



Forfattere:
Tobias King, Leif Lundby og Vilmar Æsøy

Skip og skipsfart



Innhold

Innledning.....	2
Glimt fra utviklingen av norsk skipsfart gjennom hundrevis av år	
Forhistorisk tid og vikingtid.....	4
Middelalder og "nyere tid".....	6
"Moderne" tider, mellomkrigstid og ny krigstid.....	8
Veksttider og marinteknologiske tider.....	10
Utviklingen siden 1775 belyst med statistikker.....	12
Verdens transportbehov.....	14
Skipet – av enorm betydning for verden.....	16
Skipsfart og maritim virksomhet – av like stor betydning for Norge.....	19
Korte beskrivelser av skipstyper	
Skip for frakt av flytende last.....	22
Skip for frakt av bulklast.....	25
Skip for frakt av stykk gods.....	26
Serviceskip for offshorevirksomheten.....	28
Skip for frakt av passasjerer og biler.....	30
Fartøyer for det norske sjøforsvaret.....	33
Et skip blir til – hvem gjør hva?.....	36
Norskbygde service/spesialskip på alle hav.....	38
Miljøutfordringer i skipsfarten.....	40
Oppgaver.....	42
Referanser.....	44

9

Vi har tidligere (se figur side 7-3) påpekt at mesteparten av norsk verdiskaping egentlig skjer på havet. Denne verdiskapingen kommer fra tre hovedvirksomheter:

- Skipsfart
- Olje- og gassutvinning
- Fiskeri og havbruk

Vi starter her i kapittel 9 med å se nærmere på norsk skipsfart og dagens skipstyper. De øvrige hovedvirksomhetene følges opp i etterfølgende kapitler.

I de foregående kapitlene har vi stort sett tatt for oss grunnleggende, disiplinorientert stoff fra fysikken, som statikk og dynamikk (både for faste legemer og væsker), bølgebevegelser, termodynamikk, osv.). I de etterfølgende kapitlene vil vi se nærmere på anvendelsesorientert stoff, det vil si hvordan vi utnytter disse kunnskapene til å bygge opp teknologiske systemer for bestemte formål (transport på havet, olje- og gassutvinning til havs, fangst og oppdrett av fisk).

Virksomhetene på havet er av enorm betydning for det norske samfunnet

De tre nevnte virksomhetsområdene er av største viktighet for det norske samfunnet. Dette gjelder også selv når hvert enkelt område vurderes for seg. Og det gjelder ikke bare for økonomi, sysselsetting og verdiskaping i landet. Betydningen er enda mer omfattende, og er bestemmende for bosettingen langs den lange kysten vår. Vi kan til og med si at norsk levemåte og hele den norske identiteten er påvirket av vår kontakt med havet. Og 75 % av befolkningen bor langs kysten.

Skaper virksomheter også på land. Vi må ikke bare tenke på alle aktivitetene som foregår ute på havet. På fastlandet har det vokst fram en lang rekke virksomheter til støtte for disse. Vi har rederier, oljeselskaper, classeselskaper, offentlige tilsynsorganer, verftsindustri, leverandørindustri for mekanisk, elektrisk og elektronisk utstyr til skip, plattformer og fiskebåter, maritime konsulentfirmaer, maritime undervisnings- og forskningsvirksomheter, osv. Til sammen danner disse bedriftene det vi ofte kaller en maritim klynge. Slike virksomhetsklynger er ofte mer dynamiske enn øvrige deler av næringslivet og den norske maritime klyngen er blant de mest komplette i hele verden. Vi skal se nærmere på denne klyngen senere i kapitlet.

I verdenstoppen innen marin vitenskap og havromsteknologier.

En konsekvens av all den virksomheten som er beskrevet foran, er at Norge etter hvert har fått en lederposisjon når det gjelder teknologisk utvikling knyttet til utnyttelse av havet. Dette skyldes ikke bare det store omfanget av virksomhetene. Utviklingen har hele tiden vært støttet opp av lange historiske tradisjoner. Før vi går over til å se på dagens skipsfart, er det derfor på sin plass å beskrive kort hva norsk skipsfart har betydd i tidligere tider.

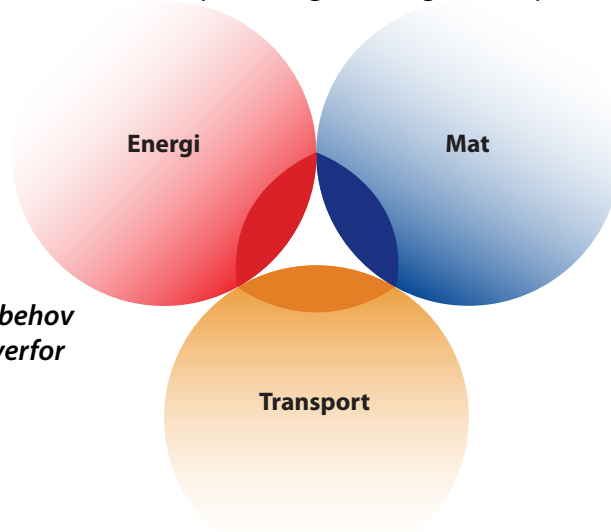
Norske bidrag er av betydning også for resten av verden

I tillegg til å få sikret at det globale klimaet forblir akseptabelt, står jordkloden overfor tre avgjørende problemer hvor norske havromsvirksomheter i betydelig grad kan bidra til løsninger i framtiden. Verden trenger nemlig:

Skip og skipsfart

- energi i stadig økende omfang, (se figur 7-2). Olje- og gassutvinning på norsk kontinental sokkel er i denne forbindelse av stor betydning og denne vil øke ytterligere etter hvert som teknologier for fangst og lagring av CO₂ utvikles. Dessuten ligger det store reserver av fornybar energi i norske havområder.
- mat til en stadig voksende befolkning. Her kan norsk fiskeri og havbruk bidra i betydelig grad.
- transport av mat og energi. Begge disse ressursene er ujevnt fordelt på jorda, og må transporteres dit hvor behovene eksisterer. Det er bare skipsfart som kan gjøre dette billig og miljøvennlig nok, og norskdrevet, internasjonal skipsfart bidrar betydelig.

Miljøutfordringer. Som nevnt representerer miljøutfordringene et fjerde problem. Også her må Norge kunne bidra i betydelig grad, noe som vil bli dokumentert senere i kapittel 9 og etterfølgende kapitler.

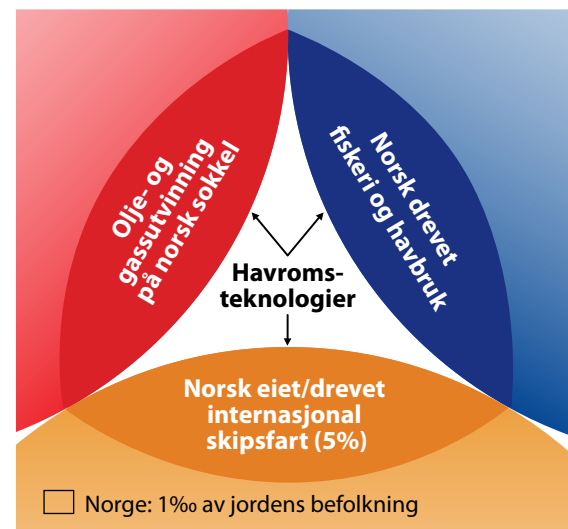


Tre fundamentale behov som verden står overfor

MÅL

Etter å ha studert dette kapitlet skal du:

- ha fått et innblikk i de viktigste historiske trekk fra norsk skipsfart gjennom tidene
- ha fått oversikt over de vanligste typer av skip, hva som karakteriserer disse og hvilke skipsfartsmarkeder de betjener
- ha fått oversikt over de største miljøutfordringer skipsfarten står overfor i framtiden og classeselskapenes innsats for miljø og sikkerhet
- kunne beregne brenselforbruk og utslipp av CO₂ for et skip i fart
- kjenne til hva vi mener med en maritime virksomhetsklynge og de viktigste aktører i en slik klynge



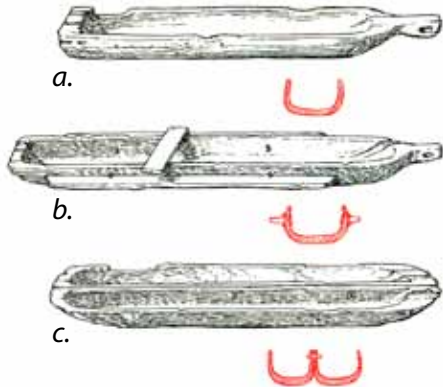
Skjematisk illustrasjon av norske bidrag til dekning av fundamentale behov i verden. Disse bidragene kommer fra havromsteknologier. Når det eksempelvis gjelder transportbehovet, utgjør det norske bidraget ca. 5 % (se side 13). Dette er 50 ganger større enn hva Norges folketall på 1‰ skulle tilsi.



Bruk Internett

Se innledningen på forrige side. Her nevnes at 75% av den norske befolkningen bor langs kysten. Apropos denne opplysningen: Hvilken idrettsgren tror dere har gitt Norge flest sommerolympiske gullmedaljer gjennom tidene? Bekreft eller avkreft gjetningen ved bruk av Internett.

Glimt fra en kontinuerlig utvikling av norsk skipsfart gjennom hundrevis av år



Stokkbåter fra steinalderen. Stabilitet var viktig allerede den gang. Fra [9.2]

- a) De første stokkbåtene ble ut-hulet av trestammer. Stabiliteten ble dårlig, men kunne forbedres:
- b) Ved bruk av "utriggere"
- c) Ved bruk av to skrog; "Katamaraner" eksisterte altså allerede i steinalderen.



Skinnbåt

Steinalderens skinnbåter kan ha sett ut omtrent som denne grønlandske umiaken. De kan også ha hatt en meie på undersiden, for å kunne trekkes opp på land uten at skinnen ble skadet. Fra [9.2].



Helleristning fra bronsealderen

Både stokkbåter og skinnbåter fikk etter hvert større dimensjoner, med plass til både flere padlere og større last. Her ser vi en stokkbåt eller skinnbåt med et mannskap på åtte, som hever padle-årene i været. Kanskje har de nettopp vunnet en "regatta"? Fra [4].

Forhistorisk tid (ca. 10 000 f. Kr.—ca. 700 e.Kr.)

Et maritimt samfunn vokste fram langs en unik kyst, utrolig lang og med en skjærgård av utallige øyer. Hvis den "strekkes ut", er den like lang som halvparten av ekvator. Skjærgården skjermer farvannene innenfor, slik at disse gir rike muligheter for fiske og fangst av sjøpattedyr, samt utvikling og bruk av båter og redskap. Landet får navn etter kysten, Nordvegr, som betyr veien mot nord. Nabolandene oppkalles derimot etter folkene som bor der. *Vi skjønner at kysten, sjøen, og dermed også båten, alltid har betydd noe spesielt for Norge. Sjøen og båten bandt de lokale samfunnene langs kysten sammen og muliggjorde kontakt med andre samfunn.*

Jegere lokkes til kysten. De første spor etter mennesker finner vi fra ca. 9500 f.Kr. i Finnmark og fra ca. 9000 f.Kr. i Rogaland. Det var trolig vandrejegere som fant som fant kysten beskrevet ovenfor nærmest ideell for bosetting. Dermed ble også fiske etter hvert en like viktig del av livsgrunnlaget som jakt. Det var først i yngre steinalder (ca. 4000—1500 f.Kr.) at jordbruk og fedrift ble tatt opp sør i landet. De første menneskene kan ha kommet både vestfra, sørfra og østfra. Nordsjøen var den gang tørt land, skilt fra Norge av Norskerenna. Denne måtte derfor krysses med båter om sommeren (eller på isen om vinteren). Båtene kan ha vært skinnbåter eller stokkbåter.

De første båtene. De barske værforholdene langs kysten medførte at flåter ikke var så godt egnet til fiske og fangst som båter. Båten ble derfor sentral i de bosettingene som vokste fram. Den kunne lages enten ved uthuling av trestammer eller skinnkledning på et skjelett med spanter. Det er delte meninger om det var slike stokkbåter eller skinnbåter som kom først. Kanskje var begge typene i bruk parallelt inntil utviklingen gjorde det mulig å erstatte skinnkledningen med plankekledning.

Bronsealderen ga stor øking i sjøfarten. Produkter laget av det nye materialet, bronzen, ble svært ettertraktet. Disse måtte handles i andre land. Sjøfart med frakt av varer til og fra Norge økte kraftig. Først og fremst ble tørket skrei og pelsvarer byttet mot ferdige bronseprodukter, som våpen, redskap og smykker. Bronsealderen omfatter perioden 1500 f.Kr.—500 f.Kr. og ble avløst av jernalderen.

Med jernet kom nye, store framskritt. Jernalderen defineres til også å omfatte vikingtiden men vi ser først på perioden før vikingtiden (ca. 500 f.Kr.—ca. 700 e.Kr.). Nordmennene lærte seg tidlig å framstille jern selv. De ble også flinke til å utnytte dette nye materialet. For eksempel gjorde klinknagler av jern og forbedret verktøy det mulig å bygge større fartøyer. Disse ble nå utført med spanter, som ble "kledd" med planker, lagt delvis over hverandre og klinket sammen i overlappingen. Båtene ble rodd. Nå ble også roret tatt i bruk, i form av en bred åre som alltid var festet på høyre side.

Vikingtid (ca. 700—ca. 1050)

Etter ca. 700 skjedde det store og dramatiske forandringer i det samfunnet som er skissert foran. Befolkningen økte og nye gårder ble ryddet. Jernalderen varte egentlig gjennom hele vikingtiden og betydningen av jernet som materiale ble forsterket gjennom hele perioden. Nordmennene ble flinke både til å framstille og bearbeide jernet, særlig når dette ble utnyttet til våpen og redskaper. Vi kan faktisk snakke om en teknologisk revolusjon på mange områder i denne tiden. Det var tilfelle også for båtbyggingen, som resulterte i utviklingen av vikingskip og ekspansjon av skipsfarten. *Vikingtiden fullførte på en måte Norvegs etablering som et "ekte" maritimt samfunn i Europa og gjorde landet til en stor sjøfartsnasjon.*

Vikingskipene var suverene i sin tid. Etter hvert økte båtene i størrelse, samtidig som de ble utført med mast. Dermed kunne de både seiles og ros, selv om effektiviteten på seilene nok var dårlig. Teknikken med klinkbygging ble forbedret og ga både sterkere og tettere konstruksjoner. Mulighetene for utprøving av de nye konstruksjonene var glimrende i en rekke lokalsamfunn langs den unike, norske kysten. Samtidig var det god kommunikasjon med andre land. Den nye skipsbyggingsteknologien og stadig økende kunnskap om skipsfart, gjorde etter hvert Norge til en stormakt på sjøen. De første vikingskipene var lange, smale og relativt lave. De var datidens raskeste skip, lette å manøvrere og dermed overlegne som krigsskip. I samtiden ble de kalt langskip eller draker. Det mest kjente langskipet omtalt i Snorres kongesagaer er nok "Ormen Lange".

Økt handel viktigste resultat av vikingtoktene. De raske langskipene ble nærmest ideelle for plyndringstokter til England og Nord-Frankrike. Men enda viktigere var det at toktene med tiden ble mer preget av handelssamkvem. De resulterte også i en ikke ubetydelig utflytting av nordmenn, som følte at de maritime lokalsamfunnene hjemme var i ferd med å bli overbefolket. Alt dette krevde en litt annen type skip, som var bredere og høyere enn langskipene. Mot slutten av vikingtiden ble det derfor utviklet en variant av vikingskipene som ble kalt knarrer (se figur neste side).

Fisk og fiskevarer alltid viktige handelsvarer for Norge. Handelsvirksomheten baserte seg i hovedsak på tørrfisk fra Lofoten. Det må derfor samtidig ha vært betydelig båtfart langs norskekysten i denne tiden. I tillegg til England og Nord-Frankrike ble også Island etter hvert et viktig marked.

Undringsoppgave:

Hvor lang var "Ormen Lange" omtrent? Osebergskipet viser at hver roer hadde 90 cm til disposisjon i lengderetningen. Beregn lengden av roernes "seksjon" og legg til 40 % totalt for å ta hensyn til skipskonstruksjonen forut og akterut.

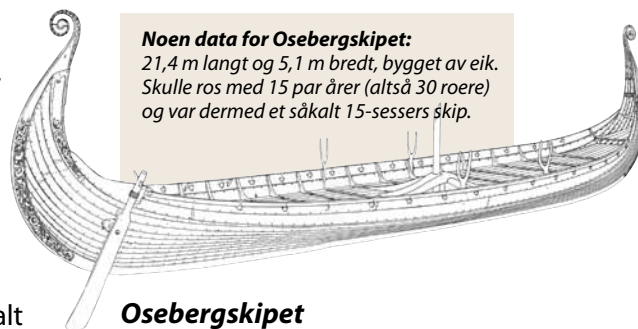


Kvalsund-båten fra 600/700-tallet (modell).

Denne elegante båten funnet på Sunnmøre viser at det allerede før vikingtiden var mulig å ferdes relativt trygt langs kysten vår, og kanskje også over åpne havstrekninger. Båten var 18 m lang og ble rodd med ti par årer. Den kunne delvis seiles, men var uten mast. Vi ser av tverrsnittet ovenfor at den nå hadde fått en liten kjøll. Kvalsundbåten var en slags forløper for vikingskipene.

Noen data for Osebergskipet:

21,4 m langt og 5,1 m bredt, bygget av eik. Skulle ros med 15 par årer (altså 30 roere) og var dermed et såkalt 15-sessers skip.



Osebergskipet

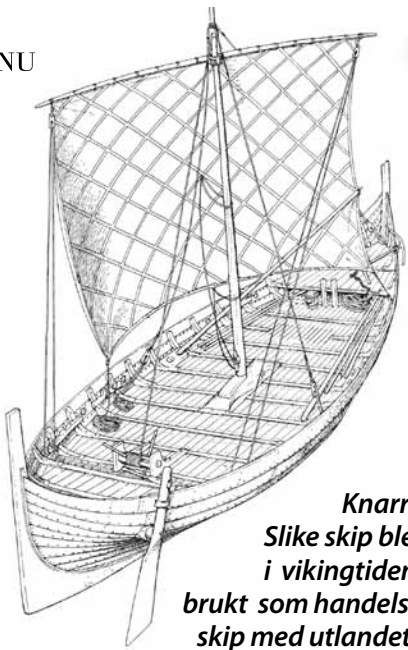
Skipet ble gravd fram i 1904 nær Tønsberg. Det ble trolig bygget på 1000-tallet. Med sine 15 sesser var dette egentlig et lite skip, nærmest en lystjakt for ferder langs kysten.



Snorre: "Det var 34 rom på Ormen Lange. Hodet og kroken var helt forfylte; og det var like høyt til relingen som et havskip. Det er det beste skip som har vært bygd i Norge og det som har kostet mest".

Ormen Lange, den berømte draken til Olav Trygvason

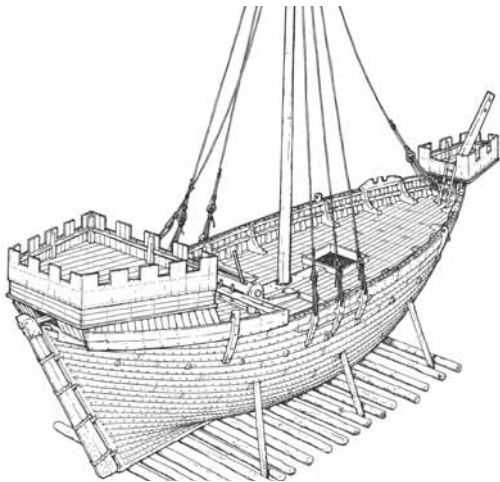
Krigsskipene (langskipene) var store, som oftest på 20 sesser, men det fantes også skip på både 25 og 30 sesser. "Ormen Lange" var på 34 sesser. Fra Snorre, [9.9].



Knarr.
Slike skip ble
i vikingtiden
brukt som handels-
skip med utlandet.

De fortsatte som frakteskip langs
kysten i middelalderen. Fra [9.2]

En knarr var mindre, men bredere
og mer høybordet enn et langskip,
men ellers bygget på samme måte
(klinkbygget kjølskip). Etter hvert
ble sideror byttet ut med stavnrør.



**Kogge. Utover på 1200-tallet
ble koggene den dominerende
typen havgående handelsskip.**
Fra [9.2]

Koggene var flatbunnet, brede og
kunne ta stor last. De var lette å
seile, bl.a. fordi roret relativt tidlig
ble utformet som stavnrør. Utover
på 1400-tallet ble skipene etter
hvert rigget opp med flere master
og flere seil på hver mast. Klink-
byggingen ble erstattet med såkalt
kravellbygging, hvor planker ble
spikret eller boltet direkte på et
solid spantskjelett, laget på for-
hånd. Ved klinkbygging ble span-
tene lagt inn etter at skallet var
bygget opp. Skrogene ble nå mye
mer solide og skipsstørrelsene
kunne økes.

Middelalder (ca. 1050—ca. 1500)

Utviklingen i vikingtiden hadde gjort Norge til en stormakt på sjøen og hadde vært så gjennomgripende for hele samfunnet at landet befestet sin storhetstid gjennom ytterligere 250 år, fram til ca. 1300. Handel og sjøfart økte så kraftig at historikere har kalt det en "handelsrevolusjon". Dette betydde mye for byene, særlig for Bergen. Byens meget strategiske beliggenhet gjorde den etter hvert til et handelssenter og Nordens største sjøfartsby.

Men så ble landet rammet av to ulykker: Svartedauen avfolket samfunnet (1349) og tyske hanseater utnyttet raskt "tomrommet" til å ta kontroll over norsk handel og utenriksfart, basert på bruk av egne skip. Begge deler ødela for bygging av norske, havgående handelsskip. Likevel overlevde Norge som maritim nasjon i denne epoken, takket være kystfarten. Denne gikk hele tiden "på norsk kjøll" med fiskevarer til Bergen. Herfra ble de sendt videre med hanseatenes egne skip til utlandet.

Arven fra vikingtiden ga videre framgang. Etter vikingtiden satt Norge med en stor flåte av krigsskip (langskip) og en hær som var klar til å bemanne disse ved behov. Nordmennene bygget etter hvert også opp en flåte av handelsskip, basert på knarrer og kogger. Handelskipene var tyngre og bredere, kunne ta mer last og var bedre egnet til seiling enn krigsskipene.

Sterke konger innså betydningen av sjøfart og handel og skaffet landet herredømme over stadig nye områder i og rundt Nordsjøen. Norgesveldet nådde sin største utstrekning under kong Håkon IV Håkonsson i 1260-årene. Hjemme vokste både folketall, kjøpmannsstand og bybefolkning. Mange ville gjerne fare i skipsferd. Dette ble etter hvert så populært at det på 1200-tallet måtte innføres en lov som nektet deler av befolkningen å reise ut. Loven skulle sikre landet nok arbeidskraft.

