

Sjöfartens rumsliga behov och miljöpåverkan i Kattegatt – fördjupat underlag för svensk havsplanering



Havs- och vattenmyndigheten
Datum: 2017-09-14

Ansvarig utgivare: Jakob Granit
Omslagsfoto: Kat Singer
ISBN 978-91-87967-76-4

Havs- och vattenmyndigheten
Box 11 930, 404 39 Göteborg
www.havochvatten.se

Rapporten är skriven av AquaBiota Water Research AB och SSPA på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten.
Författaren svarar själv för tolkningar och slutsatser.

Sjöfartens rumsliga behov och miljöpåverkan i Kattegatt – fördjupat underlag för svensk havsplanering

Stina Tano, AquaBiota Water Research AB
Björn Forsman, SSPA
Alexandra Balosch, SSPA
Axel Andersson, SSPA

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:27

Förord

På uppdrag av regeringen arbetar Havs- och vattenmyndigheten med att ta fram förslag till svenska havsplaner. Inom detta arbete har myndigheten beställt särskilda utredningar i frågor där fördjupad kunskap behövs för att ta fram bättre planförslag. Denna rapport är en sådan rapport, som tagits fram av AquaBiota Water Research AB samt SSPA. Författaren ansvarar för rapportens innehåll.

SAMMANFATTNING.....	9
1. INLEDNING.....	10
1.1 Bakgrund.....	10
1.2 Syfte.....	10
1.3. Genomförande och metodik.....	10
1.4. Avgränsningar	11
2. TRAFIKANALYS	12
2.1. Aktuellt geografiskt område.....	12
2.2. Sjötrafikregler	12
2.3. Känsliga områden och Natura 2000-områden	13
2.4. Dagens sjötrafik i aktuellt område	14
2.4.1. Trafik mellan Skagen och Öresund	15
2.5. Passagestatistik 2016	17
2.5.1. T-rutten	17
2.5.2. Rutten närmare Sveriges kust.....	19
3. NATURVÄRDEN OCH EFFEKTER AV FARTYGSTRAFIK.....	22
3.1. Beskrivna naturvärden inom det aktuella området	22
Symphony.....	23
3.2. Potentiella effekter av fartygst trafik.....	24
3.2.1. Buller	24
3.2.2. Utsläpp av olja och miljöfarliga substanser	25
3.2.3. Fysisk påverkan på botten	27
4. FÖRESLAGNA NYA RUTTSYSTEM I KATTEGATT	28
4.1. Nya ruttsystem	28
4.2. Förväntad sjötrafik efter genomförandet av föreslagna nya ruttsystem i Kattegatt	33
5. KONSEKVENSBERÄKNINGAR – FÖRBRUKNING OCH EMISSIONER	34
5.1. Bränsleförbrukning och emissionsuppskattning	34
5.1.1. Resultatredovisning och nyckeltal.....	34
5.2. Jämförande beräkningar av bränsleförbrukning och avgasemissioner	35
5.2.1. Nulägesbild – Förbruknings- och emissionsberäkning	35
5.2.2. Framtidsbild – förbrukningsuppskattningar.....	36
5.3. Värderande analys av bredden på sjöfartens intresseområde med avseende på sjösäkerhet och framkomlighet.....	36
5.4. Jämförelser av beräknad inverkan av grunt vatten och möjlig bottenpåverkan.....	39

5.5. Jämförande bedömning av potentiella negativa miljöeffekter av fartygstrafiken	41
6. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	43
6.1. Sammanvägd bedömning av sjöfartens intresse och naturhänsyn för det föreslagna nya ruttsystemet.....	43
6.2. Rekommendationer	44
7. REFERENSER	45

Sammanfattning

AquaBiota Water Research och SSPA genomfört en utredning med syfte att ge underlag till Havs- och vattenmyndighetens havsplaneringsuppdrag. Det i myndighetens planskiss föreslagna, förhållandevis rumsligt breda, användningsområdet för sjöfart i Kattegatt utvärderas utifrån både sjöfartens behov och utifrån naturhänsyn.

Utredningen analyserar den nuvarande trafiksituationen i avseende på fartygstrafikens karaktär och jämför denna med den förväntade fartygstrafiken efter genomförandet av föreslagna ruttsystemen i Kattegatt. De nya ruttsystemen syftar till ökad sjösäkerhet, vilket uppnås genom att trafiken till/från Öresund respektive Stora Bält separeras genom att Öresundstrafiken hänvisas till en ny rutt närmare svenska kusten och genom att nord- och sydgående trafikflöden separeras i respektive led. Distansen i den nya rутten för trafik mot Öresund skiljer endast lite mot den idag nyttjade, men väntas ändå medföra en viss minskning av bränsleförbrukningen för denna trafik.

Rapporten beskriver också de kartlagda naturvärdena i Kattegatt, med fokus på de värdefulla Natura 2000-områden som ligger inom eller i nära anslutning till farleder, trafiksepareringszoner och *Användningsområde sjöfart*. Sjöfartens potentiella påverkan på naturmiljöerna inom de berörda områdena identifieras, och de påverkansfaktorer som bedöms vara relevanta diskuteras.

Resultaten indikerar att bredden som anges för *Användningsområde sjöfart* i havsplanen i huvudsak bedöms vara väl dimensionerad och lokaliserad ur sjösäkerhetssynpunkt, liksom ifråga om sjötrafikintressen. Justeringar rekommenderas dock för att anpassa området till de bredder och lokaliseringar som definieras av föreslagna nya trafiksepareringar, djupvattenleder och rekommenderade rutter. Föreslagna nya ruttsystem bedöms bidra till ökad sjösäkerhet och trafikbilden bedöms bli mer samlad med mindre trafik utanför farledsstråken. De farledsytor som definieras av de nya ruttsystemen bedöms därför också vara lämpliga för dimensionering av bredden på *Användningsområde sjöfart*. Eftersom flertalet marina naturvärden i området bedöms vara mycket sårbara och svåranserade vid oljeutsläpp, anses en ökad sjösäkerhet vara viktig även ur naturvårdshänseende. Då det finns indikationer på att sjöfart kan påverka tumlare, och även andra organismer i havsområdet, är det eftersträvansvärt att bredden på *Användningsområde sjöfart* inte överstiger den bredd som krävs för en bibehållen sjösäkerhet.

I övrigt rekommenderas att utreda möjligheterna att minska buller från sjöfarten i områden som anses särskilt känsliga för bullerpåverkan, och att följa upp värdefulla områden som tidigare inventerats i Kattegatt för att kunna utvärdera konsekvenserna av den förändrade fartygstrafikens påverkan. Utöver detta skulle en mer ingående analys behövas för att fastslå om de nya rutterna riskerar att leda till bottenpåverkan, och det är även av intresse att utvärdera om trålfiske inom de aktuella rutterna kan utgöra en risk för sjösäkerheten.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

I Havs- och vattenmyndighetens (HaV) havsplaneringsuppdrag ingår att föreslå hur olika samhällsintressen såsom skydd av känsliga havsmiljöer och sjöfartens effektivitetskrav kan tillgodoses med minsta möjliga konflikter. För *användningsområde sjöfart* bedömer myndigheten hittills tillgängligt underlag vara otillräckligt för god planering. Det i planskissen föreslagna området är skisserat dels utifrån de riksintresseanspråk för sjöfart, farled/fartygstrafik, som utpekats av Sjöfartsverket (SjöV) och dels utifrån det förslag till nya ruttsystem och trafiksepareringszoner (TSS) i Kattegatt, som utarbetats i samarbete mellan Transportstyrelsen (TS) och *Søfartsstyrelsen i Danmark* (DMA).

För att komplettera och förstärka underlaget för HaV:s planering av geografisk utsträckning av användningsområde sjöfart, har myndigheten därför uppdragit åt AquaBiota Water Research AB (ABWR) med SSPA Sweden AB (SSPA) som underkonsult att utvärdera det i HaV:s planskiss föreslagna användningsområde sjöfart i Kattegatt både utifrån sjöfartens behov och utifrån naturhänsyn. I utredningen har frågorna kring sjöfartens behov främst utvärderats SSPA medan ABWR främst fokuserat på frågor kring naturhänsyn.

1.2 Syfte

Syftet med utredningen är att ge HaV ett relevant beslutsunderlag för att definiera användningsområde sjöfart i havsplanen med hänsyn både till sjöfartens intresse och till skydd av känslig havsmiljö. HaV har som mål för utredningen formulerat följande två frågeställningar, vilka utredningen skall besvara:

- A. Hur omfattande, särskilt vad gäller områdenas bredd, behöver *"användningsområde sjöfart"* vara i havsplanen för att upprätthålla den sjösäkerhet och framkomlighet som Transportstyrelsen eftersträvar i sitt arbete med trafikseparering i havsområdet?
- B. Kan den omfattning av *"användningsområde sjöfart"* som anges i nuvarande planskiss väntas medföra en negativ miljöpåverkan och i så fall vilka fördelar skulle uppstå om trafiken istället koncentrerades till mer begränsade områden? I denna del (B) av utredningen bör resultat av A iakttas.

1.3. Genomförande och metodik

Trafikanalysen görs med hjälp av registrerad statistik av fartygsrörelser i Kattegatt från AIS (Automatic Identification System) som är ett obligatoriskt transpondersystem som används av alla kommersiella fartyg. SSPA har utvecklat ett system för kontinuerlig lagring och filtrering av AIS-data och kombination med data från andra fartygsdatabaser, för att kunna göra en detaljerad kategorisering av fartygstyper och data. Med hjälp av samlade modellförsöksdata och information om aktuella vattendjup och väder längs

fartygens rutter beräknas även varje fartygs bränsleförbrukning. För de begränsade vattendjup som är aktuella i Kattegatt har vattendjupet i många fall en påtaglig inverkan på bränsleförbrukningen, men den styrs naturligtvis främst av fartygens storlek, hastighet och skrovform. Dessa faktorer styr också i hög grad i vilken utsträckning bottenpåverkan kan förväntas uppstå av fartygstrafiken och ger därmed värdefull input till bedömning av eventuella negativa miljöeffekter av särskilt känsliga grundområden i farledernas närhet.

Bedömning av sjötrafikens miljöpåverkan genomförs i flera steg. Inledningsvis görs en genomgång av de kända naturvärden som finns i området och därför riskerar att påverkas av sjöfarten, varpå potentiella och för området relevanta påverkansfaktorer från sjöfarten identifieras från litteraturen, liksom känsligheten hos de berörda naturvärdena. Därefter görs en kvalitativ analys av huruvida bredden på föreslaget användningsområde sjöfart kan komma att innebära ökade negativa effekter på de kända naturvärdena.

Slutligen görs en sammanvägd bedömning rörande sjöfartens intresse och naturhänsyn för det presenterade förslaget.

1.4. Avgränsningar

Följande avgränsningar gäller för aktuella sjötrafikanalyser och bedömning av användningsområden:

- Geografiskt: Kattegatt (främst inom svensk ekonomisk zon)
- Trafikslag: Handelssjöfart (A-AIS fartygstyp kod 40+60-90) >500 brutto
- Tidsperiod: Nulägesbild helår 2016
- Ruttsystem: Nuvarande system med T-rutten som huvudspår samt det av Transportstyrelsen och DMA föreslagna nya ruttsystemet med en S-rutt närmare svenska kusten och tillhörande nya TSS:er (trafiksepareringszoner).

Vid bedömning av sjötrafikens miljöpåverkan gäller förutom ovan angivna avgränsningar även:

- Naturvärdena som tas upp inom ramen för rapporten är de som har identifierats vid inventeringar och modelleringar av naturvärden i området, och fokus läggs på de områden där sjöfartens riksintresse, TSS:er och användningsområde sjöfart sammanfaller med kända naturvärden.
- Påverkansfaktorer från sjöfarten som tas upp i rapporten är sådana som bedöms kunna ha en mer lokal påverkan, det vill säga sådana faktorer som bedöms kunna påverkas av bredden på användningsområde sjöfart. Påverkansfaktorer från sjöfarten som bedöms inte förändras nämnvärt beroende på bredden på användningsområde sjöfart, såsom icke-inhemska arter på skrov eller i barlastvatten samt användande av giftiga båtbottnfärger, exkluderas därför.
- Den kvalitativa analysen av sjöfartens påverkan baseras huvudsakligen på tillgänglig litteratur samt de resultat som framkommit av de övriga analyserna i rapporten.

2. Trafikanalys

2.1. Aktuellt geografiskt område

Havet vid den svenska västkusten brukar kallas Västerhavet, och består av Skagerrak och Kattegatt. I många sammanhang räknas Skagerrak till Nordsjön och Kattegatt som en del av Östersjön. Det aktuella sjötrafikområdet för denna trafikanalys är Kattegatt, främst centrala delen.



Figur 1. Kartutdrag över Kattegatt med aktuella rutter utmärkta (HaV, 2017).

2.2. Sjötrafikregler

Förutom de allmänna regler som ges av COLREG, regleras dagens sjötrafik i rutterna av ett antal platspecifika, internationellt överenskomna ruttsystem (*ships' routing systems*). Dessa omfattar bl.a. trafiksepareringssystem (TSS), rekommenderade leder, djupvattenleder (*DW route*) och förbudsområden (*Areas to be Avoided, AtbA*). De flesta ruttsystem är rekommendationer men trafiksepareringssystem (TSS) kan, genom IMO-beslut göras obligatoriska (Se SOLAS Kapitel V regel 1 till 10).

Sjövägsreglerna enligt COLREG finns på svenska samlade i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om sjövägsregler (TSFS_2009:44). Regler kring ruttsystem finns i (TSFS_2010:157), och med IMO-referenser i (TS, 2013) och (Helcom, 2016).

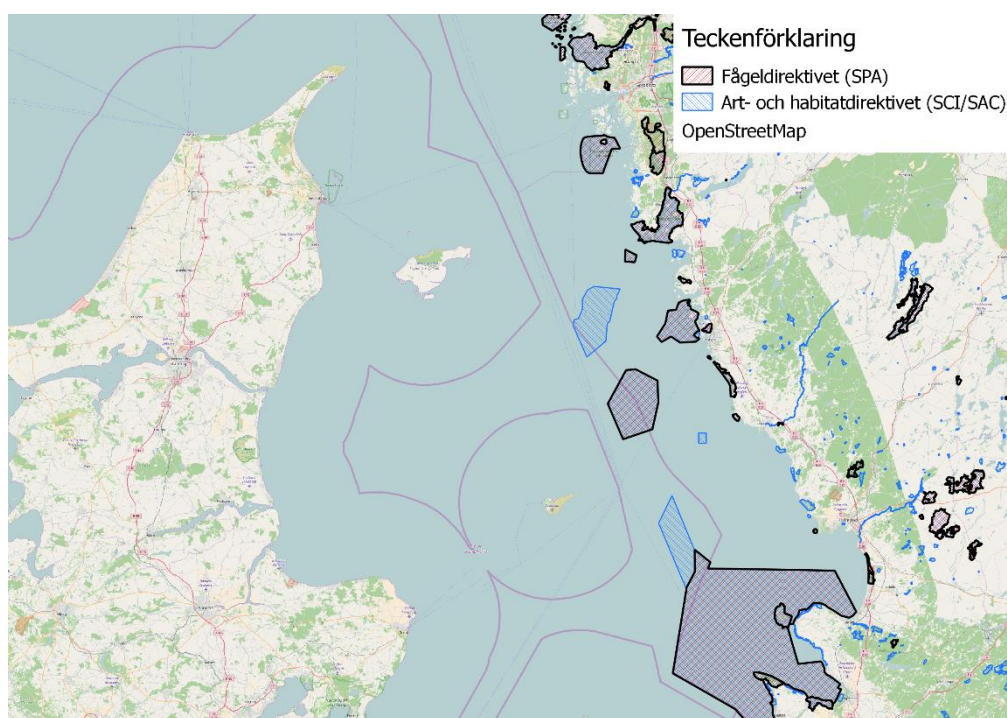
I det aktuella området finns flera rutter som används av majoriteten av sjötrafiken. I denna analys är det främst trafik i T-rutten och D-rutten som undersöks.

T-rutten är en så kallad tungtrafikkorridor, en djupvattenled sjöväg speciellt för fartyg med stort djupgående. Rutten sträcker sig från Skagen till Gedser på södra Själland, Danmark.

I höjd med ön Anholt delar den sig i tre delar: Rutt D, rutt A och fortsatt rutt T mot Gedser. Den östliga D-rutten fortsätter söderut mot Öresund och A-rutten som är den västliga förgreningen, går västerut mot Grenå, Danmark.

