt. Inger Beate Hovi har vært kvalitetssikrer og har sammen med Anne Madslien vært diskusjonspartner underveis i arbeidet. Grønland har utledet de teoretiske kapasitetsfunksjonene, mens Strømstad har fremskaffet og tilrettelagt det empiriske grunnlaget, dels basert på data fra Kystverket, dels fra SSB og dels basert på webportalen Kystinfo.

Alexander Frostis i Kystverket har vært Oppdragsgivers kontaktperson, mens Trude Kvalsvik har ferdigstilt rapporten for publisering.

Oslo, juni 2023  
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud  
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen  
Avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>1</b>
1.1	Formål .....	1
1.2	Forutsetninger .....	1
1.3	Ordliste for forkortelser som brukes i rapporten .....	2
<b>2</b>	<b>Metodetilnærming og analyse .....</b>	<b>3</b>
2.1	Beregning- og databehov .....	3
2.2	Datagrunnlag.....	4
<b>3</b>	<b>Containerhavner (lolo) .....</b>	<b>5</b>
3.1	Oversikt over havnene .....	5
3.2	Kapasitetsberegninger .....	7
<b>4</b>	<b>Roro-havner.....</b>	<b>13</b>
4.1	Oversikt .....	13
4.2	Kapasitetsberegninger .....	15
4.3	Datavask, standardverdier og beregnede verdier .....	18
4.4	Kapasitetsberegninger .....	18
<b>5</b>	<b>RoPax .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Konklusjon og diskusjon .....</b>	<b>26</b>
6.1	Konklusjon.....	26
6.2	Diskusjon/perspektiv .....	26
6.3	Feilkilder/forbehold .....	27
6.4	Videre forskning.....	27
	<b>Referanser .....</b>	<b>28</b>

# Havnekapasitet i Nasjonal godsmodell

## Laste og lossekapasitet for containerhavner

TØI rapport 1942/2023 • Forfattere: Stein Erik Grønland, Hedda Strømstad • Oslo 2023 • 28 sider

Prosjektet fastlegger hvilke kapasiteter som bør legges til grunn ved kapasitets-begrensende beregninger i Nasjonal Godstransportmodell (NGM), for havneterminaler som betjener container- (LoLo-), RoRo- og RoPax-skip. Kapasitetstallene for container- og RoRo-skip er beregnet på to måter, først med utgangspunkt i laste-/lossehastighet, så med utgangspunkt i arealbegrensninger ved lasting/lossing og oppbevaring av containere. Beregningene viser at for containerskip er det arealet som er mest begrensende for kapasiteten, mens det for RoRo-skip er hovedsakelig laste-/lossehastigheten som er begrensende. For RoPax-skip er kapasiteten i større grad tilbudsbasert og avhenger av antall skip som seiler per dag, størrelsen på skipet og hvor stor andel av skipet som er allokert til persontrafikk. For alle skipskategoriene ligger de beregnede kapasitetstallene i utgangspunktet høyere enn dagens trafikkvolum hvilket indikerer et betydelig kapasitetsoverskudd for de fleste havner.

### Formål

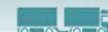
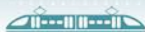
Prosjektet har hatt som siktemål å kartlegge, beregne og foreslå kapasitetstall som skal legges til grunn for havneterminalene ved en eventuell implementering av kapasitetsbegrensede beregninger i NGM. Samtidig vil kapasitetstallene også ha en egenverdi i analyser utenfor modellbruken. For NGM er kapasitet i tonn/år det interessante, men for annen bruk er det også beregnet kapasitet i form av antall enheter per år.

### Avgrensning

Kartlegging og beregninger er foretatt for havner som betjener containerskip (lolo), roro-skip og RoPax-skip. Aktuelle havner er havner hvor SSB har statistikk for trafikken. For containerhavner og roro-havner er det foretatt beregninger basert på laste-/lossehastigheter i de aktuelle havnene. Videre er det laget en modell for beregning av kapasitet som en funksjon av tilgjengelig areal for containerdrift.

### Kapasitetsbetraktninger

For containerhavnene er det beregnet kapasitet ved begge metoder i form av tonn per år og TEU per år. For hver havn anbefales brukt i NGM det minste av de to kapasitetstallene i tonn som er beregnet. For containerhavnene er det i de fleste tilfellene kapasitet begrenset av



areal. For alle containerhavner er det større kapasitet tilgjengelig enn det som i dag etterspørres.

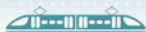
For roro-havnene er det beregnet kapasitet ved begge metoder i form av tonn per år og antall enheter som rulles av og på per år. For hver havn anbefales brukt i NGM det minste av de to kapasitetstallene i tonn som er beregnet. For roro-havnene er kapasitet i de fleste tilfellene ikke begrenset av areal. For alle roro-havner er det større kapasitet tilgjengelig enn det som i dag etterspørres.

For Ropax-havnene er det foretatt en beregning basert på tilbudsbegrenset kapasitet, hvor kapasiteten for hver av fergereasjonene for gods er en funksjon av daglig frekvens. Videre vil kapasiteten være begrenset av hvor stor del av lanemeter-kapasiteten som forutsettes allokert til passasjertrafikk. Det siste vil variere til dels betydelig mellom ulike fergestrekninger. Tabellene nedenfor viser de anbefalte kapasiteter i NGM.

Tabell S.1: Anbefalte kapasiteter i Norske havner for containerskip (lo/lo) og RoRo skip i mill. tonn per år.

Havn	LoLo	RoRo
Oslo*	2,72	1,1
Fredrikstad	0,85	1,2
Larvik	0,79	-
Brevik	0,72	1,2
Kristiansand	0,55	-
Orkanger	0,52	0,2
Helgeland Havnevesen	0,52	-
Husøy - Karmøy	0,34	0,9
Moss	0,32	-
Ålesund	0,29	0,03
Risavika	0,29	0,3
Bergen	0,28	1,4
Mo i Rana	0,28	-
Måløy	0,27	-
Bremanger Hamn og Næring KF	0,25	-
Drammen*	0,24	0,5
Flora Hamn KF	0,15	-
Averøy	0,15	-
Sunnalsøra	0,14	-
Kvinesdal	0,12	-
Tromsø	0,11	-
Trondheim - Pir1	0,11	0,5
Håvik	0,09	0,9
Alvika	0,07	0,03
Sandstad	0,05	1
Egersund	0,04	-
Tananger	0,03	0,2
Høyanger	0,03	-
Harstad	0,03	-
Haugesund	0,02	0,7
Storesund	0,02	-
Molde	0,02	0,1
Hammerfest Havn KF	0,02	-

\*For RoRo sum kapasitet bilskip og RoRo med blandet last.



Tabell S.2: Anbefalte kapasiteter til bruk i godstransportmodellen for internasjonale ferger (RoPax skip).

Havn	Relasjon	Kapasitet tusen tonn per år
Oslo	Oslo-Danmark	113
	Oslo - Tyskland	248
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	129
Larvik	Larvik-Danmark	764
Grenland	Grenland-Danmark	215
Kristiansand	Kristiansand-Danmark	13
Stavanger	Stavanger-Danmark	332
Bergen	Bergen-Danmark	222





## Port Capacity

### Loading and unloading capacity in Norwegian container terminals

TØI Report 1942/2023 • Authors: Stein Erik Grønland, Hedda Strømstad • Oslo 2023 • 28 pages

The project determines which capacities should be used as a basis for capacity-limiting calculations in the Norwegian National Freight Model (NGM), for sea terminals operating container, RoRo and RoPax ships. For container and RoRo ships, the capacity is calculated in two ways, first based on loading/unloading velocity, then based on area limitations related to loading/unloading and container storage. The capacity for terminals operating container ships is mostly restricted by area, while terminals operating RoRo ships are mostly limited by the loading/unloading pace. For RoPax ships, the calculations somewhat differ as the capacity is largely supply-based and depends on the number of sailings per day, the size of the ship and the proportion of a ship not reserved for passengers. Results show that for most sea terminals the calculated capacity limitations are higher than the current traffic volume, which indicates a significant capacity surplus.

#### Purpose

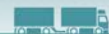
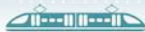
The project aims to map, calculate, and suggest which capacities should be used for each sea terminal when implementing capacity constrained calculations in NGM (The Norwegian National Freight Model). The capacity numbers will also have a value in themselves for analysis outside the NGM model. For NGM capacity in tons/year is the interesting part, but for other use capacities in units per year is also calculated.

#### Delimitations

The analysis is made for ports serving container ships, roro ships and RoPax ships. The RoPax ships are limited to international ferries. The ports included are those with transport statistics in SSB's port and ferry statistics. For container and roro ports, there are calculated capacities based on loading/unloading rates in the ports. In addition, there is developed a model for calculating capacity as a function of available areas for container or roro handling.

#### Capacities

For the lolo container ports, capacity is calculated in tons per year and TEUs per year, using both approaches. For each port, the smallest number is suggested for use in NGM and, also as



the most relevant capacity for each port. For most container ports, the capacity calculated as a function of area are in most cases the bottleneck capacity. For all container ports, the calculated capacities are higher than the present traffic.

For the roro ports, capacity is calculated in tons per year and trailer units per year, using both approaches. For each port, the smallest number is suggested for use in NGM and, also as the most relevant capacity for each port. For most roro ports, the capacity calculated based on loading/unloading rates are in most cases the bottleneck capacity. For all roro ports, the calculated capacities are higher than the present traffic.

For RoPax, the calculations are based on a supply restricted capacity, linked to available lane meters per year, and what share of that is expected to be allocated to passenger traffic (passenger cars and busses). Estimated allocated passenger car capacity varies a lot between different ports.

The capacity offered is calculated as a function of daily frequency for the ships. The tables below show the recommended capacities in NGM.

*Table S.1: Recommended capacities, container ships (LoLo and RoRo) in mill. tons per year.*

Port	LoLo	RoRo
Oslo*	2,72	1,1
Fredrikstad	0,85	1,2
Larvik	0,79	-
Brevik	0,72	1,2
Kristiansand	0,55	-
Orkanger	0,52	0,2
Helgeland Havnevesen	0,52	-
Husøy - Karmøy	0,34	0,9
Moss	0,32	-
Ålesund	0,29	0,03
Risavika	0,29	0,3
Bergen	0,28	1,4
Mo i Rana	0,28	-
Måløy	0,27	-
Bremanger Hamn og Næring KF	0,25	-
Drammen*	0,24	0,5
Flora Hamn KF	0,15	-
Averøy	0,15	-
Sunnalsøra	0,14	-
Kvinesdal	0,12	-
Tromsø	0,11	-
Trondheim - Pir1	0,11	0,5
Håvik	0,09	0,9
Alvika	0,07	0,03
Sandstad	0,05	1
Egersund	0,04	-
Tananger	0,03	0,2
Høyanger	0,03	-
Harstad	0,03	-
Haugesund	0,02	0,7
Storesund	0,02	-
Molde	0,02	0,1
Hammerfest Havn KF	0,02	-

\* For RoRo sum capacity for ships carrying cars and roro ships with mixed cargo.