Nedgangstider mot slutten av 1200-tallet. Det var flere årsaker til disse: Norge ble trukket inn i nordisk-tysk maktspill, politikk og økonomi begynte å spille større rolle og tyske kjøpmenn vant innpass. Verken kongemakt eller kirke i Norge var våkne nok. Svartedauen ble en katastrofe og nesten enda verre ble det at hanseatene klarte å skaffe seg monopol på all import til Norge av korn og salt, samtidig som de fikk lov til å føre norske varer i retur.

Norsk skipsbygging ble lagt i ruiner. Hanseatene brukte sine egne skip (kogger) og behovet for de norske havgående handelsskipene forsvant nesten fullstendig. Dessuten hadde svartedauen tappet landet for både arbeidskraft og teknologisk kompetanse. Begge deler førte til at bygging av norske, havgående skip praktisk talt døde ut, selv om disse egentlig var like gode som hansakoggene rent skips-teknologisk sett. Heller ikke var hanseatene flinkere til å drive sjøfart.

Det maritime Norge reddes av fiskerier og kystfart. Fiskevarer ble mer og mer etterspurt i utlandet og fiskeriene vokste i omfang. Fiskeværene ble i senmiddelalderen en stadig viktigere del av bosettingen i landet. Dette bidro til at Norge beholdt kontrollen over kystfarten ned til Bergen, hvor det ble foretatt omlastning til hansakoggene. I kystfarten ble det hovedsakelig brukt mindre, klinkbygde, norske båter. Disse var stort sett knarrer, med mindre modifikasjoner. Ved overgangen til 1500-tallet kom jekter (se figur neste side), og såkalte jakter.

Nyere tid ¹⁾ (ca. 1500–1814)

På 1500-tallet økte befolkning og byer kraftig i Europa, noe som sammen med innføring av pengehusholdning, ga kraftig oppsving i handel og vareetterspørsel. Også i Norge vokste folketallet. Samtidig oppsto det en "ny" næringsvei i Norge: sagbruksdrift ved hjelp av vannsag. Behovet for trelastvarer var stort ute i Europa, særlig i Nederland. Da hanseatene etter hvert mistet sitt herredømme over norsk utenrikshandel, kom norsk handel og skipsfart seg på 1500-tallet langsomt opp av bølgedalen fra senmiddelalderen. Men fortsatt gikk unødvendig mye på fremmed kjøp.

På 1600-tallet overtok nederlendere, som hadde blitt en stormakt til havs, mye av den posisjonen som hanseatene tidligere hadde hatt. Det var stadig kriger mellom de europeiske stormaktene, men norske redere var flinke til å unytte behovet for nøytral skipstonnasje som oppsto i krigstidene. Dette ga ekspansjon for norsk skipsfart, selv om tap pga. kapringer også kunne være store. Særlig var perioden fra 1680–1700 så positiv at den har blitt kalt den første storhetstid for norsk skipsfart. Den kan også kalles for den "første gullalderen".

Også på 1700-tallet opplevdes en lignende storhetstid under de stadige kriger mellom Frankrike og England som oppsto etter 1778 ("gull-alder nr. 2"). Men dette varte bare så lenge Danmark/Norge kunne holde seg nøytrale (se nederste avsnitt).

Fiskeriene stadig av stor betydning. En nær umettelig etterspørsel etter norsk tørrfisk ute i Europa ga en vedvarende sysselsetting i fiskerinæringen som fikk stor betydning for landet. Fiskeriene ble stort sett drevet med åpne båter med mannskaper på fire-seks mann. Sildefisket fikk en kraftig oppgang på 1500-tallet.

Skipsutvikling og skipsbygging. Alle vesentlige forutsetninger for bruk av seil ble egentlig utviklet allerede i middelalderen. Det siktes da til overgangen til stavnrør og flere master med flere seil på hver mast. Videre kom flere dekk, kanoner om bord, osv. Utviklingen i de følgende tre hundre årene gikk derfor mest i retning av stadig økte skipsstørrelser og mer avansert seilføring. Et vrimmel av nye fartøystyper så dagens lys, for eksempel pinass, fløyte, katt, galiot, pinke og kreierte. Også orlogsskip (krigsskip) ble det mange typer av. I Norge ble det særlig bygget fregatter. Et svensk krigsskip er vist på side 2-2. Generelt hadde norsk skipsbygging en god periode på 1700-tallet. I 1777 var hele 85% av tonnasjen norskbygget, særlig fra verft i Bergen og på Sørlandet.

Framstilling av utstyr til skipene var også betydningsfull sysselsetting for landet. Spesielt gjaldt dette utstyr som var nødvendig om bord for at skipene kunne opereres som forutsatt, for eksempel tauverk, seil, pumper, anker, kanoner, inventar, osv.

1807-14, med krig mellom England og Frankrike, var en av de verste perioder som nordmenn har opplevd. Danmark/Norge valgte da å alliere seg med Napoleon, og fikk Englands mektige flåte mot seg. Den norske utenriksflåten led enorme tap og utenrikshandelen stoppet helt opp. Den engelske flåten ødela til og med norsk kystfart og innenrikshandel. Det norske folket opplevde meget vanskelige tider. Ved freden i 1814 måtte Danmark avstå Norge, som gikk i union med Sverige.



Jekt. Jekt på vei til Bergen med fisk og trelast. Skipstypen oppsto omkring 1500. Den holdt seg nesten uforandret i mer enn 300 år og dominerte i denne tiden kysttrafikken. Jektene ble klinkbygd og var uten dekk. De førte bare ett stort råseil. På 1700-tallet fikk jektene konkurranse fra såkalte jakter. Disse var mindre, men hadde dekk og førte både stagseil og gaffelseil. Fra [9.1]



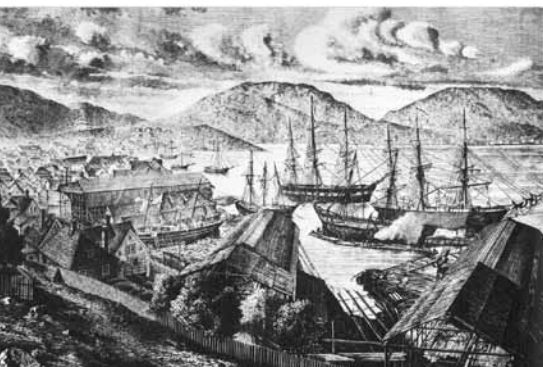
Fløyte. Norskbygget, havgående handelsskip fra begynnelsen av 1800-tallet. Skipstypen ble utviklet på 1600-tallet. Nordiske fløyter ble mye brukt til transport av tømmer. De hadde lasteporten både forut og akterut. Seilføringen var relativt enkel og krevde lite mannskap. Fra [9.1]

1) Historikere kaller gjerne tiden etter middelalderen for nyere tid



Bark Pallas av Tvedetrand, bygget i 1881 på skipsverft utenfor byen. Fra [9.5].

For norske treseilskip var 1870-årene den aller beste delen av en ny gullalder. Både skipsbyggingen og lønnsomheten var da på topp. I denne tiden var barkene de viktigste handelsfartøyene i de nordiske handelsflåtene. På 1880-tallet ble konjunktorene dårligere og konkurransen fra dampskipene meldte seg for alvor. Katastrofene kom i 1890-årene med en lang rekke konkurser. Seilskipsepoken døde deretter ut etter en eventyrlig periode på 50 år.



Dekkes skipsverft i Bergen i 1866. Fra [9.1].

Dekke var en foregangsmann både som skipskonstruktør og som skipsbygger. Den første norske klipperen ble konstruert og bygget her. Også dampskip ble bygget. Alle de største verftene i Norge ble etter hvert drevet av skipskonstruktører med utdanning, for eksempel fra et orlogsverft i Norge eller utlandet. Illustrasjonen studeres best ved å forstørre opp interessante utsnitt.

Mot moderne tider (1814-1918)

Den industrielle revolusjon ga sterk øking i vareproduksjonen i verden. Sammen med befolkningsøkning førte dette til at transportbehovene vokste. Disse behovene kunne bare dekkes ved hjelp av sjøtransport. Fra 1850 ble det dessuten mye friere konkurranse på havene. Norske redere utnyttet raskt de muligheter som bydde seg, som så mange ganger før. Dette ga norske, "hvite" seil enda en gullalder i 1850-85 (nr. 3). Nå dreide det seg ikke lenger bare om seiling til og fra Norge, men også mellom andre land. Norsk skipsfart ble for alvor internasjonal.

Konjunktorene skifter fort i skipsfarten. Mot slutten av århundret opplevde norsk skipsfart sterke nedgangstider, med mange konkursbegjærte rederier og dårlig vedlikehold av seilskipene. Særlig gjaldt dette rederiene langs Sørlandskysten, som ikke hadde satset tidlig nok på overgang fra seilskip med treskrog til skip med stålskrog og dampmaskiner. Rederier i Oslo og Bergen hadde derimot vært mer våkne. De kom seg helskinnet gjennom krisetiden og bidro til en jevn oppbygging av en dampskipensflåte i den første delen av 1900-tallet. En god del av disse ble bygget ved norske verft.

Under verdenskrigen 1914-18 seilte den norske utenriksflåten inn enorme fraktinntekter, men resultatet var inflasjon og spekulasjon i landet. Flåten led også store tap av både sjøfolk og skip (se illustrasjon på side 9-12/13).

Seilskipenes glansperiode. Konkurransen fra dampskipene ga behov for raskere seilskip. Dette førte til at disse ble utført med skarpe bauger, samt slanke og lave skrog. Samtidig ble kunnskaper om seilføring, vindforhold og havstrømmer viktigere. Brigg, bark, fullrigger og klipper så dagens lys, bare for å ha nevnt noen nye skipstyper. Klipperen var kanskje den mest elegante av alle. Den var også den raskeste (se oppgave 9.1). Samtidig var det viktig å seile billig. En av grunnene til at norsk skipsfart ekspanderte utover på 1800-tallet, var at hyrer og andre driftskostnader var forbausende lave sammenlignet med konkurrentenes.

Bergen, et senter for avansert norsk skipskonstruksjon og bygging.

Nordmennene klarte også å bygge skipene billigere enn andre. Særlig hadde Bergen en rekke kjente skipskonstruktører. I motsetning til tidligere ble skipene nå bygget etter tekniske tegninger, samtidig som konstruktørene hadde fått en viss utdanning fra USA og orlogsverft i Sverige og Horten. Den mest berømte skipskonstruktøren på denne tiden var nok Annanias Dekke., som arbeidet i Bergen fra 1850 og utover. Ved et lokalt verft fikk han der konstruert og bygget den første norske klipperen, fullriggeren Hebe. En annen kjent skipskonstruktør fra denne tiden var Colin Archer (se side 2-5).

Sterk eksportøkning av klippfisk, tørrfisk og saltsild på 1800-tallet.

Fiskeriene foregikk fortsatt i stor grad med åpne båter som ble rodd, men båter med dekk begynte å komme fra midten av århundret. Mot slutten av perioden begynte båtene dessuten å bli motoriserte med små semidieselmotorer og dieselmotorer.

Mellomkrigstid og ny krigstid (1918-45)

Etter noen vanskelige år etter verdenskrigen 1914-18 satset fram-synte, norske redere på tankskip for frakt av råolje og andre spesial-skip. Nesten alle skipene var motorskip, det vil si at de ble utstyrt med dieselmotorer. Resten av verden "sverget til" dampmaskineri, enten i form av stempeldampmaskiner eller de mer økonomiske dampturbinene (se side 7-10/11) som ble utviklet utover på 1900-tallet. *Dieselmotorene var imidlertid enda mer økonomiske i drift. De norske rederne, som baserte seg på skip med dieselmotorer allerede på 1930-tallet, tjente stort på dette og opplevde nok en gullalder (nr. 4) i årene før 2. verdenskrigen (se illustrasjon side 9-12). Den verdenskjente engelske storavisen "The Times" kalte, i et stort oppslag i 1938, den norske utenriksflåten for "Norges flytende imperium", altså en verdensmakt på havet.*

Ved siden av denne kloke satsingen på moderne motorskip og tankfart, karakteriseres mellomkrigstiden av at norske redere også utviklet linjefart, altså faste ruteopplegg, til alle viktige europeiske og oversjøiske markeder.

Under verdenskrigen 1939-45 ble 1028 norske handelsskip satt inn på de alliertes side, drevet av organisasjonen Nortraship. De gikk særlig med olje fra USA til England. Både tap av sjøfolk og skip var meget store (se illustrasjon på side 9-12).

Også fiskeflåten gjennomgikk en stor, teknologisk utvikling, blant annet med overgang til dieselmotordrift. Norge var dessuten en stor aktør i hvalfangsten i Antarktis, men dessverre på bekostning av overbeskatning av blåhvalen.

Nordiske land først ute med bruk av dieselmotorer til skipsdrift.

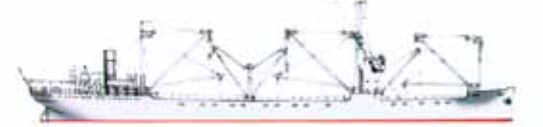
For drift av norske skip passerte dieselmotoren dampmotoren allerede i 1935. Dette skyldtes ikke bare at brenselforbruket var vesentlig lavere (se side 7-11), men også at dieselmotoranlegg tok betydelig mindre plass og var mindre arbeidskrevende enn dampmotoranlegg. Historiens første skip med dieselmotor kom i 1912. Det var skipet "Selandia" som ble utstyrt med to firetakts dieselmotorer, hver med 660 kW. Både skip og motor var bygget av Burmeister & Wain i København. I Sverige var Götaverken et tilsvarende viktig verft, også med egen motorproduksjon. Skipsmotorer ble relativt tidlig bygget også i Norge, her på lisens ved Aker mekaniske verksted, som generelt ble et sentralt verft for bygging av tankskip i Norge.

Sveiste stålskrog i stedet for klinkede. Da man gradvis gikk over fra treskrog til stål mot slutten av 1800-tallet, kom først de såkalte komposittskipene. Disse hadde hud av tre på spanter av stål. Cutty Sark, som vel er det mest berømte eksempel på en klipper, ble bygd på denne måten allerede i 1869. Senere kom så skrog som i sin helhet var bygd av jern, og fra 1890-årene av stål. Skrogplatene ble da klinket sammen, men i mellomkrigstiden kom etter hvert helsveiste skrog. De norske verftene hadde lenge store problemer med overgangen fra tre til stål, men ble i 1930-årene et slags foregangsland på sveiseteknologi i skipsbyggingen. Andelen av nye skip som ble bygd ved norske verft i mellomkrigstiden var ikke så stor som den kunne vært. Skipsstørrelsene hadde økt betydelig og verftene hadde ikke store nok beddings.

Dronning Maud (1925). Hurtigruteskip bygget ved Fredrikstad Mek.Verksted



Belpareil (1926). Tungløfteskip f.eks. for frakt av lokomotiver mellom utelandske markeder



Stella Polaris (1927). Helårs cruiseskip



Venus (1931). I sin tid verdens hurtigste motorskip



Black Prince (1938). Norsk skipsbyggings stolthet for krigen



Noen kjente norske skip fra mellomkrigstiden. Fra [6]



Undringsoppgave:

Hva er den mest karakteristiske forskjellen mellom et dampskip og et motorskip sett utenfra?

Er noen av skipene ovenfor et dampskip?

Bergensfjord (1956). Et av de berømte passasjer-skipene på Amerikalinjen



Sunward(1966). Et av de første norske cruiseskip i Karibien



Venator (1973). Skip for frakt av flytende naturgass



Noen kjente norske skip fra vekst-perioden etter siste verdenskrig.
Fra [9.6].



Containerskipet Toyama, 1972.
I sin tid det største og hurtigste skip i den norske handelsflåten, toppfart 30 knop, 2600 containere.

Veksttider (1945-74)

Gjenoppbyggingen av handelsflåten etter krigen tok bare noen få år. Nortraship bidro med økonomisk overskudd fra krigstiden, det var god tilgang på billig overskuddstonnasje og det ble også investert betydelig i nye skip.

Industrilandene opplevde i de neste 25 år en økonomisk vekst uten sidestykke i historien og behovet for skipstonnasje steg enormt. Den norske handelsflåte var hele tiden "på hugget". I 1965 hadde den kommet opp på den største andel av verdensflåten noen gang, over 10 %. Særlig fikk tankskipflåten gode tider. Spesielt økte fraktratene for olje enormt under krigen i Midt-Østen i 1967. Suez-kanalen ble stengt og tankskip som forsynte Europa med olje måtte ta veien rundt Sør-Afrika. *Vi kan si at norsk utenriks skipsfart opplevde enda en "gullalder" (nr. 5) i perioden 1955-74, og denne slo alle tidligere rekorder. Dette skjønner vi blant annet av grafene på side 9-12/13.*

1960-årene kjennetegnes for øvrig av en teknologisk revolusjon innen skipsbygging og skipsfart. Særlig økte skipsstørrelsene betraktelig, og aller mest for tankskip. Dette var tilfelle også for skip som ble bygget i Norge. Den første norskbygde 100 000-tonneren kom i 1965. Effektivisering av lasthåndtering og automatisering av maskinrommene er andre viktige stikkord fra denne perioden. Det norske Veritas betyde mye for denne utviklingen.

Frakt av gass. Det var tankskipene for frakt av råolje som ble ryggraden i den norske flåten. Verdens stadig økende energibehov medførte imidlertid stor etterspørsel også etter gass, både propan og metan (se side 7-26). Norske ingeniører var tidlig ute med utvikling av skip som kunne frakte slike gasser i flytende form, såkalte LPG- og LNG-skip. Disse skipene var teknisk sett meget avanserte (krevde bl.a. nedkjøling til -162 °C). Moss/Rosenberg i Kværner-gruppen bygde slike skip med kapasitet på 100 000 m³ i slutten av 1960-årene, noe som ble et kvalitetsstempel for norsk skipsbygging.

Gjennombrudd for containerskip og Ro-Ro-skip. Slike skip er nærmere beskrevet på sidene 9-26/27. Disse nye laste/losse-prinsippene betydde en betydelig effektivisering av godshåndteringen i havnene. Samtidig holdt skipene stor fart (se bildetekst til containerskipet Toyama). Norge samarbeidet med andre nordiske land, som var tidlig ute med å ta i bruk disse metodene.

Biltransportskip. Norske redere var tidlig ute med "rene" biltransportskip. Det første kom i 1964.

Cruiseskip. Cruisearten er kanskje det beste eksempelet på den enestående konkurranseevnen norsk skipsfart har hatt gjennom årene, og som vi fortsatt har. Norge ble etter hvert verdensledende, se sidene 9-30/31.

Marinteknologiske tider (1974 - 2010)

I årene 1974-75 stagnerte verdensøkonomien, samtidig som bygging av tidligere bestilte, store tankskip likevel fortsatte. Dette resulterte i at den nevnte gullalderen ble avløst av det som ofte kalles "skipsfartskrisen 1974–87", med katastrofale nedgangstider for norsk skipsfart. Noen har sogar karakterisert krisen som en nær døden-opplevelse.

Men også denne krisen overlevdes. De maritime næringene i Norge hadde i tidens løp blitt solide og robuste. Dessuten kunne mye teknologisk virksomhet flyttes over til landets nyeste næring, olje- og gassutvinningen i Nordsjøen. Skipsfarten på sin side gikk for halv maskin. Også myndighetene hjalp til, med næringspolitiske virkemidler. Fra 1988 gikk det oppover igjen, men med nye konjunktursvingninger rundt tusenårsskiftet (bl.a. Asiakrisen). Utviklingen for norsk skipsfart i denne tiden kan beskrives på to måter: Stor satsing på avanserte spesialskip, og sterk fokus på kvalitet i alle ledd i verdikjeden. Den samme beskrivelsen kan i grunnen brukes også for dagens status, men vi bør da legge til at miljøspørsmål stadig har blitt av voksende betydning innenfor kvalitetsbegrepet, samt at offshoreflåten har blitt superviktig!

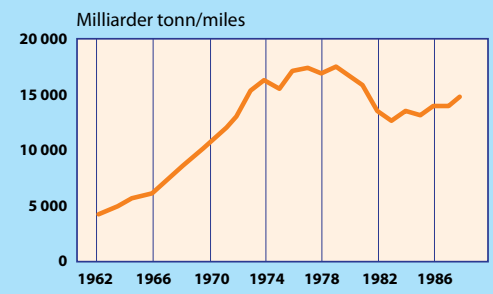
Nye maritime næringer gir "flere bein å stå på". En historisk oversikt over olje- og gassutvinningen er gitt på side 10-2/3. For øvrig kom enda ny næring til i løpet av den perioden vi nå ser på, nemlig havbruk. Dette vil altså si oppdrett av fisk i lukkede merder. Igjen er det den unike, norske kysten som skaper grunnlaget, med utallige muligheter for å finne gode plasseringer av merder. Foreløpig er kun laks og ørret egnet for denne typen oppdrett, som begynte i 1971 (se side 12-8/9). I tillegg til skipsfarten medførte all denne virksomheten og verdiskapingen på havet en enorm bredde, som gir grunnlag for den litt uvanlige betegnelsen "marinteknologiske tider" på denne siste epoken.

Fiskeriene har forandret karakter. Nye behov for nærsjøtransport.

I de foregående oversiktene har vi pekt på at kysttrafikk og fiskerier i lange perioder har vært viktige deler av de maritime virksomhetene i Norge. Også her har det selvsagt skjedd store forandringer, både når det gjelder båt- og redskapsteknologi. Dette kommer vi nærmere tilbake til i kapittel 12, men meget kort kan utviklingen beskrives som overgang fra kystfiske til havfiske og fra sesongfiske til helårsfiske. Mye av den gamle sjøveisfrakten med fiskeprodukter er etter hvert blitt overtatt av landeveistransport.

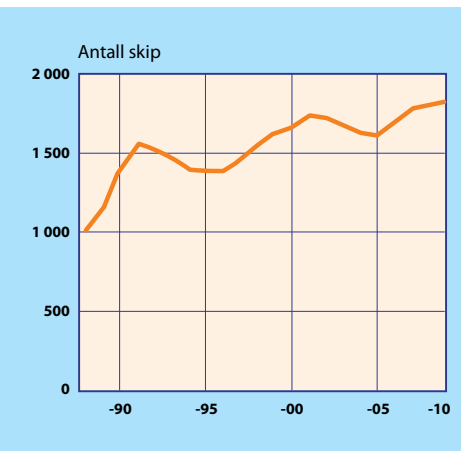
Høyteknologiske tider (2010-)

Som nevnt ovenfor, har utviklingen for norsk skipsfart blitt mer og mer teknologisk preget, samtidig som det er blitt satset stort på kvalitet og miljøbevissthet i alle sammenhenger. Denne utviklingen har i stor grad vært drevet fram av behov også i olje- og gassnæringen, og har vært så sterk at verdiskapingen i den tradisjonelle utenriksflåten ("handelsflåten") i dag er forbigått av serviceflåten for offshore-aktiviteten. Også denne flåten etterspørres på de "syv hav", samtidig som den skal løse nye store og krevende nye oppgaver på norske hav. Du kan se mer om dette på side 9-21 og 9-38/39. *Norsk skipsfart har nå gått inn i en ny æra, "gullalder nr 6".*



Verdens sjøgående handel 1962-88, målt i 10^9 tonn · miles.

Fra [9.1].