2.3. Känsliga områden och Natura 2000-områden

I området finns både öar och bankar som sjötrafiken måste ta hänsyn till. Bankar som berörs i denna analys är främst Lilla Middlegrund och Fladen, som även är Natura 2000-områden, se figur 2. Avsikten med alla Natura 2000-områden är att bevara speciella, i EU-direktiven bestämda, naturtyper och arter. I avsnitt 3 görs en mer ingående beskrivning av de beskrivna naturvärdena inom området, samt potentiella effekter av fartygstrafik på de marina miljöerna.



Figur 2. Kartan visar gällande Natura 2000-områden. Färgen på områdena visar enligt vilka direktiv Natura 2000-områden är utsedda. Notera att lila färg uppstår då ett område är utsett både enligt Fågeldirektivet (SPA) och Art- och habitatdirektivet (SCI/SAC), eftersom kartskikten överlagras.

2.4. Dagens sjötrafik i aktuellt område

För att kunna kartlägga sjötrafiken i området har trafik från 2016 studerats utifrån AIS-data på sådant sätt att representativa kvalitativa sjötrafikbilder åskådliggjorts genom att alla fartygsspår som registrerats under perioden ritas som linjer i en karta. På det sättet visualiseras trafikflödena i området.

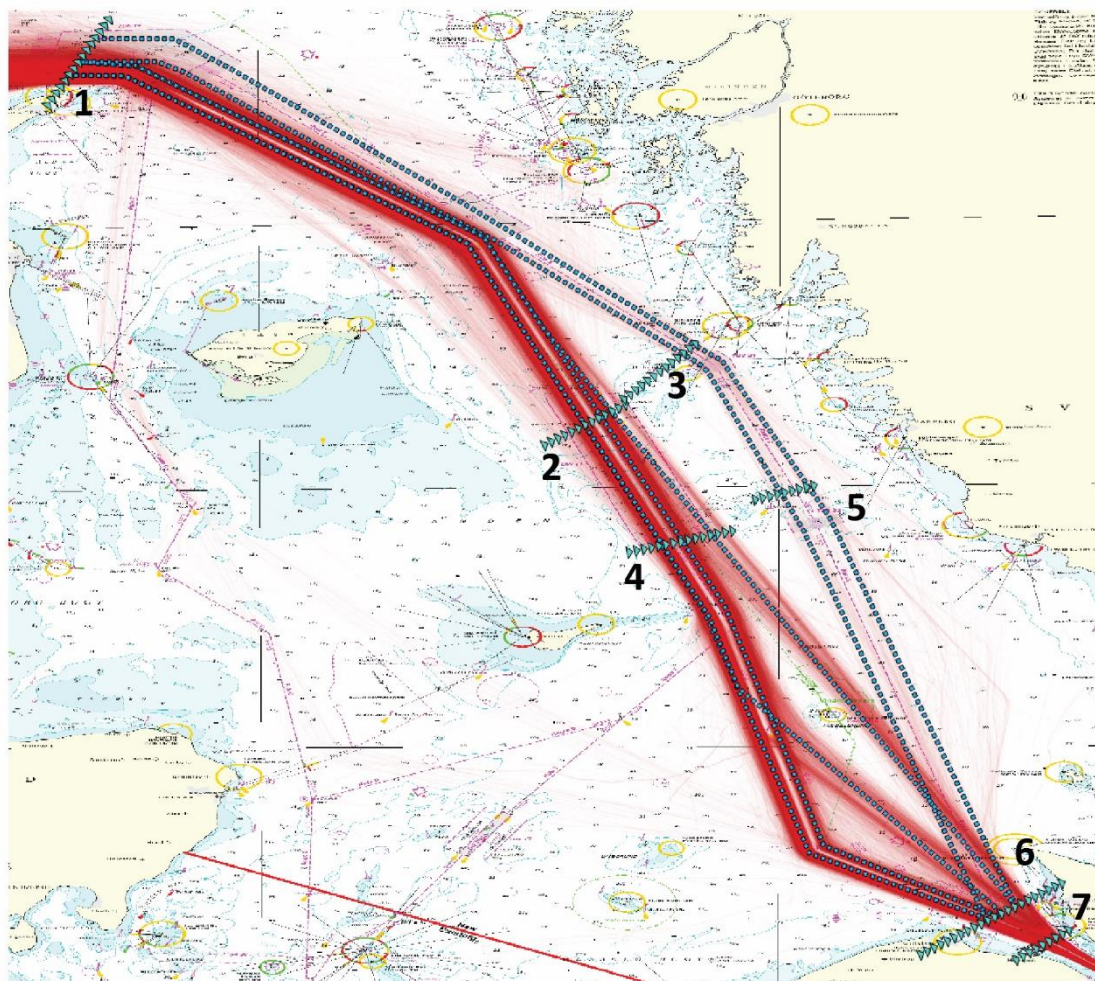
För att kunna genomföra kvantitativ statistisk bearbetning av sjötrafikdata definieras vanligen olika passagelinjer tvärs trafikflödena, över vilka antalet registrerade passager anges och karaktäriseras med avseende på fartygstyp/-storlek, passageriktning/-hastighet/-vinkel mm.

För denna studie har sju stycken passagelinjer dragits som tillsammans ger en överblick över trafiken förbi Fladen och Lilla Middelgrund. Varje identifierad fartygsrörelse som registreras i passagelinjerna definieras som en resa och beskrivs av en vektorbana med varierande hastighet, kursriktning och vattendjup. Baserat på AIS-registreringarnas fartygs-Id (MMSI-Nr), associeras varje fartyg och resa, genom sökning i separat fartygsdatabas, med en kategori av; fartygstyp, storleksintervall-/deplacementsintervall, lastläge och blockkoefficient.

2.4.1. Trafik mellan Skagen och Öresund

Den del av sjötrafiken i Kattegatt som berörs av de av Transportstyrelsen och DMA planerade nya ruttsystemen och TSS:erna är väsentligen de fartyg som passerar i transit mellan Skagen och Öresund och omvänt.

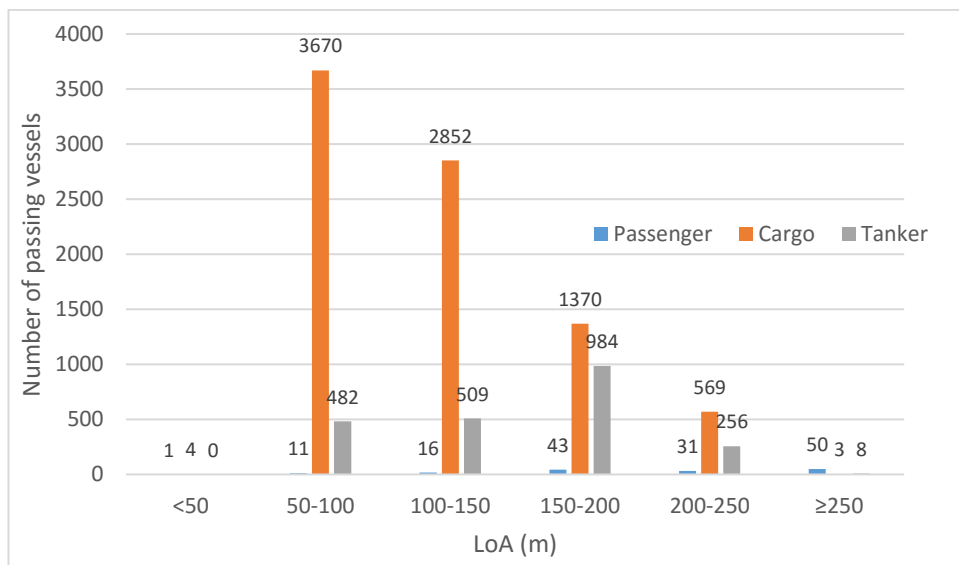
I figuren nedan visas en representativ sjötrafikbild för aktuellt området där alla registrerade transitpassager av handelsfartyg, dvs passagerarfartyg, tankfartyg och lastfartyg, under 2016 är inkluderade (figur 3). Även de sju passagelinjerna som definierats för fortsatt kvantitativ analys är markerade.



Figur 3. Passagelinjer (1-7) för specificering av sjötrafikflöden. Flödesmönstret (röda linjer) representerar registrerade fartygsrörelser i transit mellan Skagen och Öresund under 2016.

Den första passagelinjen är placerad i höjd med Skagen. Här registreras alla handelsfartyg som lämnar/är på väg in i Kattegatt under 2016.

Större delen av transittrafiken mellan Skagen och Öresund följer Rutt T (som är en s.k. tungtrafikled särskilt sjömått för att säkerställa passage med djupgående tonnage) och Rutt D som länkar den till Öresund. En del av trafiken till/från Öresund följer dock inte Rutt D utan ansluter till Rutt T genom att välja en genväg antingen väster eller öster om Stora Middgrund. En mindre del av transittrafiken går en ostligare rutt närmare svenska kusten.



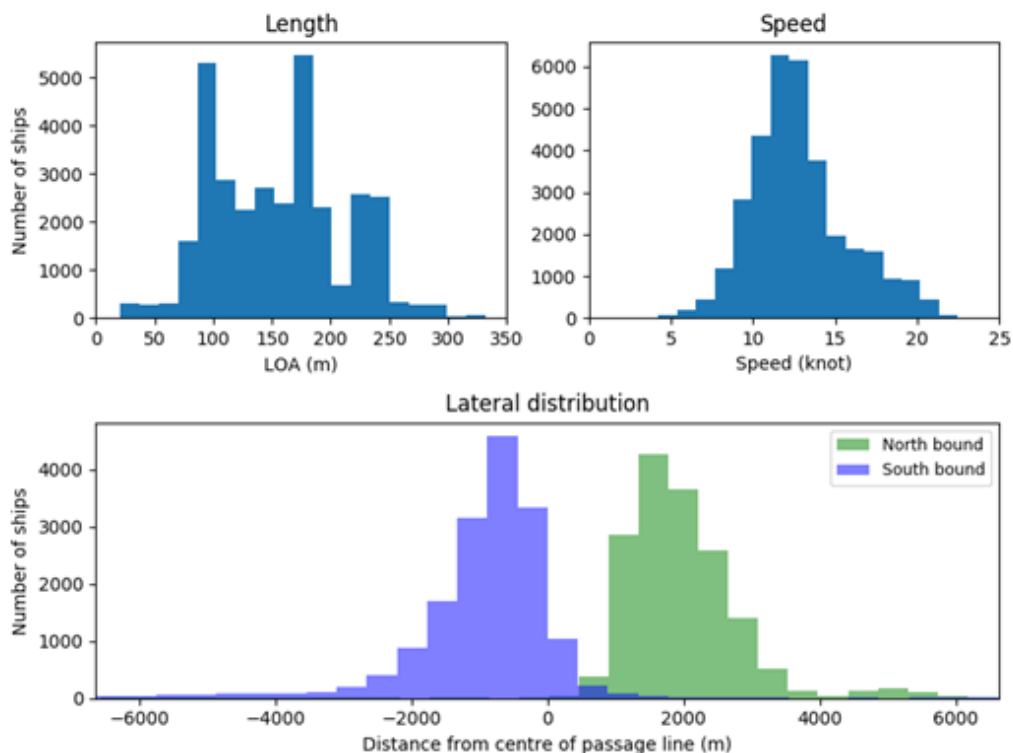
Figur 5. Antal fartygspassager uppdelat efter fartygens storleksfördelning i längdintervall (LoA, längd över allt, m) för fartygspassager mellan Skagen och Öresund (registrerade passager vid passagelinje 1 och passagelinje 7) under 2016, uppdelat efter fartygstyp.

2.5. Passagestatistik 2016

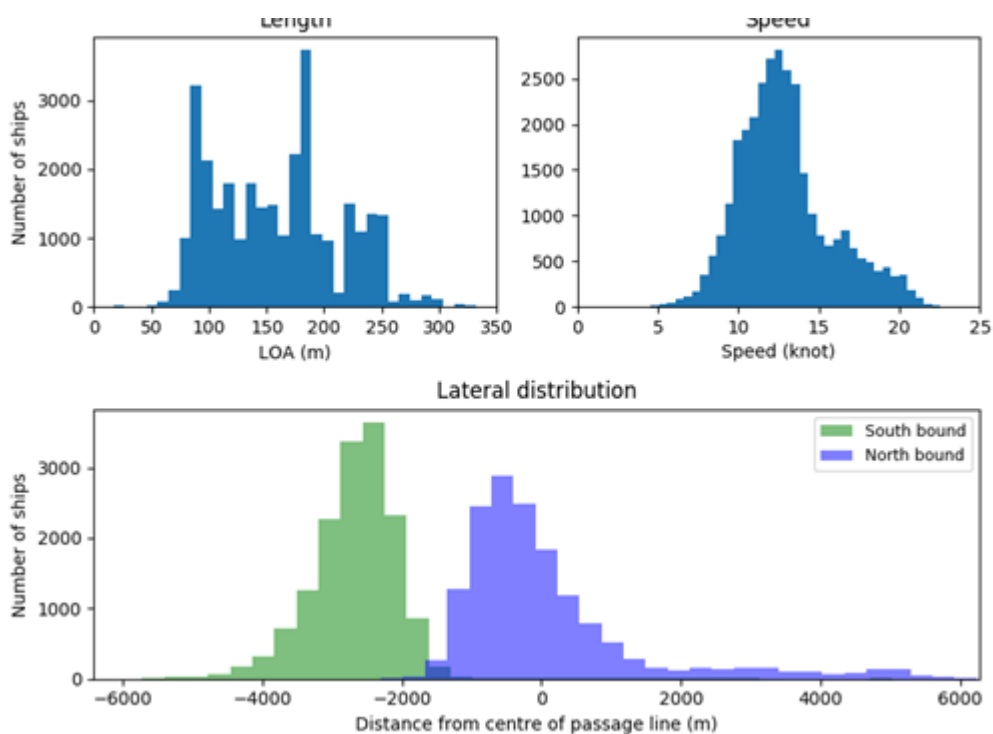
I avsnitten nedan, redovisas en detaljerad analys av fartygsstorlek, passagehastighet och fördelning över farledsbredden (lateralt passageavstånd) för respektive passagelinjer på T-rutten och rutten närmare svenska kusten. Notera att i presenterade figurer med histogram ingår all trafik i Kattegatt, dvs även den andel som är destinerad till/från Stora Bält.

2.5.1. T-rutten

Antalet fartygspassager för respektive längdintervall återges även i histogram för respektive passagelinje för T-rutten (övre vänster, i figurerna 6 och 7). Registrerad passagehastighet återges också i histogramform (övre höger), per passagelinje, liksom det laterala passageavståndet från de respektive passagelinjernas mittpunkt för trafik i respektive riktning (nedre). Notera att histogrammens stapelbredd och den vertikala axelns skala varierar mellan figurerna och att de färgade ytornas storlek därför inte kan jämföras direkt mellan figurerna.



Figur 6. Passagestatistik 2016, histogram för passagelinje 2, väster om Fladen: Antal fartygspassager för respektive längdintervall, registrerad passagehastighet och laterala passageavståndet från de respektive passagelinjernas mittpunkt.



Figur 7. Passagestatistik 2016, histogram för passagelinje 4, väster om Lilla Middelgrund: Antal fartygspassager för respektive längdintervall, registrerad passagehastighet och laterala passageavståndet från de respektive passagelinjernas mittpunkt.

Av histogrammen framgår att sydgående trafik håller sig väster om T-ruttens mittlinje. För passager förbi Fladen håller majoriteten av fartygen ett avstånd om 0 - 2 000 meter från mittlinjen medan avståndet förbi Lilla Middelgrund är mellan ca 1 700 till 4 000 meter.

Majoriteten av norrgående trafik passerar öster om T-ruttens mittlinje förbi Fladen. De flesta passagera förbi Fladen, norrgående riktning, sker på ett avstånd om 1 000 till 3 000 meter öster om mittlinjen. Några enstaka passager sker så långt som 5 500 meter från ruttens mittlinje.

Förbi Lilla Middelgrund sker majoriteten av norrgående passager på ett avstånd om 1 500 meter från mittlinjen, både öster och väster om, det vill säga en led på 3 000 meter.

De flesta passerande fartyg har en längd mellan 50 och 250 meter. Ytterligare några få är 250 - 350 meter. Bland de fartyg som passerar förbi Fladen är några mindre än 50 meter.

Registrerade passager har en hastighet mellan 5 och 23 knop. Medelhastigheten ligger runt 11,4 knop.

De största fartygen, mätt i fartyglängd, som passerar i T-rutten är passagerarfartyg, kryssningsfartyg, med längd på 300 m, bredd 35 m och djupgående 8,6 m.