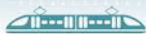


Table S.2: Recommended capacities, international ferries (Ropax skip).

Port	Relation	Capacity in thousand tons per year
Oslo	Oslo-Danmark	113
	Oslo - Tyskland	248
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	129
Larvik	Larvik-Danmark	764
Grenland	Grenland-Danmark	215
Kristiansand	Kristiansand-Danmark	13
Stavanger	Stavanger-Danmark	332
Bergen	Bergen-Danmark	222



# 1 Innledning

## 1.1 Formål

Nasjonal godstransportmodell (NGM) er en modell i det nasjonale transportmodellsystemet. I forbindelse med en modellvariant hvor vi kan legge inn kapasitetsbegrensninger på terminaler, skal det beregnes og implementeres kapasitetstall for sjøterminaler. I første omgang er dette begrenset til terminaler for containere og ferger, hhv. lolo- (Lift on – Lift off), roro- (Roll on – Roll off) og RoPax- (Kombinert Roll on – Roll off og Passasjerbåt) trafikk.

Målet for prosjektet har vært å kartlegge havnekapasiteten og finne relevante kapasitetstall til å implementere i NGM. I den sammenheng skal har vi også hatt intensjon om å kartlegge forhold som påvirker kapasiteten for de enkelte havnene.

Prosjektet skal:

- Foreslå egnede lastekategorier for de tre typene av container og fergetrafikk: lolo, roro og RoPax.
- Utarbeide kapasitetstall for sjøterminaler for lolo, roro og RoPax
- Foreta en kvalitativ beskrivelse av faktorer som påvirker kapasitet for godshåndtering i disse havnene
- Tilrettelegge og foreslå tiltak for å implementere disse kapasitetsfunksjonene i NGM, tilpasset dagens terminalklasser

## 1.2 Forutsetninger

Lastekategoriene er last fraktet med lolo, roro eller RoPax-skip. Innenfor disse har vi en videre underinndeling i flere størrelser av containere, traller og semitrailere.

Hvis en havn betjener flere av lastekategoriene er det foretatt beregninger for hver enkelt kategori. Kapasiteten beregnes for hvert kaiavsnitt hvor de ulike lastetyperne betjenes, og summen av disse utgjør havnas totalkapasitet.

Da Nasjonal godstransportmodell inneholder svært mange havner, er det foretatt en prioritering av havnene etter viktigheten av å etablere kapasitetstall i modellen. Her har vi i utgangspunktet sett på omfanget av trafikken, med utgangspunkt i SSBs havnestatistikk. Havnene inkludert i rapporten er de som betjener lastekategoriene. For RoPax har vi ikke tatt med passasjerkapasitet da formålet primært er kapasitetstall som er relatert til godstransport.

Kapasitet er beregnet basert på flere elementer som vist i kapittel 2.1. De viktigste er:

- Lastekapasitet for lasting/lossing over kai (enheter per tidsenhet)
- Tilgjengelig areal
- Lastens sammensetting
- Åpningstider – tilgjengelig tid for kaiene til lasting og lossing

Noen av kapasitetstallene er en videreutvikling av tidligere kapasitetsberegninger for containerhavner (Grønland og Rødseth, 2018), med tilpasninger som beskrevet i senere kapitler.

Som et ledd i arbeidet har vi også definert endringsbehov i NGM for å inkludere Roro og RoPax i kapasitetsberegningene.

### 1.3 Ordliste for forkortelser som brukes i rapporten

LoLo: «Lift on lift off». Betegner lasting og lossing med løfting, for containerskip er dette vanligvis løfting med kran.

RoRo: «Roll on Roll off». Betegner lasting og lossing ved at lasten trilles på eller av skipet

RoPax: Skip med både gods og passasjerer («Pax»).

DWT: Dødvekttonn. Skipets kapasitet, inklusiv skipets egne forsyninger.

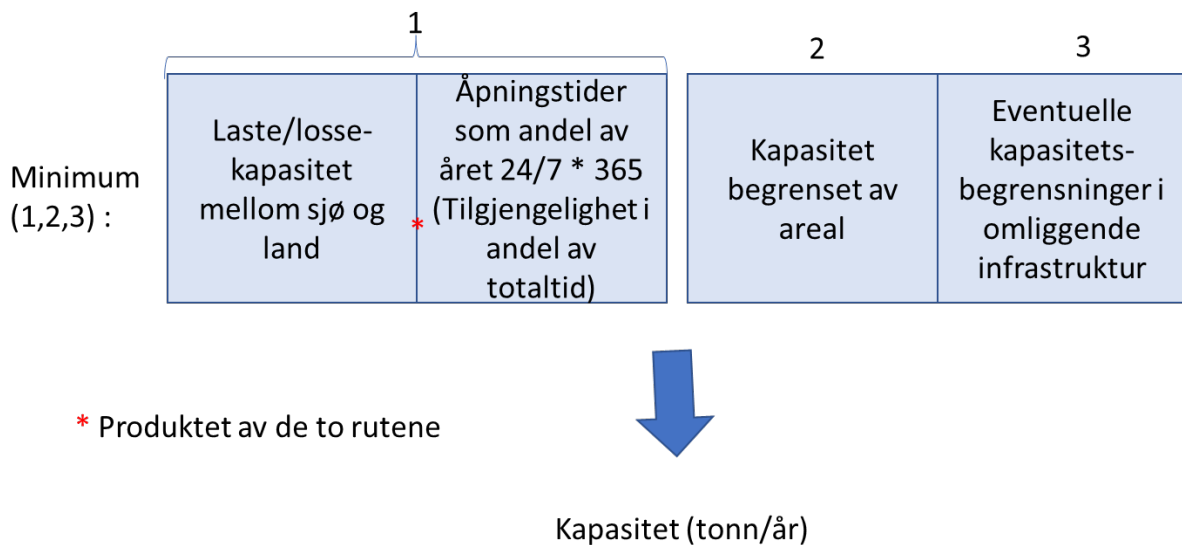
24/7: Betegner at noe er åpnet 24 timer alle ukens 7 dager.

NGM: Nasjonal Godstransportmodell

## 2 Metodetilnærming og analyse

### 2.1 Beregning- og databehov

For havneterminalene defineres kapasitet som maksimalt antall tonn lastet og losset per år. Ulike forhold påvirker kapasiteten, og for å utføre kapasitetsberegningene er det derfor innhentet informasjon om åpningstider, laste-/lossekapasitet og havneareal. Kartleggingen av de utvalgte havnene er utført for hvert kaiavsnitt som betjener skipstypene container-, roro og RoPax-skip. Hovedmodellen for beregningene er presentert i figur 2.1:



Figur 2.1: Hovedmodell for kapasitetsberegningene.

Det første leddet (1) i modellen, referer seg til den rene laste-/lossekapasitet mellom sjø og land når havnen er aktiv. I denne kapasiteten er det tatt hensyn til den tiden som går bort knyttet til ankomst og avgang av skipene. Denne kapasiteten er så multiplisert med den andel av året som kaien er tilgjengelig for aktiv lasting eller lossing. Dette gir en teoretisk kapasitet for hvor mye kaiene kan betjene per år.

Det andre leddet (2) er en beregning av hvor mye trafikk som kan betjenes over det tilgjengelige areal for de aktuelle lastekategoriene. Beregningene er basert på arealbehov for en gitt trafikkmengde og lastsammensetning, som så er invertert slik at man for et gitt areal kan anslå hvor stor trafikk dette arealet ville kunne støtte per år. Det tredje leddet (3) representerer eventuelle andre kapasitetsbegrensninger, for eksempel i omliggende infrastruktur (som vegsystemer, porter og banetilknytning). I dette prosjektet har vi ikke identifisert disse begrensningene som er av en slik art at de ville gitt lavere kapasitet enn det vi finner i punktene 1 eller 2, og vi har derfor sett bort fra dette punktet i resten av rapporten. Hvis man på senere tidspunkt i forbindelse med for eksempel spesifikke utbyggingsprosjekter skulle finne slike begrensninger, vil det være lett å korrigere for dette ved senere beregninger i NGM.

Minste kapasitet av 1. eller 2. ledd vil definere flaskehals og dermed kapasitetsgrensen for havna og lastekategoriene i NGM.

## 2.2 Datagrunnlag

Som utgangspunkt for å beregne kapasitetstall for havneterminalene er det anvendt datagrunnlag fra tidligere TØI-rapporter samt innhentet grunnlagsdata fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og Kystverket. Ytterligere informasjon om havneterminalene er innhentet fra havnene direkte eller via deres nettsider. Videre er det benyttet tall for laste- og lossehastigheter for havner, innhentet og utviklet i arbeidet med NGM.

### 2.2.1 Tilgjengelige data

Fra SSB benyttes kvartalsvis havnestatistikk som viser gods lastet og losset for de største havnene i Norge. Statistikken omfatter offentlige trafikkhavner og et utvalg private havner med et årlig godsomslag på minst 1 million tonn eller minst 200 000 passasjerer per år. Datagrunnlaget baserer seg på innrapportering fra havnene og omfatter informasjon om lastetype, vareslag, godsmengde og om frakten går innenriks eller utenriks. Godsmengde fraktet med lolo- og roro-containere er fordelt på ulike containerstørrelser (20, 30, 40 eller >40 fot) og omregnet til TEU (Twenty-foot Equivalent Unit).

For roro-havner ble det foretatt justeringer av godsmengde fraktet med roro-skip for de ulike lastetyperne. Dette fordi den kvartalsvise havnestatistikken inkluderer gods transportert med utenlandsfergene, bilskip og Hurtigruten som roro-trafikk. For å tilegne oss data utelukkende for roro-skip, og ikke RoPax, er gods transportert med utenlandsfergene blitt skilt ut ved hjelp av fergestatistikken til SSB.

Fra Kystverket har vi fått tilsendt AIS- og anløpsdata fra SafeSeaNet som anvendes til å tallfeste antall anløp og gjennomsnittlig skipsstørrelse. TØI-rapport 1672/2018 om kostnader i havneterminaler gir grunnlag for laste- og lossehastigheten for containerhavnene, definert som antall løft pr time (Grønland og Rødseth, 2018). Det viser seg imidlertid at dette er data på et så vidt aggregert nivå at det primært er tatt utgangspunkt i rapportens anbefalinger om differensiering av havnene i klasser med ulike effektivitet, mens netto laste-/lossetider er korrigert basert på annet tallmateriale samlet inn for NGM, spesielt i forbindelse med Demolog-prosjektet hvor vi besøkte flere havner og samlet inn konkrete data for tider og utstyrsbruk. Disse data ble hentet ut fra kostnadsmodellen til NGM.

Det samlede datamaterialet omfatter informasjon om de største og viktigste norske havnene, og er utgangspunktet for hvilke havner som er inkludert i analysen.