Antall skip i norskeid utenriksflåte.

Fra [9.8].



Undringsoppgave:

Hvor stor var gjennomsnittlig størrelse på et skip i den norske utenriksflåte i 2009?

Kan finnes ved å kombinere grafen ovenfor med den øverste grafen på side 8-13.

Utviklingen av Norges utenriksflåte/handelsflåte siden 1775.

“For 150 år siden seilte lille og fattige Norge opp blant verdens største sjøfartsnasjoner og rangerte i 1875 som verdens tredje største, etter Storbritannia og USA”. Fra [9.5], Dag Bakka jr.

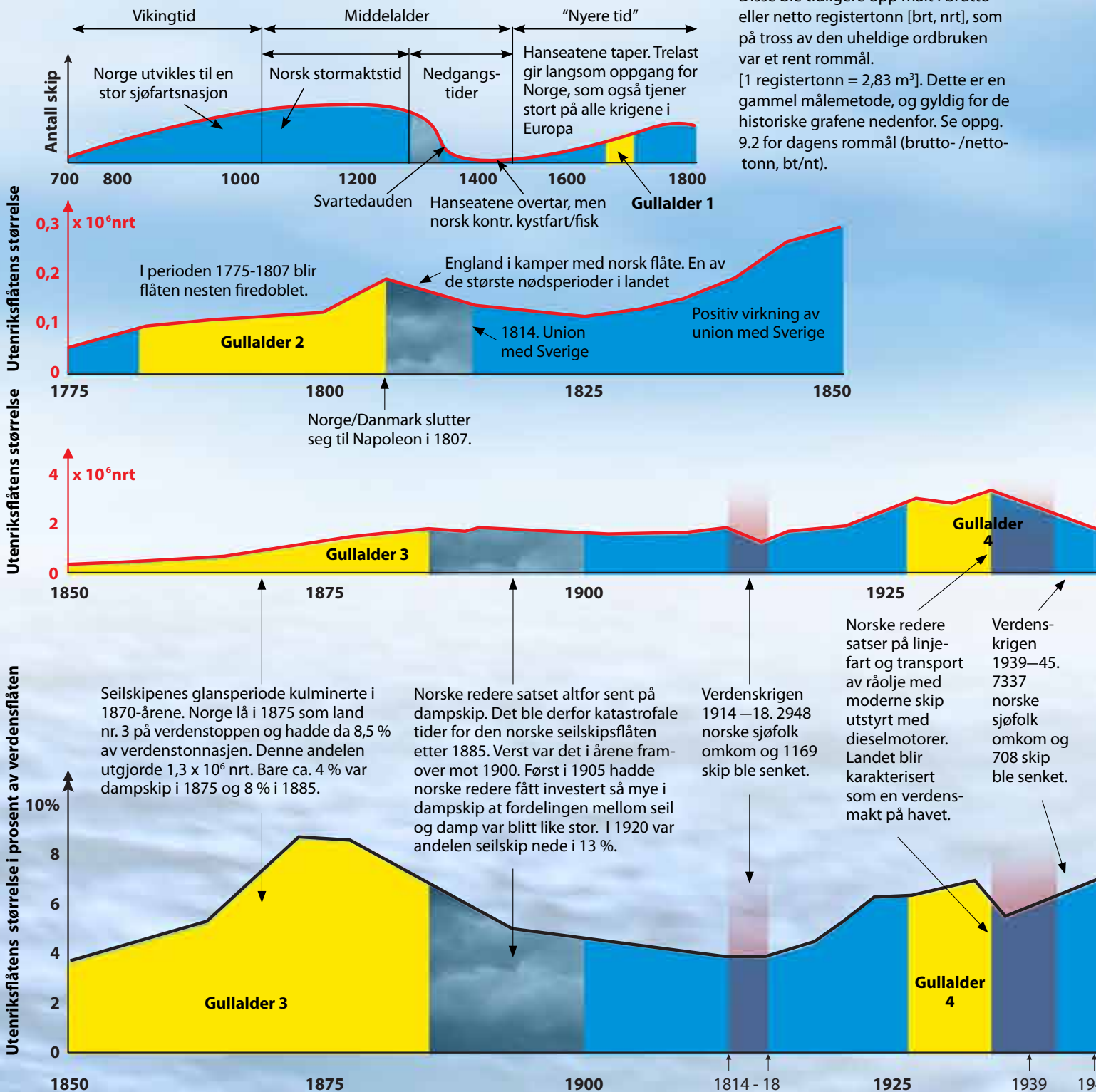
De historiske glimtene som foran er belyst, viser hvordan skipsfarten har vært et maritimt eventyr for Norge gjennom århundrer. Kanskje det mest forbløffende av alt er hvordan norsk skipsfart gang etter gang har vært i krise, men likevel reist seg mot nye gullaldre. Eller er kanskje ikke dette så rart? Er det derimot det virkelige kjennetegnet på en “ekte” maritim nasjon med lange, grunnsolide tradisjoner? Den stadige vekslingen mellom kriser og gullaldre ser vi nedenfor.

Måling/angivelse av et skips lasteevne

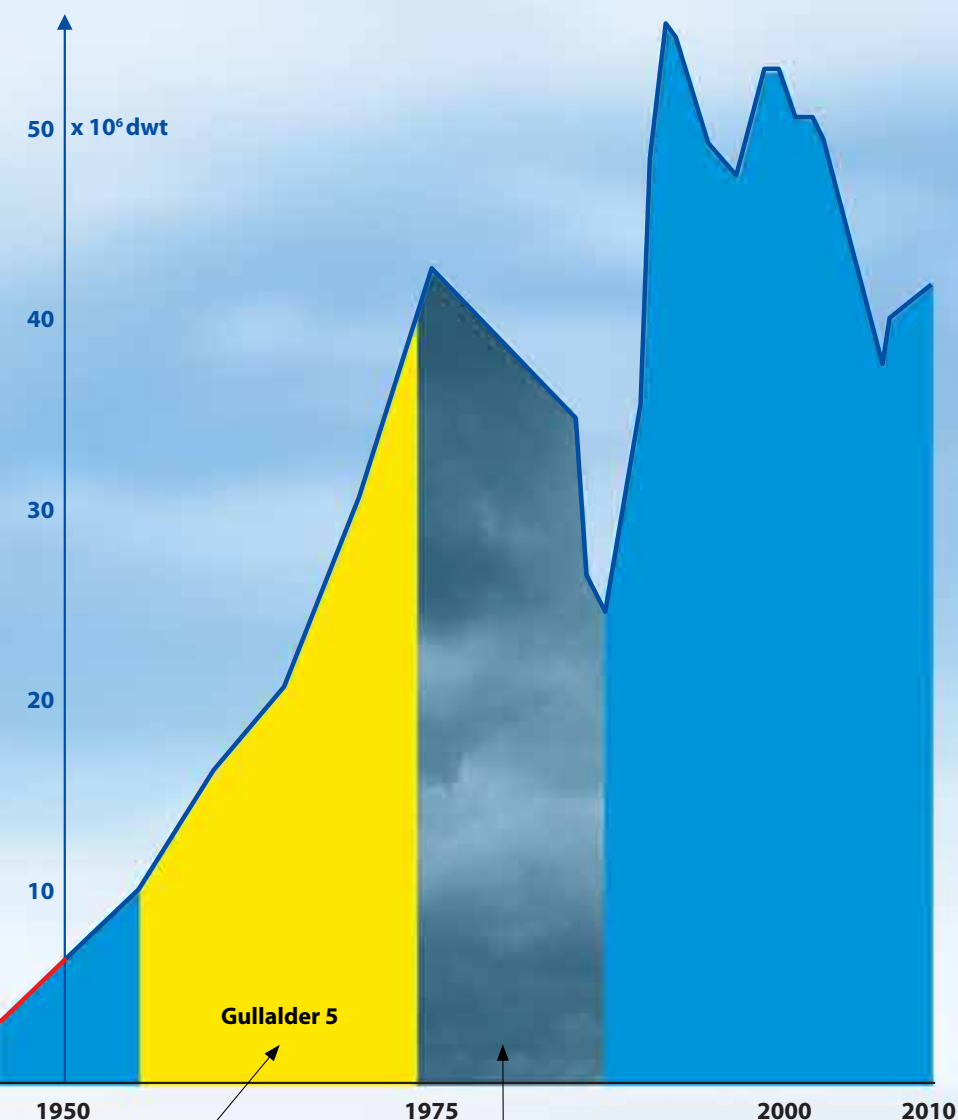
Dette kan gjøres på to forskjellige måter:

1. Ved hjelp av skipets deplasement, det vil si fortrengt væskemengde målt i masseenheter [tonn]. Maksimal lasteevne kaller vi i så fall skipets dødvekt [dvt, dwt], se også side 2-4. Denne angivelsen er brukt i grafen fra 1950 og videre.
2. Ved hjelp av skipets innvendige volum. Disse ble tidligere opp målt i brutto eller netto registertonn [brt, nrt], som på tross av den uheldige ordbruken var et rent rommål.

[1 registertonn = 2,83 m³]. Dette er en gammel målemetode, og gyldig for de historiske grafene nedenfor. Se oppg. 9.2 for dagens rommål (brutto- /netto-tonn, bt/nt).



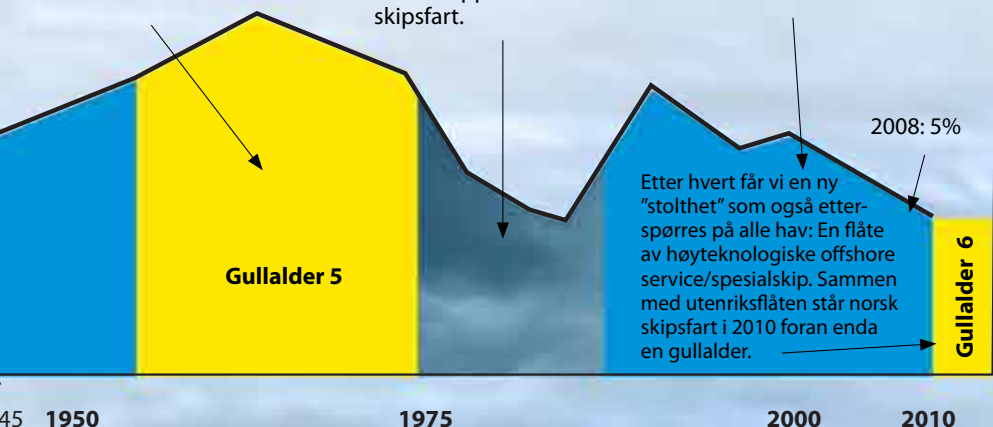
Et maritimt eventyr !



Skipsteknologisk revolusjon på 1960-tallet: Skipsstørrelsene øker og skipene blir mer spesialiserte og avanserte. Lasthåndteringen effektiviseres. Norske redere og skipsfartsmiljøer er hele tiden "i front" og opplever en gullalder som vel er den største av alle.

Verdensøkonomien stagnerer og det oppstår en veldig overkapasitet av skipstonnasje, særlig tanktonnasje. Perioden 1974—87 kalles "skipsfartskrisen" og rammer Norge meget hardt, så hardt at den har blitt karakterisert som en nær døden-opplevelse for norsk skipsfart.

Også nær døden-opplevelsen overleveres De maritime næringer er robuste, og den nye olje- og gassnæringen etterspør også skipsteknisk kompetanse i stor grad. Fortsatt satses det på spesialskip samtidig som det fokuseres på kvalitet og miljø.



Etter hvert får vi en ny "stolthet" som også etterspørres på alle hav: En flåte av høyteknologiske offshore service/spesialskip. Sammen med utenriksflåten står norsk skipsfart i 2010 foran enda en gullalder.

Det er mer enn tonnasjen som teller. Norges internasjonale maritime posisjon kan beskrives slik:

- Et av verdens største maritime næringsmiljøer
- Verdens 5. største handelsflåte etter Hellas, Japan, Tyskland og Kina, med ca. 2000 skip på totalt 41 mill. tdw, det vil si ca. 5 % av verdensflåten
- 96 000 sysselsatte i maritim næringsklynge (se side 9-21)
- 60 000 sjøfolk seiler på norske skip
- Verdensledende rederier i noen nisjer
- Verdens største innen maritim offshore
- Det Norske Veritas er verdens nest største klasseselskap og klassifiserer mer enn 16 % av verdensflåten.
- To av verdens ledende shipping-banker
- Flere av verdens ledende meglerfirma
- Norske forsikringsinstitusjoner og meglere forsikrer 20 % av verdensflåten
- Europas største verftsgruppe ledes fra Norge
- Verdensledende jnnen maritim forskning. Oppdatert fra [9.5] i 2010

Utvikling av Norges utenriksflåte i årene 1775-2010.

Skipsstørrelser er målt i:

- Netto registertonn [nrt] for årene 1775—1950 (røde grafer)
 - Dødvectonn [dwt] for årene 1950-2010 (blå graf og skala)
- Se definisjoner på side 9-12.

Relativ størrelse på Norges utenriksflåte i årene 1850-2010, målt i prosent av verdensflåten.

Denne grafen er i grunnen mer interessant enn grafen ovenfor.

- 8%
6
4
2
0
- Vi ser at den norske andelen har ligget på 5—10 % i mesteparten av denne tiden. Dette kan kanskje synes beskjedent, men er egentlig eventyrlig når vi tenker på at lille Norge kun har hatt mindre enn 1 % av jordas befolkning i denne tiden og dessuten har vært et fattig land i europeisk målestokk.

Verdens transportbehov

Bosetning av verdens befolkning

Bosetningen i verden er svært ujevnt fordelt. Mer enn 60 % bor i Europa (EU) eller i de ti største landene: Kina, India, USA, Indonesia, Brasil, Russland, Pakistan, Japan, Bangladesh og Nigeria. Europa samlet ligger på tredje plass på denne lista. Det framgår tydelig av øverste figur at befolknings tettheten generelt er størst i Sørøst-Asia, Sør-Asia, Europa og den nordøstlige delen av USA.

Fordeling av utnyttbare ressurser

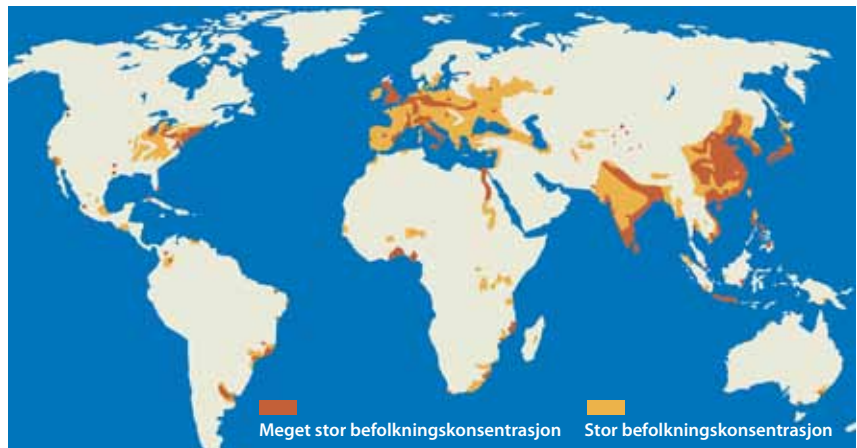
De fossile energiformene råolje og naturgass er blant de mest ettertraktede ressursene på planeten. Midterste figur viser hvor de største forekomstene er.

Enorme transportbehov pga. ujevn fordeling av befolkning og ressurser

Det framgår tydelig av de to første figurene at naturgass og råolje produseres i områder som ligger langt fra de stedene hvor befolkningstetthetene og dermed behovene er størst. Riktignok blir både naturgass og råolje ofte transportert i rør, men som oftest er sjøveis transport den eneste muligheten. Den nederste figuren viser de transportveier som da er mest aktuelle.

Geografisk fordeling av folk og ressurser

Vår verden har en ujevn geografisk fordeling av både folk og ressurser. Stort sett befinner både energien, maten og de andre råvarene seg langt unna de store folkekonsentrasjonene. Råolje og naturgass er et godt eksempel på dette (se figurene nedenfor). De tre største eksportørene er Saudi-Arabia, Russland og Norge, mens de tre største importørene er USA, Japan og Kina. Slikt blir det et stort transportbehov av.



Befolkningskonsentrasjoner



Fossile energiresurser (råolje og naturgass)



Transportveier for råolje og gass

Oversikt over sjøtransportbehovene

Vi deler gjerne verdens sjøtransportbehov inn i følgende kategorier:

- Energi
- Råvarer til foredling og industriproduksjon
- Matvarer
- Fabrikerte og halvfabrikerte varer
- Persontransport

Omfanget av de enkelte kategoriene framgår av øverste figur til høyre. Grafen nedenfor viser hvordan den totale sjøbårne handelen har utviklet seg. I framtiden vil verdens transportbehov øke videre i takt med befolkningsveksten og bedringen av levestandard. Store deler av verden har opplevd en øking i levestandarden de siste årene. I for eksempel Kina er ekstrem fattigdom redusert fra 60 til 15 % de siste 20 årene. Med bedring av levestandarden øker etterspørselen av varer og dermed øker også transportbehovet.

Energitransport. Denne utgjør ca. 50 % av verdens behov for sjøtransport, hvis vi måler dette i transportarbeid. Verdens energibehov er enormt og vil fortsette å vokse (se figur side 7-2). I dag frakter skip 37 % av verdens råoljeforbruk, 28 % av kullforbruket til forbrenning og 24 % av naturgassforbruket.

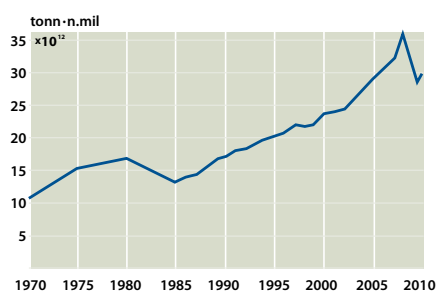
Oppfinnelsen av LNG-tankeren (Liquefied Natural Gas) på 60-tallet har gjort at transport av naturgass med skip har blitt mer enn fordoblet på 30 år og denne formen for energitransport ventes å øke i framtiden. Du kan lese mer om LNG-skip på side 9-10 og side 9-23.

Råvaretransport. Råvarer til foredling og industriproduksjon utgjør ca. 30 % av sjøtransporten i verden. Som nevnt tidligere skapes transportbehovet av den store distansen mellom råvarekildene og industriområdene. Hoveddelen av all bulkgoods transportert sjøveien er jernmalm og kull, men også varer som mineraler, sand, bauxitt, skrapjern, tømmer og kjemikalier fraktes med bulkskip. Les mer om bulkskip på side 9-25.

Matvaretransport. Transport av matvarer til mennesker og dyr består hovedsakelig av korn, men også ris, mais, kjøtt, fisk, frukt, grønnsaker o.l. transporteres. Mange land i verden, inkludert Norge, har et klima og en geografi som kun gjør det mulig å produsere bare et begrenset utvalg av mat-varer. Takket være skipsfarten kan nordmenn nyte produkter som bananer fra Sør-Amerika og vin fra Spania, og på samme måte kan resten av verden glede seg over norske fiskeprodukter.

Transport av fabrikerte og halvfabrikerte varer. Slike varer inkluderer alt fra elektronikk til joggesko og biler. Selv om dette utgjør kun ca. 10 % av verdens sjøtransport, utgjør det om lag 75 % av den samlede lastverdien. Sentralt i denne handelen står containerskipet og *containeriseringen* som du kan lese mer om på side 9-26.

Persontransport. På interkontinentale strekninger har flyene tatt over persontransporten, men på kortere distanser er fergetrafikk et konkurransedyktig alternativ både på pris og miljøbelastning. På sjøstrekninger, som over Skagerak, den Engelske kanal og det Baltiske hav fungerer fergetrafikken som broer mellom landenes veisystemer. Innenlands er fergetrafikken en nødvendighet for opprettholdelse av kystsamfunn og samferdsel over store elver og fjorder.



Verdens sjøbårne handel 1970-2010, målt i transportarbeid [tonn · n.mil]

Den sjøbårne handelen har blitt tredoblet de siste 25 årene.

Viktig definisjon for sjøtransport

Et velbrukt mål for transport til sjøs er tonn · n.mil eller tonn · km, altså produktet av transportert mengde (i tonn) og transportert distanse (i nautisk mil eller km). Denne størrelsen kalles **transportarbeid**, og er i mange tilfeller mer beskrivende å bruke enn bare transportert mengde målt i tonn. Når lasten måles i volumenheter, må omregning til tonn foretas vha. lastens tetthet.

Skipet – av enorm betydning for verden

Verdensflåten

Det er skipet som får verden til å fungere som ett økonomisk system. Verdens økonomier er tett sammenbundet og nesten alle land er avhengige av å handle med hverandre for å opprettholde sin samfunnsstruktur. Etterspørsel av kull i Asia dekkes fra Australia, etterspørsel av energi i Nord-Amerika dekkes fra Midt-Østen, etterspørsel av elektronikk i Europa dekkes fra Asia, og det finnes utallige flere eksempler på hvordan skipet har vevd verden sammen.

Sammensetning av verdensflåten. Fra [9.10]

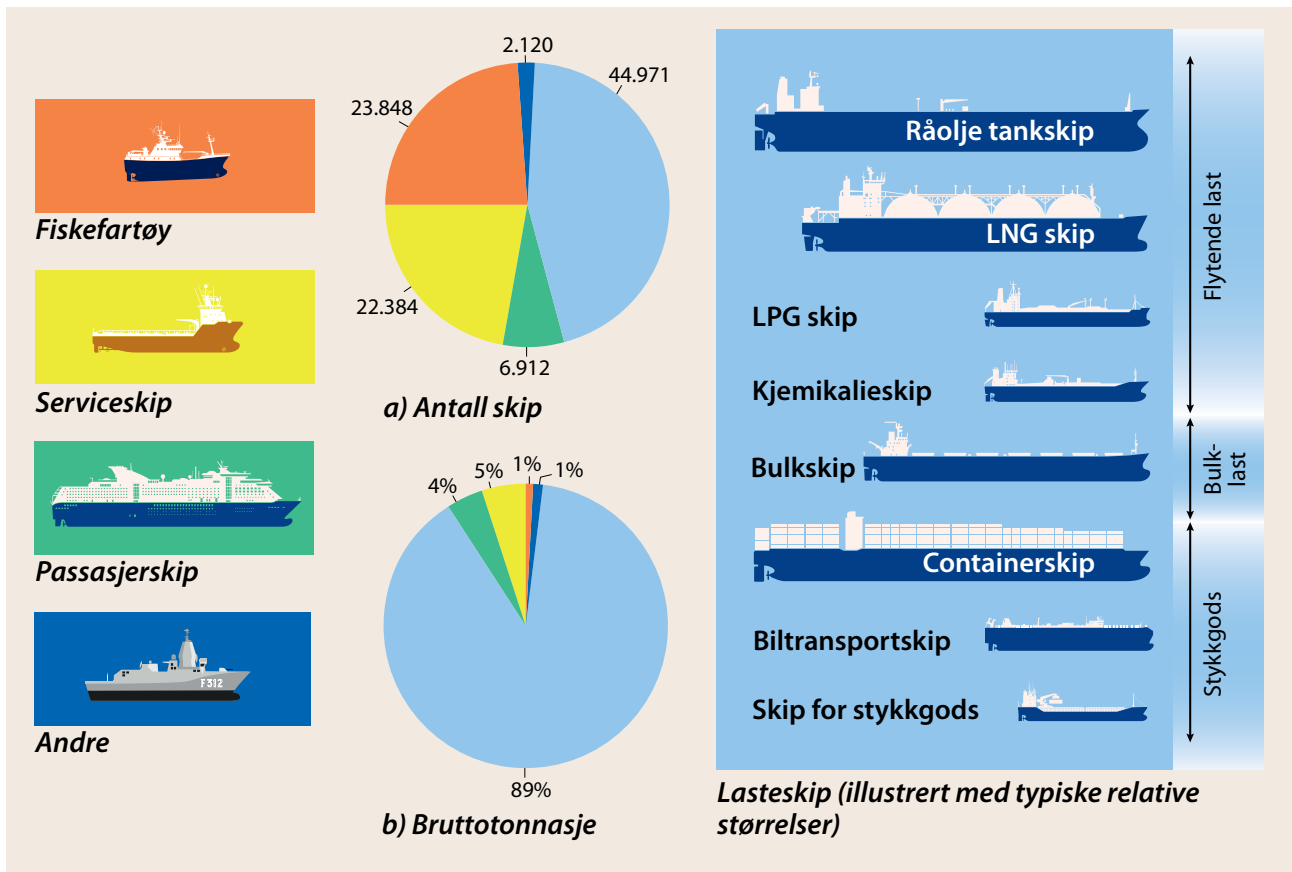
a. Fordelt etter antall skip av forskjellige hovedtyper.