De registreringar med störst djupgående härrör från bulk- och tankfartyg i längdintervallet 160 - 220 m varav endast två passager anger ett djupgående större än 12 m. De flesta fartyg med större djupgående är hänvisade till Stora Bält och kommer inte nämnvärt att påverkas av föreslagna förändringar i T-rutten.

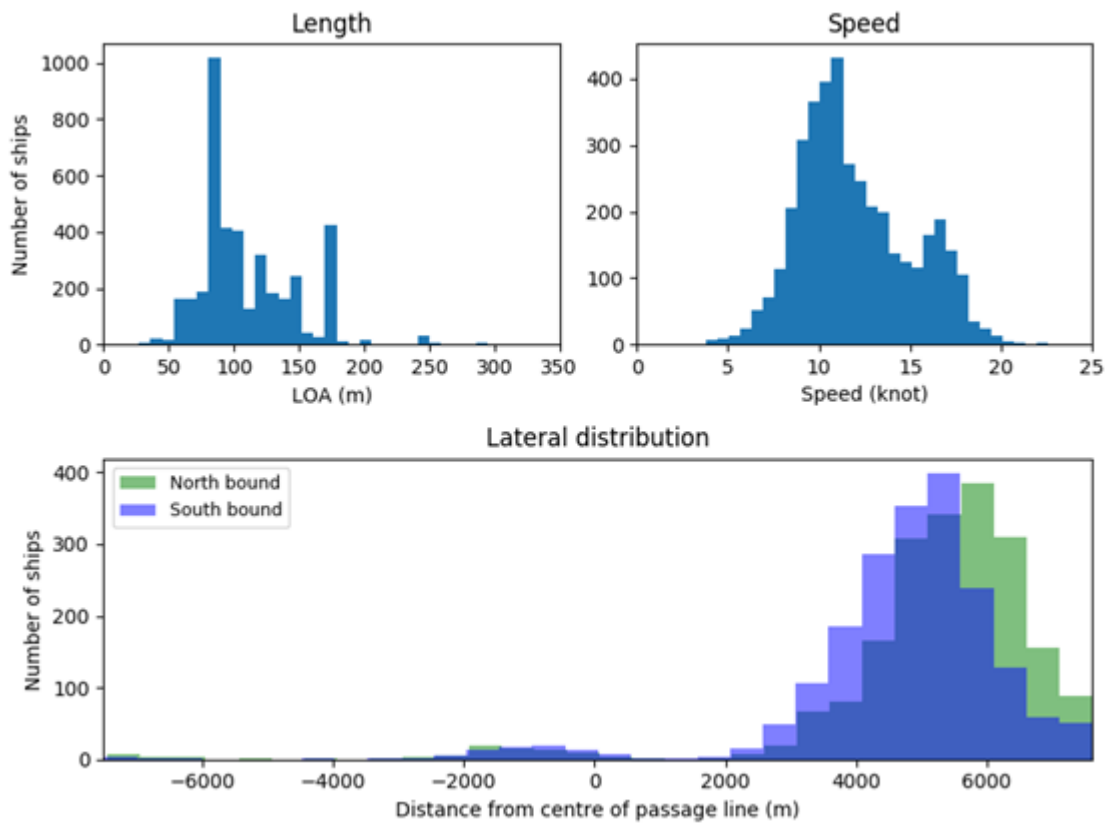
Sjötrafik i transit mellan Skagen och Öresund uppvisar något fler passager i sydgående riktning jämfört med nordgående. Detta beror bl.a. på att tankfartyg som lastar olja i ryska hamnar i Finska viken ofta passerar in genom Öresund, medan de i lastat läge är hänvisade till den djupare leden genom Stora Bält, när de passerar ut ur Östersjön.

2.5.2. Rutten närmare Sveriges kust

Bland de fartyg som passerar Fladen närmare Sveriges kust, det vill säga öster om Fladen, är fördelningen mellan nord- och sydgående trafik mer överlappande (figur 8). Leden där de flesta fartyg passerar ligger öster om ruttens mittlinje, mellan 2 000 och 7 000 meter österut.

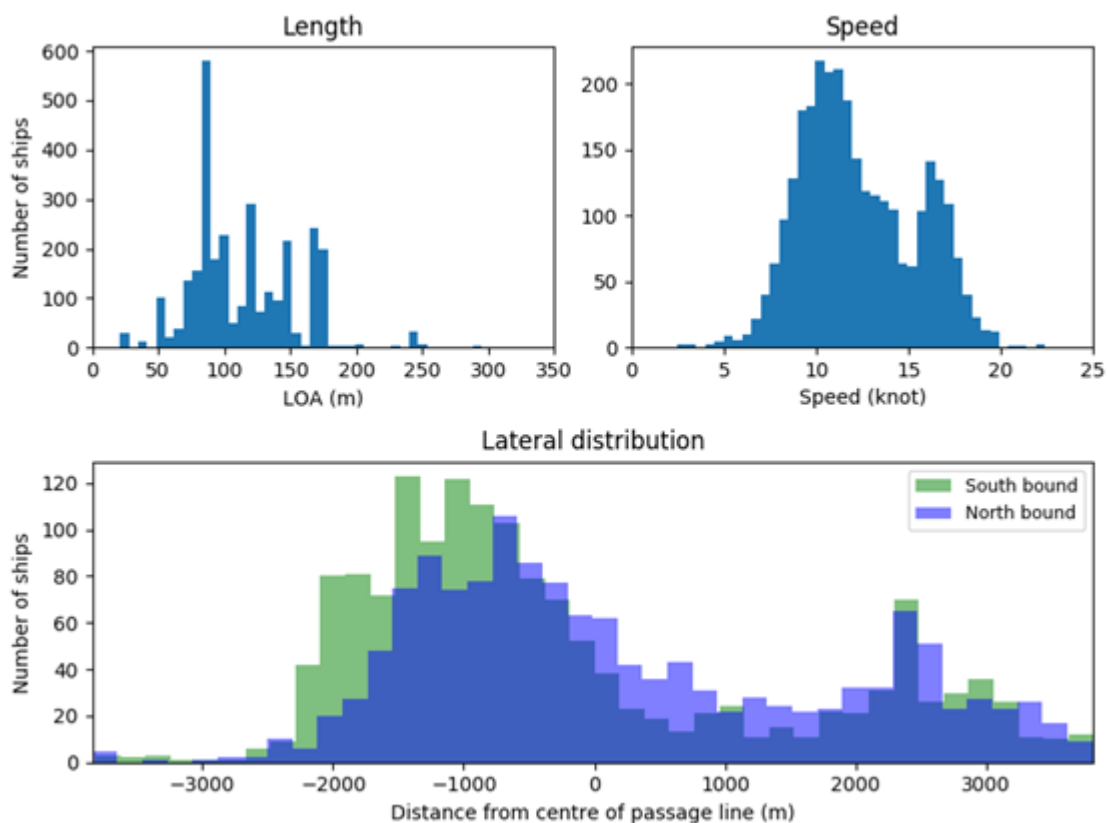
Fartygsstorlekarna är något mindre och bland de passerande fartygen är majoriteten 70 till 150 meter. Endast enstaka fartyg är längre än 200 meter.

Hastigheterna är registrerade till mellan 5 - 20 knop.



Figur 8. Passagestatistik 2016, histogram för passagelinje 3, öster om Fladen: Antal fartygspassager för respektive längdintervall, registrerad passagehastighet och laterala passageavståndet från de respektive passagelinjernas mittpunkt.

För dagens trafik öster om Lilla Middelgrund är fördelningen mellan sydgående och nordgående trafik inte heller lika tydlig som för T-rutten, utan snarare överlappande, dvs. mötande trafik kan behöva göra väjningsmanövrar för att säkerställa tillräckligt mötesavstånd (figur 9).



Figur 9. Passagestatistik 2016, histogram för passagelinje 5, öster om Lilla Middelgrund: Antal fartygspassager för respektive längdintervall, registrerad passagehastighet och laterala passageavståndet från de respektive passagelinjernas mittpunkt.

De flesta passerande fartyg förbi Lilla Middelgrund har en längd som är mindre än 200 meter, ett fåtal har en längd mellan 200 och 300 meter, alltså en något mindre genomsnittlig fartygsstorlek i denna rutt jämfört med T-rutten.

Passagehastigheten öster om Lilla Middelgrund varierar mellan 5 - 20 knop med typiska värden kring 11 knop och 16 knop.

Generellt sett kan noteras att leden närmare Sveriges kust är väsentligt mindre trafikerad och trafikeras av mindre fartygsstorlekar.

3. Naturvärden och effekter av fartygstrafik

3.1. Beskrivna naturvärden inom det aktuella området

I Kattegatt finns varierade och artrika miljöer på såväl hårda som mjuka bottenar. I havsområdet finns bland annat ett antal utsjöbankar med höga naturvärden och stort artantal både av flora och fauna, med bottenmiljöer som ofta skiljer sig markant från områden närmare kusten. Fladen och Lilla Middelgrund är två av de utsjöbankar som har högst naturvärden. Bankarna har ett varierat bottensubstrat av block, sten, grus, sand och skalgrus, med sina grundaste punkter på 5 respektive 6 meters djup (Länsstyrelsen Hallands län 2005a, 2005b). Botten ner till 30 meter är fria från sedimentation på grund av starka bottenströmmar. Både Fladen och Lilla Middelgrund är Natura 2000-områden och utpekade för naturtyperna sublittoral sandbankar (1110) och rev (1170), medan det på Fladen även finns bubbelrev (1180). Bubbelrev är undervattenstrukturer av kalk som bildas genom mikrobiell oxidering av gas som bubblar upp ur botten, och har i danska delen av Kattegatt visats ha en hög artrikedom (Jensen et al. 1992, Seffel et al. 2010). Vid Fladen har man funnit två bubbelrev på cirka 27 meters djup, vilka är de enda kända förekomsterna av aktiva bubbelrev i Sverige (Seffel et al. 2010). Fladen har funnits ha de högsta naturvärdena av de undersökta bankarna i Kattegatt för både fisk och evertebrater (ryggradslösa djur), samt höga värden för bottenflora (Naturvårdsverket 2010). En hög abundans av ung torsk indikerar att området kan vara viktigt ur ett livshistoriskt perspektiv, och utöver en hög artrikedom av fisk, evertebrater och alger finns det också ett stort antal ovanliga och hotade organismer (Naturvårdsverket 2006). Fladen har även stora ytor med tareskogar (*Laminaria* spp.), och här finns också viktiga förekomster av maerl (Naturvårdsverket 2010). Maerl är en samlingsterm för lösiggande kalkalger, vilka kan bilda omfattande tredimensionella habitat, och består i Sverige av algarten grenig kalkskorpa (*Phymatholithon calcareum*) (Naturvårdsverket 2010, Oskar Commission 2010). Habitatet ingår på Oskar lista över hotade och/eller minskande habitat, och har i Sverige huvudsakligen återfunnits på utsjöbankarna i Kattegatt, med rikast förekomster vid Fladen och Lilla Middelgrund (Naturvårdsverket 2006, 2010). Dessa habitatbildande arter utgör viktiga livsmiljöer för många andra arter (Naturvårdsverket 2010, Oskar Commission 2010).

Ett område som har pekats ut som ett skyddsvärt område för tumlare (*Phocoena phocoena*), med hög densitet av tumlare framförallt under mars-maj, sträcker sig över både Fladen och det kustnära Natura 2000-området Balgö (Sveegard et al. 2011, Carlström och Carlén 2016). Utöver detta har flertalet sjöfåglar observerats i området (Naturvårdsverket 2006).

Även Lilla Middelgrund har stora tareskogar och betydande maerlförekomster. Även om diversiteten för fisk och evertebrater är något lägre än på Fladen är artrikedomen av alger något högre (Naturvårdsverket 2010). I

området finns även stora hästmusselbankar (*Modiolus modiolus*), ett habitat som ingår på Ospars lista över hotade och/eller minskande habitat (Ospar Commission 2009, Naturvårdsverket 2010). Hästmusselbankar som biotop anses viktiga på grund av hög produktion och sin höga mångfald av associerade arter (Rees et al. 2008, Sanderson et al. 2008, Ospar Commission 2010). Hästmusslan förefaller ha minskat i Sverige i mer kustnära områden (Naturvårdsverket 2006). Vid Lilla Middelgrund har det under inventeringar även gjorts observationer av tumlare med kalv, och området är utpekad som viktigt för sjöfåglar såsom sillgrissla, tordmule och tretåig mås (Länsstyrelsen Hallands län 2005b, Naturvårdsverket 2006).

Utöver Fladen och Lilla Middelgrund finns ett antal andra områden som anses ha höga naturvärden för en eller flera organismgrupper. På Stora Middelgrund finns den största förekomsten av hästmusslor, flertalet ovanliga evertebrater och området är av livshistorisk betydelse för fisk, samt viktigt för sjöfågel (Naturvårdsverket 2006, 2010). I en studie av danska tumlare har höga densiteter av tumlare observerats här under reproduktionsperioden på vår och sommar (Sveegard et al. 2011). Stora Middelgrund utgör ett Natura 2000-område tillsammans med närliggande Röde bank, som däremot har relativt låga naturvärden (Naturvårdsverket 2010, Länsstyrelsen Hallands Län 2016a). Även Morups bank, ett område med relativt hög diversitet av alger och fiskar, är ett Natura 2000-område (Naturvårdsverket 2010, Länsstyrelsen Hallands län 2016b).

Ett annat Natura 2000-område i Kattegatt är Balgö, vilket omfattar en rad Natura 2000 naturtyper såsom blottade sand- och lerbottnar (1140), sublitorala sandbankar (1110) och rev (1170). Området kompletterades nyligen med tumlare (1351), och Balgö tillsammans med Fladen täcker båda en del av det område som pekats ut som ett skyddsvärt område för tumlare, med hög densitet av tumlare framförallt under mars-maj (Sveegard et al. 2011, Carlström och Carlén 2016).

Norra Skånes havsområde är ett nyligen etablerat Natura 2000-område, utsett både för tumlare och fågel (Regeringsbeslut M20 15/02273/Nm). I området återfinns tumlare året runt, men särskilt under sommarperioden (mars - augusti) då kalvning och parning sker, och de nya kalvarna dias (Teilmann 2008, Carlström och Carlén 2016). I området finns även ett viktig lekområde för torsk, som även sträcker sig norr om Natura 2000-området, och ett stort antal fågelarter rastar och övervintrar inom området. Utöver detta har en undersökning av mjukbottnar på mellan 20 och 40 meters djup visat att det i området även finns sjöpennebottnar, med tätheter av liten piprensare (*Virgularia mirabilis*) på upp till 48 individer per m² (Göransson et al. 2014). Även sjöfjäder (*Pennatula phosphorea*) förekommer, liksom havskräfta (*Nephrops norvegicus*). Dessa bottnar kvalificerar till habitatet sjöpennor och grävande megafauna på Ospars lista över hotade och/eller minskande habitat (Ospar Commission 2010).

Symphony

Inom projektet Symphony har kartor tagits fram som beskriver utbredningen av ett antal ekosystemvärden (Havs- och vattenmyndigheten 2017). Dessa modeller illustrerar att utsjöbankarna, liksom nordvästra Skånes havsområde

och Balgö, kan utgöra viktiga områden för lekande fisk, övervintrande sjöfågel, tumlare och knobbsäl. Rapporten är ännu inte publicerad.

3.2. Potentiella effekter av fartygstrafik

3.2.1. Buller

Mänskliga aktiviteter, såsom t.ex. sjöfart och energiproduktion, bidrar till ökade ljudnivåer i marina miljöer. Även om det fortfarande är relativt oklart hur antropogent buller i havet påverkar de marina miljöerna, liksom hur omfattande störningarna är, så har det på senare år blivit mer belagt att buller kan ha negativa effekter på flertalet marina organismer (se t.ex. Peng et al. 2015, Williams et al. 2015, Hawkins and Popper 2016). Frågan om antropogent buller är dock inte helt okomplicerad. Faktorer som ljudnivå och ljudfrekvens, samt vilken organism man studerar spelar alla in. Spridningen av ljud i vatten beror till stor del på ljudets frekvens, där lågfrekventa ljud kan spridas mycket långt i vatten, medan högfrekventa ljud försvagas snabbare och därför sprids betydligt kortare sträckor (van der Graaf et al. 2012). Effekterna av buller på en organism beror utöver ljudnivå och ljudets spridningsförmåga även direkt på ljudfrekvensen, som påverkar olika organismer olika beroende på deras hörselomfång, samt frekvensen på kommunikationen mellan individerna inom en art (Radford et al. 2016). Olika mänskliga aktiviteter orsakar också olika sorters buller rörande frekvens, ljudnivå och varaktighet. Inom sjöfarten skapas buller framförallt av motorer och propellrar vid fartygsdriften. För låga frekvenser uppskattas det att fartygstrafik utgör det största bidraget till icke-naturligt bakgrundsljud i havet (Hildebrand et al. 2009, van der Graaf et al. 2012).

