

MILJÖSYSTEMANALYS FÖR HAVSPLANERINGEN

20181231



MILJÖSYSTEMANALYS FÖR HAVSPLANERINGEN

KUND

HAVS OCH VATTENMYNDIGHETEN

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från Havs- och vattenmyndighetens sida.

KONSULT

WSP Environmental

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Anna Thore, WSP Environmental
072-553 02 71, anna.thore@wsp.com

Calle Malmström, WSP Analys & Strategi
070-201 32 28, calle.malmstrom@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Miljösystemanalys i
havsplanering

UPPDRAGSNUMMER
10255508

FÖRFATTARE
Anna Thore, Calle Malmström

DATUM
2018-02-08

ÄNDRINGSDATUM
2018-12-21

Godkänd av
Anna Thore

Innehåll

1 INLEDNING.....	1
Syfte	1
Rapportens uppbyggnad.....	1
2 METOD	2
2.1 Systemanalytisk metod.....	2
2.2 Genomförande	5
Datainsamling	5
Avgränsningar.....	7
3. RESULTAT	8
3.1 Energiutvinning.....	8
Bakgrund.....	8
Orsak-verkan-diagram	9
Systemanalys	9
3.2 Sjöfart.....	20
Bakgrund.....	20
Orsak-verkan-diagram	21
Systemanalys	21
3.3 Yrkesfiske	25
Bakgrund.....	25
Orsak-verkan-diagram	27
Systemanalys	27
3.4 Sandutvinning.....	36
Bakgrund.....	36
Orsak-verkan-diagram	38
Systemanalys	39
4. DISKUSSION OCH SUMMERING	42
4.1 Energiutvinning	42
4.2 Sjöfart.....	43
4.3 Yrkesfiske	43
4.4 Sandutvinning	43
KÄLLFÖRTECKNING.....	44
APPENDIX ORSAK-VERKAN-DIAGRAM	49
Energiutvinning	49
Sjöfart.....	50

Yrkesfiske	50
Sandutvinning.....	51

1 Inledning

Havs- och vattenmyndigheten har fått regeringens uppdrag att ta fram förslag till havsplaner för att strategiskt fördela utrymmet mellan olika sektorer till havs. Syftet med havsplanerna är att få en hållbar användning av havet där vårt nyttjande av havets utrymme och resurser är i balans med havets långsiktiga förmåga att upprätthålla de ekosystemtjänster som vi människor behöver. Havsplanen ska också bidra till den svenska maritima strategin vars vision är att havet ska kunna nyttjas av konkurrenskraftiga, innovativa och hållbara maritima näringar som bidrar till ökad sysselsättning, minskad miljöbelastning och en attraktiv miljö.

Utrymmet till havs blir allt trängre då många olika sektorer behöver nyttja havet inom exempelvis sjöfart, fiske, försvar, energiutvinning men även för naturvård, sandutvinning och vattenbruk. WSP:s uppdrag har varit att undersöka vad som händer om en sektor inte får fullt utrymme havet. WSP har granskat sektorerna energiproduktion, sjöfart, yrkesfiske och marin sandutvinning och undersökt de övergripande miljömässiga systemkonsekvenserna som uppstår till följd av havsplanernas förväntade fördelning av det spatiala utrymmet till havs.

Syfte

Syftet med denna rapport är att få en förståelse för de svåröverblickbara miljöeffekter som havsplanerna kan ge upphov till i de fall de begränsar utrymmet för de fyra nämnda sektorerna. Utgångspunkten är således att undersöka vilka indirekta miljöeffekter som kan väntas om en sektor (näring) på grund av havsplaneringen inte ges möjlighet att nyttja havet i den mån sektorn anser sig behöva. Följden av en sådan begränsning studeras avseende miljöeffekter på andra platser och eller i andra led. Rapporten syftar till att göra en kvalitativ kartläggning av dessa samband.

Rapportens uppbyggnad

I kapitel 2 beskrivs den metod som har använts i miljösystemanalysen, med ett upplägg med expertintervjuer samt åskådliggörande av miljöeffekter i orsak-verkan-diagram. Därefter presenteras respektive sektor med bakgrund, OVD och en systemanalysbeskrivning över de olika samband som havsplanerna ger upphov till. Slutligen, i kapitel 4, sammanfattas de olika sektorerna i ett avslutande kapitel.