Vi ser at antall lasteskip utgjør omtrent halvparten av verdensflåten. Skipene er illustrert med typiske relative størrelser.

b. Fordelt etter samlet bruttotonn for de forskjellige hovedtyper. Legges tonnasje til grunn, utgjør lasteskipene ca. 90 % av verdensflåten. Se oppgave 9.5 angående måling av tonnasje i bruttotonn.

Det er bare skipet som kan dekke verdens behov for transport mellom kontinentene. Skipets store lastekapasitet i forhold til andre transportalternativer som tog, fly eller lastebil, gjør sjøtransport til både det mest kostnadseffektive og miljøvennlige framkomstmidlet. Vi kan godt si at skipet er motoren i dagens globaliserte verden. Det frakter så godt som alt av varer, og størrelse eller antall er sjelden en hindring.

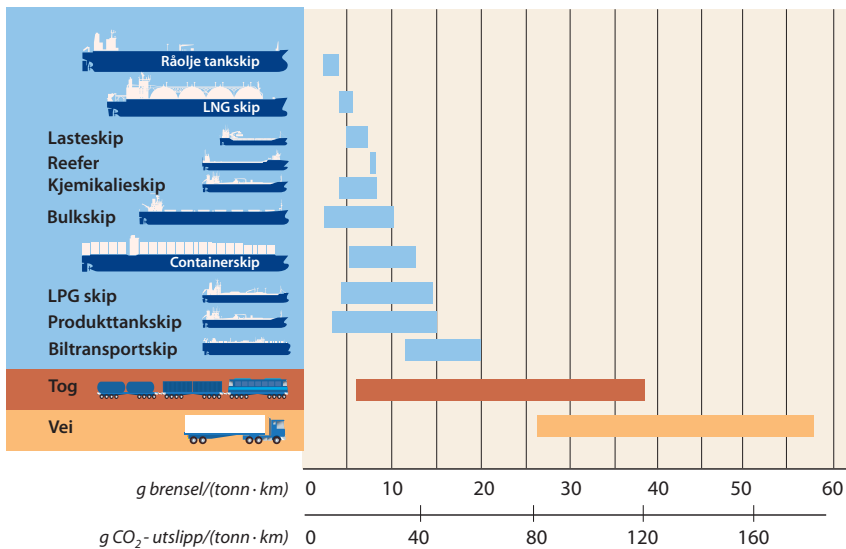
Vi ser av figuren midt på forrige side at verdens sjøbårne handel i 2010 er kommet opp på mer enn 50 000 milliarder tonn · km. Det er vanskelig å forholde seg til et så stort tall. Kanskje forteller det oss mer at det i dag finnes 100 000 skip i verden, og at det kreves nesten 50 000 lasteskip for å tilfredstille transportbehovet.



Skipet – det mest energieffektive transportmidlet

Hva er det som bestemmer et skips energieffektivitet? Nødvendig energi til transportarbeidet må hentes fra motorens brensel. Som mål for energieffektivitet er det derfor naturlig å bruke motorens brensel-forbruk pr. enhet transportarbeid, altså g/(tonn · km). Denne størrelsen er i figuren nedenfor illustrert for forskjellige skipstyper. Vi ser at det er store variasjoner i energiforbruket for de enkelte typer. Dette skyldes variasjoner i de faktorer som påvirker dette forbruket. Disse faktorene kan deles inn i to hovedgrupper, og omfatter blant annet:

- **Framdriftsmotstanden** (se side 3-12/13). Denne bestemmes bl.a. av:
 - Skipets fart (normal fart og fartsprofil under transporten)
 - Skipets dimensjoner og form (f.eks. lengde/bredde-forholdet)
 - Skipets virkelige deplasement under transporten, avhengig blant annet av lettskipsvekten og dødvekten (i hvilken grad maksimal lasteevne er utnyttet)
- **Motorens brenselforbruk** (se side 7-19/20), bestemmes bl.a. av:
 - Propulsjonsvirkningsgrad
 - Motortype (totakt, mellomhurtig/ hurtig firetakt eller gasturbin) og tilhørende brenselforbruk, se figur side 7-20)
 - Motorens driftsprofil (i hvilken grad de kjøres på andre belastninger enn den normale, for eksempel pga. værforholdene).



Figuren ovenfor er ikke egnet til å ta ut nøyaktige verdier for et enkelt transporttilfelle. I stedet kan det da gjøres beregninger som nedenfor.

Eksempel 9.1. Beregn brenselforbruk og CO₂-utslipp pr. enhet transportarbeid for det samme skipet som er behandlet på sidene 3-14 og 7-19. Fart $v = 20$ knop = 37 km/h, volumdeplasement = 28264 m³, last = 19000 tonn, motoreffekt $P_e = 15900$ kW, spesifikt brenselforbruk 180 g/kWh, hjelpemotorenes forbruk = 15 kg/km, CO₂-utslippsfaktor = 3,2 g/g (se neste side).

Løsning: Brenselforbruk pr. km: $B = b_e \cdot P_e / v$ (se side 7-20)

$$B = 0,180 \text{ g/kWh} \cdot 15900 \text{ kW} / 37 \text{ km/h} + 15 \text{ kg/km} = 92,4 \text{ kg/km}$$

Brenselforbruk og CO₂-utslipp pr. km og pr. tonn last

$$B' = 92400 \text{ g/km} / 19000 \text{ tonn} = 5 \text{ g} / (\text{tonn} \cdot \text{km})$$

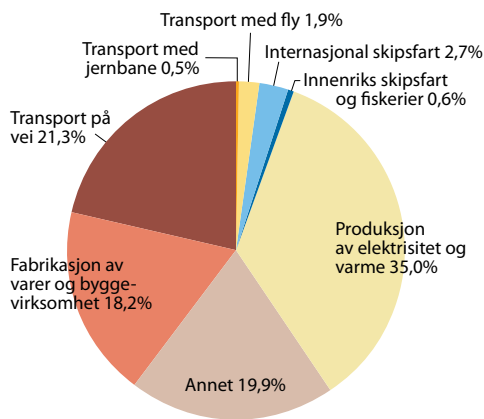
$$\text{CO}_2 = 5 \text{ g} / (\text{km} \cdot \text{tonn}) \cdot 3,2 \text{ g/g} = 16 \text{ g} / (\text{tonn} \cdot \text{km})$$

Energi- og miljøeffektivitet for skip, jernbane og lastebil, målt i henholdsvis g brenselforbruk og g CO₂-utslipp, begge deler uttrykt pr. enhet transportarbeid (tonn · km). Fra [9.10]

Figuren er basert på gjennomsnittsverdier etter analyser av en lang rekke transportoppdrag innen de enkelte kategorier. Årsaken til at det opptrer så store variasjoner innen hver enkelt skipstype, og fra den ene skipstypen til den andre, skriver seg fra større eller mindre variasjoner i de faktorer som er listet opp ovenfor til venstre.

Det er stort sett de samme faktorer som er av betydning også når det gjelder transport på vei, men driftsprofilen betyr da mye mer, grunnet større fartsvariasjoner underveis. Vogntog kan derfor nesten aldri bli like energieffektivt som skip. Likevel kan gunstig infrastruktur mht. havner og veinett ofte medføre at vogntog foretrekkes på kortere strekninger.

Som det framgår av figuren kan derimot jernbane i enkelte tilfeller være like energieffektivt som skip. Igjen er det oftest infrastrukturen som avgjør hvilken transportform som foretrekkes.



Totale CO₂-utslipp fra skipsfarten i verden, sammenlignet med totale utslipp fra andre globale virksomheter. Fra [9.10]

Skipet – også det mest miljøvennlige transportmidlet

CO₂-utslipp er proporsjonalt med brenselforbruket. Se gjerne side 7-27, hvor det er forklart hvordan en motors CO₂-utslipp henger nøye sammen med dens brenselforbruk. For hvert kg dieslbrensel som forbrenner, dannes det ca. 3,2 kg CO₂. Hvis vi kjenner en motors brenselforbruk, for eksempel i g /kWh, kan vi altså finne motorens CO₂-utslipp ved å multiplisere med faktoren 3,2 g CO₂/g brensel. Ved å utstyre figuren på forrige side med to skalaer, kan vi bruke denne både til vurdering av transportmidlenes energieffektivitet og deres miljøvennlighet. Figuren forteller dermed at skipet ikke bare er det mest energieffektive, men generelt sett også det mest miljøvennlige transportmidlet vi har.

Relativt små, totale CO₂-utslipp i forhold til totale utslipp fra andre aktiviteter i verden. Vi kan dokumentere også på en annen måte at skipet, på tross av det enorme sjøtransportarbeidet det utfører, spiller en relativt beskjeden rolle i det samlede CO₂-utslippet for hele jordkloden. Figuren til venstre viser nemlig at skipsfart bare utgjør 3,3% av dette samlede CO₂-utslippet (når innenlandsk sjøtransport og fiskeridrift inkluderes). Dette betyr imidlertid ikke at vi skal være tilfreds med "tingenes tilstand". Tvert imot må også *skipsfarten bidra med miljøbesparende tiltak i framtiden*. Vi skal i slutten av dette kapitlet komme tilbake til hvilke muligheter man her diskuterer. Disse må omfatte både ytterligere forbedring av energieffektivitet og bruk av alternative, mer miljøvennlige brensler. Alt dette gir mange interessante utfordringer for framtidige ingeniører.

Andre skadelige utslipp til luft. Det er CO₂ som dominerer når det gjelder skadelige utslipp fra skip. Av andre skadelige utslipp kan nevnes svoveloksider (SO_x), nitrogenoksider (NO_x) og partikler. Slike utslipp er først og fremst av betydning i kyst- og regional trafikk. De holdes i dag innenfor visse, tillatte grenseverdier, som imidlertid stadig skjerpes. Vi kommer tilbake til dette på side 9-40 og følgende.

Sammendrag

Sjøtransporten er drivkraften i verdensøkonomien, og det vil den fortsette å være i overskuelig framtid. Skipsfart er en forutsetning for global varehandel, og uten denne varehandelen ville levestandarden vår kun vært en brøkdel av det den er i dag. Skipsfarten står for 95 % av verdenshandelen, men likevel "kun" for ca. 3 % av verdens CO₂-utslipp.

Generelt sett er skipet det mest energieffektive og dermed også det mest miljøvennlige transportmidlet for verdenshandelen.

Fortsatt må miljøteknologi være i fokus når verdensflåten fornyer seg. Innsatsen vil da særlig rette seg mot teknologi for å forbedre energieffektiviteten ytterligere, og for å ta i bruk alternative brensler (se side 9-40 og påfølgende sider). Uansett vil skipet være sentralt når vi i framtiden skal kombinere økt levestandard med lavere CO₂-utslipp.

Skipsfart og maritim virksomhet – av enorm betydning for Norge

Norsk skipsfart i dag

Kunnskap og kompetanse står sentralt. Som det framgår av den historiske oversikten først i dette kapitlet, går den norske sjøfartskulturen tilbake til "tidenes morgen". Skipet og skipsfarten har gjennom alle tider vært av enorm betydning for landet (se sidene 9-12/13), og er det fortsatt.

Å bruke sjøen som transportvei kan være veldig krevende. Dette har vi sett i de foregående kapitlene som omhandler fysikken man må kunne for å designe, bygge og operere et skip. Derfor har kunnskap og kompetanse alltid vært av stor betydning for maritim virksomhet. Vi skal på de neste sidene vise hvordan dette i dag gjelder mer enn noen gang. Først skal vi likevel starte med å se nærmere på dagens norske skipsflåte.

Norges utenriksflåte, den femte største i verden. Oversikt over antall skip og lastekapasitet fordelt på skipstyper er vist på neste side. Utenriksflåten, som også kan kalles den internasjonale flåten, består hovedsakelig av skip som frakter varer utenfor Norge. Disse kan være borte fra hjemlandet i årevis. Omtrent en halvpart (målt i lastekapasitet) er registrert i norske skipsregistre og seiler dermed under norsk flagg. Den andre halvparten er registrert i andre lands skipsregistre og seiler altså under et eller annet utenlandsk flagg. Likevel eies og opereres disse av norske rederier og må regnes med i den norske flåten. Denne omfatter da 1760 skip på til sammen i nær av 40 mill. tonn dødvekt. Dette er den femte største flåten i verden. Egentlig er den enda større, fordi det finnes rederier som er registrert i utlandet med både skip og hovedkontor, men som likevel kontrollerer virksomheten fra Norge.

Satsing på høyteknologiske og miljøvennlige skip. I forbindelse med de statistiske dataene for utenriksflåten er det verdt å merke seg at den norske flåten i økende grad går bort fra de største oljetankerne og bulkskipene, og over til mer kompliserte og høyteknologiske skip. Særlig gjelder dette for skip som brukes i olje- og gassutvinningen, for eksempel offshore supplyskip. Tradisjonelt måles et lands flåtestørrelse i lastekapasitet, og de fleste statistikker dreier seg om det. Utviklingen i den norske flåten avtar i lastekapasitet i forhold til andre land, men målt i verdiskaping er den stadig økende. Dette kommer vi tilbake til på side 9-21. Slik teknologisk utvikling gjelder ikke bare offshore serviceskip, men også for noen andre nisjer bl.a LNG-skip og passasjer-skip). Vi skal videre merke oss at konkurransen med lavkostland generelt har medført økt satsing på teknologi som fremmer effektivitet og sikkerhet. Videre er det verdt å merke seg at norsk skipsfartsnæring generelt fokuserer sterkt på miljøteknologi. Også dette kommer vi senere tilbake til i flere sammenhenger.

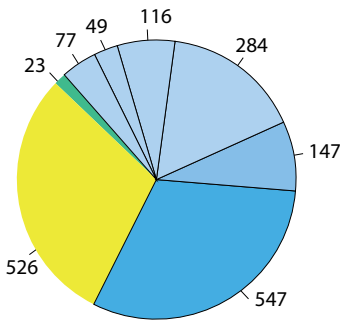
Småskipsflåten er også viktig for landet. Oversikt over den norske småskipsflåten er vist i det oransje feltet på neste side. Flåten omfatter stort sett fartøy som seiler innenriks, men også landene rundt Nordsjøen og Østersjøen er interessante markeder. For nærsjøfarten var

Land	Nasj. flagg	Utenl. flagg	Totalt
Hellas	49,3	117,2	166,4
Japan	11,6	126,6	138,2
Tyskland	12,8	67,8	80,6
Kina	30,8	36,2	67,1
Norge	13,7	32,7	46,4
USA	9,9	34,8	44,7

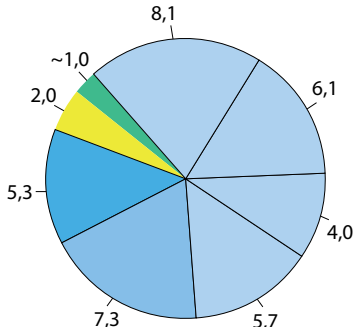
Skipsflåter for verdens ledende sjøfartsnasjoner per 1. juli 2006, målt i mill. dwt. Fra [9.8]

Verdiskaping – definisjon og måling

Vi skal senere i dette kapitlet vurdere nærmere den betydning som maritim virksomhet har for landet, og trenger en metode for å gjøre dette skikkelig. Begrepet verdiskaping er da godt egnet. Verdiskapingen i en bedrift beregnes enkelt ved å ta bedriftens omsetning og trekke fra de varer og tjenester som den har kjøpt fra andre bedrifter (og som bestemmer verdiskapingen i disse). På denne måten unngås dobbelttelling av varer og tjenester og det blir enkelt å sammenligne verdiskaping mellom næringene. Nødvendige data framgår av det regnskap bedriften leverer til myndighetene. Metoden krever at bedriftene samles i relevante grupper (se side 9-21). Verdiskaping beregnet på denne måten gir samtidig et godt bilde på den samfunnmessige betydning av de enkelte næringers virksomhet, og kan sammenlignes med begrepet BNP.



Antall skip



Lasteevne

Norsk småskipsflåte pr. 2010

Den omfatter fartøyer som eies/drives av rederier tilsluttet enten "Rederienes landsfor-ening" eller "Fraktestyrelsen". Fartøyene har lasteevner på 500–10 000 tdw.

Lastebåter

- 28 tankfartøyer
- 64 brønnbåter (transp. lev. fisk)
- 82 bulkfartøyer (selvlossere)
- 55 stykkgods-fartøyer
- 9 container/palle-fartøyer
- 14 fryserskip

Transport av passasjer./biler

- 13 hurtigruteskip
- 78 hurtigbåter
- 185 ferger (for riksveinettet)

Servicefartøyer

- 83 slepefartøyer
- 5 seismikkfartøyer
- 40 redningsskøyter
- 9 andre

Totalt: 665 fartøyer

Norsk fiske / fangst-flåte er av betydelig omfang og blir omtalt nærmere på s. 12-16/17

Norsk militærflåte beskrives kort på side 9-33/34/35

Norsk utenriksflåte per des. 2010. Fra [9.8] Omfater skip som eies /drives av rederier som er medlemmer av Norges Rederiforbund		Antall skip	Lasteevne (mill. dwt)
Råoljetankerskip		77	8,1
Offshoreproduksjons- og skytteltankerskip		49	6,1
LPG og LNG-skip		116	4,0
Kjemikalie- og produkttankerskip		284	5,7
Bulk skip		147 ¹⁾	7,3
Containerskip		547	5,3
Biltransporterskip			
Skip for generell last			
Offshorerelaterte spesialbåter		526	2,0
Cruise-skip og internasjonale ferger		23	~1,0 ²⁾
Sum		1769	39,5

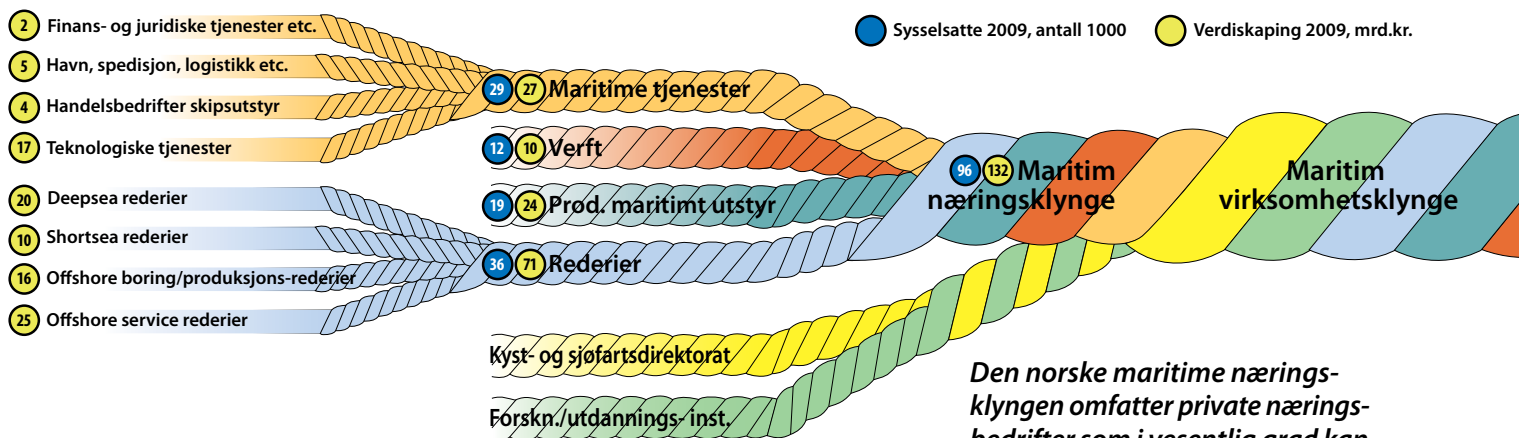
1) Inklusiv 12 kombinasjonsskip (OBO, Oil/Bulk/Ore)
2) Omregnet fra skipsstørrelse oppgitt i bruttotonn

lenge skip på 2-3000 tdw de mest typiske, men i dag er ca. 4000 tdw mer vanlig for tank- og containerskip, og opptil 10 000 tdw for bulk-skip. Det er mer lønnsomt med større enheter. De viktigste varene som transporteres med småskipsflåten er:

- flytende produkter (råolje, bensin, kjemikalier og vegetabiliske oljer)
- råvarer til industrien
- matvarer og fabrikerte varer

For øvrig skjønner vi av tabellen til venstre at skip/fartøyer for transport av mennesker og biler utgjør en svært viktig gruppe. Det samme må også sies om alle servicefartøyene langs vår lange kyst. Disse er ikke bare av stor generell betydning, men gir også verdifullt supplement til de offshorerelaterte fartøyene som er ført opp under utenriksflåten.

Fiskeflåten må ikke glemmes. Fiskeflåten er også av betydelig omfang og driver en virksomhet som er svært viktig for landet, særlig for eksportindustrien. Vi kommer tilbake til alt dette i kapittel 12.



Den norske, maritime næringsklynge

Maritim næring - mye mer enn bare skipsfart. Ifølge [9.11] var det 4271 aktive bedrifter som i det vesentlige drev med maritimt relatert virksomhet i Norge i 2009. Disse kan inndeles i fire hovedgrupper, som vist i figuren ovenfor: maritim tjenesteyting, verft, rederier og produksjon av maritimt utstyr. Rederiene videreinndeles i fire undergrupper:

- Offshore service
- Offshore boring og flytende produksjon
- Shortsea (småskipsflåten)
- Deepsea

Disse, mer enn 4000 næringslivsbedrifter, utgjør det vi kaller den norske, maritime næringsklyngen. Denne stod for en verdiskaping på 132 milliarder kroner i 2009 og sysselsatte nesten 100 000 mennesker. I tillegg til dette gjør offentlige myndigheter en betydelig innsats gjennom finansiering av undervisning og forskning m.m. Den komplette maritime virksomhetsklyngen er derfor større enn selve næringsklyngen, og er en av de mest omfattende i verden.