En stor del av forskningen rörande undervattensbuller har hittills fokuserat på marina däggdjur, framförallt valar. Det har till exempel visats att tumlare (*Phocoena phocoena*) undviker områden med höga ljudnivåer där pålning för vindkraft pågår, och att dessa negativa effekter påverkar inom ett avstånd på cirka 10 - 20 km (Tougaard et al. 2009, Brandt et al. 2011, Dähne et al. 2013). När det gäller effekterna av sjöfart på tumlare är resultaten däremot inte entydiga. En studie angående sjöfartsbuller och tumlare i Stora Bält fann inget generellt samband mellan tumlarnas utbredning, farleder och de högre ljudnivåerna av undervattensbuller som uppstår kring dessa (Mortensen et al. 2011). I andra studier, som dock inte specifikt undersökt buller från sjöfarten, har det däremot visats vara vanligt förekommande att tumlare undviker fartyg (Carlström et al. 2008, Palka och Hammond 2001), och att det kan finnas en negativ korrelation mellan tätheten av fartyg och antalet tumlare (Herr et al. 2005). För tumlare i Svarta havet (underarten *Phocoena phocoena relicta*) har det visats att fartyg kan påverka beteendet, och att sannolikheten för att tumlare ska ändra kurs beror på avståndet till fartyg, men att responsen blir större då fartygen har högre hastighet (Akkaya Bas et al. 2017). Studien visade att för fartyg med hastighet över 16.7 km/h var sannolikheten för att tumlarna skulle ändra kurs 80%, 60% respektive 40% vid ett avstånd på <50 m, 100 m respektive 200 m, och även att antalet tumlare förefaller vara lägre i tättrafikerade områden (Akkaya Bas et al. 2017). En modellering av effekten av fartygstrafik på tumlare i danska vatten visade att existerande fartygstrafik

troligen leder till en minskad tumlarpopulation, dock under förutsättning att tumlare antas reagera på sjöfartsbuller genom att vika undan (Nabe-Nielsen et al. 2011). Även om sjöfarten framförallt står för den lågfrekventa delen av det antropogena undervattensbullret, så har det också visats att även låga nivåer av ljud med hög frekvens från sjöfart kan orsaka förändringar i beteendet hos tumlare (Dyndo et al. 2015).

För andra organismgrupper finns det mindre kunskap, men det har indikerats att buller från fartyg även kan orsaka förändrat beteende hos fisk, såsom undvikande hos torsk och sill och okoordinerat beteende hos tonfisk (Engås et al. 1995, Sará et al. 2007). Hos torsklarver har det visats att de larver som regelbundet exponerats för fartygsbuller har en lägre bredd:längd-ratio än larver som inte utsatts för buller, och att larver med en lägre bredd:längd-ratio är mer lättfångade (Nedelec et al. 2015). Detta indikerar att regelbunden exponering för fartygsbuller kan påverka överlevnaden hos torsklarver (Nedelec et al. 2015). Även hos lekande torsk har effekter ljudexponering visats ha effekter: Såväl äggproduktion som befruktningsframgång var lägre hos torsk som exponerats för ljud av relativt låga frekvenser (Sierra-Flores et al. 2015). Hos glasål har man funnit att exponering för fartygsljud leder till minskad respons och längre responstid vid predationsexperiment (Simpson et al. 2014). Fysiologiska och beteendeeffekter har visats för vissa kräftdjur vid förhöjda ljudnivåer, och för vissa arter såsom havskräfta (*Nephrops norvegicus*) och strandkrabba (*Carcinus maenas*) förefaller effekter på beteende respektive fysiologisk respons kunna kopplas till buller från sjöfart (Wale et al. 2013, Edmonds et al. 2016, Solan et al. 2016). Buller från fritidsbåtar har visats minska kläckningsframgång och larvöverlevnad hos blötdjur (Nedelec et al. 2014). Effekterna av antropogent buller på vattenlevande organismer förefaller dock vara väldigt varierande såväl mellan arter som mellan livsstadier och tidigare exponering av buller (Radford et al. 2015), och mycket återstår att undersöka rörande hur buller från specifikt sjöfart påverkar marina organismer.

En modellering av lågfrekvent buller från sjöfart utförd inom projektet Symphony illustrerar en förhöjd bullernivå längs fartygsstråken i Kattegatt, och särskilt vid de västra delarna av utsjöbankarna Fladen och Lilla Middgrund, samt längs inloppet till Öresund, men även över mer centrala delar av Lilla och Stora Middgrund (Havs- och vattenmyndigheten 2017). En annan modell för högfrekvent ljud visar något förhöjda nivåer längs västra delarna av Fladen och Lilla Middgrund, samt vid inloppet till Öresund (Havs- och vattenmyndigheten 2017).

3.2.2. Utsläpp av olja och miljöfarliga substanser

Utsläpp av olja till havsmiljön kan ha stor påverkan på det marina livet, men vilka effekterna blir beror dock på ett stort antal olika faktorer. Utöver mängden har även typen av olja en stor inverkan, eftersom olika typer av olja har olika egenskaper och nedbrytningshastighet, och medan lätta destillat kan lösas upp och avdunsta inom loppet av några dagar så kan råolja och tunga destillat kvarstå i miljön i månader respektive år (National Research Council 2003). Även tidpunkten på året spelar en stor roll, då nedbrytningen av olja är temperaturberoende, liksom väderförhållanden vilka kan påverka spridningen

av utsläppet både horisontellt och vertikalt (National Research Council 2003). För de marina organismerna spelar platsen för utsläppet en viktig roll då olika organismer är olika känsliga för föroreningar. Tidpunkten kan ha stor inverkan genom att vissa arter och biotoper är känsligare eller mer utsatta under särskilda perioder, såsom vid övervintring och reproduktion (Edman et al. 2011).

Effekterna av olja kan delas in i olika kategorier: Oljan kan orsaka akut eller långsiktig förgiftning, oljebeläggning på organismer, bioackumulation uppåt i näringskedjan och beläggningar på substratet som orsakar förändringar i de marina habitaterna (Moore and Dwyer 1974). Sjöfåglar drabbas ofta hårt av oljeutsläpp, med hög dödlighet som direkt följd av att oljebeläggning på fjäderdräkten förstör dess isolerande och vattenavstötande förmåga och leder till hypotermi (Munro Jenssen 1994). Oljan kan också på lite längre sikt ge störningar på metabolismen, vilket ytterligare kan öka dödligheten (Troisi et al. 2016). Flertalet fågelarter är känsligare under t.ex. övervintring och häckning, då de ofta samlas i större grupper (Larsson och Tydén 2005, Svenson et al. 2009).

Hur lång tid ett oljeutsläpp påverkar ett habitat eller en organismgrupp är väldigt varierande. Till exempel makroalger förefaller inte påverkas i någon större utsträckning av oljeutsläpp, och studier efter mycket stora oljeutsläpp har visat att återhämtningen av kelpskogar kan gå förhållandevis snabbt (Cross et al. 1987, Kennicutt II et al. 1990, Peckol 1990, Peterson 2001). Djurarter som är känsliga för föroreningar riskerar däremot att ha reducerade populationer under en mycket lång tid. Oljeutsläpp kan också orsaka långtgående förändringar i ekosystemen genom att t.ex. toppredatorer försvinner eller blir färre (Peterson 2001). Djupare habitat utsatt som regel för en mycket mindre andel av oljan än habitat i grundare områden, och det har uppskattats att mellan 1 och 13 % av utsläppt olja hamnar i djupare områden, vilket kan leda till kortare återhämtningstid (Lee och Page 1997, Feder och Blanchard 1998). Däremot är mjuka bottenstrat vanliga i lite djupare områden, och den olja som når finkorniga mjukbottnar riskerar att bli kvar och påverka den bentiska bottenfaunan under längre tid, bland annat för att sanering inte är möjligt (Cabioch et al. 1978, Dauvin 1998, Kingston 2002). För mjukbottnar har det visats att oljeföroreningar i det akuta skedet kan leda till en drastisk minskning av både artantal och individantal av vissa kräftdjursgrupper (Dauvin och Gentil 1990). Mjukbottnar bestående av grov sand blir vanligen fria från föroreningar snabbare än bottnar bestående av finkornigare sediment, och förefaller kunna återhämta sig inom loppet av några år (Dauvin och Gentil 1990). Bottnar med mycket fin sand förefaller däremot ha en lång återhämtningsperiod, mer än tio år för delar av bottenfaunasamhällena (Dauvin och Gentil 1990, Dauvin 1998).

Vissa av de marina biotoper som förekommer i Kattegatt har pekats ut som extra känsliga för oljeutsläpp (Edman et al. 2011). Mjukbottnar med sjöpenor och grävande megafauna anses ha extremt hög sårbarhet eftersom substratet är svårreparerat och organismerna har lång generationstid. Även maerlbottnar anses vara extremt sårbara, dels på grund av att sanering anses omöjlig, men även för att kalkalgernas tillväxt är mycket långsam och för att dessa habitat är ovanligt förekommande. För utsjöbankar med höga naturvärden, såsom Fladen och Lilla Middelgrund, bedöms sårbarheten vara mycket hög, eftersom de utöver en unik miljö härbärgerar ett antal ekologiskt viktiga biotoper, samt höga naturvärden i form av ovanliga biotoper, högt artantal och flertalet

rödlistade arter. Det finns lite information rörande påverkan på och återhämtning av känsliga habitat efter ett utsläpp, men för maerlbottnar har det visats att åtminstone peracarida kräftdjurssamhällen kan återhämta sig relativt väl över en tioårsperiod (Dauvin och Gentil 1990).

Antalet oljeutsläpp årligen förefaller ha minskat mer eller mindre kontinuerligt sedan slutet på 90-talet, och år 2015 observerades 82 oljeutsläpp i det av Helcom undersökta havsområdet i Östersjön och Västerhavet (Helcom 2016). En modellering av risken för oljeutsläpp utförd inom projektet Symphony illustrerar dock en förhöjd risk för fartygsstråken i Kattegatt, och högst vid det västra stråket (Havs- och vattenmyndigheten 2017).

Utöver olja kan utsläpp även ske av andra farliga och skadliga substanser (HNS - Hazardous and Noxious Substances). De potentiella miljöeffekterna av utsläpp av HNS är beroende av substansens egenskaper i vatten, hur giftig den är för marina organismer, huruvida den bioackumuleras och hur snabbt den bryts ned (Neuparth et al. 2011). År 2015 observerade Helcoms flygundersökningar även 19 utsläpp av ”andra substanser” samt 99 utsläpp som inte kunde identifieras visuellt (Helcom 2016). Dessa utsläpp kan utgöra en potentiell miljörisk, men det finns i dagsläget ingen möjlighet att identifiera andra miljöfarliga substanser med hjälp av flygundersökningar eller satellitbilder (Helcom 2016).

3.2.3. Fysisk påverkan på botten

Undersökningar av påverkan på botten från båttrafik har hittills huvudsakligen fokuserat på färjor och fritidsbåtar, eller på fartygstrafik i kanaler eller mycket grunda miljöer. Färje- och fritidsbåtstrafik har visats kunna påverka de marina miljöerna i grunda områden genom att inducera vågor och ökade ström- hastigheter vid botten som kan öka erosionen av bottenmaterial och stränder, liksom att öka resuspensionen av sediment (Lindholm et al. 2001, Soomere och Kask 2003, Granath 2004). För marina habitat i skärgårdsmiljö har man sett att förändrade bottenförhållanden i eller nära farleder kan leda till ändrad täckningsgrad och artsammansättning av bentisk flora (Eriksson et al. 2004).

I exponerade marina miljöer, såsom t.ex. utsjöbankar, försvåras dock uppskattningen av på vilket sätt och hur mycket sjöfart påverkar vid passage över grundare miljöer. På grund av sitt exponerade läge förefaller det troligt att miljöerna redan utsätts för stora krafter i form av strömmar och vinddrivna vågor (Naturvårdsverket 2006). Hur mycket fartygstrafiken påverkar genom att i sig inducera vågor och strömmar är i dagsläget inte möjligt att säga. En modellering av turbiditet orsakad av sjöfart utförd inom projektet Symphony illustrerar dock en något förhöjd turbiditet vid de västra delarna av utsjöbankarna Fladen och Lilla Middelgrund, samt längs inloppet till Öresund (Havs- och vattenmyndigheten 2017).

4. Föreslagna nya ruttsystem i Kattegatt

4.1. Nya ruttsystem

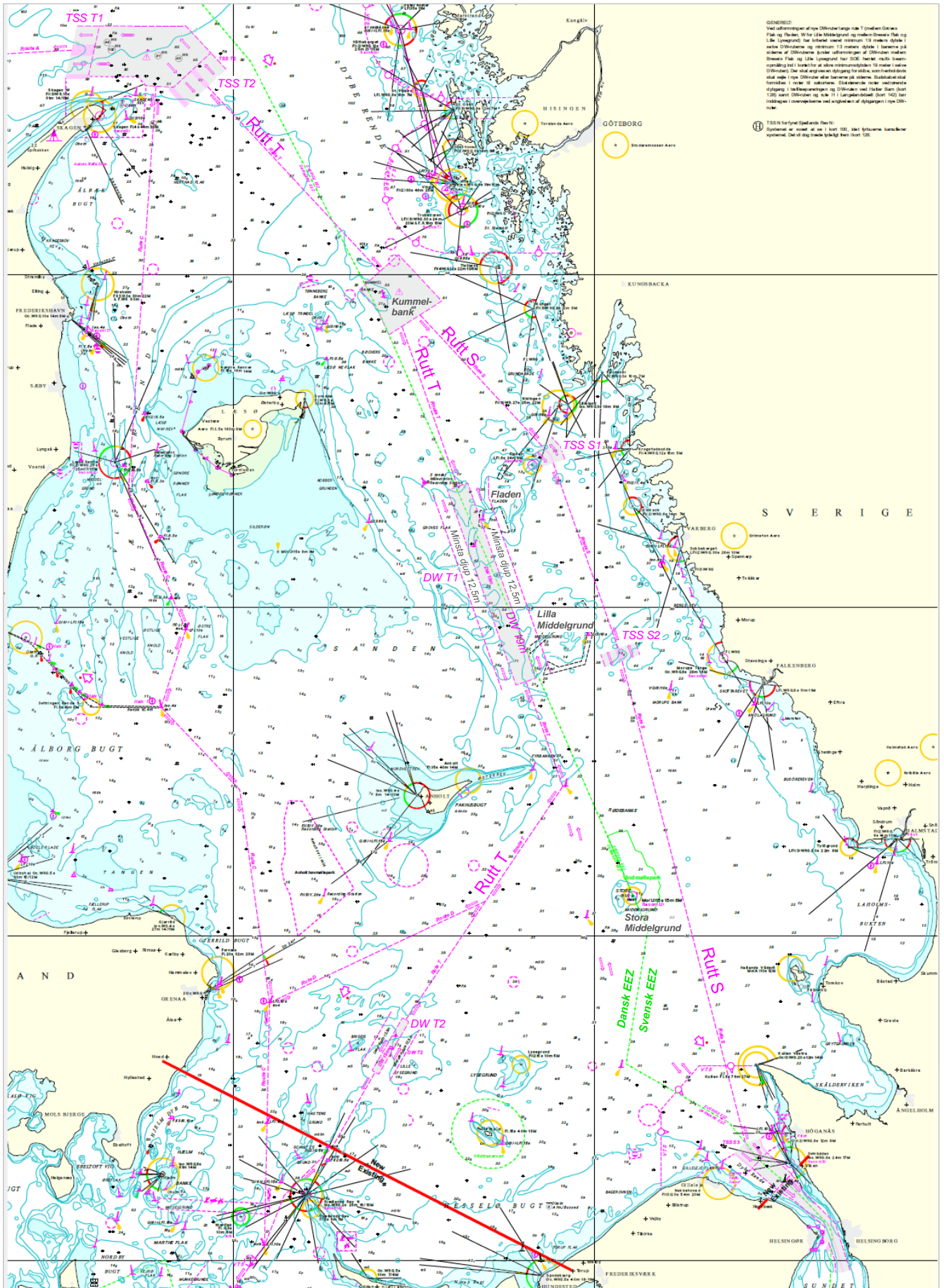
Transportstyrelsens och DMAs pågående arbete med införandet av nya ruttsystem och trafiksepareringszoner TSS:er kommer att påverka dagens trafikflöden i Kattegatt, se figur 10.