### 2.2.2 Innhentet data

Utover tilgjengelige data, er informasjon om areal og åpningstider blitt innhentet fra Kystverkets nettløsning [kystinfo.no](http://kystinfo.no) og fra havneterminalenes nettsider. [Kystinfo.no](http://kystinfo.no) er en kartløsning hvor areal kan måles virtuelt fra detaljerte satellittbilder. Målingene blir noe upresise, men utgangspunktet er likt for alle havnene i analysen. I et tidligere prosjekt hvor spørreundersøkelser om havneareal ble distribuert opplyste havnene det utfordrende å fastslå areal. Dette avdekket usikkerhet knyttet til nøyaktigheten for datagrunnlaget gitt av havnene (Rødseth og Wangsness, 2015). Ved å utføre egne målinger innhentes et mer sammenlignbart grunnlag, og følger mer presise anslag.

I kartløsningen vises også antall kraner og roro-ramper brukt til lasting og lossing for de ulike kaiene. Dessuten er det gjort målinger av kailengdene. Dette er kryssjekket med informasjonen tilgjengelig på havneterminalenes nettsider. Ved mangelfull informasjon har dette blitt innhentet direkte fra havnene over mail eller telefon. For åpningstidene opplyser de fleste om døgnåpen drift og betjening av skip. Det henvises for øvrig for åpningstider benyttet i beregningen til kapittel 3 og 4.



## 3 Containerhavner (lolo)

### 3.1 Oversikt over havnene

Tabell 3.1 viser fordelingen av containere etter havnedistrikt og containerstørrelse. 10 fots containere er primært for bruk offshore og er derfor begrenset til noen få havner.

Tabell 3.1: Fordeling av antall containere etter havnedistrikt og containerstørrelse i år 2021. Kilde: SSB.

Havn	10 fot	20 fot	30 fot	40 fot	>40 fot	Sum ex. 10 fot
Moss	0	6730	131	12 290	13 839	32 990
Borg	0	13 104	0	18 757	4 536	36 397
Oslo	0	40 794	6 098	65 037	47 970	159 899
Drammen	0	2 505	0	2 883	3 067	8 455
Larvik	0	20 437	50	12 840	2 627	35 954
Porsgrunn	0	46 173	2 039	4 853	941	54 006
Kristiansand	0	16 825	0	10 376	5 916	33 117
Eigersund	3	10	0	4 301	0	4 311
Karmsund	0	9 055	0	4 200	1 639	14 894
Stavanger	92 324	9 782	34	7 849	4 609	22 274
Bergen	214	8 266	325	7 266	5 871	21 728
Florø	52 301	550	0	2 690	476	3 716
Måløy	0	727	0	9 895	0	10 622
Bremanger	0	0	0	5 649	0	5 649
Kristiansund	34 321	8 955	68	2 677	49	11 749
Ålesund	2	5 598	1	29 567	1 669	36 835
Trondheim	44	7 210	211	4 803	80	12 304
Mo i Rana	0	0	6 429	0	0	6 429
Tromsø	0	215	4 479	15	4	4 713

Fra tabellen synes en stor variasjon i containerstørrelse for de ulike havnene. I Porsgrunn er eksempelvis størst andel av containere 20 fot, mens for Oslo er brorparten 40 fot. Følgelig vil det være nyttig å omregne antall containerne til TEU, hvor 1 TEU er en standard ISO 20 fots container. For de øvrige lasteenhetene er følgende omregning benyttet: 40 fot = 2 TEU, 30 fot = 1,5 TEU, 10 fot = 0,5 TEU og containere større enn 40 fot er i all hovedsak forutsatt å være 45 fot, 45 fot = 2,25 TEU (Grønland og Rødseth, 2018).

I tabell 3.2 ser vi anløp, godsmengder målt i tonn og antall TEU totalt per år. Godsmengde vises fordelt per anløp og per TEU, og TEU vises fordelt per anløp og per dag. Tallene er fra 2021 med unntak av Tromsø hvor det benyttes et snitt for 2020-2019, da det forekommer feilregistrering i datagrunnlaget for anløp i 2021.

Tabell 3.2: Antall anløp, godsmengde og antall TEU per år, anløp og dag i 2021. Kilde: SSB og Kystverket.

Havn	Anløp	Godsmengde (i tonn)	TEU	Godsmengde per anløp (i tonn)	TEU per anløp	Tonn per TEU	TEU per dag
Moss	206	293 471	62 649	1 425	304	5	172
Borg	126	481 820	60 827	3 824	483	8	167
Oslo	556	1 544 969	287 955	2 779	518	5	789
Drammen	94	64 659	15 172	688	161	4	42
Larvik	206	471 377	52 106	2 288	253	9	143
Porsgrunn	221	746 065	61 065	3 376	276	12	167
Kristiansand	250	485 813	50 184	1 943	201	10	137
Eigersund	57	67 035	8 612	1 176	151	8	24
Karmsund	153	184 479	21 146	1 206	138	9	58
Stavanger	164	272 031	35 908	1 659	219	8	98
Bergen	155	242 009	36 506	1 561	236	7	100
Florø	90	55 956	7 003	622	78	8	19
Måløy	132	139 289	20 517	1 055	155	7	56
Bremanger	55	73 797	11 298	1 342	205	7	31
Kristiansund	70	163 095	14 523	2 330	207	11	40
Ålesund	210	441 753	68 494	2 104	326	6	188
Trondheim	111	170 194	17 317	1 533	156	10	47
Mo i Rana	51	74 452	9 645	1 460	189	8	26
Tromsø	19	29 350	8 235	1 545	433	4	19

SSB tallene er fordelt på havnedistrikt, men de fleste distriktene har én containerhavn slik at anløpene for containerskip går til samme havn. Det synes av tabellen at Oslo har flest anløp med containerskip og størst andel gods transportert per år (26 %), etterfulgt av Porsgrunn (12 %). Videre lastes og losses relativt store godsmengder for havnene Kristiansand (8 %), Borg (8 %), Larvik (8 %) og Ålesund (7 %), hvor det i Borg havn i gjennomsnitt transporteres rundt dobbelt så mye gods per anløp. Dette kan ha sammenheng med at Borg opererer med et stort areal, lang kailengde og med et høyt antall kraner, som vist i tabell 3.3.

Havnen i Moss frakter en høy andel TEU i forhold til godsmengde, som reflekteres i tonn per TEU (5 tonn). Tonn per TEU beregnes for totalt antall TEU og varierer mellom 4-12 tonn, hvor Porsgrunn har høyest gjennomsnittsvekt på 12 tonn per TEU etterfulgt av Kristiansund, Kristiansand og Trondheim som har gjennomsnittsvekt på 10-11 tonn. Dette kan ha sammenheng med at for disse havnene transporteres det tyngre vareslag som eksempelvis gjødsel i Porsgrunn og kalk i Trondheim.

I Tabell 3.3 vises areal målt i m<sup>2</sup>, antall kraner, kailengder for de ulike kaiavsnittene og gjennomsnittlig skipslengde for de største norske containerhavnene.

Tabell 3.3: Areal, antall kraner, kailengder og gjennomsnittlig skipslengde. Kilde: Kystverket.

Havn	Areal (m <sup>2</sup> )	Antall kraner	Kailengde (m)	Gjennomsnitt skipslengde (i meter)
Moss	28 000	1	150, 30	140
Borg	37 000	3	580	137
Oslo	80 000	4	665	139
Drammen	20 000	2	140	139
Larvik	50 000	2	305	139
Porsgrunn	30 000	2	200	143
Kristiansand	25 000	2	183, 265, 119	135
Karmsund	26 000	2	270, 203	134
Stavanger	44 000	1	280	135
Bergen	35 000	1	380	135
Ålesund	25 000	2	330, 110, 103	135
Orkanger	15 000	2	82, 85	134

Det framkommer at gjennomsnittlig skipslengde er nokså konstant mellom havner, men at det er betydelig variasjon i areal, antall kraner og kailengder. Oslo er den havnen med desidert størst arealer, etterfulgt av Larvik og Stavanger. Det er også Oslo som har de lengst kailengde, etterfulgt av Borg og Bergen.

## 3.2 Kapasitetsberegninger

### 3.2.1 Åpningstider som andel av året

Kapasitetsberegningene og databehovet for åpningstider er likt for terminalhavnene, så dette er beskrevet i samme avsnitt. For hver enkelt havn er det innhentet følgende informasjon:

- Åpningstider (fra/til klokkeslett) hverdager
- Åpningstider (fra/til klokkeslett) helg
- Stengte dager pr år, for eksempel i forbindelse med høytider

Det differensieres mellom åpningstider i hverdager og helgedager, da dette som oftest varierer. For å beregne åpningstid som andel av året er formel 3.1 og 3.2 benyttet:

$$\frac{(uker \cdot timer \text{ åpent hverdager pr uke}) + (uker \cdot timer \text{ åpent helgedager pr uke})}{365 \cdot 24} \quad 3.1$$

Uker defineres som uker hvor havneterminalene er åpne, og beregnes som:

$$52 - \left( \frac{\text{stengte dager}}{7} \right) \quad 3.2$$

For havner hvor det ikke foreligger informasjon for åpningstidene er følgende standardverdier benyttet: For havner i klasse 2 og 3 er benyttet 0,75, for havner i klasse 1 er det benyttet 0,5.

### 3.2.2 Laste/lossekapasitet

Det er innhentet følgende informasjon for hvert kaiavsnitt som kan betjene containerskip:

- Antall 20 fots og 40 fots lolo-containere per år
- Gjennomsnittlig last (lastet og losset) per anløp
- Gjennomsnittlig skipsstørrelse
- Antall mulige samtidige skip per kai
- Kailengder per kai

For en havn kan det være flere kaier som kan betjene et containerskip. Det er da utført kapasitetsberegninger separat for hver av disse. Totalkapasitet for en havn er samlet kapasitet per kai.

En utfordring er at parameterne definert ovenfor er en funksjon av skipsstørrelse. Spesielt gjelder det med hensyn til antall kraner som kan operere samtidig. Dette vedrører antall kraner i havn og for skip med egne kraner. Det er derfor innhentet informasjon om antall kraner for havnene, samt gjennomsnittlig skipsstørrelse og tonn lastet og losset i gjennomsnitt per anløp. Gjennomsnittlig skipsstørrelse defineres både ved skipslengde og dead weight tonnage (DWT). Skipslengde inkluderes da det, for enkelte kaiavsnitt, er avgjørende for hvorvidt ett eller flere skip kan betjenes samtidig.