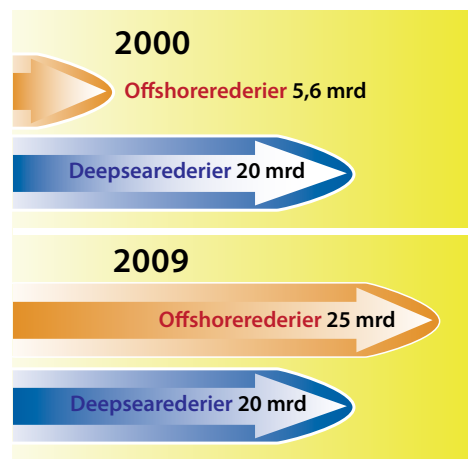
Den maritime næringen er den nest største næringen i Norge, etter olje- og gassnæringen. Riktignok har både landbasert bygg/anleggs- og handelsvirksomheten noe større verdiskapinger, men dette er næringer som stort sett er skjermet for en så sterk internasjonal konkurranse som den maritime næringen utsettes for. De gir heller ikke på langt nær så store eksportverdier som den maritime næringen gjør.

Offshorerelaterte grupper ekspanderer mer enn de øvrige.

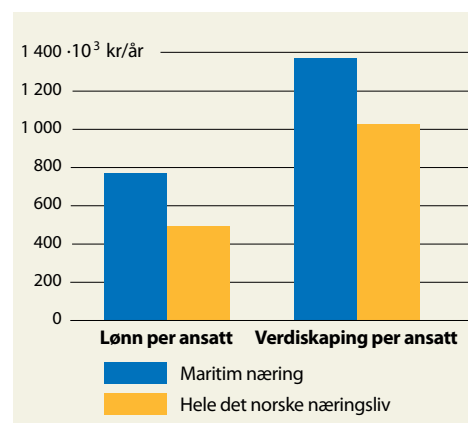
Tradisjonelt har det vært den velkjente utenriksflåten som har vært bærebjelken i den maritime næringen. Som vi ser av figuren til høyre, er det ikke slik lenger. Nå er det den høyt teknologiske offshoreflåten som ekspanderer, samtidig som den konvensjonelle flåten stagnerer, både på grunn av liten teknologisk utvikling og utflytting av rederier. En annen gruppe som er i sterk vekst er den utstyrproduiserende industrien, som etter hvert har blitt den nest største bransjegruppen i næringsklyngen.

Maritim næring – først og fremst en kunnskapsbasert næring, som krever stor kompetanse hos de ansatte. Dette resulterer i vesentlig høyere lønnsnivå enn i norsk næringsliv generelt. Produktivitetsnivået og dermed verdiskapingen pr. ansatt er også vesentlig høyere enn gjennomsnittet for hele det norske næringslivet.

Den norske maritime næringsklyngen omfatter private næringsbedrifter som i vesentlig grad kan relateres til maritim virksomhet. Grupperinger og data er hentet fra [9.11]. En komplett maritim virksomhetsklynge omfatter i tillegg innsats fra offentlige institusjoner.



Den høyt teknologiske offshoreflåten ga i 2009, for første gang, større verdiskaping enn den "stolte", konvensjonelle utenriksflåten ("deepsea"-flåten), som i lange tider har vært drivkraften i den norske, maritime næringen. Denne har nå stagnert noe.



Kompetanse og innovasjon i den maritime næringen sammenlignet med gjennomsnittet for hele landet.

Kort beskrivelse av skipstyper

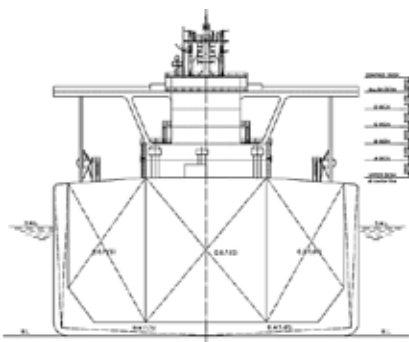
Skip for frakt av flytende last

Det er mange typer flytende laster som skal fraktes rundt omkring i verden: råolje, foredlede produkter av råolje, nedkjølt metan og propan (LNG og LPG, se side 10-9), kjemikaler, flytende næringsstoffer osv. Alt dette krever skip utstyrt med tanker. Grovt sett kan disse grupperes som det framgår av øverste del av tabellen på side 9-20: råoljetankskip, gasstankskip, produkttankskip og kjemikalietankskip. Korte beskrivelser av disse hovedtypene er gjort nedenfor.

Råoljetankskip

Eksempel på data for et slikt skip (VLCC)

Lasteevne: 310 000 DWT
 Total lengde: $L_{oa} = 340$ m
 Lengde/bredde-forhold: $L_{oa}/B = 5,7$
 Prosjektet hastighet: 15 knop
 Type hovedmotor: saktegående totakter
 Hovedmotoreffekt: 28 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 1



Typisk midskipsseksjon for et stort tankskip.

Lasteseksjonene blir adskilt av to langskipsskott og er omringet langs skipssidene og bunn av et dobbelskrog som minsker risikoen for lekkasje ved ulykker.



Frontlines VLCC "Front Shanghai"

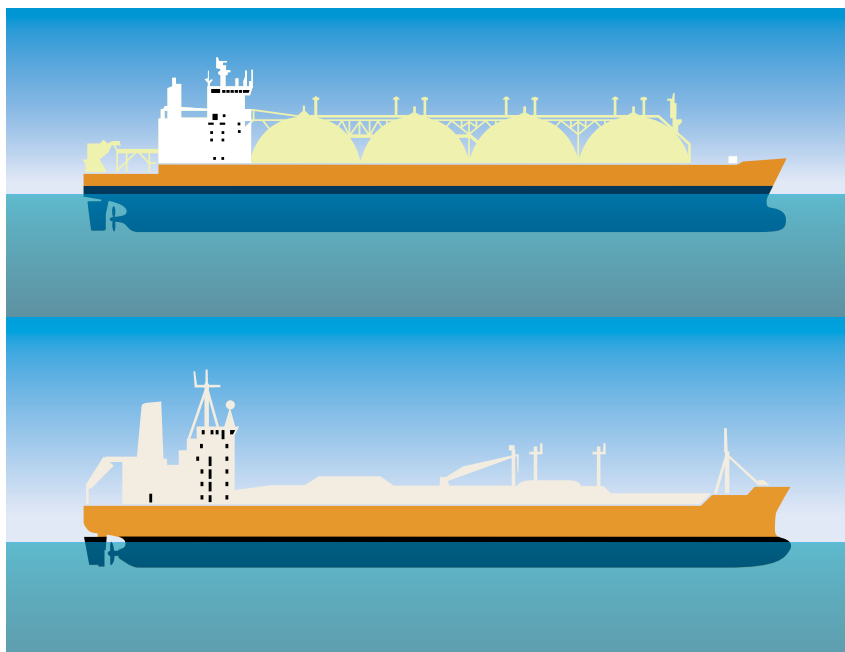
Utføres med dobbeltbunn. Dette er den type tankskip som i tonnasje utgjør den største andelen av den norske utenriksflåten. Tankskipsfarten er vital for verdens energiforsyning, som påpekt tidligere. Typiske ruter for denne farten er vist på side 9-14. Felles for alle tankskip er at de er fylldige og saktegående i forhold til for eksempel containerskip.

De siste årene har tankskipsulykker ført til alvorlige miljødeleggelser, som i 1989 da den 300 meter lange "Exxon Valdez" gikk på grunn i Alaska og slapp ut rundt 40 millioner liter råolje. Slike ulykker har ført til sterk fokus på risikoen ved denne transportformen. I dag har de fleste tankskip dobbeltskrog og det er strenge regler for lasting, lossing og rensing av tanker.

Blant annet på grunn av frie væskeoverflaters uheldige virkninger på stabiliteten (se side 2-19) blir skroget delt opp i flere tanker (se side 6-21). Det stilles strenge krav til rekkefølgen som tankene skal lastes og losses i for å unngår for store langskips bøyemomenter (se kapittel 6) og krengevinkel. En annen ting som kjennetegner tankskipene, er at både lasting og lossing skal skje så raskt som mulig. Dette krever et pumpemaskineri av betydelig størrelse.

Hva menes med supertankere? De fleste oljetankskip er av størrelse Aframax (fra uttrykket Average freight rate assessment), med lastekapasitet på mellom 80 000 og 120 000 tdw og Suezmax med kapasitet 120 000 - 160 000 tdw. Dette er de største skipene som kan gå gjennom Suezkanalen med last. Men det finnes større skip: VLCC (Very Large Crude Carrier) er skip med lastekapasitet 200 000–320 000 tdw og ULCC (Ultra-Large Crude Carrier), som har kapasitet på over 320 000 tdw. Til sammen finnes det ca. 500 skip i disse to gruppene i verden og det bygges stadig fler av dem. Dette er de største mobile konstruksjoner som mennesker har laget. Det aller største skipet som har seilt var den norskeide supertankeren Knock Lewis på 565 000 tdw.

Gasstankskip (LNG-skip og LPG-skip)



Eksempel på data for et LNG-skip

Lasteevne: 85 000 DWT
 Total lengde: $L_{oa} = 290$ m
 Lengde/bredde-forhold: $L_{oa}/B = 5,9$
 Prosjektert hastighet: 20 knop
 Hovedmotor: én saktegående totakter
 Hovedmotoreffekt: 27 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 2

Eksempel på data for et LPG skip

Lasteevne: 55 000 DWT
 Total lengde: $L_{oa} = 225$ m
 Lengde/bredde-forhold: $L_{oa}/B = 6,3$
 Prosjektert hastighet: 16 knop
 Hovedmotor: én saktegående totakter
 Hovedmotoreffekt: 13 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 3

Sterkt økende transportbehov. Antall gasstankskip øker stadig i verden, og det antas at behovet for transport av gass vil fordobles i løpet av det neste tiåret. Dette skyldes bl.a. at gass som brensel, som nevnt flere ganger foran, er betydelig mer miljøvennlig enn olje grunnet lavere CO₂-utslipp (se bl.a. side 7-29). Avstandene mellom gassforekomster og gassbrukere er så store at skipstransport ofte er eneste alternativ.

Streng sikkerhetstiltak. Fordi gass har liten tetthet ved normale temperaturer og trykk, må den i praksis transporteres enten under høyt trykk (CNG), eller så lave temperaturer at gassen har gått over i væskeform (LNG eller LPG), se side 10-9. Gassens volum kan i begge tilfellene reduseres til mindre enn 1 % av det opprinnelige volumet. Energiinnholdet blir stort pr. volumenhet, og et skip med for eksempel lastekapasitet 80 000 m³, frakter da like mye energi som ble frigjort i 30 atombomber av størrelse som dem sluppet over Hiroshima. Vi forstår da at sikkerhetsforskrifter for en gasstanker blir ekstremt strenge.

Det finnes 300 LNG-tankskip i verden, og tallet er stadig voksende. Gassen fra Snøhvitfeltet transporteres vha. slike skip (se side 10-35).

Kuletankskip og membrantankskip. Frakt av LNG krever at lasten holdes på -163 °C under transporten. Dette stiller eksepsjonelt store krav til konstruktiv utforming. Gasstankskip blir derfor svært kostbare å bygge. Det er i prinsippet to konsepter å velge mellom, med tanker utformet enten som kuler eller prismer (se figurer til høyre). Som vi skjønner av figurteksten, er bruken av kuleform en norsk oppfinnelse. Denne vakte i sin tid stor oppmerksomhet rundt om i verden. For nybygginger er det imidlertid en tendens til å foretrekke membrankonseptet. Årsaken er at tanker formet som prismer gir bedre volumutnyttelse av skroget enn kuleformede tanker. Dette gir både mindre byggekostnader og mindre avgifter per volumenhet last i havner og ved passering av Suez-kanalen. På den annen side er kuletanker mer robuste mot påkjenninger, for eksempel fra bevegelser av væsken i tanken (tankene fylles aldri helt fulle).



To konstruktive løsninger for transport av LNG i skip: Moss-Rosenberg-konseptet med kuletanker og konsept fra Gaz Transport & Technigaz med metallmembran med ca. 1 mm tykkelse. Fra [9.14]

Hver kuletank er utført med en flens rundt "ekvator", lagret opp på en sylindrisk ring som overfører lastkreftene til tverrskipsrammene. Slike kuletankskip ble utviklet ved NTNU/Sintef-miljøet, noe som i sin tid ble betraktet som en stor ingeniørbragd. I membrankonseptet bygges derimot de prismatiske tankene opp av en ca. én mm tykk, tett metallmembran som støttes opp av isolasjonsmaterialet. Her er det dermed isolasjonen som overfører lastkreftene, i motsetning til i kuletankkonseptet. For LPG-skip foretrekkes gjerne løsningen med prismatisk formede tanker.

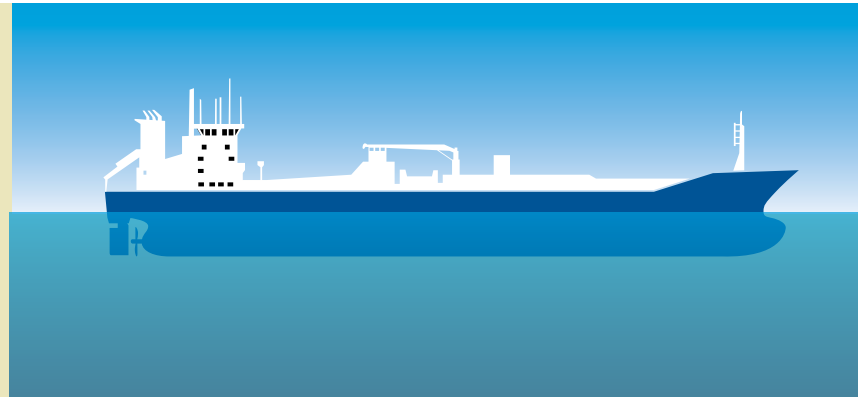
Forskjell mellom LNG- og LPG-skip. Mens LNG i hovedsak er flytende metan, er LPG er en betegnelse som brukes om flytende propan (se side 10-20). Propan blir flytende allerede ved $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, noe som forenkler tankkonstruksjonen på flere måter. Likevel er også LPG-skip meget kostbare, men de er normalt mindre enn LNG-skipene.

CNG-skip. Det finnes også konsepter for skip som frakter gass i komprimert form (se side 10-21), men disse er foreløpig på utviklingsstadiet.

Produkttankskip og kjemikalieskip

Eksempel på data for et slikt skip

Lasteevne: 50 000 DWT
 Total lengde: $L_{oa} = 180\text{ m}$
 Lengde/bredde-forhold: 5,7
 Prosjektert hastighet: 15 knop
 Hovedmotor: én skategående totakter
 Hovedmotoreffekt: 13 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 4

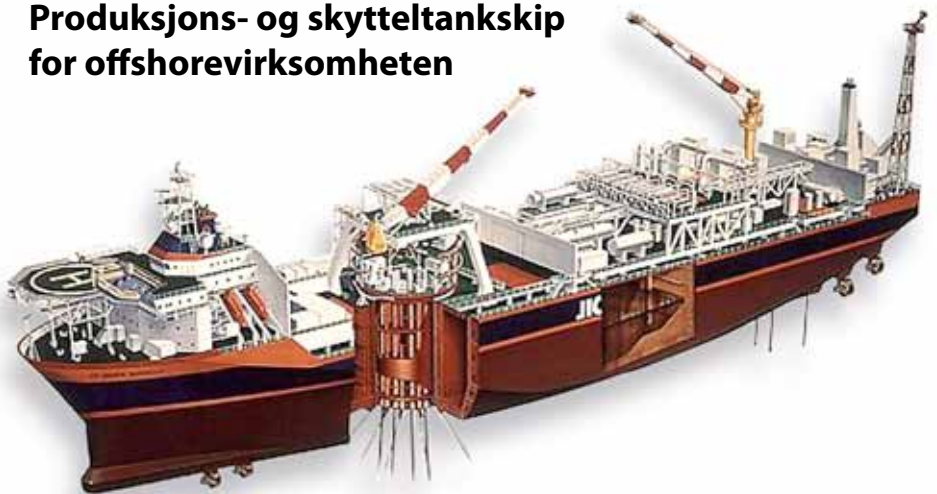


Produkttankere kan frakte et vidt utvalg av væsker, som for eksempel bensin, andre destillasjonsprodukter av råolje, kjemikalier og vegetabiliske oljer. De har derfor et større antall tanker enn de vanlige tankskipene. Kjemikalietankerne (parcel tankers) kjennetegnes ved at de har et ytterligere større antall tanker for å holde de ulike stoffene fra hverandre. Strengt tatt er det ingen andre forskjeller mellom disse to typene. Det er pålagt strenge sikkerhetsprosedyrer for lasting og lossing av slike skip.

Produksjons- og lagerskip for Nornefeltet. Skipet brukes der sammen med skytteltankskip som frakter oljen til en mot-taker.

Se figur og beskrivelse side 10-37 og "boks" nederst på side 9-28. Produksjonsskipet har en lengde på 260 m og en bredde på 41 m. Skipet kan rotere fritt om en sylindrisk konstruksjon ("turret") som er forankret med tolv ankerliner til sjøbunnen (se side 10-36). I sylindren er det plass til 24 stigerør. Prosessanlegget om bord har en kapasitet pr. døgn på 32 000 Sm^3 olje, 6,7 mill. Sm^3 gass og 115 000 m^3 vann for injeksjon på feltet. Oljelageret i skroget har et volum på 115 000 m^3 , tilsvarende drøyt fire dagers produksjon. Olje lastes fra produksjonsskipet til skytteltankere via et lastesystem i akterenden på skipet. Gassen blir sendt i land via en rørledning.

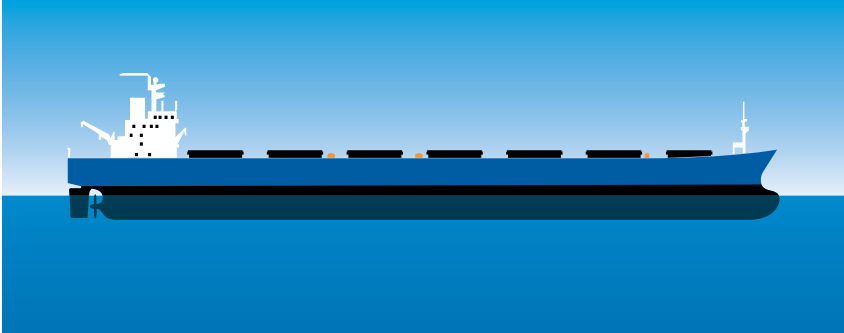
Produksjons- og skytteltankskip for offshorevirksomheten



Som det vil framgå flere steder i kapittel 10, for eksempel på side 10-29, brukes skip for en rekke formål i olje- og gassutvinningen til havs. Enda flere typer serviceskip vil bli nevnt på side 9-30, men også tankskip er uunnværlige, både for produksjon og lagring på feltet samt videretransport til land. Et godt eksempel er produksjons- og skytteltankskip som brukes bl.a. på Nornefeltet. Skytteltankskipet skiller seg lite fra vanlige råoljetankskip. Produksjonsskipet er vist ovenfor og beskrevet i figurteksten.

Beskrivelse av skipstyper

Skip for frakt av tørre bulklaster



Eksempel på data for et slikt skip

Lasteevne: 120 000 DWT
 Lettskipsvekt: 30 000 tonn
 Lengde : $L_{pp} = 270$ m
 Bredder: $B = 40$ m
 Blokkoeffisient: $C_b = 0,85$
 Prosjektert hastighet: $V = 15$ knop
 Maskineri: To langsomme totaktere
 Nummerering i figur side 3-19: 5

Bulkskipet kjennetegnes ved at det frakter laster som stort sett er homogene masser (bulklaster). Eksempler på slike bulklaster er korn, kull, jernmalm, bauxitt, andre malmer og tømmer.

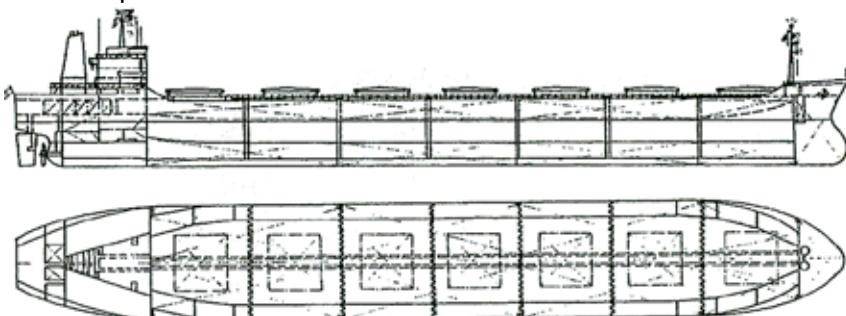
Havets arbeidshester. 40 % av verdensflåten og nesten 20 % av den norske utenriksflåten består av bulkskip. Bulkskipene varierer fra små skip med egne kraner om bord for lastning/lossing i små havner, til store skip med lastekapasitet på opptil 400 000 tonn.

Bulkskipet har en enkel konstruksjon i forhold til de fleste andre skipstyper. Lasten lastes og losses med kraner gjennom store luker i dekket, og som oftest prioriteres stor last foran høy hastighet. Skipene kan deles inn i tre hovedtyper, som er kort beskrevet nedenfor.

Rene bulkskip (bulk-carriers). Disse har ett dekk med lasterom som går fra borde til borde, altså over hele skipets bredde.

Malmskip. (ore-carriers). Malmskipene skiller seg fra de rene bulkskipene ved at lasten er samlet mer mot midten av skipsrommene. Dette kommer av at malmlast er svært tung og ikke trenger store rom for å få en samlet vekt som tilsvarer skipets bæreevne. Sideveis begrenses rommene av langskipsskott, og en indre bunn legges i god høyde over kjølen for at lasten ikke skal bli liggende nær bunnen av skipet og forårsake dårlige sjøegenskaper.

Kombinasjonsskip. I skip for transport av malm og annen tung last vil det bli tomrom mellom sideskottene i lasterommene og skipssiden, samt under den høye dobbeltbunnen. Ofte er de tomme rommene innredet for å føre lettere laster når skipet ikke frakter den tunge lasten. De kan for eksempel nyttes til olje. Slike skip kalles kombinasjonsskip, og de betegnes som OBO-skip (oil, bulk and ore). I enkelte tilfeller er et skip beregnet spesielt på kombinasjonen olje og malm. Disse kalles gjerne for OO-skip.



Størrelser av bulkskip:

- "Handysize": 10-40 000 tdw
- "Handymax": 40-60 000 tdw
- "Panamax": 60-80 000 tdw
- "Capesize": > 80 000 tdw

Capesize-skip er for store for Panamakanalen og må seile rundt Kapp Horn. I Suezkanalen kan dypgangen ikke overskride 18,91 m, ellers må det seiles rundt Kapp det Gode Håp. For skip som ikke kan passere noen av de to kanalene, kommer gjerne et stort sprang i størrelsene. De får ofte lastekapasiteter på over 150 000 DWT. Store skip har nemlig vesentlig bedre transporteffektivitet enn mindre skip.