Bland annat tillkommer en ny rutt: S-rutten, samtidigt som T-rutten får en ny utformning. Exakta koordinater för hörnpunkter och av TSS:er och mittlinje för rekommenderade rutter har sammanställts av DMA (DMA 2017).

I den nya S-rutten inrättas vidare två nya TSS:er; dels *TSS S1* där leden kröker öster om Fladen (bredd ca 2 x 2 000 m och 400 m separationszon) och dels *TSS S2* öster om Lilla Middelgrund där leden kröker något och där en ca 1 300 m bred separationszon förhindrar passage över en uppgrundning med angivet djup 12,5 m (de angivna nord- respektive sydgående farledsfälten i *TSS S2* har vardera en bredd av ca 2 400 m). En ny TSS, *TSS T3* med en s.k. *Precautionary Area* inrättas vid Öresunds norra inlopp, norr om idag existerande TSS.

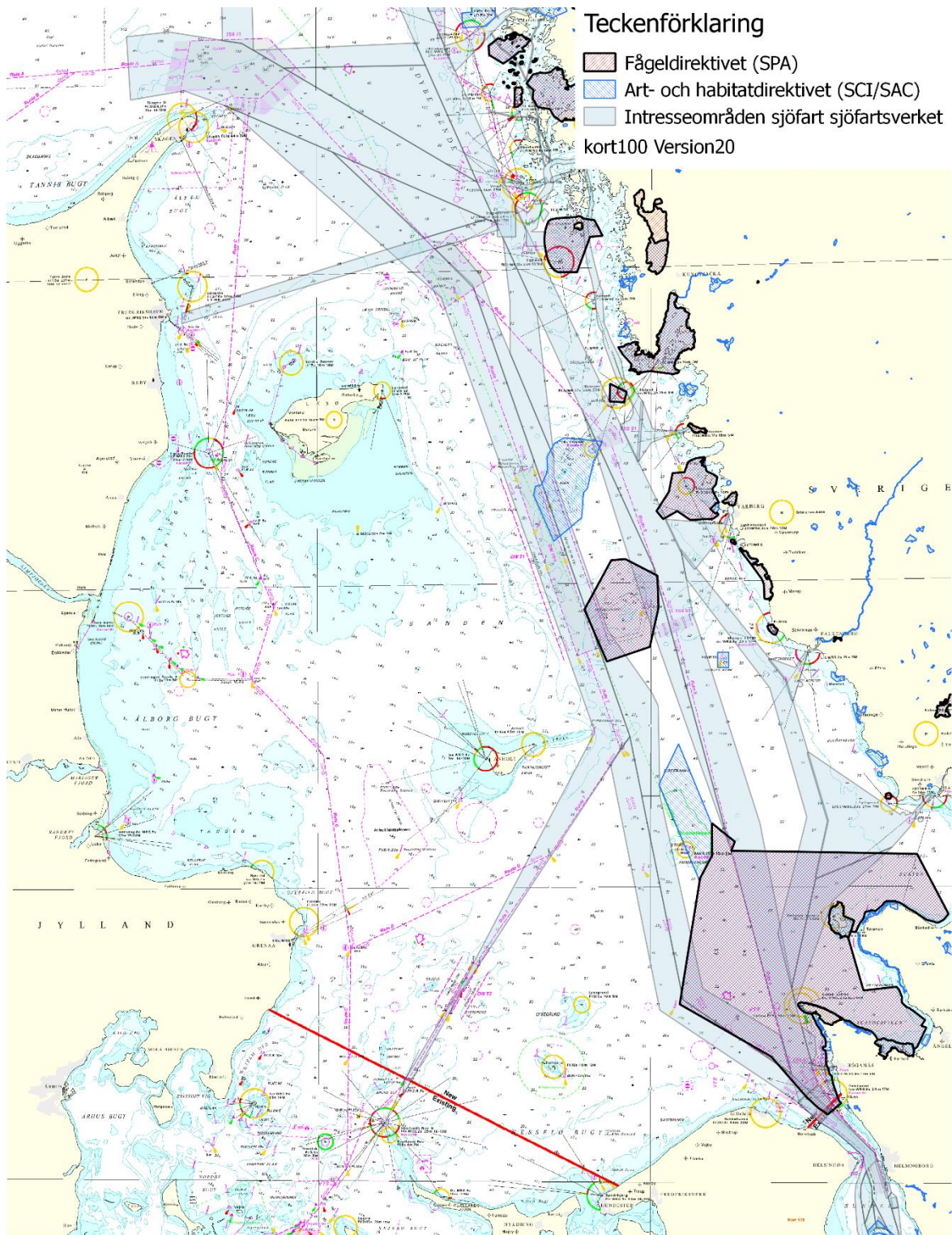
I T-rutten inrättas en ny TSS, *TSS T1/T2*, med *Precautionary Area* vid Skagen. Ytterligare en *Precautionary Area* inrättas vid Kummelbanken, där T- och S-rutten går ihop. Mellan Kummelbanken och mittledsbojen ost om Anholt Österrev, ändras T-ruttens utformning genom att en särskild, dubbelriktad djupvattenled, *DW T1*, med ett minsta vattendjup om 19 m och en bredd av ca 3 500 m inrättas mellan Fladen och Lilla Middelgrund. På vardera sidan om djupvattenleden anges två ca 2 600 m breda sidostråk för nord- respektive sydgående trafik, vilka fartyg med djupgående 10 m eller mindre rekommenderas att använda. Det sydgående sidostråket ligger helt inom dansk ekonomisk zon, det nordgående inom svensk ekonomisk zon medan gränsen skär genom djupledskorridoren.

Avsikten med det föreslagna ruttsystemet är att avlasta T-rutten och minska antalet korsningar genom att rekommendera passage via S-rutten (helt inom svensk ekonomisk zon) för trafik till/från Öresund med ett djupgående på 10 m eller mindre.



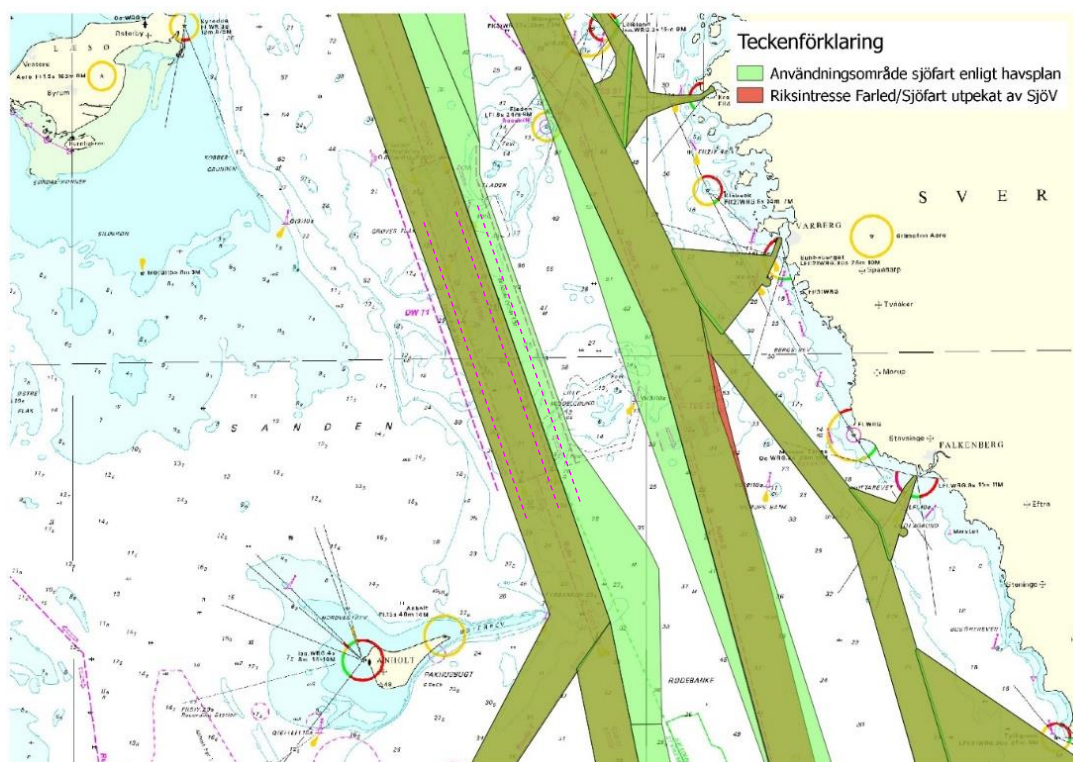
De föreslagna nya ruttsystemen och TSS:erna inryms väsentligen inom de av HaV i Havsplanen föreslagna intresseområdet för sjöfart (*Användningsområde sjöfart*) enligt de gråmarkerade ytorna i kartan i figur 11.

I kartan anges även Natura 2000-områden och marina habitat.



Figur 11. Sjöfartens intresseområden samt Natura 2000-områden inlagda i sjökort med de nya föreslagna ruttsystemen och TSS:erna. (kort 100_ver20). Notera att lila färg uppstår då ett Natura 2000-område är utsett både enligt Fågeldirektivet (SPA) och Art- och habitatdirektivet (SCI/SAC), eftersom kartskikten överlagras.

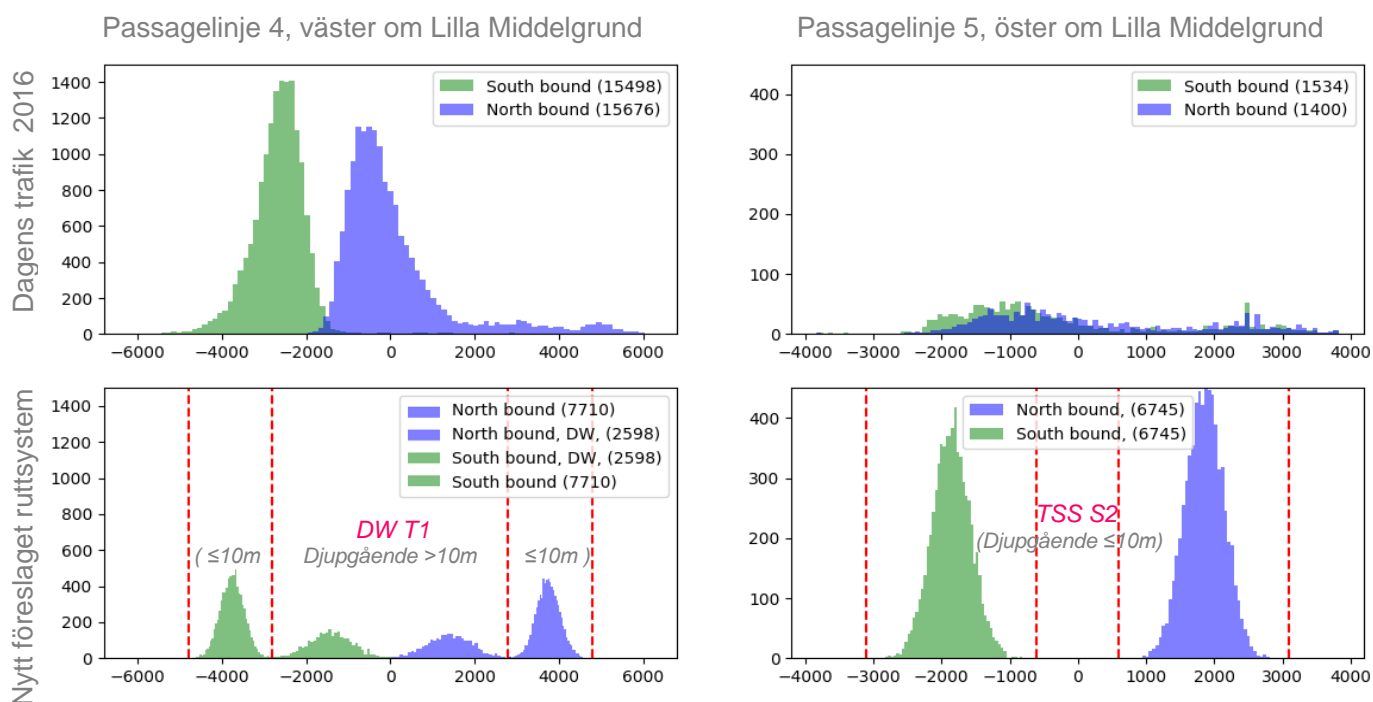
Av kartan ovan framgår att det av HaV föreslagna intresseområdet för sjöfart (*Användningsområde sjöfart*) inte helt anpassats till Transportstyrelsens förslag till förändring av T-rutten och den nya S-rutten. Exempelvis ligger inte S-ruttens del mellan Kummelbank och *TSS S1* inom det gråmarkerade intresseområdet och inte heller för delsträckan mellan *TSS S2* och *TSS S3* är intresseområdet centrerat kring den rekommenderade ruttens mittlinje. För T-rutten i dansk ekonomisk zon från Anholt mot Stora Bält är det grå intresseområdet markerat nordväst om den justerade T-ruttens mittlinje och avsmalnande mot *DW T2*. Vidare kan noteras att det angivna intresseområdet längs den anslutande rutt (nuvarande Rutt D) mellan Öresund och T-rutten vid Anholt är bred och täcker in det dominerande trafikflödet i området. När Rutt S etablerats, väntas dock den andel av Öresundstrafiken som hänvisas till T-rutten och *DW T1* (djupgående >10 m) minska avsevärt och sannolikt även välja en genare rutt väster om men närmare Stora Middelgrund. Det av SjöV utpekade riksintresse sjöfart/farled är som framgår något smalare än det intresseområde som HaV föreslår och exempelvis hamnar det av Transportstyrelsen och DMA föreslagna nordgående farledsstråket i T-rutten öster om angivet riksintresse (figur 12). Figuren nedan indikerar även att västra begränsningslinjen av det sydgående farledsfältet ligger något utanför föreslaget intresseområde. Det förefaller rimligt att gränslinjerna för riksintresse farled-sjöfart justeras så att de nya farledsytorna och ruttsystemen täcks in när föreslagna ändringar fastställs.



Figur 12. Sjöfartens intresseområden (HaV) samt Riksintresse Farled/Sjöfart (SjöV). Notera att där det röda riksintresset överlagras på ljusgrönt intresseområde är färgen olivgrön.

4.2. Förväntad sjötrafik efter genomförandet av föreslagna nya ruttsystem i Kattegatt

Genom inrättande av de föreslagna nya ruttsystemen med TSS:er i T-rutten och i S-rutten förväntas dagens trafik omfördelas mellan lederna och trafikflödena i nord- respektive sydgående riktning väntas bli tydligt separerade. Figuren nedan visar överst dagens (2016) situation med T-rutten till vänster och trafiken öster om Lilla Middelgrund till höger (figur 13). De två nedre histogrammen visar en prognostiserad bild av det förväntade omfördelade trafikflödet för motsvarande passagelinjer (4 och 5). I de prognostiserade figurerna har den laterala fördelningen antagits vara normalfördelad över respektive trafikstråk mellan de avgränsningslinjer (streckade röda linjer) som för den nya S-rutten anges mellan *TSS S1* i norr och *TSS S2* i söder, samt avgränsningslinjerna som ges av djupvattenleden *DW T1* (DW 19m) i T-rutten mellan Lilla Middelgrund och Fladen.



Figur 13. Histogram med antal fartygspassager (nordgående blå respektive sydgående grön) och lateralfördelning över passagelinjerna 4 (vänster) och 5 (höger). De övre histogrammen anger nuläge (2016) och i de undre har motsvarande trafik omfördelats enligt Transportstyrelsens och DMAs förslag.

De olika alternativa rutterna för trafik som passerar mellan Skagen och Öresund (passagelinje 1 och 7) endast marginellt vad gäller distans. S-rutten är endast mindre än en halv procent längre än den idag oftast använda T-rutten och den sammanlänkande delen längs D-rutten.

5. Konsekvensberäkningar – förbrukning och emissioner

AIS-registreringarna tillsammans med kompletterande fartygsdata från separat fartygsdatabas har använts för att, för varje registrerad fartygspassage mellan Skagen och Öresund, beräkna dess framdrivningsmotstånd, effektbehov och bränsleförbrukning vid aktuellt vattendjup och med den hastighet som anges av AIS-registreringarna.