For en gitt gjennomsnittlig skipsstørrelse på en kai beregnes laste-/lossekapasiteten (24/7) i prinsippet som følger:

Tid per skip (timer):

$$\frac{\text{Antall containere gjennomsnittlig lastet eller losset}}{\text{Containere per time operativ løfting}} + (\text{Tid til anløp og avgang}) \quad 3.3$$

Antall containere gjennomsnittlig lastet, eller losset er sum per skip. Basert på tilgjengelige data er beregningen foretatt i flere trinn. Først beregnes antall containere per anløp basert på informasjon om totalt antall anløp og totalt antall lastbærere for havna. Tid per skip beregnes så ut ifra antall containere delt på laste-/lossehastighet (antall containere lastet og losset per time) pluss 2 timer som er satt som sjablongmessig tid knyttet til anløp og avgang, som vist over i formel 3.3. Containere lastet og losset per time beregnes som antall containere per anløp, dividert med tid per skip i havn. Kapasitet i tonn per time får vi ved å ta utgangspunkt i antall containere per time og multiplisere med gjennomsnittlig lastvekt per TEU og gjennomsnittlig antall TEU per container spesifikt for havnen. Alle disse dataene er hentet fra statistikk, bortsett fra laste-/lossehastigheten som er basert på verdier i NGM for den havnklassen i NGM.

Gjennomsnittlig tid i havn for containerskipene som ble beregnet i 2014 ga et godt grunnlag for å sammenligne kostnadseffektiviteten mellom havnene. Til å beregne hva som kan være maksimal kapasitet, så er usikkerheten i selve oppholdstiden for skipene for påvirket av andre faktorer som ruter, andre aktiviteter i havn (mannskapsbytte, bunkring mm). Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i de ulike laste/lossehastighetene i selve laste/losseprosessen, målt i antall løft ut i fra observasjoner og data for de ulike klassene i NGM. Vi har forutsatt at det for standardtallene er forutsatt 75% 40/45 fots enheter og 25% 20 fots enheter. Dette gir en snittlast på ca. 17,5 tonn basert på 10 tonn per TEU. Da har vi:

Tabell 3.4: Laste/lossehastighet i løft per time og tonn per time for de ulike klassene i NGM.

Klasse	Laste/lossehastighet Antall løft per time	Tonn per time
1	6,9	120
2	10,3	180
3	13,1	230
4	18,9	330

Tonntallene i beregningene for hver havn vil bli justert ut ifra sammensetningen i containere der.

Gjennomsnittlig antall containere pr anløp for havn  $x$ , betegnet  $C_x$ , er antall containere per år dividert med antall anløp per år. Ved manglende data om antall anløp, er dette skjønnsmessig satt til ett per uke, evt. ved svært små mengder noe sjeldnere.  $L_{standardx}$  er laste/lossehastighet for den aktuelle havna  $x$  med verdiene 1,2,3 eller 4 som angir klassen i NGM for havna, og standard indikerer at vi bruker standardverdier for hver klasse. Basert på standardtid per ankomst og avgang på 1 time for hver (sum 2 timer per anløp), vil tid per skip være:

$$T_{perskipx} = \left( \frac{C_x}{L_{standardx}} + 2 \right) \quad 3.4$$

Containere per time:

$$K_x = \frac{C_x}{T_{perskipx}} \quad 3.5$$

Tonnkapasitet blir da per time:

$$K_{Tx} = K_x * Lastvekt \text{ per TEU}_{havnx} * \frac{\sum_i (\text{Antall container type } (i) \cdot \text{TEU per enhet type } (i))}{\sum_i (\text{Antall containere type } (i))} \quad 3.6$$

Kapasitet per time:

$$\frac{(\text{Tonn per TEU}) * (\text{TEU per containerløft}) * (\text{Antall løft per time})}{\text{Tid per skip (timer)}} \quad 3.7$$

Laste- og lossekapasitet i tonn per år kan beregnes som:

$$\text{Kapasitet per time} * 24 * 365 \quad 3.8$$

Tonn per time til operativ løfting beregnes ut ifra:

$$\text{Antall løft per time} * \text{Tonn per løft} \quad 3.9$$

Når det gjelder åpningstider er dette relativt dårlig kommunisert. For havner hvor dette er oppgitt, er dette lagt til grunn for beregning av andel åpnet tid, for havner klasse 2 og 3 hvor dette ikke er oppgitt er det benyttet 75% åpent, og for havner klasse 1/0 er det benyttet 50%.

### 3.2.3 Kapasitet begrenset av areal

Kapasitet begrenset av areal defineres som antall enheter som kan strømme gjennom et gitt areal beregnet per tidsenhet. Dette omfatter areal til depot, oppstilling langs kaikant og transportareal internt på terminalen.

For beregning av kapasitet som funksjon av areal er databehovet:

- Tilgjengelig areal til containerformål, depot og transport fra depot til kaifront
- Kjøreareal fra port til havnedepotområde

- Gjennomstrømlningstid for container i havnedepot
- Stablehøyde, gjennomsnitt i havnedepot

Nødvendig areal beregnes for en gitt godsmengde og skillingfrekvens, og varierer avhengig av om det benyttes kran eller reach stacker i mottak og oppstillingsområde for de enkelte kaiene. Det er gjennomført beregninger for arealbehovet til containerdepotet, mottakoppstilling kaiområdet og kjøring i depot.

Arealbehovet ved en reach stacker-operert havn er presentert i formel 3.7:

$$A_b = A_k + A_D + A_{MR} + A_{DK}, \quad 3.10$$

Hvor  $A_k$  er areal for kjøring inn til depot, og mellom depot og kaifront.  $A_D$  er arealbehovet for containerdepot,  $A_{MR}$  er arealbehovet for mottak/oppstilling kai ved reach stacker-håndtering og  $A_{DK}$  er arealbehov for kjøring til/fra depot. Formelen utvides til:

$$A_b = 2000 \cdot (\text{antall kaier}) + (TEU_D \cdot 16,25 \cdot T) / S_D + (TEU_D \cdot \frac{30,03}{S_K}) + (TEU_D \cdot 91 \cdot \frac{T}{S_D} \cdot (\frac{R_C - 1}{R_C})) \quad 3.11$$

Areal for kjøring inn til depot, og mellom depot og kaifront vil avhenge av havnas geometri. Uten spesielt beregningsunderlag for hver havn, benytter vi som standardverdier 2000, ved flere kaier (antall kaier \* 2000). 16,25m<sup>2</sup> er areal per TEU. Tallet 91 er 16,25 multiplisert med 5,6 og 5,6 er 1 pluss 4,6 hvor 4,6 er arealt tillegg for kjøring per rad med containere. 30,03 er 91 justert med faktoren 0,33 for midlertidig behov ved kaifront, basert på at man bare har behov for å stille opp 1/3 av dagsmengden.

Her er  $TEU_D$  antall TEU per dag,  $T$  gjennomløpstid for container i havn (dager),  $S_D$  stablehøyde (antall containere) i depot,  $S_K$  stablehøyde foran kai og  $R_C$  antall rader med containere i bufferdepot.

For et gitt areal  $A$  beregnes kapasitet i TEU per dag for en havn ved formel:

$$TEU_{D_{kapa}} = \frac{A - 2000 \cdot (\text{antall kaier})}{\frac{16,25 \cdot T}{S_D} + \frac{30,03}{S_K} + \frac{91 \cdot T \cdot (R_C - 1)}{S_D \cdot R_C}} \quad 3.12$$

For de fleste kaiene er forflytninger i tilknytning til bufferområdet basert på bruk av reach stacker eller straddle-carrier. For kaier hvor bufferområdet er betjent med kraner, dette gjelder Oslo og Borg havn, beregnes hele arealet,  $A_b$ , ved følgende formel, der faktoren på 6,7031 er arealet for 1 TEU multiplisert med 0,33 for å skalere ned til et behov på 1/3 av dagsvolumet, multiplisert med 1,25 for å fange opp variasjoner:

$$A_b = 2000 \cdot (\text{antall kaier}) + (TEU_D \cdot 16,25 \cdot T) / S_D + (TEU_D \cdot 91 \cdot \frac{T}{S_D} \cdot (\frac{R_C - 1}{R_C})) + \frac{6,7031 \cdot TEU_d \cdot T}{S_D \cdot S_K} \quad 3.13$$

For et gitt areal  $A$  beregnes kapasitet i TEU per dag for en havn ved formel:

$$TEU_{D_{kapa}} = \frac{A - 2000 \cdot (\text{antall kaier})}{\frac{16,25 \cdot T}{S_D} + \frac{6,7031 \cdot T}{S_D \cdot S_K} + \frac{91 \cdot T \cdot (R_C - 1)}{R_C}} \quad 3.14$$

Årlig kapasitet blir da  $TEU_{\hat{A}_{kapa}} = 365 \cdot TEU_{dkapa}$ , hvor  $TEU_{dkap}$  velges fra en av formlene ovenfor, avhengig av hvorvidt buffersonen for containere er kranbetjent eller ikke.

Årlig kapasitet i tonn per år, som benyttes i NGM, beregnes som (Gjennomsnittlig tonn per TEU) \*  $TEU_{\hat{A}_{kapa}}$ .

### 3.2.4 Datavask, bruk av standardverdier og beregnede verdier

Som nevnt i 3.2.1 så er det for laste-/lossehastighet i form av løft per time benyttet standardverdier, med utgangspunkt i den kapasitetsklassen havnen tilhører som containerhavn.

For stablehøyde, som i praksis har vært umulig å lese av på satellittbilde, er det for depot benyttet 2,5 som standardverdi, mens det er benyttet en stablehøyde på 1,0 for kaikant. For Oslo er det ut ifra mer detaljert kunnskap om depot i kranområdet, er det benyttet en stablehøyde i depot på 4. For Peak-faktor er det for de havner hvor data mangler, forutsatt en stablehøyde på 1,5.

For havner med flere kaier eller kaiområder, er trafikken fordelt basert på antall anløp ved de forskjellige kaiene.

For kaier hvor det mangler data om skipslengder, er det forutsatt ett skip av gangen per kai.

For areal er det benyttet areal målt ut på tegning/luftfoto der hvor dette er tilgjengelig. For en del havner hvor det mangler areal og hvor havnene har færre anløp, er det ut ifra en skjønnsmessig vurdering av størrelsen benyttet 5 000 eller 10 000 m<sup>2</sup>. Dette gjelder ni havner. For Florø og Helgeland er det ut ifra en vurdering av mengden benyttet en skjønnsmessig størrelse på 15 000 m<sup>2</sup>, mens det for noen lavt trafikkerte havner, som Haugesund, Storesund og Molde, er benyttet 3 000 m<sup>2</sup>.

Ved beregning av arealbegrenset kapasitet er det ikke regnet inn noen reduksjon for åpningstid, da tilgjengelig areal for depot og oppstilling ikke påvirkes i vesentlig grad av åpningstiden.

### 3.2.5 Kapasiteter i containerhavnene

Beregningene av kapasitet er i utgangspunktet grunnlag for å kunne sette inn verdier i NGM. Den anbefalte verdien er den minste av kapasitet beregnet ut ifra hhv. lasting/lossing eller ut ifra areal.

Selv om tallene virker relativt nøyaktige skal de primært tolkes som et uttrykk for størrelsesorden. Tallene er relativt følsomme for forutsetninger omkring utnyttbart areal, antall anløp og last per anløp, åpningstid, tid for anløp og avgang og der det ved mindre endringer vil kunne medføre at kapasiteten også endres.