Typisk utforming av et bulkskip

Beskrivelse av skipstyper

Skip for frakt av stykkgods



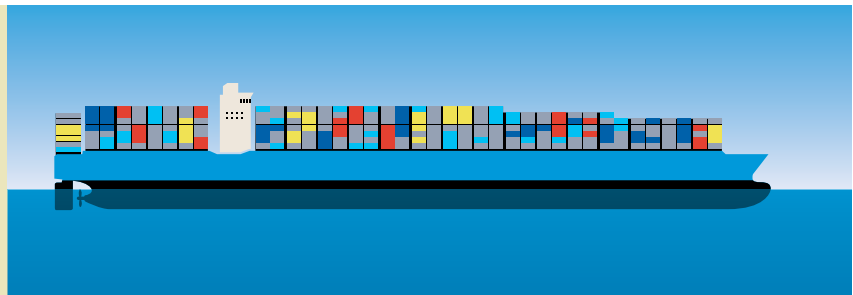
Rotterdam havn, Europas største havneanlegg (postofrotterdam.com)

Med stykkgods mener vi last som blir fraktet i større eller mindre enheter, ofte med en eller annen form for emballasje. Det finnes en mengde forskjellige skipstyper innen denne gruppen, alt etter hvilken sort last de i hovedsak er beregnet for, hvilke laste- og lossemetoder som er mest hensiktsmessig, osv. Ikke alle disse typene vil bli beskrevet her, men vi skal ta for oss et containerskip og et Ro-Ro-skip.

Containerskip

Eksempel på data for et slikt skip

Lasteevne: 5000 TEU
 Total lengde: $L_{oa} = 295$ m
 Lengde/bredde-forhold: $L_{oa}/B = 9,2$
 Prosjektert hastighet: 22 knop
 Hovedmotor: én saktegående hovem.
 Hovedmotoreffekt: 40 MW
 Brenselsforbruk: 2 - 4 g/(tonn-km)
 Nummerering i figur side 3-19: 6



Så lenge det er plass til en vare i en container, kan den transporteres med et containerskip. Denne metoden for å frakte et vidt utvalg av varer har gitt containerskipet sin suksess.



Containerskip tilhørende det danske rederiet Maersk Line, som er verdens største container-skipsrederi, (se maersk.com). Rederiet vil i 2011-2020 få levert ti stykker av verdens største containerskip på 18 000 TEU.

Containeriseringen. Siden en internasjonal standard for containerstørrelse (TEU) ble innført på 1960-tallet, har stadig mer last blitt ført i containere. Disse har blitt så velbrukte og effektive at de har blitt et symbol på global verdenshandel. Det finnes containere for de aller fleste vareslag. En container kan ta opptil 30 tonn last som lastes opp av avskiper og tas ut av mottaker. Løfting og håndtering av containere skjer med spesialutstyr og går raskt. En container lar seg lett laste mellom skip, tog, lastebiler og lektere, og under hele transporten forblir lasten innpakket og beskyttet mot vær og vind.

Et norskbygd containerskip (Ulstein) som kan leveres i flere varianter (950, 1200, 1800 og 2500 TEU)

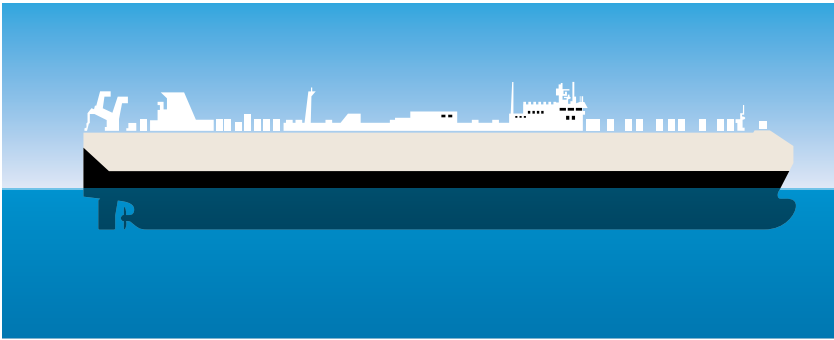
Containere har to standardiserte hovedstørrelser på 20x 8x8,5 fot og 40x8x8,5 fot. En 20 fot lang container omtales som 1 TEU og størrelsen på containerskip beskrives med lastekapasiteten målt i antall TEU. Containerne stables i høyden både under dekk og på dekk. Vertikale skinner og vaiere holder containerne på plass.

Overgangen til containere har fått navnet "containerization" på engelsk. De neste 25-50 årene ventes en øking i containerhandelen på hele 300-500 %. Containerskipene vil kunne ta 18000 TEU pr. skip. Skipets dypgang ventes da å bli begrenset av dybden av Malaccastredet i Sørøst-Asia (21 m). Flaskehalsen i logistikkjeden er i dag innlandstrafikken og spesielt havnene, der både kraner og havnebasenger ikke helt holder følge med den økende skipsstørrelsen.

De fleste containerskip er på under 4000 TEU, tilsvarende ca. Panamax, mens de største skipene som seiler mellom kontinentene hittil har tatt opptil 13 500 TEU.



RoRo-skip



Data for skip brukt i eksempel

Lasteevne: 27000 DWT / 7700 ceu

Lengde : $L_{pp} = 230$ m

Bredde: 32,2m (Panamax)

Prosjektert hastighet: $V = 19,5$ knop

Maskineri: Én langsom totakter

Nummerering i figur side 3-19 : 7

Navnet "Ro-Ro-skip" kommer fra det engelske uttrykket "roll on, roll off". På disse skipene ruller lasten av og på skipet, gjerne via lasteramper akterut. Den vanligste lasten er personbiler, lastebiler, jernbanevogner og maskiner av ulike slag, men også annen last som kan trilles om bord, eksempelvis containere "på hjul".

Ro-Ro-skipet er kjent for sitt spesielle utseende. Skipet er høyt. Det består av mange dekk, der lastenhetene kan bli oppbevart så tett inntil hverandre som mulig. De største Ro-Ro-skipene, med en lengde på over 200 m, har en lastekapasitet på opptil 7000 biler. Typisk hastighet for et Ro-Ro-skip er 18-20 knop.

De norske rederiene Leif Høegh & Co og Wilh. Wilhelmsen (i samarbeid med Wallenius Lines Stockholm og Eukor Car Carriers Seoul) har de største Ro-Ro-flåtene i verden. De spesialiserer seg på PCTC-er (Pure Car and Truck Carrier) og PCC-er (Pure Car Carrier). En PCTC kan, i motsetning til en PCC, regulere høyden mellom dekkene for å få plass til høyere last, for eksempel lastebiler.



"Høegh New York", Ro-Ro-skip for biler og annen rullende last. De største bilskipene kan ta opp til 7000 biler, mer enn ti ganger så mange som vist på dette bildet. Fra [9.5]. Foto Leif Høegh & Co.

Beskrivelse av skipstyper

Serviceskip for offshorevirksomheten

Skip som brukes i olje- og gassutvinningen

Skip for leting etter olje/gass:

- Seismikkskip (se side 10-6)
- Borefartøyer/rigger (side 10-7).
 - Halvt nedsenkbare bore-rigger
 - Oppjekkbare borerigger
 - Boreskip
 - Borelektere (for grunt vann)

Serviceskip for offshorevirksomheten:

- Forsyningsskip (se neste side)
- Ankerhåndteringskip (se side 10-29)
- Slepebåter
- Skip med "moon pool" (åpning i bunnen) for blant annet:
 - Undersøkelse av havbunnen
 - Oppmåling av havbunnen
 - Diverse arbeid på havbunnen
 - Utsettelse av ROV og oppfølging av ROV-relatert arbeid
- "Konstruksjonsskip" (for installasjonsarbeid på havbunnen)
- Kranfartøyer (se side 8-2)
- Rørleggingsfartøyer (se side 10-22)
- Skip for brønnstimulering (utstyrt med pumper og tanker for å sette ekstra trykk på reservoarene)
- Stand-by-skip (beredskapsskip)

Skip for produksjon og ilandføring av olje og gass:

- Produksjonsskip (FPSO-skip, "Floating Production/Storage/Offshore loading"; se sidene 9-24 og 10-36)
- Skip for lagring og omlasting til tankskip (FSO-skip, "Floating Storage/Offshore loading")
- Bøyelastere, som fortøyes og kobles til flytende lastebøyer
- Nedsenkede bøyelastere, med lastebrønn i bunnen for tilkopling av lastebøyer under vann

Da den første oljen ble funnet på norsk sokkel i 1969, var norske rederier tidlig ute med å lære ny teknologi den nye næringen medegnedte fartøyer. I dag er offshorevirksomheten et kjerneområde for mange rederier, som tilbyr utbyggere og operatører spesialfartøyer for alle faser i olje- og gassutvinningen.

Offshoreflåtens betydning

Arbeidshester trengs også til sjøs. Offshoreflåtens betydning.

Arbeidshester trengs også til sjøs. I neste kapittel skal vi ta for oss olje- og gassutvinning til havs og vise hvor avhengig denne virksomheten er av serviceskip av forskjellige typer. En kortfattet oversikt er gitt til venstre og i et collage på sidene 9-38/39. Det vil føre altfor langt å beskrive alle disse nærmere, og vi må nøye oss med å se på én av typene. Det er da naturlig å velge ut et forsyningsskip. Dette er skip som av mange kalles *Nordsjøens arbeidshester*.

Verdiskapingen i offshoreflåten femdoblet på 10 år. Ifølge sidene 9-20/21 omfatter den norske offshoreflåten mer enn 500 fartøyer og ga i 2010 en verdiskaping på 25 mrd. kr. Dette er mer enn hele handelsflåten bidro med i samme år, på tross av at denne i samlet tonnasje var nesten 20 ganger så stor som offshoreflåten. Årsaken til dette er at den teknologiske utviklingen av de norske serviceskipene har gjort dem til meget avanserte skip som etterspørres på markeder over hele verden. Dessuten har investeringene i den norske offshorenæringen ikke avtatt selv om oljeproduksjonen har stagnert. Det har derfor stadig vært et stort marked for denne flåten også hjemme.

Skipstyper i offshoreflåten

Betydningen av å ha en sterk maritim klynge (se side 9-21) kommer tydelig fram blant annet i offshorenæringen. Norske offshorerederier, verft og utstyrsleverandører har i fellesskap utviklet en rekke høyteknologiske skipstyper som har gjort flåten verdenskjent. Arbeidet har for en stor del foregått i distrikter med tradisjonelt sterke skipsfartsmiljøer, som Hordaland, Rogaland, Agder og Møre og Romsdal.

Plassen tillater bare å nevne disse skipstypene i stikkordsform (se boksen til venstre). Bruksområder for skipene framgår delvis av sidehenvisningene i boksen.

Forsyningsskip



Data for skip brukt i eksempel

Tonnasje: 4300 DWT
 Lengde : $L_{pp} = 88$ m
 Brekke: $B = 23$ m
 Prosjektert hastighet: 17 knop
 Maskineri: diesel-elektrisk propulsjon
 Nummerering i figur side 3-19 : 8

Forsyningsskipets primære formål er å bringe forsyninger ut til installasjoner i havet. Dette er utstyr og forråd som trengs under alle faser av utbygging og drift av et felt. Forsyningsskipene eksisterer i en rekke varianter, men de har flere fellestrekk. Det mest karakteristiske er det åpne lastedekket som gir plass til en vrimmel av forskjellige typer last. Skipene har tanker nede i skroget for føring av vann, boreslam, oljer, sement og annen last.

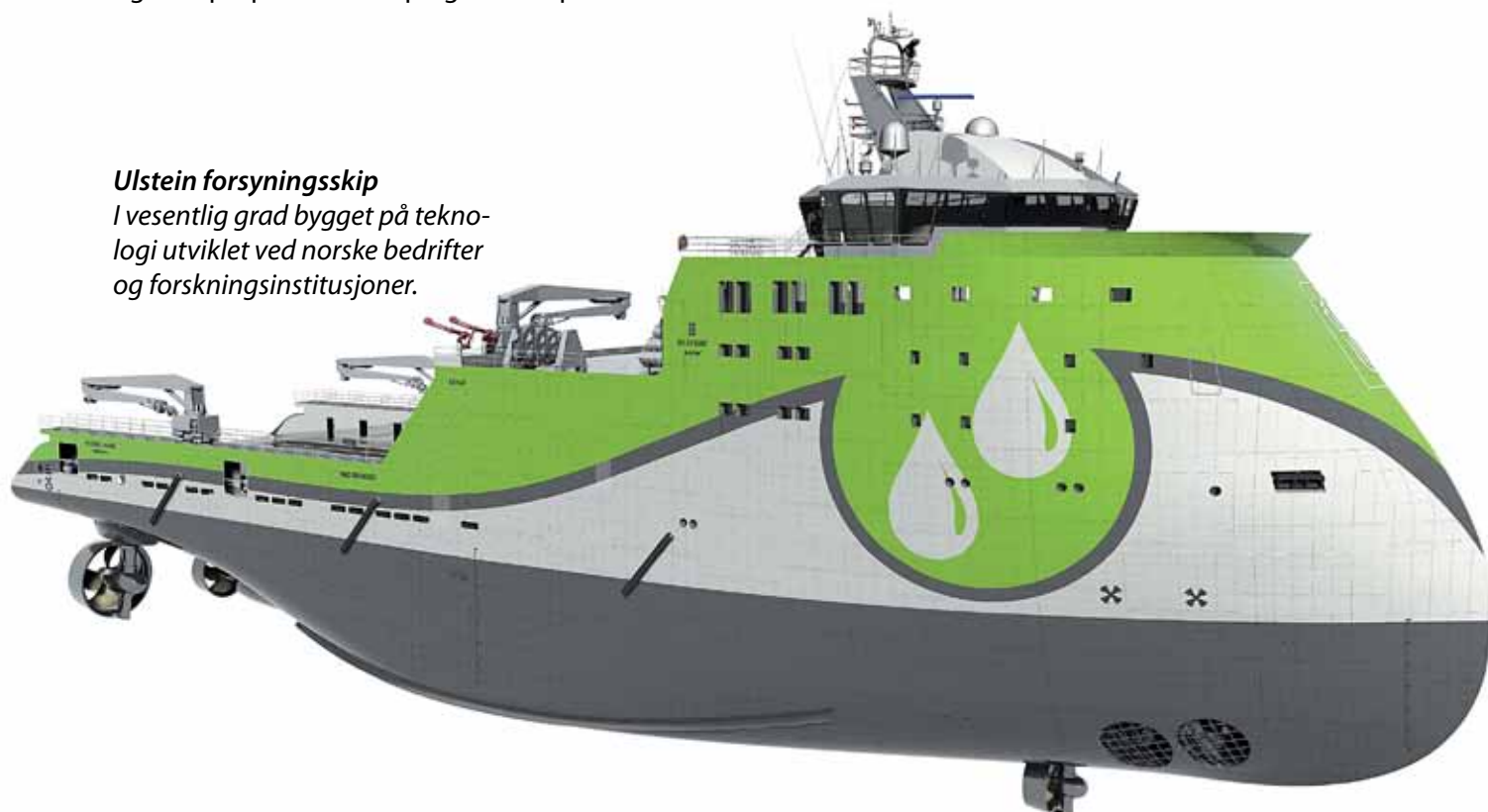
Ofta må forsyningsskipene ligge tett inntil rigger og plattformer som de skal levere til. Mange er derfor utstyrt med system for dynamisk posisjonering (se kapittel 8), og alle har god manøvrerbarhet. Forsyningsskipene er også ofte utstyrt for beredskapsoppgaver, for eksempel brannbekjempelse, opphenting av personell fra sjøen, osv. Den gode manøvrerbarheten fordrer et kraftig maskineri, rask og sterk rormaskin og tverrpropeller i forskip og akterskip.



Lastedekk på et forsyningsskip

Ulstein forsyningsskip

I vesentlig grad bygget på teknologi utviklet ved norske bedrifter og forskningsinstitusjoner.



Beskrivelse av skipstyper

Cruiseskip



1970 *Song of Norway* 18 400 GT og 377 lugarer



1982 *Song of America*. 37 600 GT og 707 lugarer



1996 *Grandeur of the Seas* 74 000 GT og 975 lugarer



1999 *Voyager of the Seas* 137 300 GT og 1557 lugarer



2006 *Freedom of the Seas* 158 000 GT og 1816 lugarer



2009 *Oasis of the Seas* 220 000 GT og 2700 lugarer

Utvikling. Den norske cruisenæringen hadde sin storhetstid på 1970-tallet, med rederier som Fred Olsen Cruises, Den Norske Amerikalinje og Norwegian Cruise Lines. I dag er det meste av det norske eierskapet solgt til utlandet, men tradisjonene lever videre i delvis norskeide rederier som Royal Caribbean Cruiselines og Fred Olsen Cruise Line, der det markedsføres som en merkevare.

Et cruiseskip kan sees på som et flytende hotell, der hotell- og underholdningsbransjen møter det skipstekniske. Cruiseferier har tidligere vært ansett som en noe spesiell ferievariant, men med nye og moderne cruiseskip har konseptet begynt å appellere til flere. Hvert år reiser rundt 14 millioner passasjerer på cruiseferie, rundt to tredjedeler av disse er amerikanere.

Golfbaner, klatrevegger og joggeløyper.

Cruiseskipene har de siste årene vokst seg større og større. Per dags dato er Royal Caribbean Cruiselines tvillingskipene *Oasis of the Seas* og *Allure of the Seas* fra STX Europe-verftet i Finland (tidligere Aker Yards) blant de største cruiseskipene i verden (7000 passasjerer), men større skip er på vei. Rederiene konkurrerer om å tilby passasjerene den beste underholdningen og derfor finner vi både golfbaner, skøytebaner, badebassenger, klatrevegger, teatersaler og joggeløyper på dagens største cruiseskip. Hvem vet hva morgendagens mariningeniører får til på framtidens cruiseskip?

Utvikling av cruiseskip fra rederiet Royal Caribbean International, bygget ved STX Europe skipsverft i Finland.

Nedenfor: Fasiliteter på hoveddekk



2010 *Allure of the Seas* 220 000 DWT

Eksempel på data for et slikt skip

Lasteevne: 225 000 GT
 Passasjerer: 6933
 Total lengde: $L_{oa} = 360$ m
 Lengde/bredde-forhold: $Loa/B = 7,7$
 Dypgang: 9,15 m
 Prosjektert hastighet: 22 knop
 Hovedmotor: diesel-elektrisk.
 Hovedmotoreffekt: 60 MW
 Totaleffekt produsert: 97 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 9

Beskrivelse av skipstyper

Skip for frakt av passasjerer og biler

Internasjonale ferger – cruiseferger og super-speed-ferger



Eksempel på data for et slikt skip
 Lasteevne: 5400 DWT, 750 personbiler, 117 trailere
 Total lengde: 210 m
 Lengde/bredde-forhold: $L_{0,9}/B = 8,5$
 Prosjektet hastighet: 28 knop
 Hovedmotor: diesel-elektrisk
 Hovedmotoreffekt: 35 MW
 Nummerering i figur side 3-19: 10

Med Skagerak og Nordsjøen som barriere mellom Norge og kontinentet, har fergene blitt et viktig transportmiddel for handel og reiser til og fra Europa. Det transporteres årlig seks millioner passasjerer og rundt en million biler til og fra Norge med ferger. Transport med ferge kan nemlig konkurrere med vei og jernbane på både tid og pris, og i tillegg tilby de reisende både avslapning og underholdning.

De største fergedestinasjonene fra Norge er Hirtshals, Kiel, Fredrikshavn, København og Newcastle. Fergene som traffikerer disse rutene kalles Ro-Pax-ferger (Ro-Ro-skip med passasjerfasiliteter).

”Pendelferger” – del av det offentlige veinettet

Fergetrafikken er svært viktig for innenlands samferdsel. Hvert år reiser rundt 44 millioner passasjerer med ferger i Norge. Trafikken opprettholdes av ca. 150 ferger. Norges geografi, dominert av fjorder og fjell, har gjort at fergene er av sentral betydning for bosetning og næringsvirksomhet langs kysten. De fleste fergene er av ”pendeltype”, det vil si Ro-Ro-ferger hvor personbiler, vogntog og busser kan kjøre på og av gjennom porter i begge ender, samtidig som fergene har mulighet til å seile like godt i begge retninger.

Også fergene blir mer avanserte, med gassmotorer og elektrisk drevne thruster-propeller. Det vises til sidene 9-40 om miljøutfordringer. Problemene knytter seg til utslipp fra framdriftsmaskineriet om bord. I nærsjøtrafikken er det de helseskadelige utslippene NO_x , SO_2 og partikler fra dieselmotorer som er av størst betydning for lokale bosetninger. I nye ferger erstattes derfor dieselmotorer med mer miljøvennlige gassmotorer (se figurteksten). I 2015 kommer også elektrisk drevne ferger.



Ro-Pax-ferger

De fleste Ro-Pax-ferger kan tilby alle sine passasjerer lugarer, underholdning, tax-free-butikker og konferanserom. De markedsfører seg selv som *cruiseferger*. På den andre siden finnes det ferger som fokuserer på fart og effektivitet. Color Lines *super-speed-ferger* er eksempler på dette. De opererer mellom Larvik/Kristiansand og Hirtshals og har en overfartstid på under fire timer.

Verdens første batteriferge er norsk

I 2015 vil biler bli fraktet over Sognefjorden med batteriferge. Kapasitet: 120 biler, 360 passasjerer. Lengde: 80 m Lengde/bredde-forhold: 3,8 Batteripakken tilsvarer 1600 bilbatterier, med en masse på ti tonn og et volum på 5 m x 2 m x 1 m. Fart ti knop.

Bergensfjord, en av fem gassferger for E39-sambandet mellom Stavanger og Bergen.

Kapasitet: 200 personbiler eller 100 personbiler og 22 vogntog på to dekk. Lengde: 129 m. Hovedmaskineriet består av tre Rolls-Royce gassmotorer. Disse driver elektriske generatorer, som leverer strøm til thrusterpropeller. Reduksjon av skadelige utslipp: se side 7-29.

Anløpssteder for noen regionale hurtigbåtruter i Norge

Flaggruten: Stavanger-
Kopervik-Haugesund-
Leirvik-Bergen

Kystekspresen: Kristian-
sund- Tjeldbergodden-
Brekstad-Trondheim

Nordlandsekspressen:
Sandnessjøen-Bodø-
Svolvær-Narvik

Troms: Tromsø- Finnsnes-
Harstad

**Kjente norske hurtigbåt-
verft**

Båtservice Mandal as,
Mandal

Fjellstrand AS, Omastrand
Oma Baatbyggeri a.s,
Leirvik

**Spesifikasjoner for fartøyet
Flying Cat, Kværner Fjellstrand
katamaran**

Lasteevne: 35 DWT

Antall passasjerer: 300

Total lengde: Loa = 37,6 m

Dypgang: ca. 1,6 m

Bredde: 10,4 m

Prosjektert hastighet: 35 knop

Hastighet ved MCR: 37 knop

Type hovedmotor: to hurtige

4-takts motorer (MWM)

Hovedmotor effekt: 2x2012 kW (MCR)

Framdriftssystem: KaMeWa vannjet

Fartøyet er bygd i aluminium

Nummerering i figur side 3-19: B2

Hurtigbåter – brukt i lokalruter langs hele kysten

Langs norskekysten er det mange steder, langs fjorder og på store og små øyer, som ikke har forbindelse med veinettet. Forbindelsen mellom disse stedene opprettholdes av regionale og lokale ruteselskaper som frakter til sammen mer enn 5 mill. passasjerer årlig, fordelt på 86 hurtigbåter og over strekninger på mer enn 6000 km totalt.