Bränsleförbrukningsberäkningarna tar även hänsyn till tilläggsmotstånd från grundvatteneffekter samt även inverkan av havsströmmar. Strömmen beaktas genom att ett årsmedelvärde av registrerade hastigheter och riktningar längs de respektive rutterna används för korrektion av fartygens hastighet. Medelvärdet av strömhastigheten är lågt samt skiljer inte mycket mellan T- och S-rutten och ger endast marginell inverkan på beräknade förbrukningsvärden.

5.1. Bränsleförbrukning och emissionsuppskattning

För att kunna uppskatta emissioner kvantitativt, används data om framdrivningsmotståndet och energibehov i kombination med data om verkningsgrad och bränsletyp samt specifik bränsleförbrukning för respektive motortyp. Med hjälp av etablerade empiriska data för specifika emissionsfaktorer (Brynolf, 2014) har därefter de totala emissionerna av olika avgaskomponenter uppskattats kvantitativt.

Uppskattningarna är baserade på att hälften av bränsleförbrukningen i den analyserade rutten antas utgöras av MGO (*Marine Gas Oil*) och hälften av tjockare oljekvaliteter, eller blandningar som uppfyller SECA-kravet om högst 0,1 % svavelinnehåll. De senare benämns nedan ULSFO (*Ultra Low Sulphur Fuel Oil*). Den antagna fördelningen mellan dessa kvaliteter baseras på uppgifter om levererade proportioner från Stena Oil, som är en av de största bunkerleverantörerna i Västerhavet och Östersjön.

5.1.1. Resultatredovisning och nyckeltal

För den analyserade sjötrafiken har totala årliga kvantiteter av energibehov, bränsleförbrukning (i ton och SEK) beräknats. Dessa redovisas tillsammans med prognostiserade emissioner från den omdirigerade sjötrafikandelen i den planerade S-rutten och djupvattenleden. Specifika emissionsfaktorer varierar för olika typ, inställning och ålder av motor samt för typ av bränsle och måste därför uppskattas som genomsnittsvärden för den analyserade trafiken. För beräkning av respektive emissionskomponent har etablerade emissionsfaktorer använts.

För uppskattning och jämförelse av bränslekostnaderna för de två analyserade alternativen (dagens bränsleförbrukning samt vid S-rutt), används även ett indikativt värde för bränslepriset. Priset för de angivna bränsletyperna varierar kraftigt och snabbt och det finns inget entydigt värde för 2016 eller 2017.

Prisvariationerna mellan MGO och ULSFO är dock relativt små och prisutvecklingen över tid är snarlik.

5.2. Jämförande beräkningar av bränsleförbrukning och avgasemissioner

Flera bränsleförbrukningsberäkningar har genomförts för olika scenarier med nuvarande trafik och de planerade förändringarna. Eftersom analyserna i första hand avser att ge jämförande resultat mellan de olika alternativen, har all sjötrafik som inte berörs av omdirigeringsalternativen undantagits och ingår ej i de presenterade förbrukningsberäkningarna.

De kvantitativa förbrukningsvärden som presenteras representerar således endast den trafik som under 2016 registrerades transittrafiken mellan Skagen och Öresund, dvs. endast de som passerar både passagelinje 1 och passagelinje 6, men exklusive de som anlöpte eller avgick från hamnar längs Sveriges västkust eller gjorde andra längre uppehåll under resan. Presenterade bränslemängder motsvarar de som skulle förbrukats under sjöresan mellan Skagen och Öresund i dagens T-rutt samt den framtida S-rutten.

5.2.1. Nulägesbild – Förbruknings- och emissionsberäkning

För förbrukningsberäkning av nuläget förutsätts varje fartyg passera den aktuella analyserade sträckan (från passagelinje 1 till passagelinje 6) med en konstant hastighet enligt den registrering som gjorts vid passagelinje 6.

I tabellen nedan redovisas en sammanställning av förbruknings- och emissionsberäkningar för dagens trafik mellan Skagen och Öresund enligt de registrerade ruttval och hastigheter de nyttjat (tabell 1). Den i tabellen angivna distansen avser sträckan via T-rutten utan ”ben”, men i praktiken har de flesta fartygen seglat den längre sträckan via benet.

Tabell 1. Förbruknings- och emissionsberäkning, nuläget via T-rutten, baserat på registrerade ruttval från AIS.

Nuläge, Skagen-Öresund			Utsläpp					Kostnad		
Rutt och antal passager	Distans (nm)	Bränsleförbrukning (ton)	CO2 tot (ton)	N2O tot (ton)	NOx tot (ton)	PM10 tot (ton)	SO2 tot (ton)	förorening till luft (Mkr)	klimatpåverkan (CO2eq)-Ricardo (Mkr)	klimatpåverkan (CO2eq) – M ASEK
Via T-rutten 10 785	124,5	51 154	164 840	7,7	3 406	87,1	103,4	172	145, 5	190,2

5.2.2. Framtidsbild – förbrukningsuppskattningar

För förbrukningsberäkning av framtida sjötrafik mellan Skagen och Öresund fördelas trafiken mellan den nya S-rutten och djupvattenleden *DW T1*, genom att fartyg med djupgående 10 m eller mindre väljer S-rutten och de med djupgående över 10 m (endast 42 stycken) går i djupvattenleden.

Tabell 2. Förbruknings- och emissionsberäkning i framtiden fördelad mellan S-rutten och DW T1.

Framtida, Skagen-Öresund			Utsläpp					Kostnad		
Rutt och antal passager	Distans (nm)	Bränsleförbrukning (ton)	CO2 tot (ton)	N2O tot (ton)	NOx tot (ton)	PM10 tot (ton)	SO2 tot (ton)	förorening till luft (Mkr)	klimatpåverkan (CO2eq)-Ricardo (Mkr)	klimatpåverkan (CO2eq) – M ASEK
Via S-rutten 10 743	124,9	47 296	152 407,8	7,1	3 149,2	80,6	95,6	159, 1	134, 6	175,9
Via DW T1 42	126,8	404	1 301,9	0,061	26,9	0,688	0,816	1, 36	1, 15	1, 5
Totalt 10 785		47 700	153 709,7	7,2	3 176,1	81,3	96,4	160, 5	135, 7	177, 4

Av tabellen framgår att den totala förbrukningen väntas bli ca 6% lägre. Detta förklaras av att passage via S-rutten ger mindre grundvatteneffekter och motståndsökning än passage via T-rutten. Detta ger en viss minskning av den totala bränsleförbrukningen trots att distansen är marginellt längre i S-rutten (tabell 2).

5.3. Värderande analys av bredden på sjöfartens intresseområde med avseende på sjösäkerhet och framkomlighet

Det finns inga etablerade normer för vad som bedöms vara tillräcklig bredd av farledsytter till sjöss och bedömningar baseras på lokala förhållanden om

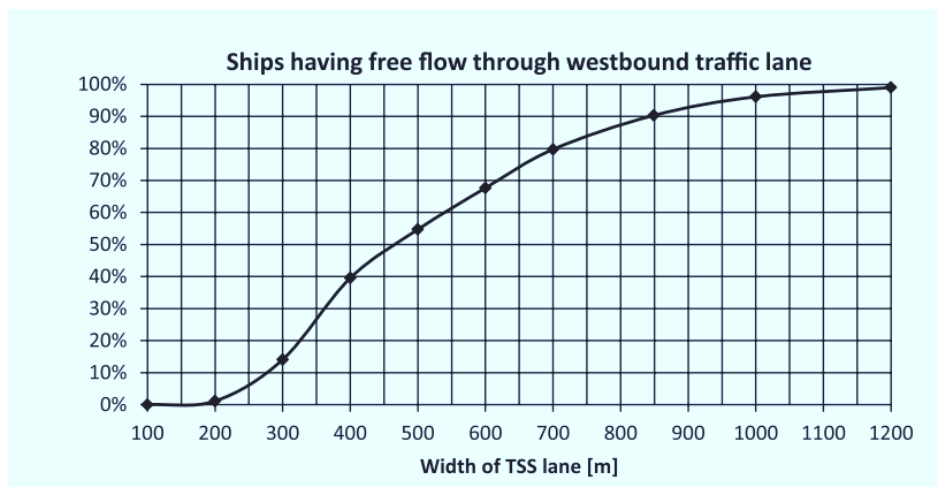
trafikintensitet, fartygsstorlekar, navigationsförutsättningar mm. Trafikanalys av AIS-statistiken ger dock värdefull information om lateral trafikfördelning, frekvens av möten, omkörningar och korsande trafik mötesfrekvens mm.

Frågor kring hur bred en farled bör vara för att säkerställa fullgod sjösäkerhet har under lång tid varit föremål för forskning. De aktualiseras särskilt i fall där stora fartyg skall passera smala sund, kanaler eller brospann, och för dessa fall finns och också etablerade riktlinjer och metodik för att bestämma lämpliga värden, exempelvis de som presenteras av PIANC (*The World Association for Waterborne Transport Infrastructure*) (PIANC, 2014). I dessa riktlinjer baseras rekommenderade bredder vanligen på det dimensionerande typfartygets bredd, på karaktäristiska ström- och vågförhållanden mm.

För leder till sjöss och TSS:er som inte begränsas av uppenbara fysiska hinder, finns däremot inga entydiga rekommendationer men en hel del forskning har riktats mot frågor kring vad som är tillräckligt stora avstånd mellan mötande och omkörande fartyg. Många forskningsstudier har gjorts för att analysera vilka avstånd som upplevs som tillräckligt stora och vilka avstånd som tillämpas om inga yttre begränsningar anges. Detta beskrivs ofta i termer av en s.k. komfortzon (fartygsstorleksberoende) kring det egna fartyget, inom vilken man inte önskar att andra fartyg skall befinna sig inom. Fuji föreslog redan på 70-talet (Fuji, 1971) en elliptisk komfortzon och flera andra forskare har senare utvecklat denna modell bl.a. baserat på empiriskt insamlade data.

I samband med planer på en broförbindelse över Fehmarnbält mellan Danmark och Tyskland, presenterades exempelvis en studie som kommer fram till att ca 1 000 m breda trafikfält i vardera riktningen är tillräckligt för att säkerställa att det aktuella trafikflödet skall kunna passera utan att kritiska närsituationer skall behöva uppstå (Koldberg Jensen 2013). Beräknade samband mellan s.k. *free flow* trafikflöde och bredd av föreslagen TSS framgår av figuren nedan.

Enligt diagrammet i figur 14 skulle mer än 95% av trafiken kunna räkna med ”free flow”, dvs passage utan att behöva gira eller korrigera hastighet med hänsyn till annan trafik i samma riktning. Resultat av denna studie kan



Figur 14. Andel fartyg som förväntas kunna passera utan särskilda kollisionsförebyggande åtgärder gentemot andra fartyg s.k. free flow i västgående farledsfält som funktion av fältets bredd (Koldberg Jensen 2013).

bedömas vara relevant även för T-rutten, eftersom trafiken genom Fehmarn Bält (och Stora Bält) utgör en delmängd av den trafik som trafikerar T-rutten.

Inom forskningsprojektet EfficienSea II bedriver SSPA studier om sjösäkerhet bl.a. med särskild inriktning på komfortzoner och farledsbredd (Andersson, 2017). Studierna baseras delvis på empiriska studier från Kattegatt och enligt dessa ger en elliptisk komfortzon med bredd av 1 400 m, att en tillräcklig bredd för säkra omkörningar ges av ett 2 100 m brett farledsfält i vardera riktningen.

Med ledning av ovanstående indikeras att 1 000 m kan utgöra tillräcklig bredd och att det inte finns några uppenbara sjösäkerhetsmässiga vinster att hämta på att göra TSS:erna bredare än 2 100 m i vardera riktning.

De av Transportstyrelsen och DMA föreslagna TSS:erna är bredast vid Skagen där trafikflödet är störst; *TSS T2* har 2 700 m bredd i vardera riktning, medan S-ruttens TSS:er har 2 000 och 2 400 för *TSS S1* respektive *TSS S2*. *TSS S3* vid Öresund, som ansluter till existerande TSS i sundets smalare passage, har en bredd om 1 500 m i vardera riktning. I den föreslagna djupvattenleden *DW T1* mellan Fladen och Lilla Middelgrund kommer merparten av trafiken att hänvisas till sidoleder med 2 500 m bredd i vardera riktning, medan omkring en tredjedel av trafiken väntas nyttja den mellanliggande dubbelriktade leden *DW 19m*, som är ca 3 600 m bred. I den kortare *DW T2*, är sidoledererna 2 200 m breda medan den dubbelriktade *DW 19m* är begränsad till ca 1 300 m pga. bottentopografin.

Baserat på ovan refererade studier och med hänsyn till förväntad trafikfördelning samt rådande djupförhållanden bedöms föreslagna ruttsystem och TSS:er ge tillräckligt breda trafikstråk.

Det är dock viktigt att notera att det finns en rad andra säkerhetsmässiga aspekter som påverkar sjösäkerheten och kollisionsriskerna i det föreslagna ruttsystemet med T-rutten och den nya S-rutten. En mera omfattande riskanalys är under utarbetning av DMA (bl.a. med hjälp av verktyget IWRAP), för att styrka och kvantifiera att förslaget innebär att sjösäkerheten i hela det aktuella området kommer att förstärkas på det sätt som ruttomläggningen avser. För att kunna godkännas av den internationella sjöfartsorganisationen IMO, bör den säkerhetsmässiga nyttan av denna typ av förändrade ruttsystem med införande av nya TSS, styrkas av en s.k. FSA, (*Formal Safety Assessment*).

Beträffande det av HaV föreslagna intresseområdet för sjöfart, *Användningsområde sjöfart* enligt 11 kan noteras att detta område, med överlappande marginal inrymmer de nya TSS:er och farledsområden som Transportstyrelsen föreslagit. Dock med undantag för den västra kanten (sydgående trafikfält) av området väster om den nya T-rutten och *DW T1* samt några andra delområden som anges kapitel 4.1. Även de områden som av Sjöfartsverket utpekats som riksintresse för sjöfart/farled inryms helt inom det av HaV föreslagna intresseområdet för sjöfart

Inrättandet av de nya rutterna och TSS:erna förväntas överlag ge en mer samlad trafikbild och trafiken utanför farledsstråken bedöms bli mindre än idag.

Av denna anledning bedöms det inte påkallat att zonerna för *Användningsområde sjöfart* skulle behöva göras bredare än de farledsytter som definieras av de nya ruttsystemen. Trafik utanför och tvärs de nya och förändrade lederna kommer att ske även i framtiden och bedöms väsentligen

att ske inom de områden som täcks in av det föreslagna intresseområdet sjöfart och angivna korsande/ diagonala stråk samt ankringplatser och farleder till större hamnar. Med hänsyn till sjötrafikintressen och säkerhetsaspekter förefaller *Användningsområde sjöfart* enligt HaV:s planförslag i huvudsak vara väl dimensionerade och lokaliserade med hänsyn till dagens trafik. För förväntad framtida trafik som dirigeras och fördelas enligt föreslagna nya ruttsystem och TSS:er, bör dock intresseområdets stråkbredd och lokalisering anpassas till de yttre begränsningslinjer som definieras av nya och modifierade ruttsystem och TSS:er.