De havnene som er skravert med grått er de havnene som vi tidligere har gjengitt statistikk for. De havnene som er i felt uten skravering er andre havner hvor mengdene er så vidt store for containertrafikken at de burde vært inkludert i listen selv om totalvolumene for havna er mindre enn 1 million tonn per år. Dette gjelder Helgeland, Mo i Rana, Måløy og Bremanger.

Videre er det for fullstendighetens skyld inkludert en del havner med relativt små containermengder, men hvor statistikken indikerer en del aktivitet.

Tabell 3.3: Beregnede kapasitetstall basert på laste-/lossehastigheter og areal. Millioner tonn per år.

Havn	Anbefalt kapasitet til NGM (minste av de to kolonnene til høyre)	Kapasitet lasting/lossing	Kapasitet begrenset areal
Oslo	2,7	2,9	2,7
Fredrikstad	0,8	0,8	1,1
Larvik	0,8	1,4	0,8
Brevik	0,7	1,1	0,7
Kristiansand	0,5	1,1	0,5
Orkanger	0,5	0,5	0,6
Helgeland Havnevesen	0,5	0,8	0,5
Husøy - Karmøy	0,3	0,5	0,3
Moss	0,3	0,7	0,3
Ålesund	0,3	0,3	0,6
Risavika	0,3	0,3	0,7
Bergen	0,3	0,8	0,3
Mo i Rana	0,3	0,3	0,3
Måløy	0,3	0,3	0,3
Bremanger Hamn og Næring KF	0,2	0,5	0,2
Drammen	0,2	0,7	0,2
Flora Hamn KF	0,2	0,3	0,2
Averøy	0,1	0,5	0,1
Sunnalsøra	0,1	0,3	0,1
Kvinesdal	0,1	0,3	0,1
Tromsø	0,1	0,2	0,1
Trondheim - Pir1	0,1	0,4	0,1
Håvik	0,1	0,5	0,1
Alvika	0,1	0,3	0,1
Sandstad	0,1	0,3	0,1
Egersund	0,0	1,3	0,0
Tananger	0,0	0,2	0,0
Høyanger	0,0	0,3	0,0
Harstad	0,0	0,3	0,0
Haugesund	0,0	0,4	0,0
Storesund	0,0	0,5	0,0
Molde	0,0	0,2	0,0
Hammerfest Havn KF	0,0	0,1	0,0

Med noen få unntak er det kapasitet beregnet ut ifra areal som er mest begrensende.



## 4 Roro-havner

### 4.1 Oversikt

Roro-skip er skip som lastes og losses ved at godset kjøres om bord. Dette skjer på flere måter, hhv. ved at lasten kjøres om bord på egne traller, på trailere, på kassetter eller er selvkjørende. En egen kategori last her er motorvogner. Disse fraktes for nye biler i stor grad på spesialiserte skip, for Norge gjelder dette hhv. til Drammen og Oslo. En mindre del går også sammen med annen roro-last på generelle roro-fartøy. Eksempel på dette kan være biltransporter fra Storbritannia som går på roro-skip sammen med annen last til Brevik (i Porsgrunn kommune). For kapasitetsberegningene basert på laste-/lossehastighet vil det ikke være noen vesentlig forskjell i beregningene for roro-skip generelt og bilskip, bortsett fra at lossehastighet ofte er noe høyere for rene bilskip. For kapasitetsberegninger basert på areal, vil beregningene for rene bilskip være annerledes enn for generelle roro-skip, primært på grunn av noen andre dimensjoner per enhet lastet/losset. I tillegg vil det ofte for biler være noe lengre depottid på kai enn for generell roro-last.

For skip med blanding av vanlig roro-last og nye biler, hvor nye biler er en mindre andel av totalen, beregnes kapasitetstallene som for roro generelt.

Tabell 4.1 viser statistikk i form av antall enheter for de største roro-havnene. Legg merke til at mens Drammen og Oslo har rene biltransporthavner, har de øvrige havnene annen last til dels i blanding med motorvogner over samme havn.

Tabell 4.1: Fordeling av typer roro-last etter havnedistrikt. Antall enheter per år. Kilde: SSB.

Havn	Ikke-selvkjørende enheter	Selvkjørende enheter	Semitrailere	Spesialhenger for sjøtransport	Motorvogn	Enheter
Borg	3 397	0	0	0	0	3 397
Oslo	0	0	0	0	48 679	48 679
Drammen	0	0	0	0	119 512	119 512
Porsgrunn	0	243	9 996	0	3 153	13 392
Kristiansand	0	0	1 148	0	0	1 148
Karmsund	43	232	626	11 604	0	12 505
Stavanger	0	0	365	0	414	779
Bergen	35	77	4 807	0	3 944	8 863
Molde	0	1	0	0	0	1
Kristiansund	0	16	1 176	7 144	2	8 338
Ålesund	0	0	36	0	83	119
Trondheim	124	534	501	170	1 610	2 939
Harstad	0	98	35	0	0	133

Statistikken er hentet fra SSBs havnestatistikk, og øvrige enheter består av lastetyperne:

- Andre mobile ikke-selvgående enheter
- Andre mobile selvgående enheter
- Godstilhengere og semitrailere uten trekkvogn
- Spesialtilhengere for sjøtransport
- Veigående kjøretøy til godstransport og medfølgende tilhengere
- Motorvogner, import/eksport

Tabell 4.2 viser den delen av lasten som er containere (på tralle). Disse kommer i tillegg til enhetene som er vist i tabell 4.1.

Tabell 4.2: Roro-containere etter containerstørrelse, antall enheter og i TEU.

Havn	20 fot	30 fot	40 fot	>40 fot	Containere	TEU
Borg	3	0	0	0	3	3
Oslo	727	1 235	463	0	2 425	3 508
Drammen	0	0	0	0	0	0
Porsgrunn	575	867	1 003	916	3 361	5 947
Kristiansand	6	0	0	0	6	6
Karmsund	7 311	5	178	0	7 494	7 675
Stavanger	36	0	51	0	87	230
Bergen	951	0	166	163	1 280	1 771
Molde	0	84	0	0	84	127
Kristiansund	0	0	0	0	0	0
Ålesund	4	0	0	0	4	0
Trondheim	0	14	1 286	376	1 676	3 441
Harstad	0	18	0	0	18	28

Variasjonen i lastetyper fører til mangel av en standardisert lasteenhet, slik som TEU er for (lolo) containerhavnene. Til sammenligning blir kun 15% av godset fraktet i containere definert som TEU for roro-havnene. Det forekommer stor variasjon i gjennomsnittlig vekt per enhet for lastetyperne. For kapasiteten er dette i all hovedsak knyttet til antall enheter som trekkes eller kjører av/på båtene. I beregningen har vi forutsatt at hver container medfører et trekk og dette kommer i tillegg til bevegelsene i tabell 4.1.

Stavanger har svært mange anløp, men lite gods som blir lastet og losset. En mulig forklaring kan være skip med frakt til/fra Hydro sine produksjonsfasiliteter. Skipene som frakter aluminium anløper flere av Hydro sine fabrikker før de anløper Stavanger, og videre seiling til utlandet. Dette fører til et høyt antall anløp, men fordi varene blir ikke lastet og losset i Stavanger er godsmengden lav. Også Molde og Ålesund har et høyt antall anløp i forhold til godsmengde. Dette kan ha sammenheng med forsyninger offshore.

Tabell 4.3 viser godsmengder og enheter lastet/losset per time.

Tabell 4.3: Enheter og godsmengder (tonn) per anløp, tid i havn, enheter og godsmengde lastet/losset per time.

Havn	Enheter per anløp	Godsmengde (i tonn) per anløp	Tid i havn (timer)	Enheter lastet/losset per time	Godsmengde (tonn) lastet/losset per time
Borg	60	1497	8,0	7,4	186,4
Oslo	256	681	9,1	28,2	75,1
Drammen	813	1625	8,2	98,8	197,5
Porsgrunn	127	1392	7,2	17,6	192,8
Kristiansand	144	5	5,5	26,2	0,8
Karmsund	115	2081	8,0	14,4	261,1
Stavanger	1	12	3,0	0,4	4,1
Bergen	32	251	13,4	2,4	18,6
Molde	3	2	1,8	1,5	1,3
Kristiansund	83	2035	6,7	12,3	302,3
Ålesund	1	5	3,7	0,2	1,4
Trondheim	44	309	3,7	11,7	83,0
Harstad	3	17	4,4	0,8	3,9

Det er store variasjoner i enheter og gods lastet per time. Dette har blant annet sammenheng med stor variasjon i vekt per enhet. For eksempel ved bilimport/-eksport kan man frakte mange enheter i timen. Karmsund og Kristiansund har en høy mengde gods lastet/losset per time, noe som skyldes at vekten på frakten (per enhet) er høy, med tunge massevarer i spesialhengere for sjøtransport.

Tabell 4.4 viser for bilfrakt (motorvogner) gjennomsnittlig vekt per enhet.

Tabell 4.4: Gjennomsnittlig antall lasteenheter, godsmengde (tonn) og anløp pr år, samt enheter og godsmengde pr anløp og vekt (tonn) per enhet, biltransport.

Havn	Lasteenheter	Godsmengde (i tonn) per år	Anløp	Enheter per anløp	Godsmengde (tonn) per anløp	Vekt (i tonn) per enhet
Oslo	48 679	101 552	81	601	1 254	2,09
Drammen	119 512	238 883	123	972	1 942	2,00
Stavanger	414	3 711	5	83	742	8,96
Bergen og Omland	3 944	17 057	5	789	3 411	4,32
Trondheim	1 610	2 941	5	322	588	1,83

Vi ser at for Stavanger og Bergen er vekten høyere per enhet enn de øvrige havnene. Dette skyldes antagelig et stort innslag av tyngre offshore-laster, og for Stavanger også landbruksmaskiner. En større verdi indikerer en større andel større og tyngre motorkjøretøyer som lastebiler og maskiner.

Tabell 4.5 viser en del nøkkeltall for areal, antall ramper og kailengder.

Tabell 4.5: Areal, ramper, kailengder og gjennomsnittlig skipslengde for norske roro-havner.

Havn	Areal (m <sup>2</sup> )	Antall ramper	Kailengde (m)	Gjennomsnittlig skipslengde (m)
Borg	10 000	2	580, 150	120
Oslo (Kneppeskjær og Ormsund)	50 000	3	150, 120, 280	151
Oslo (Hjortnes)	12 000	1	175	151
Drammen	150 000	2	151, 450	145
Porsgrunn	15 000	2		221
Kristiansand	35 000	3	210, 218, 100	93
Karmsund	20 000	2		147
Stavanger	15 000	3	280, 200, 159	136
Bergen	15 000	2		128
Ålesund	10 000	3	330, 100, 110	120
Trondheim	10 000	1	135	124

## 4.2 Kapasitetsberegninger

### 4.2.1 Laste/lossekapasitet

For hvert kaiavsnitt som kan betjene roro-skip, er det innhentet informasjon om:

- Tid som kaien er belagt fra anløp til skipet seiler ut
- Antall lastenheter per år, fordelt på typer
- Gjennomsnittlig last (lastet og losset) per skip (eventuelt antall enheter per skip)
- Gjennomsnittlig skipsstørrelse
- Antall mulige samtidige skip per kai, antall ramper som kan benyttes samtidig

For laste-/lossetider har vi basert oss på informasjon tidligere observert i havner i Norge og utenlands (Rotterdam) i tilknytning til ulike prosjekter (upublisert materiale). Dette danner grunnlaget for laste-/lossetider i NGM som vi har lagt til grunn i våre beregninger. Beregningene baseres på forutsetningen om at alle ramper har lik åpningstid. Totalkapasiteten for en havn er summen av kapasitet per kai.