Passasjerer skal vanligvis fort fram, noe som forutsetter bruk av hurtig-
gående båter, såkalte hurtigbåter. I tillegg til passasjertransport, tar
båtene også noe gods og på enkelte ruter noen biler.

Du kan lese mer om hva som karakteriserer slike hurtigbåter (samt
de enkelte typenes fordeler og ulemper) på sidene fra 3-18 til 3-23.

Katamaraner mest brukt. I norske farvann vil særlig helårsrutene
oppleve svært barske sjø- og værforhold. Tidligere nevnte vurdering-
er av sjøegenskaper gir som hovedkonklusjon at det er katamaraner
som gir passasjerene den beste komforten Derfor brukes disse også
mest. Utenlands kan vi ofte treffe på alle de andre typene som er vist
på side 8-17. Vi kan ikke bruke plass på alle disse, og nøyer oss med å
presentere en katamarantype. Den er utviklet og bygd i Norge, men
mye brukt også i andre land.



Hurtigruta – også et cruiseskip

Langs norskekysten opererer "Hurtigruten", som kombinerer cruise med
varetransport. Hurtigruta er langt mindre enn de store cruiseskipene,
men appellerer til utenlandske turister som vil kombinere naturopp-
levelser med cruiseskipets komfort. Hurtigruteskipene er blitt verdens-
kjente, og du kan lese mer om selskapet og turopplegget på side 2-5.
Nylig har "Hurtigruten" startet et nytt konsept med turer fra Sør-Amerika
til Antarktis.

Eksempel på data for et slikt skip

Lasteevne: 1150 DWT,

Passasjerer: 6300

Total lengde: 36 m

Lengde/bredde-forhold: Loa/B = 6,3

Prosjektert hastighet: 16 knop

Hovedmotor: diesel-elektrisk

Hovedmotoreffekt: 8,3 kW

Nummerering i figur side 3-19: 11



Beskrivelse av skipstyper

Fartøyer i det norske sjøforsvaret

Skipene i et lands sjøforsvar har som funksjon å hevde suverenitet over havområder, beskytte landets skip og andre interesser til havs, delta i redningsoperasjoner samt utføre militære operasjoner til havs og langs kysten.

Litt om moderne marinefartøyer

Et moderne krigsskip er en meget teknisk avansert konstruksjon. Ofte har militære fartøyer vært banebrytende i å ta i bruk ny teknologi. Dagens krigsskip er utstyrt med missiler som sitt fremste våpen, og slik krigføring setter store krav til radar- og kommunikasjonssystemene om bord.

Moderne stealth-teknologi. Det er også viktig å unngå å bli oppdaget av fiendtlige radarsystemer. Derfor utføres mange nye skip med såkalt stealth-teknologi. Skroget bygges da i radarabsorberende materialer og med vinkler som reflekterer radarsignalene vekk fra avsenderen. For eksempel er den norske kystkorvetten i Skjold-klassen blitt verdenskjent for sine stealth-egenskaper.

Signaturer. Videre er det viktig at krigsskipet avgir så lite lyd og varme som mulig for ikke å bli fanget opp av infrarøde og akustiske sensorer. Summen av akustikk, varme og reflekterte radarsignaler som kan fanges opp av fienden, kalles skipets signatur. En av mariningeniørens fremste utfordringer når det kommer til militærfartøyer, er å redusere disse signaturene til et minimum, eller å sørge for at skipet avgir en signatur som gir feilaktig informasjon til fienden.

Skipstyper i det norske sjøforsvaret

Sjøforsvaret har en rekke skipstyper som kan karakteriseres som kampfartøyer. Disse omfatter:

- fem fregatter av Fridtjof Nansen-klassen
- seks kystkorvetter av Skjold-klassen
- åtte minesveipere, 4 av Alta- og 4 av Oksøy-klassen
- seks undervannsbåter av Ula-klassen
- 16 stridsbåter av type S90N
- etterretningsfartøyet "Marjata"

Kystvaktens hovedoppgaver er å beskytte naturressurser, stå i oljevernberedskap, kontrollere fiskeriene og drive søk og redning. Det skilles mellom indre og ytre kystvakt med henholdsvis kystnære og havgående tjenesteområder. Kystvakten har idag 14 skip i klassene Nordkapp, Nornen, Barentshav og den isforskerkede KV "Svalbard" (se figur). Heimevernet har også anskaffet fartøyer av Nornen-klasse.

Marinens skipstyper er presentert på de neste sidene. Fartøylene er også merket av på L-v-diagrammet på side 3-19. Generelt kan du for øvrig lese mer om hurtiggående fartøyer, blant annet SES, på sidene fra 3-18 til 3-23.



Tekniske data Stridsbåt 90N

Dimensjoner: 16,1 m x 3,8 m

Deplasement: 18,5 tonn

Dypgående: 0,8 m. Besetning: 4

Hastighet: 36–40 knop. Framdriftsmaskineri: to stk dieselmotorer, 460 kW, som driver hver sin vannjet KAMEWA FF Jet 410

Nummerering i figur side 3-19: C1

Taktisk båtskvadron er en del av Marinens Jegerlåven. Norge har 16 båter av denne typen. Stridsbåt 90N finnes i variantene gruppebåt, ledelsesbåt og sanitetsbåt.



Modell av norsk angrepsubåt anno 1808. Båten var konstruert av "bygdegeniet" Mikkel Hallsteinson Lofthus fra Ullensvang. Han var æret som "Dannebrogsmann" fordi han hadde konstruert vannverk og en rekke maskiner til bruk på bygdene. Ubåten skulle ros med flere roere og settes inn mot engelske skip som blokkerte norske farvann under Napoleonskrigene, (se side 9-7 nederst).



Undringsoppgave: Hva er "stelth" en forkortelse for?

Kystkorvett: Skjold-klassen

Tekniske data:

Dimensjoner: 47,5 m (lengde)-
13,5 m (bredde)- 15 m (maks
høyde)- 2,5 til 0.8 m (dypgang).

Deplasement: 273 tonn

Besetning: 20+

Hastighet: 47 knop (transitt) -
maks 60 knop

Framdriftsmaskineri: COGAG
med vannjet, to gassturbiner, Pratt
& Whitney ST 18M, 2000 kW og to
gassturbiner Pratt & Whitney ST
40M, 4000 kW. I tillegg to diesel-
motorer, MTU 12V183, 735 kW, for
drift av løftevifter. Nummerering i
figur side 3-19: E1



Norge har anskaffet seks kystkorvetter av Skjold-klassen. De er utviklet av Sjøforsvarets Forsyningskommando og bygget i Mandal ved verftet Umoe Mandal. Fartøyene er av type SES (Surface Effect Ship)-katamaran. Det vil si et katamaranskrog hvor det mellom skrogene er montert fleksible skjørt, ett ved baugen og ett akterut. Store vifter pumper luft inn i det lukkede rommet. Ved å regulere trykket, kan dypgangen reduseres. Dette vil føre til lav motstand. Fartøyet kan dermed oppnå høy hastighet. Byggematerialet er fiberforsterket plast. Kystkorvettenes primære oppgaver i fredstid er tilstedeværelse og suverenitetshevdelse i kystnære farvann under norsk jurisdiksjon. Fartøyene er svært mobile. De er også godt egnet til deltakelse i søk- og redningsoperasjoner og kan yte bistand til spesialstyrker i kystsonen.

Fregatt: Fridtjof Nansen-klassen

Tekniske data:

Dimensjoner: 134 m (lengde)-
16,8 m (bredde)- 31 m (maks
høyde)- 7,60 (dypgang).

Deplasement: 5290 tonn

Besetning: 120+

Hastighet: 26 knop

Framdriftsmaskineri: CODAG
med vripropellanlegg, to diesel-
motorer, Bazan Bravo V12, 4500
kW og 1 gassturbin GE LM2500,
21500 kW.
Nummerering i figur side 3-19: 12



Fregattene er de store arbeidshestene i Sjøforsvaret. Norge har fem stykker. De er satt sammen og utrustet i Spania ved marineverftet Navantia i byen Ferrol i perioden 2003–2011. Fregattene er utstyrt for å bekjempe trusler i alle de maritime krigførsområdene: i luften, på overflaten og under vann. Fregattene vil også operere NH90-helikoptre.

Minefartøy: Oksøy- og Alta-klassen



Tekniske data:

Dimensjoner: 55,2 m (lengde)-
13,6 m (bredde)- 21 m (høyde)-
2,5–0,84 m (dypgang)

Deplaseмент: 375 tonn

Besetning: 32+

Hastighet: 23 knop

Framdriftsmaskineri: to dieselmotorer MTU 12V 396 TE84 som driver hver sin vannjet, produsert av Kværner Eureka. I tillegg 2 dieselmotorer, MTU V8 396 TE54, for drift av løftevifter.

Nummerering i figur side 3-19: E2

Minerydderfartøyene er bygget ved verftet Kværner Mandal (nå Umoe Mandal). De ble levert i tidsrommet 1990–1997. De er konstruert etter samme prinsipp som Skjold-klassen (SES). Byggematerialet er også her fiberforsterket plast. Fartøyene har lave signaturer slik at undervannsminer ikke skal eksplodere når fartøyet er i nærheten. Samtidig gir konseptet høy overlevelsessevne mot undervannseksplosjoner. Sjøforsvarets har seks mineryddingsfartøyer, tre minesveipere (Alta-klassen) og tre minejaktfartøyer (Oksøy-klassen). Minefartøyene har som oppgave å holde nasjonale og internasjonale farvann fri for miner. Sjøforsvaret har som hovedregel alltid et minefartøy i Natos stående minerydderstyrke. Fartøyene samarbeider tett med Minedykkerkommandoen i operasjoner som inkluderer minedykking og eksplosivrydding.

Undervannsbåter: Ula-klassen



Tekniske data:

Dimensjoner: 59 m (lengde)- 5,4 m (bredde)- 4,6 m (dybde).

Deplaseмент: 1040 tonn (overflate)- 1150 tonn (neddykket)

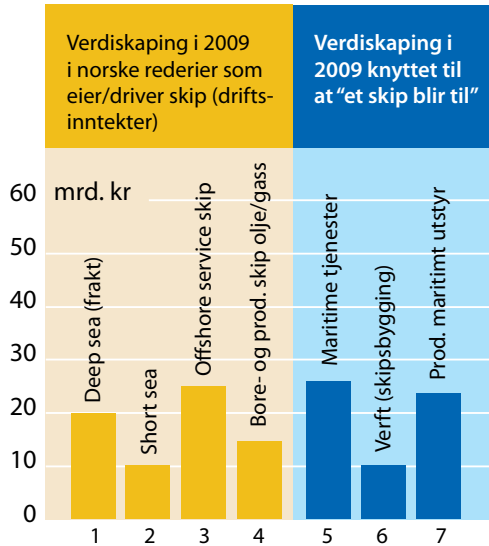
Besetning: 21+

Hastighet: 11 knop (overflate) – 23 knop (neddykket)

Framdriftsmaskineri: elektriske batterier og dieselelektrisk. Siemens elektromotor, 2000 kW, to dieselgeneratorer MTU 396 SB83, 970 kW.

Norge har seks Ula-klasse undervannsbåter. De er bygget i Tyskland, ved verftet Thyssen Nordseewerke i perioden 1983–1992. En undervannsbåt kan operere skjult over lengre tidsperioder, er vanskelige å oppdage og fører våpen med stor ildkraft. De vil binde opp store fiendtlige ressurser. Det er en høy terskel for å operere mot land som besitter denne typen kapasiteter.

Et skip blir til – hvem gjør hva ?



Verdiskaping 2009 i den norske, maritime næringen.

Det er viktig å være klar over at den maritime næringen kommer i tillegg til næringen som omfatter olje/gass-utvinningen (neste hovedkap.). For å tydeliggjøre dette kan vi kanskje også kalle den maritime næringen for skipsrelatert næring.

Den maritime næringen er den nest største av våre konkurranseutsatte næringer, etter olje/gass-næringen. Den ga i 2009 totalt en verdiskaping på 132 milliarder kr. Som det også framgår på side 9-21, kan vi dele inn den maritime rederinæringen i fire undergrupper. Nr tre og fire i disse gruppene er den skipsrelaterte andel som kommer i tillegg til den øvrige verdiskaping i olje/gass-næringen (som utgjorde 530 mrd. kr i 2009).

Hele næringsklyngen er viktig. Vi ser av illustrasjonen av den norske, maritime næringsklyngen øverst på side 9-21 at verdiskapingen i den maritime næringen ikke bare skjer i rederiene. Det er riktignok disse som er ansvarlige for operasjon og drift av alle de skip vi har beskrevet foran, men alt som skjer *før skipene blir til*, gir også betydelige verdiskaping. Vi sikter da til virksomhetene som i klyngen er gruppert som

- maritime tjenester, 27 mrd. kr i verdiskaping i 2009
- verft, 10 mrd. kr i verdiskaping i 2009
- produksjon av maritimt utstyr, 24 mrd. i verdiskaping i 2009.

Til sammen blir dette 61 mrd. kr i verdiskaping. Dette er nesten like mye som det totalt genereres av virksomhetene i rederiene, som gjerne deles inn i gruppene "deepsea"-, "shortsea"-, "offshore boring/produksjons"- og "offshore service"-rederier.

Store skip, som for eksempel enkle tank-, bulk- og containerskip for "deepsea"-rederiene, bygges ved utenlandske verft. Ofte er det da snakk om seriebygde skip av mer eller mindre standard utførelser.

I Norge bygges det i dag særlig mindre og mellomstore skip. Det er klart at "offshore service"-rederienes behov står sentralt. Den oppstilling av skipstyper som er gjort på side 9-28, forteller derfor stort sett også hva som står i verftenes ordrebøker. Som tidligere nevnt er dette oftest spesialiserte skip som krever avanserte tekniske løsninger. Også ferger og andre skip for "shortsea"-rederiene, samt oppdrag for "offshore boring/produksjons"-rederiene er viktige oppdrag for de norske verftene.

Fase 1: Idé, forprosjekt, beslutning om nytt skip. Hovedaktører: rederiets kommersielle og tekniske avdelinger

Idé. Idé om et nytt skip kommer som oftest fra rederiet selv. Årsaken kan være at et skip i flåten er blitt for gammelt og umoderne og bør erstattes, eller at rederiet ønsker å ekspandere. Behovet for et nytt skip kan også påpekes av skipets bemanning eller de som har leiet skipet til frakt eller annet oppdrag.

Hovedspesifikasjoner fastlegges. Ideen om det nye skipet vurderes nærmere av rederiets kommersielle og tekniske ledelse. De vil analysere en lang rekke forhold om markeder, skipets kapasitet, hastighet, egen-skaper, osv. Dersom konklusjonen av disse analysene blir positive, vil samtidig skipets hovedspesifikasjoner bli fastlagt.

Fase 2. Prosjektering av skipet. Modellprøving. Hovedaktører: skipstekniske konsulenter, skipsmodelltank og rederiets tekniske avdeling

Prosjektering av skipet. Skipstekniske konsulenter. Når hovedspesifikasjonene er fastlagt, vil neste fase være det vi kaller prosjektering. Dette vil si at man fastlegger utformingen og planløsningen av

skipet, slik at det tilfredsstillere rederiets krav. Samtidig må det gjøres nødvendige beregninger av stabilitet og styrkemessige forhold. Prosjekteringsfasen avsluttes med at det utarbeides et sett med arbeidetegninger. Som regel er ikke rederiene selv dimensjonert for å ta seg av dette omfattende arbeidet med egne ansatte. Derfor blir det satt bort til skipstekniske konsulenter. Disse innehar stor erfaring og kompetanse fra tidligere, lignende oppdrag og *utgjør en meget viktig del av den gruppen som i den maritime næringsklyngen er kalt "maritime tjenester", se side 9-21.*

Modellprøving for fastlegging av skipets effektbehov (se sidene 3-16/17). Dette foregår i en slepetank, som regel ved Marinteknisk senter i Trondheim. Det finnes også en mindre slepetank ved Høgskolen i Bergen. Som regel er den skipstekniske konsulenten og en representant for rederiet til stede under modellprøvingen, som utføres av slepetankens spesialister.

Fase 3. Utvelgelse av verft. Fullføring av konstruksjonsarbeidet. Godkjenning fra classeselskap.

Hovedaktører: skipsmevlere, skipstekniske konsulenter, ingeniører ved verft, utstyrsleverandører og classeselskap.

Nå har planleggingen av det nye skipet kommet så langt at man kan begynne å tenke på hvilke verft som kan være aktuelle for å bygge skipet. Her trekkes ofte et såkalt skipsmeglerfirma inn. Disse har gjerne egne kontraheringsavdelinger med gode markedskontakter og gode kunnskaper om de ulike verftene. Etter forespørsler om pris- og leveringsbetingelser velges et av verftene ut og byggekontrakt tegnes. I samarbeid med verftets og rederiets folk, fullfører nå skipskonsulentene konstruksjonsarbeidet. Samtidig kontaktes et såkalt classeselskap, som regel Det Norske Veritas, som må godkjenne alle tegninger.

Fase 4. Bygging og utrustning.

Hovedaktører: rederi, classeselskap, verft og utstyrsleverandører.

Alt må skje i riktig rekkefølge. Byggingen av skipet er en komplisert prosess. I tillegg til byggingen av selve skroget (stålarbeidet) kommer det inn masse utstyr fra en meget lang rekke underleverandører (se boks i marg). Alt dette utstyret skal monteres, noe som ofte er den mest kompliserte del av hele prosessen. Derfor ser vi ofte at stålarbeidet settes bort til utenlandske verft. Skroget slepes så til Norge, og utstyret monteres her, under streng kontroll av representanter fra classeselskap, tekniske konsulenter og rederiets tekniske avdeling. Utover i 2010-årene har det imidlertid blitt mer og mer vanlig å bygge skrog her hjemme, ved hjelp av hurtigarbeidende sveiseroboter.

Fase 5. Testing, utprøving og overlevering.

Hovedaktører: verft, skipsteniske konsulenter og rederiet.

Mye av utstyret testes løpende etter hvert som det monteres. Den endelige testen blir imidlertid det som skjer under én eller flere prøveturer. Da er representanter fra alle involverte parter til stede: rederiet, skipstekniske konsulenter, verftet, utstyrsleverandører, classeselskap, myndigheter, osv. Til slutt overtar rederiet ansvaret for skipet og får utlevert alle nødvendige godkjenningpapirer. Først da er skipet klart til å gjøre sin første "jobb".

Maritime tjenester/teknologitjenester

Innen gruppen maritime tjenester er teknologitjenester klart den største. Slik det framgår av hovedteksten, omfatter disse blant annet skipstekniske konsulenter, andre ingeniørtjenester, tjenester fra classeselskaper, modellprøvingsanstalt, forskningsinstitutter osv. Her utgjør mariningeniører en meget stor og viktig ressurs.

Hva slags utstyr trenger et skip? Produsenter og utstyrsleverandører er en meget viktig gruppe i den maritime næringsklyngen.

Det er behov for en nesten utrolig mengde utstyr i et moderne skip. Mesteparten av alt dette utstyret er ofte teknologisk meget avansert og krever topp kompetanse hos leverandørene.

Utstyret kan omfatte:

- **Framdriftssystemer:** dieselmotorer, gir, pumper, varmevekslere, propeller/vannjet og thrustere
- **Elektriske systemer:** hjelpemotor med gir og generatorer, elektriske motorer og annet elektrisk utstyr
- **Elektronisk utstyr for:** navigasjon, posisjonering, kommunikasjon, regulering og automasjon
- **Lasthåndteringsutstyr:** kraner, pumper og hydraulisk utstyr

Dette er bare et lite utvalg av utstyr som alle skip trenger. Lista kunne vært gjort svært mye lengre. Ser vi på spesialskip, for eksempel for offshore- eller fiskerivirksomhet, kan lista utvides ytterligere mange ganger. Se neste side.

Norskbygde skip. Norsk, maritim ingeniørkunst har gitt oss en ny stolthet: en flåte

Norske skipsverft

- STX OSV Aukra
aukra@stxosv.com
- STX OSV Brattvaag
brattvaag@stxosv.com
- STX OSV Brevik
brevik@stxosv.com
- STX OSV Langsten
langsten@stxosv.com
- STX OSV Søviknes
søviknes@stxosv.com

STX OSV har også to skipsverft i Romania, ett i Vietnam og ett i Brasil. Videre har konsernet egne selskaper for design, elektriske, maskintekniske og automasjons-tjenester/leveranser.

• Ulsteingruppen

www.ulsteingroup.com

Gruppen er organisert i egne selskaper for:

- Shipbuilding
- Design &
- Power & Control

Skipsbyggingen omfatter først og fremst serviceskip, men også tyngre skip, for offshorevirksomheten.

Verftet bygger dessuten skip for "short sea"-virksomhet.

Bergen Group

www.bergen-group.no

Bergen Group har verft langs hele norskekysten fra Stavanger til Kirkenes.

Gruppen har fire forretningsområder:

- skipsbygging
- vedlikehold/service
- offshore konstruksjoner
- maritim teknologi



på mer enn 500 høyteknologiske service/
spesialskip som etterspørres på alle hav

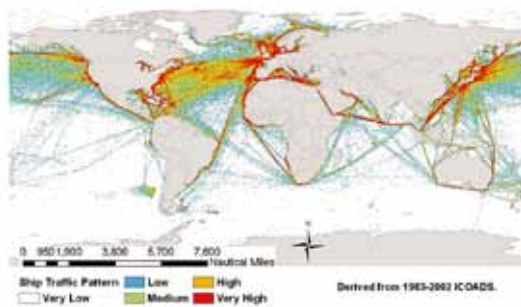


Miljøutfordringer i skipsfarten



Kommentarer unødvendig

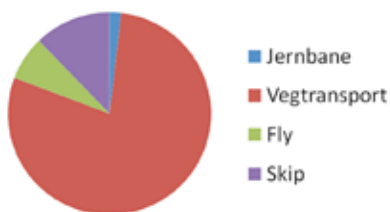
Skipsfarten må ta sin del. Skipsfart er klart den mest energieffektive transportformen og dermed også i utgangspunktet den mest miljøvennlige. Dette, i tillegg til at skipstrafikken i stor grad opererer i internasjonalt farvann, har gjort det vanskelig å enes om et felles globalt regelverk når det gjelder miljø. Men i de siste 10–20 årene har også fokuset for alvor blitt rettet mot skipsfarten, der internasjonale myndigheter i regi av IMO har satt i gang arbeidet med nytt regelverk for å begrense miljøbelastningen fra skip. Som en sentral del av dette innføres det nå avgassrestriksjoner for skip. I første omgang er det regionale krav som innføres i såkalte "emission control areas" (ECA) fra 2010. Av kartet på figuren til venstre ser vi at forurensning fra skip er et betydelig lokalt/regionalt problem. For eksempel finner vi store miljøbelastninger i kystnære områder. Derfor er det først og fremst disse områdene som nå blir definert som "emission control areas" (ECA), og som innfører avgassrestriksjoner.