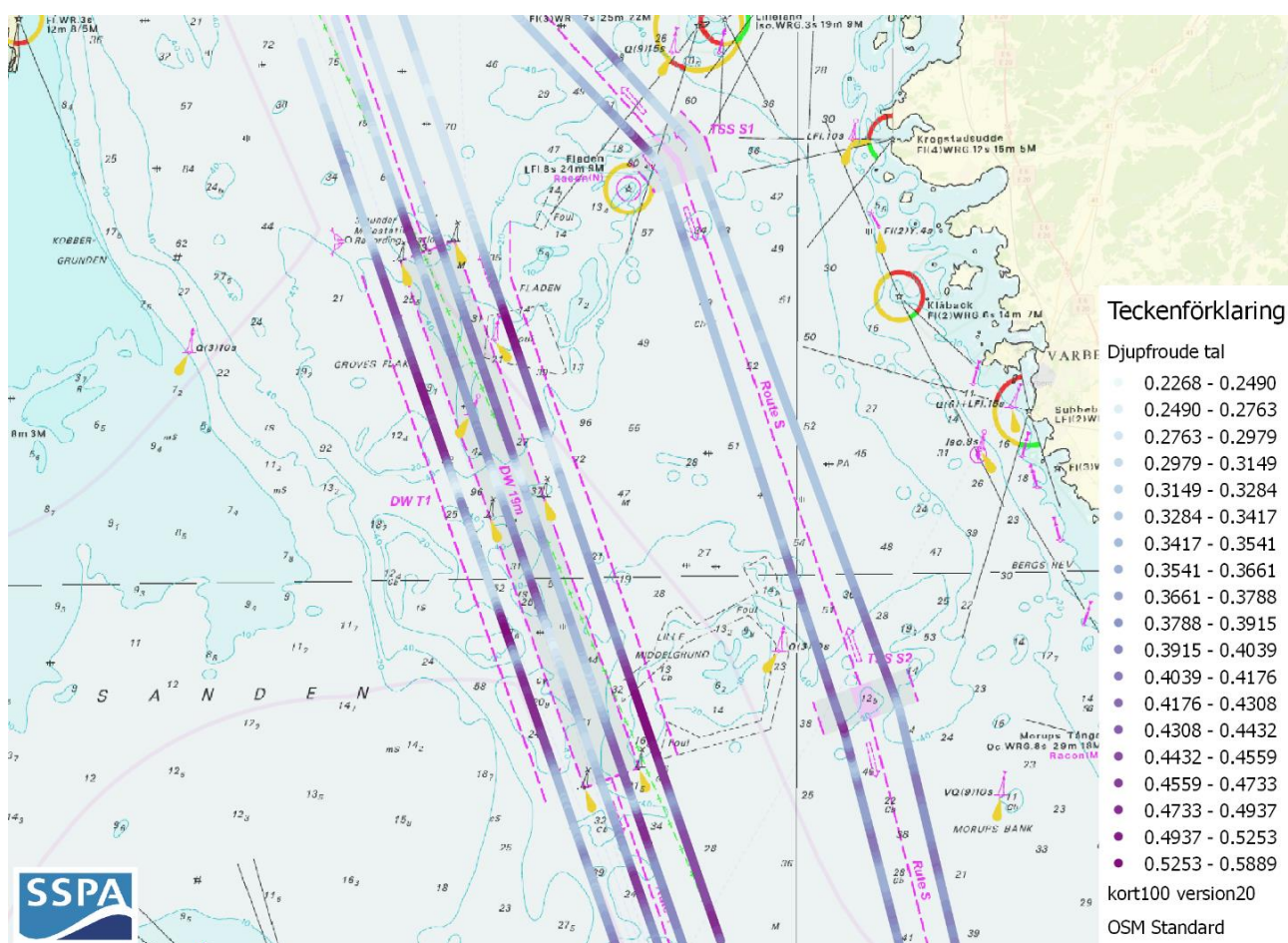
5.4. Jämförelser av beräknad inverkan av grunt vatten och möjlig bottenpåverkan

På liknade sätt som fartygens framdrivningsmotstånd ökar på grunt vatten, beroende på vattendjupet, fartygets djupgående, fart och storlek, så samverkar dessa faktorer till att generera rörelser i vattnet vid havsbotten.

Vattenrörelserna, kan beroende på bottenbeskaffenhet och substratets partikelstorlek eller sedimenttyp, leda till erosion eller grumling och till att förutsättningarna för bottenlevande djur och växter påverkas. Effekterna kan vara av temporär art men ackumulerade effekter av frekvent återkommande trafik kan ge långsiktiga effekter.

Denna utredning omfattar ingen fullständig kartläggning av hur fartygstrafiken påverkar vattenrörelserna vid havsbotten, men en jämförande indikativ bild fås genom att presentera omfattningen av fartygstrafik vid s.k. kritiskt djup-Froudetal ($v/(gh)^{1/2}$) för det föreslagna nya ruttsystemet. Djup-Froudetalet belyser samband mellan vattendjup (h) och fartygens fart (v) men avspeglar inte i vilken omfattning fartygens storlek och form inverkar på omfattningen bottenpåverkande vattenrörelser. Djup-Froudetal 1,0 betecknas som kritiskt djup-Froudetal med avseende på svallvågsbildning och motstånd. Djup-Froudetal under 0,7 bedöms oftast inte ge några påtagliga effekter på svallvågsbildning, motstånd och botten effekter. Beräkningsmodeller för mera fullständig beräkning av sådan bottenpåverkan utvecklas inom ett forskningsprojekt (FAMOS/MSP-E2) på SSPA med stöd från SjöV.

För att i någon mån kunna bedöma om och hur de nya föreslagna ruttsystemen och TSS:erna skulle kunna påverka förutsättningarna för fartygsgenererad bottenerosion, har djup-Froudetalet plottats längs mittlinjen av de föreslagna nya rutterna, se figur nedan. Figuren representerar en passagehastighet av 15 knop och färgskalan visar med en intensivare violett nyans de områden med begränsat vattendjup där djup-Froudetalet ökar. Farten 15 knop representerar en karaktäristisk hastighet för flertalet av dagens observationer vid passagelinje 4, väster om Lilla Middelgrund. Vid beräkning av djup-Froudetalet (liksom vid beräkning av fartygens framdrivningsmotstånd) används djupdata från EMODnet (*European Marine Observation and Data Network*) vilket ger en mer högupplöst bild än vad som indikeras av sjökortet.



Figur 15. Djup-Froudetal för passage vid 15 knop i de aktuella farledsfälten i de nya aktuella T- respektive S-rutterna.

Figuren visar att djup-Froudetal på upp till ca 0,6 uppträder vid passage av Lilla Middelgrund och Fladen (figur 15). Effekterna är mest påtagliga i lederna i T-rutten och uppträder där främst i det ostliga, nordgående farledsfältet men även i det sydgående västliga farledsfältet där utgrundningar från Gruvers flak och Sanden på den danska sidan, gör att passerande trafik tangerar 20-metersdjupkurvan. Den trafik som förväntas gå i djupvattenleden, *DW T1*, mittemellan de övriga är i mindre grad påverkade av begränsat djup och endast på enstaka platser indikeras djup-Froudetal omkring 0,5. Det är dock i denna mellersta led som de fartygs med största djupgående kommer att passera (fartyg med djupgående >10 m rekommenderas att gå i DW-rutten *DW T1*), varför eventuella effekter av bottenpåverkan ändå inte kan avfärdas från trafik i denna del.

Utöver hastighetens inverkan och djup-Froudetalet, så är även förhållandet mellan vattendjupet (h) och fartygets djupgående (T) av stor betydelse för omfattningen av eventuell bottenpåverkan. Då förhållandet h/T är mindre än 3 kan grundvatteneffekter påräknas och då h/T : $1,2 < h/T < 1,5$ betraktas det som grunt och påtaglig botten effekt kan förväntas även vid djup-Froudetal under 0,7.

Vid en jämförande värdering mellan dagens situation och en framtida situation då trafiken omfördelats enligt figur 13 kommer å ena sidan en betydande andel av trafiken att avlastas från den, med avseende på djup-Froudetalet, mer kritiska T-rutten till den nya mindre kritiska S-rutten. Å andra sidan kommer kvarvarande trafik på den nya T-rutten att i högre grad fördelas mot de yttre begränsningslinjerna med en pik i den nordgående trafiken som ligger omkring 4 000 m ostligare och närmare Lilla Middelgrunds västra sida, än dagens mer utspridda och västligare orienterade fördelning.

Det är dock svårt att utan mera ingående analys av aktuella h/T-förhållanden, djup-Froudetal och lateralfördelning av passerande fartygstyper och djupgående, göra någon entydig bedömning av om och var riskerna för bottenpåverkan blir störst och hur de förändras om de nya ruttsystemen införs. En mer detaljerad analys kan genomföras baserat på nu pågående studier inom projektet MSP-E2 på SSPA.

5.5. Jämförande bedömning av potentiella negativa miljöeffekter av fartygstrafiken

Att ur naturvårdshänseende bedöma om den föreslagna omfattningen av *användning sjöfart* kan väntas medföra en negativ miljöpåverkan är svårt, eftersom det även i nuläget är oklart i hur stor utsträckning sjöfarten påverkar de marina miljöerna och organismerna. Det bör även påpekas att de långsiktiga effekterna av sjöfartens påverkan på de marina miljöerna är svåra att utvärdera, eftersom till exempel effekterna av kroniskt buller på marina organismer är ej är tillräckligt klarlagda (Simmonds et al. 2014). Det finns dock indikationer på hur förändringar av fartygstrafiken kan komma att påverka naturvärdena.

Flera av habitaterna inom Natura 2000-områdena i det berörda området är känsliga för oljeutsläpp. Maerlbäddar, mjukbottnar med sjöpenor samt utsjöbankar med höga naturvärden anses alla vara mycket eller extremt sårbara för olja (Edman et al. 2011), och maerl och finkorniga mjukbottnar har visats ha en relativt lång respektive lång återhämtningsperiod (Dauvin och Gentil 1990, Dauvin 1998). I detta avseende sammanfaller intentionen att öka sjösäkerheten med hjälp av bl.a. trafiksepareringssystem mycket väl med behovet av att ur naturvårdshänsyn förebygga oljeutsläpp, då risken för större utsläpp av olja bedöms att främst komma från kollisioner och grundstötningar (MSB 2016). Såsom påtalas i den värderande analysen av bredden på *Användningsområde sjöfart* är det dock viktigt att beakta framtida resultat av den mer omfattande riskanalys som utförs, för att styrka huruvida sjösäkerheten i havsområdet förstärks på det sätt som ruttomläggningen avser. Utöver detta kan det vara av intresse att undersöka om trafiksäkerheten i rutterna påverkas negativt av att trålning sker inom dessa.

Angående undervattensbuller från sjöfarten så är det i dagsläget inte klarlagt hur detta påverkar majoriteten av de marina organismerna, men man har funnit att det kan ha en inverkan på såväl metabolism som beteende hos ett antal organismer. För tumlare förefaller det som om de ofta undviker områden med intensiv sjöfart (Palka och Hammond 2001, Herr et al. 2005, Carlström et al. 2008). Eftersom farlederna i nordvästra Skånes havsområde, samt mellan

Fladen och Balgö, leder genom områden som anses viktiga för tumlare så skulle det alltså i detta avseende vara eftersträvansvärt att bredden på *Användningsområde sjöfart* inte överstiger den bredd som krävs för en bibehållen sjösäkerhet. Detsamma gäller för områden i södra Kattegatt och Öresund som utgör ett viktigt torsklekområde. För torsk har det visats att regelbunden exponering för fartygsbuller kan resultera i fysiologiska förändringar hos larverna, och att dessa kan leda till en minskad överlevnad (Nedelec et al. 2015). Eftersom kunskapen om påverkan från sjöfartsbuller är mycket begränsad rörande majoriteten av de övriga marina organismerna, men att man har sett negativa effekter på beteende såsom minskat grävande hos havskräftor och minskad och långsammare respons på predationsförsök hos ål (Simpson et al. 2014, Solan et al. 2016), så skulle detta även vara eftersträvansvärt ur försiktighetssynpunkt. Framöver skulle det även vara önskvärt att utreda vilka åtgärder som kan genomföras för att minska bullret som skapas av sjöfarten. En möjlighet för att begränsa buller från sjöfart kan vara att införa hastighetsbegränsningar i områden som identifieras som särskilt känsliga, eftersom en minskad hastighet generellt sett leder till en minskning av buller från sjöfarten (McKenna et al. 2013, Leaper et al. 2014, Audoly et al. 2017). En studie i Medelhavet har t.ex. uppskattat att en hastighetsminskning på ca 2 knop har resulterat i en minskning av det "akustiska fotavtrycket" med 50% (Leaper et al. 2014). Det är dock viktigt att beakta att en hastighetsminskning i syfte att minska buller leder till en ökad uppehållstid i området, och att minskningen av den kumulativa ljudexponering därför blir mindre än minskningen i ljudnivå (McKenna et al. 2013).

Med avseende på sjöfartens bottenpåverkan i de grundare områdena, såsom Fladen och Lilla Middgrund, indikerar de låga djup-Froudetalen, vid typiska passagehastigheter, att bottenpåverkan troligen är mycket begränsad. Då utsjöbankar generellt har en hög exponeringsgrad (Naturvårdsverket 2006), förefaller det troligt att bottenpåverkan på grund av sjöfarten därför blir av relativt liten betydelse. En mer ingående analys skulle dock krävas för att fastslå var riskerna för bottenpåverkan blir störst vid skiftet till det nya ruttsystemet.

Bedömningen av sjöfartens påverkan på naturvärden i denna utredning är baserad på tillgängliga rapporter och inventeringar. Det är dock viktigt att påpeka att det vid svenska västkusten saknas kartering av biologiska värden för stora områden, och att en förbättrad underlagsinformation skulle underlätta en bedömning. I de fall då inventeringar och kartering genomförts på uppdrag av svenska myndigheter skulle det också vara fördelaktigt om denna information, t.ex. kartlager, tillgängliggörs för användning inom denna typ av utredningar.

6. Slutsatser och rekommendationer

6.1. Sammanvägd bedömning av sjöfartens intresse och naturhänsyn för det föreslagna nya ruttsystemet

Inrättandet av föreslagna nya och modifierade rekommenderade rutter med TSS:er, precautionary areas och djupvattenleder, förväntas överlag ge en mer samlad trafikbild och trafiken utanför farledsstråken bedöms bli mindre än idag. De farledsytor som definieras av de nya ruttsystemen bedöms därför vara lämplig utgångspunkt även för dimensionering av de stråk och zoner som ingår i *Användningsområde sjöfart*. Mittlinjerna i rekommenderade rutter tillsammans med TSS:er och djupvattenleder definierar noggrant de farledsytor som kommer att nyttjas och *Användningsområde sjöfart* bör täcka hela ytan, inklusive precautionary areas men bedöms inte behöva vara bredare än farledsytan. Utöver dessa farledsytor för transittrafik, ingår viktiga korsande sjötrafikstråk liksom farleder till större hamnar samt ankringsplatser i *Användningsområde sjöfart*. Sjötrafikanalyser påvisar också vissa områden vid sidan av huvudstråken som frekvent nyttjas för aktiviteter som bunkring och proviantering/besättningsbyten.

De nya ruttsystemen och TSS:erna bedöms bidra till ökad sjösäkerhet genom att trafik till Öresund separeras från trafik till Stora Bält under större del av passagen genom Kattegatt, och genom att de nya TSS:erna och djupvattenleden separerar nord- och sydgående trafik på ett effektivt sätt. Den kritiska delningspunkten mellan trafik till Stora Bält och Öresund flyttas norrut från Anholts Österrev till en ny *Precautionary Area* vid Kummelbank där T- och S-rutten går ihop under mindre vinkelskillnader än vid Anholt. Med hänsyn till förväntad trafik och erfarenheter från närliggande sjötrafikområden, förefaller dimensionering av TSS:er och DW-leder vara välavvägda, men kompletterande jämförande analyser av kollisions- och grundstöttningsrisker genomförs som en del av planeringsprocessen.

Den nya S-rutten innebär mer sjötrafik och därmed en ökad miljöbelastning närmare svensk kust, men den totala bränsleförbrukningen och emissionerna bedöms minska något genom att Öresundstrafiken avlastas från T-rutten. Distansen för transittrafiken mellan Öresund och Skagen påverkas endast marginellt genom omdirigering till S-rutten medan transitdistansen via Stora Bält i T-rutten blir något längre genom ökade klarningsmarginaler vid rundning av Anholt och Skagen.

Ur naturvårdshänseende anses en ökad sjösäkerhet vara av stor vikt, eftersom flertalet marina naturvärden i området är sårbara för olja, och ej möjliga att sanera vid utsläpp. På grund av att sjöfart förefaller påverka den sårbara arten tumlare negativt, och riskerar att påverka även andra organismer i havsområdet, är det dock eftersträvansvärt att bredden på *Användningsområde sjöfart* inte överstiger den bredd som krävs för en bibehållen sjösäkerhet. I områden som anses särskilt känsliga för

bullerpåverkan skulle det vara fördelaktigt att utreda möjligheterna att minska buller från sjöfarten. Då Kattegatt innehåller många områden med höga naturvärden, som redan i dag har inventerats och karterats i varierande utsträckning, är det också önskvärt att följa upp hur den förändrade fartygstrafiken påverkar dessa. Det är även av intresse att bedöma om trålfiske inom de aktuella rutterna kan utgöra en sjösäkerhetsrisk.