I likhet med containerhavnene, er parameterne en funksjon av skipsstørrelse. Det er derfor innhentet informasjon om gjennomsnittlig skipsstørrelse så vel som gjennomsnittlig antall tonn og enheter lastet og losset. Hovedforskjellen fra containerhavnene er at kapasitet varierer avhengig av antall terminaltraller og -traktorer, og ikke antall kraner.

For en gitt gjennomsnittlig skipsstørrelse på en kai beregnes laste-/lossekapasiteten (24/7) som følger:

$$\text{Netto tid per anløp: } \frac{\text{Enheter per anløp}}{\text{Enheter per time kjørt på og av skipet}} + (\text{Tid til anløp og avgang}) \quad 4.1$$

$$\text{Enheter per time: } \frac{\text{Enheter per anløp}}{\text{Netto tid per anløp (timer)}} \quad 4.2$$

$$\text{Enheter per år: } \text{Enheter per time} * 24 * 365 \quad 4.3$$

$$\text{Tonn per år: } (\text{Enheter per år}) * (\text{Tonn per enhet})$$

$$\text{Tonn per enhet er beregnet ut ifra: } \frac{\text{Tonn per år}}{\text{Enheter per år}} \quad 4.4$$

Tallet er korrigert forholdsmessig for estimert tilgjengelig tid.

Enheter per time kjørt på og av skipet er basert på klassifiseringen av havnene i NGM og de tilhørende tall for laste-/lossehastighet.

#### 4.2.2 Kapasitet begrenset av areal

Kapasitet begrenset av areal defineres som antall enheter som kan strømme gjennom et gitt areal per tidsenhet. Dette omfatter areal til lasting og lossing, oppstilling samt transportareal internt på terminalen.

For beregning av kapasitet som funksjon av areal er databehovet:

- Tilgjengelig areal for roro, oppstillingsområde og transport oppstillingsområde
- Kjøreareal fra port til depotområde
- Gjennomstrømningstid enheter i havn, spesifisert på mafitraller, trailer til semitrailer og selvkjørende enheter
- Gjennomsnittlig lastvekt per tralle uten container, per tralle med container, per trailer og per selvkjørende enhet

Det skiller mellom roro-skip med og uten blandet last. For blandet last differensieres det mellom mafitraller med og uten containere, traller fra semitrailere og flak (her samlet beregnet som semitrailere) og selvkjørende enhet. Roro-skip uten blandet last er rene biltransportskip.

For parameterne i beregningen har vi basert oss på data fra tidligere prosjekter (upublisert), og sjekket dette mot informasjon i Fausko og Sauri (2010).

Nødvendig areal beregnes for en gitt godsmengde og skipingfrekvens, og avhenger av om det er blandet eller enhetlig last. Arealbehovet for en havn med blandet last er gitt ved formel 4.5.

$$A_b = A_{DR} + A_D, \quad 4.5$$

hvor  $A_{DR}$  er arealbehovet for kjøring mellom oppstilling og skip og  $A_D$  er arealbehovet for oppstilling enheter til lasting eller mottatt fra lossing. Formelen utvides til:

$$A_b = 2000 + (\text{antall ramper} \cdot 100) + T_D \cdot (A_E \cdot GT + 45/R_C) \quad 4.6$$

hvor  $T_D$  er dimensjonerende antall enheter per dag,  $A_E$  er gjennomsnittlig nettoareal per enhet,  $GT$  er veid gjennomløpstid og  $R_C$  er antall rader med traller eller trailere i oppstilling.

Som standardverdi for  $A_E$  er benyttet et areal på  $45\text{m}^2$  med et tillegg på 30%, totalt sett  $57,5\text{ m}^2$ .

For et gitt areal  $A$  er følgende kapasitet målt i antall enheter per dag:

$$T_{Dkapa} = \frac{A_b - (2000 + (\text{antall ramper} \cdot 100))}{(57,5 \cdot GT) + \left(\frac{45}{R_C}\right)} \quad 4.7$$

Årlig kapasitet (i tonn per år), som benyttes i NGM, beregnes som  $T_{\text{Åkapa}} \cdot V_{\text{gjnsn}}$ .

Årlig kapasitet er:

$$T_{\text{Åkapa}} = 365 \cdot T_{Dkapa} \quad 4.8$$

$V_{\text{gjnsn}}$  er gjennomsnittlig lastvekt per enhet.

I beregningene for rene bilskip inngår bare selvgående enheter (sk), og det disponeres ofte et mindre areal enn for større maskiner som er angitt for roro-skipene ovenfor. Arealbehovet er da definert med:

$$A_b = 2000 + (\text{antall ramper} \cdot 100) + T_D \cdot ((18 \cdot GT) + (60/R_C)) \quad 4.9$$

For et gitt areal  $A$  er følgende kapasitet målt i antall enheter per dag:

$$T_{Dkapa} = \frac{A_b - (2000 + (\text{antall ramper}) \cdot 100)}{(18 \cdot GT) + \left(\frac{60}{R_C}\right)} \quad 4.10$$

Her er 18 dimensjonerende areal per bilenhet, og 60 er estimert areal for gruppe av biler i buffersone.

Kapasitet i tonn per dag: (*Enheter per dag*) \* (*Gjennomsnittlig last per enhet*)

Kapasitet per år: (*Kapasitet per dag*) \* 365

Beregningen omfatter areal brukt til laste- og losseoperasjonene, men behov for areal til mer langsiktig lagring av biler vil avhenge av lagringspolicy for bilimportørene, eventuell tilknytning til klargjøringsanlegg for bilene i havneområdet, tilgjengelighet for slikt areal som tilbys av havna. Dette betraktes som et kommersielt spørsmål for havna og vi har ikke lagt inn areal for dette i våre beregninger.

### 4.3 Datavask, standardverdier og beregnede verdier

For antall bevegelser lastet og losset på/av skip er det benyttet standardverdier. Disse er basert på observasjoner i tilknytning til arbeidet med NGM, med en liten tilleggsdifferensiering basert på at tilfeldige anløp til mindre havner må påregnes en lavere effektivitet enn anløp til havner med større trafikk. Sjablonmessig er dette satt til 15 bevegelser pr time for klasse 1, 30 bevegelser for klasse 2 og 40 bevegelser for klasse 3. Den store forskjellen ligger i hvor mange traktorer som samtidig kan være i bevegelse.

Når det gjelder areal som kan sees som allokert til roro-formål, så er dette innsamlet på samme måte som for containerhavner, ved direkte avlesning på kart i kystinfo.no. Imidlertid så er det en del mindre havner som har statistikk for roro-trafikk, men hvor vi mangler samme avlesning av areal. Her er det ut ifra en vurdering av hver enkelt havn og trafikkvolum satt sjablongmessige verdier på 3 000, 5 000 eller 10 000 m<sup>2</sup>.

### 4.4 Kapasitetsberegninger

Vi har i *tabell 4.6* vist beregnet kapasitet for de havneområdene som inngår i tabellene tidligere. Tallene er i tonn per år, basert på gjennomsnittlig vekt per enhet. For Drammen er roro-trafikken i sin helhet biler. For Oslo er bilene skilt ut som egen linje, mens det for øvrige havner er blandet trafikk.

Tabell 4.6: Beregnede kapasitetsgrenser i millioner tonn pr år for havneområder.

	Kapasitet anbefalt til bruk i NGM	Kapasitet begrenset av lasting/lossing	Kapasitet begrenset av areal
Oslo Havn KF	1,1	1,1	2,7
Borg Havn IKS	1,2	1,2	1,5
Drammensregionens IKS	0,5	0,5	4,7
Grenland Havn IKS	0,9	1,2	0,9
Kristiansand Havn KF	0,0	0,0	0,0
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	2,7	3,5	4,9
Stavanger Interkommunale Havn IKS	0,7	0,7	1,3
Bergen og Omland havn	1,5	1,5	1,9
Molde og Romsdal Havn IKS	0,0	0,1	0,0
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	4,2	4,2	6,3
Ålesund Havn KF	0,1	0,1	0,6
Trondheim Havnevesen	0,5	0,6	0,5

Kapasitetsbegrensningene til havneområdene er summen av kapasitet beregnet for hvert havneavsnitt i området. For enkelte havnedistrikt vil verdiene i kolonnen «kapasitet anbefalt til bruk i NGM» være en sammensetning av kapasitet begrenset av lasting/lossing og areal. Eksempelvis består Karmsund havnedistrikt av fire havneavsnitt hvor kapasiteten til én av havnene er begrenset av areal, mens resten er begrenset av lasting/lossing. Se tabell 4.8 og tabell 4.9 for fordeling på havnenivå. Tabell 4.7 viser beregnede kapasitetsgrenser som i tabellen ovenfor, men målt i antall enheter.

Tabell 4.7: Beregnede kapasitetsgrenser for havneområder, tusen enheter per år.

	Kapasitet anbefalt brukt i NGM	Kapasitet begrenset av lasting/lossing	Kapasitet begrenset av areal
Oslo Havn KF	282,1	282,1	1 236,9
Borg Havn IKS	54,6	54,6	65,9
Drammensregionens IKS	258,6	258,6	2 165,9
Grenland Havn IKS	149,3	192,6	149,3
Kristiansand Havn KF	81,9	81,9	257,8
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	162,9	212,5	292,8
Stavanger Interkommunale Havn IKS	83,7	83,7	156,0
Bergen og Omland havn	189,7	193,0	239,4
Molde og Romsdal Havn IKS	7,5	16,4	7,5
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	198,6	198,6	295,9
Ålesund Havn KF	7,4	7,4	90,1
Trondheim Havnevesen	73,4	93,8	73,4

For alle havneområdene er beregnet kapasitet betydelig større enn dagens trafikk. Med et par unntak er det lasting og lossing som begrenser kapasiteten og ikke arealet.

I beregningene over er kapasiteter vist på havneområder. For NGM vil det imidlertid være behov for også å ta hensyn til kapasitet for havner innenfor havneområdet, i den grad dette ikke er direkte sammenfallende.

Tabell 4.8 og tabell 4.9 viser kapasitetsberegningene på havnenivå, for de havner hvor SSBs statistikk viser at det har vært ro-ro-trafikk.

Tabell 4.8: Beregnede kapasitetsgrenser for havner, millioner tonn per år.