Skipstrafikk i verden
Kilde: 1983-2002 IC OADS

Miljøteknologi for kjøretøy kan utnyttes. I motsetning til skipsfarten har landbasert transport blitt pålagt svært strenge miljørestriksjoner. Grunnen til dette er at landbasert forurensning forårsaker til dels store lokale miljøproblemer, mens skipsfarten i større grad har operert "utenfor synsfeltet". Dette har ført fram til teknologi og løsninger ved dagens kjøretøyer som gir svært lave avgassutslipp, sammenlignet med skipstrafikken. Bilprodusentene har jobbet knallhardt for å utvikle løsninger som reduserer utslippene, mens skipsnæringen ikke har hatt samme fokus på denne utfordringen. Dette betyr i praksis at det allerede er utviklet miljøteknologi for kjøretøy, som nå også kan overføres til bruk på skip.

% av totale globale CO₂ utslipp



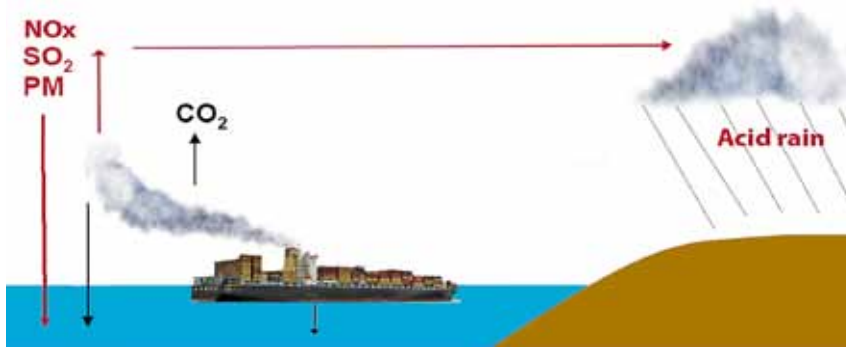
CO₂-bidrag fra verdens transportsektor 2005.
Kilde: IMO GHG, study final report 2010

Hva slags forurensning snakker vi om?

Miljøbelastningene fra skipsfarten kan deles inn i atmosfærisk forurensning og forurensning til sjø. Atmosfærisk forurensning er stort sett det som kommer som avgasser fra forbrenning av fossile brenslers, mens forurensning til sjøen i stor grad er forårsaket av lekkasjer, vaskeprosesser, ulykker, miljøgifter i maling, samt biologisk forurensning som følger ballastvann.

Avgasser fra skip. På lik linje med kjøretøy avgir forbrenningsmotorer i skip avgasser som inneholder CO₂, NO_x, SO_x og partikler.

Ser vi på CO₂ utgjør transportsektoren ca. 15 % av de totale CO₂-utslippene i verden. Av disse står skipsfarten for bare ca. 3,5 %. Det spesielle for skip er at de i stor grad (ca. 75 %) benytter tungolje (HFO - heavy fuel oil), som er det billigste av de flytende fossile brenslene. Tungolje er et restprodukt fra raffineriprosessen etter at bensin, parafin, diesel osv. er tatt ut av råoljen. Dette er et brensel som inneholder mye "tunge" hydrokarboner som brenner dårlig og sakte. I tillegg inneholder tungoljen mye svovel (ofte 3-5 %), samt en del andre avfallsprodukter som ikke brenner, og som i seg selv kan være miljøskadelige. Resultatet er at avgassene i tillegg til CO₂ inneholder relativt



Oversikt over skadelige utslipp fra skip

relativt store mengder skadelige stoffer i form av sotpartikler (PM, particulate matter), svoveldioksid (SO₂) og nitrogenoksider (NO_x). SO₂ og NO_x i atmosfæren reagerer videre og er de største kildene til sur nedbør som enten ender opp i havet eller innover land, der pH-balansen i naturen endres og påvirker både dyr og planter. Partiklene kommer også etter hvert ned med regnet og forurenses både hav og land. Så lenge partiklene svever i atmosfæren, kan de også være et stort helseproblem. Spesielt i store konsentrasjoner forårsaker de luftveisproblemer for både mennesker og dyr.

Hvordan kan vi redusere de skadelige utslippene fra skip?

Skipstransport er allerede svært energieffektiv og dermed også miljøvennlig når vi ser på klimagasser i form av CO₂-utslipp. Likevel er det her et stort forbedringspotensial. IMO viser i sin rapport i 2009 [9.10] at tross høy effektivitet, kan ytterligere 25–75% reduksjon av klimagasser oppnås. Når det gjelder utslipp av svovel, NO_x og sotpartikler, kan disse reduseres med 80–90 % eller mer, gjennom forbedring av design, renere drivstoffer og mer effektiv drift av skipene.

Under forbedret design finner vi:

- bedre skrogformer
- bedre maskineriløsninger både på systemer og komponenter
- bedre propulsjonssystemer
- energioptimalisering ved varmegjenvinning og bedre energitnyttelse
- avgassrensing

Under mer effektive operasjoner finner vi:

- bedre planlegging og styring av hele logistikksystemer
- ruteplanlegging i forhold til strøm og værforhold
- energioptimalisering (power management)
- renere drivstoffer

På de fleste av disse punktene er det utviklet teknologi og løsninger som venter på å bli tatt i bruk så snart de blir lønnsomme, eller til det stilles krav fra myndigheter. Også her er det økonomien som bestemmer, og alle investeringer i teknologi skal betale seg tilbake over tid gjennom innsparte kostnader. Dersom vi studerer investeringer i energieffektiv teknologi, finner vi raskt koplinger til bunkersprisen. De energieffektive skipene er prosjektert i perioder med høy oljepris, mens man ved lav oljepris gjerne går for de billigere og enklere løsningene. Den største reduksjonen kan vi oppnå med fartsreduksjon.

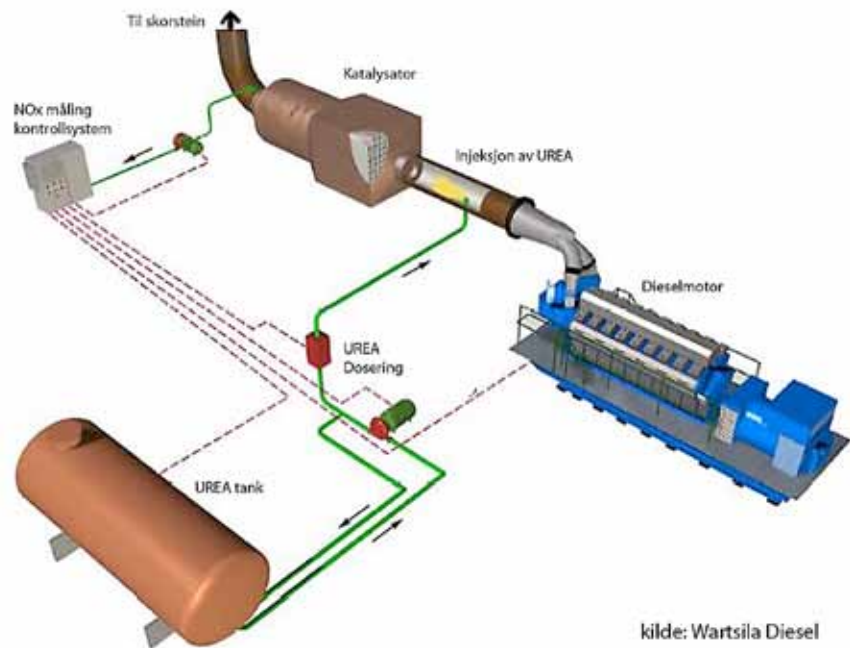
Dette enkle tiltaket kan alene lett redusere energiforbruk og avgassutslipp med 25–50 %. Den eneste hindringen for å iverksette slike tiltak, er begrenset kapasitet og transporttid. For å kompensere må det da bygges flere skip.

Når det gjelder utslipp av SO_x , NO_x og sotpartikler kan dette reduseres gjennom følgende tiltak:

- renere brensel
- forbedret design av motorer
- avgassrensing: katalysatorer, partikkelfeller (vasking)

Tilknyttet alle disse tre tiltakene finnes det teknologi som kan overføres og tilpasses fra bilindustrien, og hindringen er stort sett bare kostnadene og manglende krav. Spesielt avgassrensing krever relativt store renseanlegg om bord. Disse er kostbare, og krever stor plass og spesialkompetanse til drift og vedlikehold. Figuren nedenfor viser et system for å redusere NO_x ved hjelp av katalysator og kjemisk behandling. Andre prosesser er utviklet for å fjerne svovel og partikler, og til sammen utgjør et slikt renseanlegg et stort og komplisert prosessanlegg som kommer i tillegg til resten av maskineriet. Derfor er nok løsninger som ligger i forkant i form av renere brensel og bedre motorteknologi sterkt å foretrekke.

Anlegg for fjerning av NO_x fra avgassen ved hjelp av katalysator



Renere brensel og alternative brensel

Overgang til lettere og renere diesellojer og naturgass. For skip er første steg på veien mot renere avgasser å gå fra tungoljer til diesellojer som brenner renere og inneholder langt mindre skadelige stoffer for miljøet. Det neste steget som det i dag finnes løsninger for, er bruk av naturgass i form av LNG (flytende naturgass, $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$). Dette er det reneste av alle fossile brensel. Det gir direkte 20-30 % reduksjon av CO_2 , inntil 90 % reduksjon av NO_x og nesten 100 % fjerning av svovel og partikler. Utfordringen for naturgass er lagring og håndtering, som krever spesielle løsninger. Du kan lese mer om bruk av naturgass som brensel på side 7-29.

Biobrensler. Bare alger gir stor nok produksjon. Ved siden av naturgass ser vi biobrensler og hydrogen som mulige alternativer i framtiden. Biobrensler er uansett en begrenset ressurs inntil man klarer å utvikle teknologi som effektivt kan dyrke alger, som så brukes til produksjon av brensler. Her er det teknologi under utvikling, men det er langt fram og mange utfordringer før dette kan gjøres i så stor skala at det vil bidra vesentlig til den forventede etterspørsel etter brensler.

Hydrogen er kun en energibærer, og i tillegg til å være svært vanskelig å transportere og lagre, vil hydrogen neppe være et alternativ for skip, verken i kombinasjon med forbrenningsmotorer eller brenselceller (se side 7-34).

Seil og solceller. De reneste drivsystemene finner vi i fornybare energikilder slik som vind og solenergi. Ifølge IMO-rapporten kan med dagens krav til fart og regularitet maksimalt 10–15 % av det totale energibehovet på et skip dekkes av fornybar energi. Dersom vi aksepterer å senke disse kravene, kan fornybare energikilder benyttes i større grad.

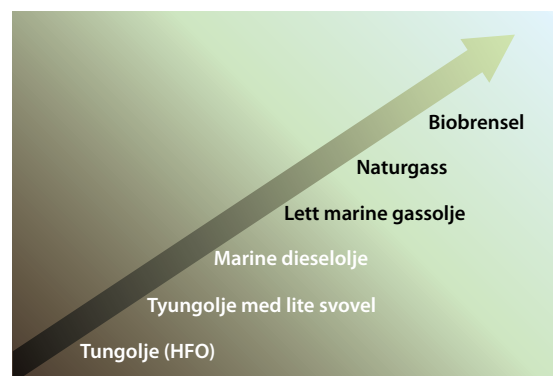
Energiutfordringen – større enn miljøutfordringen?

Ifølge Det internasjonale energibyrået (IEA) står vi nå framfor en stor utfordring når det gjelder å dekke det globale behovet for flytende brensler. Figuren til høyre er hentet fra en rapport som kom ut i 2010. Den viser at bare i et 20 års tidsperspektiv, har vi et behov for å erstatte ca. 50 % av dagens brenselforbruk med nye kilder. Noe av dette vil dekkes av mer effektiv energiutnyttelse og ny utvinning av energiresurser som ikke er tilgjengelig med dagens kostnadsnivå og teknologi. Uansett vil dette medføre et sterkt press på ressursene, der vi går fra kjøper til selgers marked. Dersom kommersielle mekanismer får styre, vil prisen på brensel dermed øke i mye høyere takt enn den generelle prisstigningen. Kanskje vil dette (som noen spår) også regulere forbruket av fossil energi, øke bruken av alternative energikilder og dermed bidra til reduserte miljøutslipp.

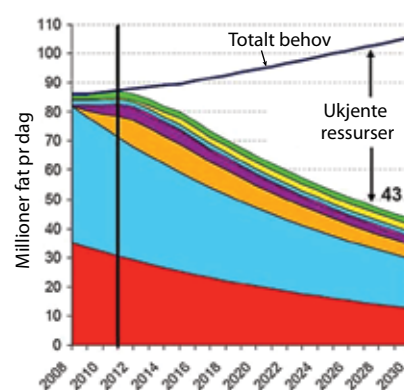
Uansett er det stor grunn til nå å bygge skip som kan møte både miljø- og energiutfordringen som kommer. Et skip som kanskje vil operere i 30–50 år må også være konkurransedyktig i denne perioden, og det oppnås kun med energieffektive og miljøvennlige løsninger.

Vi undrer oss på:

Renere avgasser kan oppnås på to ulike måter:
Den ene er å sette inn tiltak i forkant, slik at produksjonen av skadelige stoffer reduseres. Den andre måten er å fjerne de skadelige stoffene før de slippes ut i miljøet.
Hvorfor trenger vi begge måtene?



Håpefull utvikling mot grønnere skipsfart, jevnfør side 7-26



Tilgang på flytende brensler i verden i framtiden

Kjente ressurser er vist med farger. Hvitt område angir behov som vi i dag ikke kan spesifisere dekningsmåte for.

Kilde: IEA AEO 2009



Oppgaver

Oppgave 9.1 (gruppearbeid)

Se først side 2-4 om blant annet volumdeplasement, dødvekt, lettskipsmasse og blokkoeffisient. Det vises videre til side 9-24, hvor det er oppgitt noen tekniske data for en produkttanker: lengde $L_{oa} = 180$ m, bredde $B = 180 \text{ m}/5,7 = 31,6$ m og dypgang $T=18$ m. Prosjektert hastighet er 15 knop, med en saktegående totakts dieselmotor på 13 MW. Gruppen skal blandt annet ved hjelp av dataprogrammet Freeship beregne ytterligere følgende data for skipet:

- Massedeplasement og volumdeplasement. Bruk Freeship.
- Blokkoeffisient C_b . Bruk Freeship.
- Dødvekt. Denne bestemmes ved hjelp av erfaringsformel for forholdet mellom dødvekt og massedeplasement. Barrass [9.20] oppgir at man, som første tilnærming i prosjekteringsfase kan sette det nevnte forholdet lik blokkoeffisienten. Bruk altså verdien funnet i punkt b) for å bestemme dødvekten.
- Lettskipsvekt.

Oppgave 9.2 (gruppearbeid)

Gruppen skal fortsette beregningene av skipet i oppgave 9.1 og blant annet bestemme skipets effektbehov og brenselforbruk ved den prosjekterte hastigheten. Dette gjøres som det framgår nedenfor. Se også side 3-26 og jevnfør med eksempelet på sidene 7-18/19.

- Legg inn data fra oppgave 9.1 i dataprogrammet Freeship og bestem nødvendig slepeeffekt P_E ved hastighet 15 knop.
- Regn med en propulsjonsvirkninggrad $\eta_p = 0,71$ og bestem nødvendig effekt levert til propellen (P_p). Egentlig skulle det også vært tatt hensyn til at skipet, når det går for egen maskin, får en liten, ekstra motstand i tillegg til slepemotstanden. For enkelhets skyld ser vi imidlertid bort fra det her.
- Skipet er utstyrt med en langsom totakter og er altså uten gir. Regn med en virkningsgrad for kraftoverføringen $\eta_{ko} = 0,98$ og beregn nødvendig akseffekt P_e på hovedmotoren. Hvor mye utgjør dette i % av den oppgitte effekten på hovedmotoren?
- Bruk figur side 7-20 og beregn brenselforbruket per døgn, etter å ha lagt til 10 % på grunn av drift av hjelpemotor.
- Beregn brenselforbruket per transportarbeid, uttrykt i g/tonn · km. Hvordan stemmer dette med verdier for kjemikalieskip i figur på side 9-17 ? Nevn noen driftsmessige faktorer som er av betydning.
- Beregn CO_2 -utslippet på en strekning på 5000 nautiske mil.

Oppgave 9.3 (gruppearbeid)

En annen elevgruppe skal analysere det RoRo-skipet som er beskrevet på side 9-27, på samme måte som i oppgave 9.1. Tekniske data for skipet framgår av samme side.

Gruppen skal:

- Gjennomføre de samme beregninger som er forutsatt i oppgavene 9.1 og 9.2 og gå fram på samme måte
- Sammenligne med resultatene fra oppg. 9.1 og 9.2 og kommentere.

Oppgave 9.4

Et capesize bulkskip for frakt av jernmalm har en lastekapasitet på 120 000 dwt. Malmen har en massetetthet på 3 tonn/m³. Tekniske data for skipet er for øvrig som vist øverst på side 9-25. Før frakt omgjøres malmen til pellets, som er små deler av jernmalm prosessert for bruk i smelteverk. Det gjør at volumbehovet øker med en faktor på ca. 2,5.

- Hvor mye av skipets volumdeplasement utgjør lasten?
- Kan fullastet skip passere Suez-kanalen?
- Hvor stort er brenselforbruket per tonn*km transportert last. Bruk blant annet Freship-programmet og figur på side 7-20 til å bestemme manglende data.

Oppgave 9.5

Vi skal "rydde opp" i alle de begrepene som brukes for å uttrykke et skips størrelse. For eksempel ble det på sidene 9-12/13 brukt to forskjellige enheter for å angi størrelsen på Norges skipsflåte gjennom tidene: først netto registertonn og fra 1950 dødvekttonn. Begge måleenhetene uttrykker skipenes lasteevne (henholdsvis i lasteromvolum og maksimal masse av lasten).

- Netto registertonn (nrt). Denne enheten ble brukt fram til 1994, men ble så omdefinert og omdøpt til "nettotonn" (nt). *Merk at begge begrepene, på tross av bruk av ordet "tonn" (kortform av ordet tonnasje), egentlig er et mål for samlet volum av et skips lasterom (lasteevne) i m³.*
- Dødvekttonn (dwt). Dette er *massen* av et skips maksimale last (lasteevne) uttrykt i tonn (1000 kg). Vi kan også si at denne er et uttrykk for massen av den vannmengden som må fortrenses (deplasement) for å gi balanse med lasten. Dette massedeplasementet kan også omregnes til et volumdeplasement (m³) eller tyngdedeplasement (kN).

Måler vi opp alle lukkede rom og ikke bare ser på lasteevnen av det komplette skipet, oppgis tonnasjen i dag som bruttotonn (bt, og tidligere som brt). Når det gjelder deplasementet av det komplette skipet, må vi tilsvarende ta med lettskipsvekten (se oppgave 9.1). Da skriver vi gjerne:

$$\text{Totalt deplasement [tonn]} = \text{Lettskipsvekt [tonn]} + \text{dødvekt [tonn]}$$

$$\Delta = Wls + Dwt$$

Merk at det som fra gammelt av blir kalt "vekt", bruker vi i betydning masse og regner den i tonn (=1000 kg)

Forholdet mellom begrepene nt, bt og dwt er avhengig av både skipstype og størrelse. Som en tilnærmet verdi kan vi sette:

$$1 \text{ nt} = 1,7 \text{ bt} \text{ og } 1 \text{ bt} = 1,5 \text{ dwt}$$

- Uttrykk størrelsen på skipet som ble beregnet i oppgave 9.1, ved hjelp av dets netto og brutto tonnasjer (nt og bt). Begge disse gir volumer i m³.
- Uttrykk størrelsen på det samme skipet ved hjelp av totalt deplasementer i tonn. Dette skal også uttrykkes på volumbasis (i sjøvann) og på tyngdebasis.

Referanser

- 9.1 Brit Berggren, Arne Emil Christensen, Bård Kolltveit: Norsk Sjøfart. Bind 1 og 2. Dreyers Forlag. 1989.
- 9.2 Bjørn Landstrøm: Skipet. Gildendal Norsk Forlag. 1961
- 9.3 Rolf Danielsen, Ståle Dyrvik, Tore Grønlie, Knut Helle, Edgar Hovland: Grunntrekk i norsk historie. Universitetsforlaget. 1991
- 9.4 Karsten Alnæs: Historien om Norge. Bind 1-5. Gyldendal Norsk Forlag. 1996
- 9.5 Dag Bakka jr. (redaktør): Skipsfartens bok. Norges maritime næringer 2007. Breakwater Publishing.
- 9.6 Stig Kvaal, Torgeir Moan, Johannes Moe, Gjert Wilhelmsen (red.): Et hav av muligheter. Inst. for marin teknikk, NTNU/Tapir Akademisk Forlag. 2003
- 9.7 Statistisk årbok 2009. Statistisk sentralbyrå. 2009
- 9.8 Statistiske data fra Norges Rederiforbund 2010
- 9.9 Snorre Sturluson: Norske kongesagaer. Gyldendal Norsk Forlag. 1979
- 9.10 International Maritime Organizatin: Second IMO GHG Study. 2009
- 9.11 K. Jakobsen: Norsk maritim verdiskaping 2000-2009. Rapport pr. 10.01.2011. Menon Business Economics
- 9.12 Maritimt Forum: En komplett maritim klynge- Norges største kunnskapsbaserte næring. Brosjyre. 2011.
- 9.13 Per Magne Einang: Strategy for greener shipping. New and renewable fuels. MARINTEK, Trondheim. Foredrag på 30th International Bunker Conference, Oslo 2009.
- 9.14 Torgeir Moan: Maritime Structures and Operation for a Future Safe and Sustainable Use of the Oceans. Centre for Ships and Ocean Structures, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Keynote lecture, PRADS conference, Rio de Janeiro 2010.
- 9.15 Geir Fuglerud (red): Kompendium i fag TMR4105, Marin teknikk 1
- 9.16 T. Reve, E. W. Jakobsen: Et verdiskapende Norge. Universitetsforlaget. 2001. Oslo
- 9.17 Torgeir Reve, Amir Sasson: Et kunnskapsbasert Norge. Universitetsforlaget. 2012. Oslo
- 9.18 Kai Levander: Cruise Ships – Success factors for the design IMDC 2009. Trondheim
- 9.19 Kai Levander, Stein Ove Erikstad: System Based Design of Offshore Support Vessels. IMDC 2012. Glasgow
- 9.20 C. B. Barass: Ship Design and Performance for Masters and Mates. Elsevier Butterworth-Heinmann. Oxford, 2004