6.2. Rekommendationer

- Det föreslagna ruttsystemet är utformat för att tillgodose hög sjösäkerhet och sjöfartens behov av effektiva trafikrutter. Farledsstråken i havsplanens *Användningsområde sjöfart* längs den föreslagna nya S-rutten och den modifierade T-rutten bör utformas så att bredd och lokalisering sammanfaller med de begränsningslinjer som definieras av rekommenderade leders mittlinjer, TSS:er och DW-leder.
- För den nya djupvattenleden *DW T1* ligger de markerade sidofarlederna delvis utanför föreslaget *Användningsområde sjöfart* och utanför riksintresse sjöfart/farled. En närmare granskning och eventuell justering bedöms vara motiverad.
- För den nya S-rutten är det angivna *Användningsområde sjöfart* mellan Lilla Middelgrund och Öresund inte centrerat kring ledens mittlinje. Vidare ligger inte S-ruttens del mellan Kummelbank och *TSS S1* inom det gråmarkerade intresseområdet. En närmare granskning och eventuell justering bedöms vara motiverad.
- För det farledsstråk som sammanlänkar T-rutten vid Anholt med Öresund bedöms förändringen av Rutt D innebära att detta farledsstråk rätas ut och delvis hamnar i svensk ekonomisk zon. Trafikfrekvensen väntas minska väsentligt och bredd och lokalisering av angivet *Användningsområde sjöfart* bör justeras i området.
- Utred möjligheterna att minska buller från sjöfarten i särskilt känsliga områden, såsom områden med betydelse för tumlare och torsklek.
- Genomför uppföljning av kända naturvärden i syfte att undersöka den förändrade fartygstrafikens påverkan.
- För att fastslå om de nya rutterna riskerar att leda till bottenpåverkan skulle en mer ingående analys behöva göras.
- Säkerställ att viktig information från inventeringar och karteringar som utförts i regi av svenska myndigheter tillgängliggörs.
- Utred om trålning inom rutterna kan påverka trafiksäkerheten negativt.

7. Referenser

Akkaya Bas, A., Christiansen, F., Amaha Öztürk, A., Öztürk, B., & McIntosh, C. (2017). The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey. *PLoS One*, 12, e0172970.

Andersson, A. (2017). D6.9 Report on Normal Zone. *EfficienSea2*. 2017-05-31. SSPA Sweden AB.

Audoly, C., Gaggero, T., Baudin, E., Folegot, T., Rizzuto, E., Mullor, R.S., André, M., Rousset, C., & Kellett, P. (2017). Mitigation of Underwater Radiated Noise Related to Shipping and Its Impact on Marine Life: A Practical Approach Developed in the Scope of AQUO Project. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 42, 373–387.

Brandt, M. J., Diederichs, A., Betke, K., & Nehls, G. (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 205–216.

Brynolf, S. (2014). *Environmental Assessment of Present and Future Marine Fuels*. (Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy), Chalmers University of Technology, Gothenburg.

Cabioch, L., Dauvin, J.C. & Gentil, F. (1978). Preliminary observations on pollution of the sea bed and disturbance of sub-littoral communities in northern Brittany by oil from the Amoco Cadiz. *Marine Pollution Bulletin* 9, 303–307.

Carlström, J., & Carlén, I. (2016). Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. *AquaBiota Water Research* 2016:04. 91s.

Carlström, J., Rappe, C., & Königson, S. (2008). Åtgärdsprogram för tumlare 2008-2013 (*Phocoena phocoena*). *Naturvårdsverket Rapport* 5864.

Cross, W.E., Wilce, R.T. & Fabijan, M.F. (1987). Effects of Experimental Releases of Oil and Dispersed Oil on Arctic Nearshore Macrobenthos. III. Macroalgae. *Arctic* 40, 211–219.

Dauvin, J.-C. & Gentil, F. (1990). Conditions of the peracarid populations of subtidal communities in Northern Brittany ten years after the Amoco Cadiz oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 21, 123–130.

Dauvin, J.-C. (1998). The fine sand *Abra alba* community of the Bay of Morlaix twenty years after the Amoco Cadiz oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 36, 669–676.

- Dähne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V., Adler, S., Krügel, K., Sundermeyer, J., Siebert, U. (2013). Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environ. Res. Lett.* 8, 25002. doi:10.1088/1748-9326/8/2/025002
- Dyndo, M., Wiśniewska, D.M., Rojano-Doñate, L., Madsen, P.T., 2015. Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific Reports.* 5, 11083.
- Edman, T., Engdahl, A. & Odentun, P. (2011). Sårbarhetsanalys för oljeutsläpp i svenska havsområden. Naturvårdsverket Rapport 6410. 77s.
- Edmonds, NJ, Firmin, CJ, Goldsmith, D, Faulkner, RC & Wood, DT. (2016). A review of crustacean sensitivity to high amplitude underwater noise: Data needs for effective risk assessment in relation to UK commercial species. *Marine Pollution Bulletin.* 108, 5–11.
- Engås, A, Misund, OA, Soldal, AV, Horvei, B & Solstad, A. (1995). Reactions of penned herring and cod to playback of original, frequency-filtered and time-smoothed vessel sound. *Fisheries Research*, 22, 243e54.
- Eriksson, B. K., Sandström, A., Isæus, M., Schreiber, H. & Karås, P. (2004). Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61, 339–349.
- Feder, H.M. & Blanchard, A. (1998). The deep benthos of Prince William Sound, Alaska, 16 months after the Exxon Valdez oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 36, 118–130.
- Fuji, J. T. (1971). Traffic Capacity. *The Journal of navigation*, 24, 543-552. .
- Granath, L. (2004). Fartygstrafik och stranderosion i Stockholms skärgård. Länsstyrelsen Stocokholms län. Rapport 2004:19.
- Göransson, P., Emanuelsson, A. & Lundqvist, M. (2014). Kartering av bottenfaunan i sydöstra Kattgatt 2014. 62s.
- HaV. (2017). "Karttjänster", <https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/kartor--gis/visa-koordinater-pa-en-karta.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2015). Havsplanering – Nuläge 2014. Statlig planering i territorialhav och ekonomisk zon. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:2. 218s.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2016). Havsplan - Västerhavet. Statlig planering i territorialhav och ekonomisk zon. 70s.

Havs- och vattenmyndigheten. (2017). Symphony – ett planeringsverktyg för ekosystembaserad havsplanering.

<https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/havsplanering/om-havsplanering/symphony---ett-planeringsverktyg-for-havsplanering.html>

Helcom. (2016). Helcom Annual report on discharges observed during aerial surveillance in the Baltic Sea, 2015. 15s.

Herr, H., Gilles, A., Scheidat, M., & Siebert, U. (2005). Distribution of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the German North Sea in relation to density of sea traffic. ASCOBANS 12th Advisory Committee Meeting, Brest, France.

10s.

Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 5–20.

IMO. (2017). "Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972",

<http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/colreg.aspx>

Jensen, P. (1992). "Bubbling reefs" in the Kattegat: submarine landscapes of carbonate-cemented rocks support a diverse ecosystem at methane seeps.

Marine Ecology Progress Series, 83, 103–112.

<https://doi.org/10.3354/meps083103>

Kennicutt, M.C. (1990). Oil spillage in Antarctica. *Environmental Science and Technology* 24, 620–624.

Kingston, P.F. (2002). Long-term environmental impact of oil spills. *Spill Science & Technology Bulletin* 7, 53–61.

Koldberg Jensen, T. E. (2013). Free Flow - Efficiency of a one-way traffic lane between two pylons. *The Journal of navigation*. 66, 941-951. Royal Institute of Navigation.

Larsson, K. & Tydén, L. (2005). Effekter av oljeutsläpp på övervintrande alfågel *Clangula hyemalis* vid Hoburgs bank i centrala Östersjön mellan 1996/97 och 2003/04. *Ornis Svecica* 15, 161–171.

Leaper, R., Renilson, M.R., and Ryan, C. (2014). Reducing underwater noise from large commercial ships: current status and future directions. *Journal of Ocean Technology*. 9(1): 50-69.

Lee, R.F., Page, D.S., 1997. Petroleum hydrocarbons and their effects in subtidal regions after major oil spills. *Mar. Pollut. Bull.* 34, 928–940.

Lindholm, T., Svartström, M., Spoof, L., & Meriluoto, J. (2001). Effects of ship traffic on archipelago waters off the Långnäs harbour in Öland, SW Finland. *Hydrobiologia*, 444, 217–225.

Länsstyrelsen Hallands Län. (2005a). Bevarandeplan för Fladen. 7s.

Länsstyrelsen Hallands Län. (2005b). Bevarandeplan för Lilla Middelgrund. 9s.

Länsstyrelsen Hallands Län. (2016a). Bevarandeplan för Natura 2000-området samt marin förvaltningsplan för Helcom och Ospar MPA-området Stora Middelgrund och Röde bank. 16s.

Länsstyrelsen Hallands Län. (2016b). Bevarandeplan för Natura 2000-området samt marina förvaltningsplan för Helcom och Ospar MPA-området Morups bank. 9s.

McKenna, M.F., Wiggins, S.M., & Hildebrand, J.A. (2013). Relationship between container ship underwater noise levels and ship design, operational and oceanographic conditions. *Scientific Reports*. 3, 1–10.

Moore, S. & Dwyer, R. (1974). Effects of oil on marine organisms: A critical assessment of published data. *Water Research*. 8, 819–827.

Mortensen, L. O., Tougaard, J. & Teilmann, J. (2011). Effects of underwater noise on harbour porpoises around major shipping lanes. *BaltSeaPlan Report* 21. 31s.

Munro Jensen, B. (1994). Review article: Effects of oil pollution, chemically treated oil, and cleaning on thermal balance of birds. *Environmental Pollution*. 86, 207–215. doi:10.1016/0269-7491(94)90192-9

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). (2016). Riskbild för oljeolyckor till sjöss i Sverige - En kunskapsöversikt för Östersjön, Västerhavet och de stora sjöarna. 75s. ISBN: 978-91-7383-664-7

National Research Council. (2003). Behavior and Fate of Oil, in: *Oil in the Sea III*. National Academies Press, Washington DC, pp. 89–118.

Naturvårdsverket. (2006). Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar. Rapport 5576. 93 pp

Naturvårdsverket. (2010). Undersökning av utsjöbankar. Rapport 6385. 49s.

Nedelec, S.L., Radford, A.N., Simpson, S.D., Nedelec, B., Lecchini, D. & Mills, S.C. (2014). Anthropogenic noise playback impairs embryonic development and increases mortality in a marine invertebrate. *Scientific Reports* 4, 5891.

- Nedelec, S.L., Simpson, S.D., Morley, E.L., Nedelec, B., & Radford, A.N., 2015. Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 282, 20151943.
- Neuparth, T., Moreira, S., Santos, M.M. & Reis-Henriques, M.A. (2011). Hazardous and Noxious Substances (HNS) in the marine environment: Prioritizing HNS that pose major risk in a European context. *Marine Pollution Bulletin* 62, 21–28. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.09.016
- Ospar Commission. (2009). Background Document for *Modiolus modiolus* beds. 39s.
- Ospar Commission. (2010). Background Document for *Maërl* beds. 34s.
- Palka, D. L., & Hammond, P. S. (2001). Accounting for responsive movement in line transect estimates of abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 777–787.
- Peckol, P., Levings, S.C. & Garrity, S.D. (1990). Kelp response following the World Prodigy oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 21, 473–476.
- Peng, C, Zhao, X & Liu, G. (2015). Noise in the sea and its impacts on marine organisms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 12, 12304–12323.
- Peterson, C.H., 2001. The “Exxon Valdez” oil spill in Alaska: Acute, indirect and chronic effects on the ecosystem. *Advances in Marine Biology* 39, 1–103.
- PIANC. (2014). Harbour approach channels and design guidelines, Report No. 121 - 2014 .
- Popper, AN & Hawkins, A. (Eds.) *The Effects of Noise on Aquatic Life II. Advances in Experimental Medicine and Biology*. 875. Springer Science+Business Media. ISBN: 978-1-4939-2980-1
- Radford, A.N., Purser, J., Bruintjes, R. & Voellmy, I.K. (2016). Beyond a Simple Effect: Variable and Changing Responses to Anthropogenic Noise, in: Popper, A., Hawkins, A. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life II. Advances in Experimental Medicine and Biology* 875. Springer Science+Business Media New York. doi:10.1007/978-1-4939-2981-8
- Radford, AN, Purser, J, Bruintjes, R & Voellmy, IK. (2016). Beyond a simple effect: variable and changing responses to anthropogenic noise. In: A.N. Popper, A. Hawkins (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life II*, Springer, New York. 901–907.
- Rees, E. I. S., Sanderson, W. G., Mackie, A. S. Y., & Holt, R. H. F. (2008). Small-scale variation within a *Modiolus modiolus* (Mollusca: Bivalvia) reef in

the Irish Sea. III. Crevice, sediment infauna and epifauna from targeted cores. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(1), 151–156.
<https://doi.org/10.1017/S0025315408000052>

Sanderson, W. G., Holt, R. H. F., Kay, L., Ramsay, K., Perrins, J., McMath, A. J., & Rees, E. I. S. (2008). Small-scale variation within a *Modiolus modiolus* (Mollusca: Bivalvia) reef in the Irish Sea. II. Epifauna recorded by divers and cameras. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(1), 143–149. <https://doi.org/10.1017/S0025315408000040>

Sarà, G., Dean, J.M., D'Amato, D., Buscaino, G., Oliveri, A., Genovese, S., Ferro, S., Buffa, G., Lo Martire, M. & Mazzola, S. (2007). Effect of boat noise on the behaviour of bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 331, 243–253. doi:10.3354/meps331243

Seffel, A. (2010). Habitat 1180 Submarine structures made by leaking gases. 23s.

Sierra-Flores, R., Atak, T., Migaud, H., & Davie, A. (2015). Stress response to anthropogenic noise in Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Aquacultural Engineering*. 67, 67–76.

Simmonds, MP, Dolman, SJ, Jasny, M, Weilgart, L & Leaper, R. (2014). Marine Noise Pollution - Increasing Recognition But Need for More Practical Action. *Journal of Ocean Technology*. 9:71–90.

Simpson, S.D., Purser, J., Radford, A.N. (2014). Anthropogenic noise compromises anti-predator behaviour in European eels. *Global Change Biology*. 21, 586–593.

Soomere, T. & Kask, J. (2003). A specific impact of waves of fast ferries on sediment transport processes in Tallin Bay. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology* 52, 319–331.

Sveegaard, S., Teilmann, J., Tougaard, J., Dietz, R., Mouritsen, K. N., Desportes, G., & Siebert, U. (2011). High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking. *Marine Mammal Science*, 27(1), 230–246. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00379.x>

Svenson, A., Åmand, L., Hillarp, J.-Å., Nilsson, L., Röttorp, J., Tegeback, A. & Fejes, J. (2009). Effects of cleaning and rehabilitation of oiled seabirds. 40s.

Teilmann, J., Sveegaard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P. & Desportes, G. (2008). High density areas for harbour porpoises in Danish waters. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. NERI Technical Report No. 657. 84 s.

Tougaard, J., Carstensen, J., Teilmann, J., Skov, H., & Rasmussen, P. (2009). Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(1), 11–14.

Troisi, G., Barton, S. & Bexton, S. (2016). Impacts of oil spills on seabirds: Unsustainable impacts of non-renewable energy. *International Journal of Hydrogen Energy* 41, 16549–16555. doi:10.1016/j.ijhydene.2016.04.011

Vabø, R., Olsen, K., & Huse, I. (2002). The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring spawning herring. *Fisheries Research*, 58, 59–77.

Wale, M.A., Simpson, S.D. & Radford, A.N. (2013). Size-dependent physiological responses of shore crabs to single and repeated playback of ship noise. *Biology Letters*. 9, 20121194. doi:10.1098/rsbl.2012.1194

Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., André, M., Brensing, K., Dalen, J., Dekeling, R.P.A., Robinson, S., Tasker, M.L., Thomsen, F. & Werner, S. (2012). European Marine Strategy Framework Directive Good Environmental Status (MSFD-GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy. 75s.

Williams, R, Wright, AJ, Ashe, E, Blight, LK, Bruintjes, R, Canessa, R, Clark, CW, Cullis-Suzuki, S, Dakin, DT, Erbe, C, Hammond, PS, Merchant, ND, O'Hara, PD, Purser, J, Radford, AN, Simpson, SD, Thomas, L & Wale, MA. (2015). Impacts of anthropogenic noise on marine life: Publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. *Ocean and Coastal Management* 115, 17–24.

Wilson, S., Blake, C., Berges, J.A. & Maggs, C.A. (2004). Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): Implications for European marine conservation. *Biological Conservation* 120, 283–293. doi:10.1016/j.biocon.2004.03.001

Sjöfartens rumsliga behov och miljöpåverkan i Kattegatt – fördjupat underlag för svensk havsplanering

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:2727
ISBN 978-91-87967-76-4

Havs- och vattenmyndigheten
Postadress: Box 11 930, 404 39 Göteborg
Besök: Gullbergs Strandgata 15, 41104 Göteborg

Tel: 010-698 60 00
www.havochvatten.se

**Havs
och Vatten
myndigheten**