Havnedistrikt	Havn	Kapasitet anbefalt brukt i NGM (minimum av de to kolonnene til høyre)	Kapasitet begrenset av lasting/lossing	Kapasitet begrenset av areal
Ålesund Havn KF	Ålesund	0,03	0,03	0,5
Ålesund Havn KF	Alvika	0,03	0,03	0,2
Bergen og Omland havn	Bergen	0,5	0,5	0,8
Bergen og Omland havn	Ågotnes	0,4	0,4	0,5
Bergen og Omland havn	Mongstadbase	0,5	0,5	0,5
Borg Havn IKS	Fredrikstad	1,2	1,2	1,5
Drammensregionens IKS	Drammen	0,5	0,5	4,7
Grenland Havn IKS	Brevik	0,9	1,2	0,9
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Håvik	0,9	0,9	1,6
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Husøy - Karmøy	0,9	0,9	2,1
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Haugesund	0,7	0,7	1,1
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Storesund	0,1	0,9	0,1
Kristiansand Havn KF	Kristiansand	0,0	0,0	0,0
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Sunndalsøra	1,0	1,0	2,1
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Kristiansund	1,3	1,3	1,4
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Sandstad	1,0	1,0	1,4
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Averøy	1,0	1,0	1,4
Molde og Romsdal Havn IKS	Molde	0,0	0,1	0,0
Oslo Havn KF	Oslo, vanlig (Hjortnes)	0,2	0,2	0,3
Oslo Havn KF	Biler (Sjursøya)	0,9	0,9	2,4
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Risavika	0,3	0,3	0,9
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Dusavik	0,2	0,2	0,5
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Tananger	0,2	0,2	0,2
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Stavanger	0,2	0,2	0,2
Trondheim Havnevesen	Trondheim	0,4	0,5	0,4
Trondheim Havnevesen	Orkanger	0,1	0,2	0,1



Tabell 4.9: Beregnede kapasitetsgrenser for havneområder, tusen enheter per år.

Havnedistrikt	Havn	Kapasitet anbefalt brukt i NGM (minimum av de to kolonnene til høyre)	Kapasitet begrenset av lasting/lossing	Kapasitet begrenset av areal
Ålesund Havn KF	Ålesund	4	4	66
Ålesund Havn KF	Alvika	4	4	24
Bergen og Omland havn	Bergen	69	69	108
Bergen og Omland havn	Ågotnes	55	55	66
Bergen og Omland havn	Mongstadbase	66	69	66
Borg Havn IKS	Fredrikstad	55	55	66
Drammensregionens IKS	Drammen	259	259	2166
Grenland Havn IKS	Brevik	149	193	149
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Håvik	57	57	95
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Husøy - Karmøy	57	57	124
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Haugesund	41	41	66
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	Storesund	8	57	8
Kristiansand Havn KF	Kristiansand	82	82	258
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Sunnalsøra	46	46	98
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Kristiansund	60	60	66
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Sandstad	46	46	66
Kristiansund og Nordmøre Havnevesen	Averøy	46	46	66
Molde og Romsdal Havn IKS	Molde	8	16	8
Oslo Havn KF	Oslo, vanlig (Hjortnes)	282	282	1237
Oslo Havn KF	Biler (Sjursøya)	218	218	1160
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Risavika	35	35	108
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Dusavik	28	28	66
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Tananger	24	28	24
Stavanger Interkommunale Havn IKS	Stavanger	24	28	24
Trondheim Havnevesen	Trondheim	66	68	66
Trondheim Havnevesen	Orkanger	8	26	8

For alle havnene er beregnet kapasitet høyere enn faktisk trafikk. Dette følger til dels av at i beregningen av behov er faktisk etterspørsel justert med «peak-faktor» for i større grad å kunne legge dimensjonerende dag til grunn for behovet. I tabellen sammenlignes imidlertid den beregnede kapasitet med årlig etterspørsel. Samtidig kan noe av begrensningen ligge i etterspørsel eller tilbud, og ikke i det fysiske. Areal tallet for Drammen er svært høyt. Dette skyldes at det i areal estimatet ikke er skilt mellom areal til langtidsdepot for biler og areal til selve havneoperasjonen.

## 5 RoPax

RoPax er en betegnelse på skip som både transporter gods som «ruller» av og på skipene og passasjerer. I NGM-sammenheng er dette knyttet til de internasjonale fergene mellom Norge og Danmark, Tyskland, Storbritannia, Sverige og i den senere tid også Nederland.

Fergene har en blandet transport også på kjøretøysiden ved at personbiler utgjør en vesentlig del av transporten. Tabell 5.1 og 5.3 viser trafikken på fergene i antall enheter fra SSBs fergestatistikk. 5.2 viser enheter med gods og tomme hengere, mens 5.4 viser antall busser og personbiler.

Tabell 5.1: Antall godsenheter transportert på ferge pr år. Kilde: SSB statistikk 0425. Årsgjennomsnitt for perioden 4 kvartal 2021 – 3 kvartal 2022.

		Godsenheter (trekkvogner med semitrailer) losset per år	Godsenheter (trekkvogner med semitrailer) lastet per år	Godstilhengere (tomme) losset per år	Godstilhengere (tomme) lastet per år
Oslo	Oslo-Danmark	3 266	1 611	115	1 133
	Oslo - Tyskland	4 541	3 846	538	4 472
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	5 024	4 984	0	0
Larvik	Larvik-Danmark	33 858	32 881	0	0
Grenland	Grenland-Danmark	3 729	5 063	25	171
	Kristiansand	Kristiansand-Danmark	11 677	10 669	79
	Kristiansand-Nederland*		400	0	0
Stavanger	Stavanger-Danmark	7 789	4 728	1 003	1 326
Bergen	Bergen-Danmark	1 113	469	22	898

\*For Kristiansand-Nederland er det bare trafikk to siste kvartaler. Summen av disse er derfor multiplisert med 2.

Tabell 5.2 viser tonn transportmengde med lastebil og semitrailere, på de ulike strekningene.

Tabell 5.2: Tonn gods på lastebil og semitrailer med ferge pr år. Kilde: SSB statistikk 04225. Årsgjennomsnitt for perioden 4 kvartal 2021 – 3 kvartal 2022.

		Tonn (på semitrailere) losset per år	Tonn (på semitrailere) lastet per år
Oslo	Oslo-Danmark	42 666	24 923
	Oslo - Tyskland	60 326	51 394
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	50 174	23 345
Larvik	Larvik-Danmark	417 792	331 608
Grenland	Grenland-Danmark	43 481	73 500
	Kristiansand	Kristiansand-Danmark	154 794
	Kristiansand-Nederland*	1 156	3 836
Stavanger	Stavanger-Danmark	83 507	69 889
Bergen	Bergen-Danmark	14 002	6 279

\*For Kristiansand-Nederland er det bare trafikk to siste kvartaler. Summen av disse er derfor multiplisert med 2.

Den mest trafikktonge relasjonen er Larvik-Danmark, fulgt av Kristiansand-Danmark.

Tabell 5.3 viser gjennomsnittlig antall tonn per semitrailer med last, og per enhet inkludert tomme enheter. For beregningen av kapasitetstall, legges gjennomsnittet per semitrailer med last til grunn.

Tabell 5.3: Antall godsenheter (lastebiler og tilhengere) og lastvekt i tonn per enhet for lastebiler og tilhengere på ferge. Summen av lastet og losset. Årsgjennomsnitt for perioden 4 kvartal 2021 – 3 kvartal 2022.

		Antall trekkvogner med tilhengere	Antall tilhengere uten trekkvogn	Godsmengde lastet og losset (tonn)	Tonn per lastenhet med last	Tonn per lastenheter totalt (inkl. tomme)
Oslo	Oslo-Danmark	4 877	1 248	67 589	13,9	11,0
	Oslo - Tyskland	8 387	5 010	111 720	13,3	8,3
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	10 008	0	73 519	7,3	7,3
Larvik	Larvik-Danmark	66 739	0	749 400	11,2	11,2
Grenland	Grenland-Danmark	8 792	196	116 981	13,3	13,0
	Danmark	22 346	928	343 362	15,4	14,8
	Nederland*	400	0	4 992	12,5	12,5
Stavanger	Stavanger-Danmark	12 517	2 329	153 396	12,3	10,3
Bergen	Bergen-Danmark	1 582	920	20 281	12,8	8,1

\*For Kristiansand-Nederland er det bare trafikk to siste kvartaler. Summen av disse er derfor multiplisert med 2.

Høyest utnyttelse per enhet har vi på strekningen Kristiansand-Danmark. Dette kan til dels forklares ved en relativt stor andel industrilast.

Tabell 5.4: Antall enheter på ferge pr år. Kilde: SSB statistikk 04225. Årsgjennomsnitt for perioden 4 kvartal 2021 – 3 kvartal 2022.

		Busser losset per år	Busser lastet per år	Personbiler losset per år	Personbiler lastet per år
Oslo	Oslo-Danmark	289	209	35 439	30 730
	Oslo - Tyskland	303	432	36 790	38 259
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	215	557	104 963	184 489
Larvik	Larvik-Danmark	253	287	112 093	124 114
Grenland	Grenland-Danmark	91	81	30 053	33 064
	Kristiansand-Danmark	587	513	202 116	201 113
	Kristiansand-Nederland*	46	82	27 890	27 714
Stavanger	Stavanger-Danmark	51	2	15 861	3 143
Bergen	Bergen-Danmark	126	78	23 276	23 965

\*For Kristiansand-Nederland er det bare trafikk to siste kvartaler. Summen av disse er derfor multiplisert med 2.

I kapasitetsmessig sammenheng er det for skipene antall lanemeter (kjøretøysmeter) som er av betydning for kapasitetsbelegget. For lengden på trekkvogn med semitrailere bruker vi som dimensjonerende lengde 16,5m og buss 22m (Bertelsen, Maltumyr, Augdal, 2004), for personbiler 5m (Kirkhus, 2022), og for godstilhenger uten trekkvogn, 14,5m.

Tabell 5.5 viser lanemeter per år for de aktuelle strekningene.

Tabell 5.5: Lanemeter per år for hhv. person- og godstrafikk på fergestrekningene Årsgjennomsnitt for perioden 4 kvartal 2021 – 3 kvartal 2022.

		Lanemeter losset gods-kjøretøy	Lanemeter losset person-kjøretøy	Godskjøretøy, andel lanemeter	Lanemeter lastet gods-kjøretøy	Lanemeter lastet person-kjøretøy	Godskjøretøy andel lanemeter
Oslo	Danmark	55 557	183 553	23%	43 010	158 248	21%
	Tyskland	82 728	190 616	30%	128 303	200 799	39%
Sandefjord	Sverige	82 896	529 545	14%	82 236	934 699	8%
Larvik	Danmark	558 657	566 031	50%	542 537	626 884	46%
Grenland	Danmark	61 891	152 267	29%	86 019	167 102	34%
Kristiansand	Danmark	193 816	1023 494	16%	188 349	1016 851	16%
	Nederland*	0	140 462	0%	6 600	140 374	4%
Stavanger	Danmark	143 062	80 427	64%	97 239	15 759	86%
Bergen	Danmark	18 684	119 152	14%	20 760	121 541	15%

\*For Kristiansand-Nederland er det bare trafikk to siste kvartaler. Summen av disse er derfor multiplisert med 2.

Andelen og totalmengden Kristiansand – Nederland er så vidt liten at vi ser bort fra denne trafikken i de videre beregningene.

Godsandelen er på årsbasis er høyest for Stavanger – Danmark hvor godstrafikken synes å være en vesentlig del av trafikkgrunnet. For Sandefjord-Sverige og Kristiansand-Danmark er andelen forholdsvis begrenset, mens den for de øvrige strekningene utgjør i størrelsesorden mellom en tredjedel og halvparten.

Hvis vi ser godsmengdene og antall enheter for gods over årets fire kvartaler varierer dette til dels betydelig.

Kapasiteten til RoPax er i liten grad begrenset av infrastrukturen, eller tid for påkjøring/avkjøring. Derimot er den begrenset av tilbud i form av antall anløp per døgn, tilgjengelige lanemeter i skipet og andel av denne som er tilgjengelig for gods.

Det er usikkerhet i flere av disse variablene, og beregnet kapasitetsgrenser i NGM må sees på med en stor grad av usikkerhet.

Vi estimerer kapasiteten for gods med RoPax-fergene på følgende måte:

$$\begin{aligned} & \text{Lanemeter dimensjonerende retning per år} \\ & = \text{Maksimum (lanemeter lastet, lanemeter losset)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Topp last (kvartal) i forhold til snitt} \\ & = (\text{Største kvartalsmengde dimensjonerende retning}) \\ & \quad / (\text{Gjennomsnittlig kvartalsmengde}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitet (sum lastet og losset) tonn per år} \\ & = (\text{Dimensjonerende lanemeter per år}) * 2 \\ & * (\text{Topp last i forhold til snitt}) \\ & * (\text{Andel lanemeter godstransport av totalen}) \\ & * (\text{Gjennomsnittlig last per bil på relasjon}) \end{aligned}$$

Tabell 5.6 viser disse beregningene for de ulike fergereelasjonene.

Tabell 5.6: Antall lanemeter, dimensjonerende retning, topp lastekvartal i forhold til snitt og justert kapasitet for lanemeter godskjøretøy per år

		Lanemeter pr år, dimensjonerende retning	Topp last i forhold til snitt	Justert kapasitet lanemeter gods per år
Oslo	Oslo-Danmark	239 110	1,21	134 179
	Oslo - Tyskland	329 102	1,20	306 913
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	1016 935	1,76	290 268
Larvik	Larvik-Danmark	1169 421	1,03	1122 792
Grenland	Grenland-Danmark	253 121	1,55	266 399
Kristiansand	Kristiansand-Danmark	146 974	1,06	13 931
Stavanger	Stavanger-Danmark	223 489	1,16	332 813
Bergen	Bergen-Danmark	142 301	1,48	61 615

Beregningene over er basert på statistikk (SSB) og de benyttede dimensjonerende lengder for kjøretøyene oppgitt tidligere i kapitlet. Basert på det antall daglige seilinger som rederiene oppgir på sine nettsted (ruter per juni 2023), har vi beregnet kapasitet ved hhv. en, to og tre avganger per dag. Dette er vist i tabell 5.7.

Tabell 5.7: Kapasitet i tusen tonn ved dagens antall avganger og ved 1, 2 og 3 avganger per dag.

		Kapasitet tusen tonn per år	Antall avganger per dag 2022	Kapasitet ved 1 avgang per dag	Kapasitet ved 2 avganger per dag	Kapasitet ved 3 avganger per dag
Oslo	Oslo-Danmark	113	1	113	225	338
	Oslo - Tyskland	248	1	248	496	743
Sandefjord	Sandefjord-Sverige	129	2	65	129	194
Larvik	Larvik-Danmark	764	2	382	764	1146
Grenland	Grenland-Danmark	215	1	215	430	644
Kristiansand	Kristiansand-Danmark	13	2	6	13	19
Stavanger	Stavanger-Danmark	332	1	332	664	996
Bergen	Bergen-Danmark	222	1	222	442	663

I NGM anbefales lagt til grunn den kapasitet som gjelder ved dagens antall avganger, eller for prosjekter kan man legge inn den forutsatte frekvens i prosjektet.

## 6 Konklusjon og diskusjon

### 6.1 Konklusjon

Prosjektet fastlegger hvilke kapasiteter man bør legge til grunn ved kapasitetsbegrensede beregninger i NGM, for skipskategoriene containerskip (lolo-skip), roro-skip og RoPax-skip (internasjonale ferger). For containerskip er kapasitetsbehovet beregnet på to måter: Den ene er med utgangspunkt i laste-/lossetider per TEU for skip i havn og gjennomsnittlig antall TEU per skip som lastes og losses. Beregningen tar også hensyn til tid for klargjøring av skip ved anløp og avgang. Kapasiteten beregnes som antall TEUs som kan lastes og losses per år, og ut ifra det antall tonn som kan lastes og losses per år.

Den andre metoden er med utgangspunkt i kalkyler for hvilket areal en viss containermengde og frekvens vil kreve. I denne beregningen tas det også hensyn til antall containerrader i bufferdepot og stablingshøyde. Arealberegningen kan løses slik at kapasiteten i antall TEUs per år, blir en funksjon av arealet. Det minste tallet av de to beregningene anbefales lagt til grunn for kapasitet ved beregninger i NGM med kapasitetsbegrensninger på containerhavner, og kapasiteten i TEU per tidsenhet regnes om til tonn per år basert på statistikk for gjennomsnittlig last per TEU for den enkelte havn. For containerhavnene er det i de fleste tilfellene arealet som er begrensende.

For roro-skip er det benyttet tilnærmet samme metodikk, med to beregningsmåter. Den ene er med utgangspunkt i antall traller som kan lastes/losses per time for skip i havn og gjennomsnittlig antall traller per skip som lastes og losses ut ifra statistikk. Her tar vi også hensyn til tid for klargjøring av skip ved anløp og avgang. Ut ifra dette beregnes antall enheter og ut ifra det antall tonn som kan lastes og losses per år.

Den andre metoden er med utgangspunkt i kalkyler for hvilket areal en viss mengde roro-enheter og frekvens vil kreve. I denne beregningen tas det også hensyn til antall rader i bufferdepot. Arealberegningen kan løses slik at antall enheter som trekkes blir en funksjon av arealet. Dette benyttes til å finne hvilken kapasitet man kan ha i enheter per år for et gitt areal. Det minste tallet av de to beregningene anbefales lagt til grunn for kapasitet ved beregninger i NGM med kapasitetsbegrensninger på roro-havner. For roro-havnene er det i de fleste tilfellene laste-/lossehastigheten som er kapasitetsbegrensende.

For RoPax-skip har vi beregnet på en annen måte i og med at kapasiteten her i større grad er tilbudsbasert, ut ifra antall skip per dag som seiler, størrelsen på skipet, og hvor stor andel av skipets kapasitet som må antas å være allokert til persontrafikk. Videre har vi også for hver havn beregnet tall for gjennomsnittlig last per bilenhet. Basert på dette har vi for fergekaiene beregnet kapasiteter i tonn per år som en funksjon av antall daglige avganger.

### 6.2 Diskusjon/perspektiv

De beregnede kapasitetstall for alle skip ligger i utgangspunktet høyere og til dels betydelig høyere, enn dagens trafikkvolum hvilket indikerer at det for stort sett alle havnene har et betydelig kapasitetsoverskudd.

Når forutsetningene, for eksempel i form av tilgjengelige arealer for lolo-container eller roro-formål, endres vil også beregningene av kapasitet måtte oppdateres. Videre er beregnet kapasitet basert på dagens seilingsmønster og gjennomsnittlig last per seiling i dag. Hvis dette endres, vil også kapasiteten endres. For eksempel ved nye markedsmuligheter som åpner opp for flere enheter levert per anløp, vil også kapasiteten øke.

## 6.3 Feilkilder/forbehold

Det er flere potensielle feilkilder i beregningene. Som angitt har vi ved mangel av statistikk benyttet oss av standardverdier basert på tidligere innsamlet materiale, og selv om disse må antas å være relativt realistiske på et bredere utvalg, vil det for den enkelte havn kunne være individuelle variasjoner.

Arealestimeringen for de ulike havnene er også relativt grov, basert på kart og for en del havner noe skjønn.

I kalkylen basert på areal, er det forutsatt en relativt grei og enkel geometri for arealene på havna. Blant annet vil en annen geometri kunne medføre både mindre og større kapasitet ved samme areal, og resultatene fra disse beregningene må derfor tolkes med en viss grad av usikkerhet. På den annen side er det for den arealbaserte kapasitetsberegningen relativt mye å gå på i forhold til faktisk trafikk, slik at usikkerheten må vurderes til å ligge innenfor akseptable grenser.

## 6.4 Videre forskning

Det videre arbeid vil ligge i å implementere muligheten for flere kapasitetsbegrensede beregninger i NGM. I første rekke vil dette gjelde roro-skip og RoPax-skip, da muligheten kapasitetsbegrensninger på containerterminalene allerede er implementert. Implementeringen for roro-skip forutsetter at roro-skip skilles ut som en egen transportform («mode») i modellen.

I dagens modell beregnes det for enkelte havner større trafikk enn det som faktisk realiseres. I et slikt tilfelle er det også mulig å benytte kapasitetsbegrensninger til å justere volumene nærmere statistikken. I slike anvendelser vil de brukte kapasitetsgrenser ikke være de vi har funnet her, men de volumer man ønsker å oppnå for havna.

## Referanser

- Bertelsen, D. Moltumyr, T. & Augdal, A. (2004). *Revisjon av håndbok U17 Veg og gateutforming*. STF22 A04305, SINTEF 2004
- Fusco, P.M. & Sauri, S. (2010). "Quality indicators and capacity calculation for roro terminals". *Transportation Planning and Technology*, dec. 2010.
- Grønland, S. E. & Rødseth, K. L. (2018). *Kostnader I havneterminaler: Klassifisering og differensiering i NGM*. TØI-rapport 1672/2018. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Kirkhus, A. (2022). *Dimensjonering og svingdiameterer for nye personbiler*. SINTEF NOTAT 43, SINTEF Akademisk Forlag, 2022
- Rødseth, K. L. & Wangsness, P.B. (2015). *Data availability for traditional and environmental productivity and efficiency analysis of Norwegian ports*. TØI-rapport 1461/2015. Oslo: Transportøkonomisk institutt.





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 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, 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, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov 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.

**Postadresse:**

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
0349 Oslo  
Norge

E-post: [toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)

**Kontoradresse:**

Forskningsparken  
Gautstadalléen 21

Hjemmeside: [www.toi.no](http://www.toi.no)