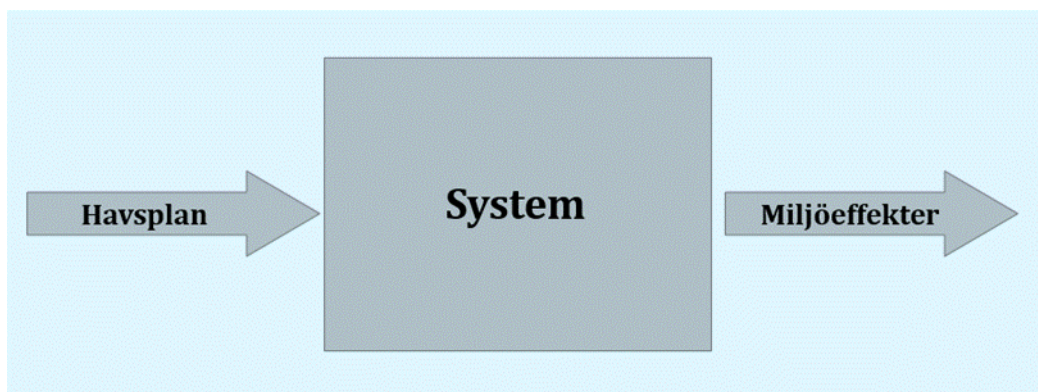
2 Metod

Metodbeskrivningen i det här kapitlet är tvådelad, dels beskrivs den teoretiska bakgrunden till vår metod för systemanalysen, dels beskrivs genomförandet av den här specifika studien.

2.1 Systemanalytisk metod

Grundtesen i en systemanalys är att majoriteten av de beteenden vi kan observera i vår omvärld är en funktion av den systemstruktur av vilket de är en del. För att förstå ett beteende är det således nödvändigt att förstå hur systemet som driver beteendet är uppbyggt, dvs. hur systemets komponenter interagerar med varandra¹. Syftet med en systemanalys är vanligtvis att identifiera den systemstruktur som ger upphov till ett observerat beteende. När en systemstruktur identifierats kan dess reaktion på yttre faktorer analyseras. I den här studien vill vi analysera vilken inverkan havsplanerna kan ha inom de fyra sektorerna energi, sjöfart, fiske och marin sandutvinning.

Systemanalysens synsätt betonar att system sällan är linjära och för att göra en systemanalys är det inte tillräckligt att enbart beskriva *en* orsakskedja som följer av en viss åtgärd. För att ordentligt analysera en åtgärds effekt måste det system som åtgärden påverkar kartläggas. Detta gestaltas i Figur 1 där systemet som påverkas av havsplanen måste kartläggas för att förstå vilka effekter som uppstår. Inom den här studien analyseras de fyra sektorerna som enskilda system för att förstå vilka effekter havsplanerna ger upphov till. Till exempel, för att förstå miljöeffekten av begränsad energiutvinning krävs även kunskap om elmarknaden och de orsak-verkan-samband som påverkar den.

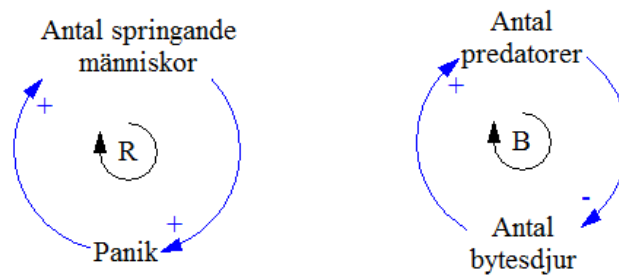


Figur 1 Yttre påverkan på system genererar en produkt

Att ett system är icke-linjärt innebär att det innehåller en eller flera återkopplingsmekanismer. Återkopplingsmekanismer kan avslöja mycket om ett systems beteende och är centrala när effekterna av en åtgärd ska analyseras. Det finns två typer av återkoppling; negativ och positiv vilket illustreras i figur 2. Negativ återkoppling dämpar en åtgärds effekter och positiv återkoppling förstärker åtgärdens initiala effekt.

För att kartlägga komplexa system måste verktyg användas som gör systemet överblickbart och möjliggör analys. Ett sådant verktyg är ett orsak-verkan-diagram (OVD) som används för att visualisera kvalitativa orsak-verkan samband och feedback-effekter. Ett OVD (se Figur 2) består av relevanta aktörer och andra centrala faktorer samt hur dessa är kausalt sammanlänkade. Detta verktyg har använts i rapporten för att kartlägga de fyra verksamheterna. För en instruktion hur ett OVD ska läsas se Box 1.

¹ Meadows, 2008



Figur 2 Orsak-verkan-diagram med positiv och negativ återkoppling

Dessa orsakssamband markeras med feta pilar i respektive OVD. Sambandens styrka och effekt redovisas normalt inte i ett OVD men i denna rapport har en anpassning gjorts för att kunna redovisa dessa faktorer. Sambandens effekt har markerats med olika tjocklek på pilarna där de samband som har identifierats som de som ger tydligast effekt och i längden störst systematisk miljöpåverkan redovisas med tjockare pilar. Röda streckade pilar innebär förkastade samband.

Box 1 Att läsa ett Orsak-verkan-diagram (OVD)

Ett OVD visar kausala samband, eller orsakssamband, mellan olika faktorer. En pil representerar ett sådant samband där Bild 1 visar att X påverkar A.



Bild 1 Enkelt orsakssamband

Figur 3 visar dock inte sambandets polaritet. Denna kan vara antingen positiv eller negativ där ett "+" indikerar ett positivt samband och "-" ett negativt. Detta exemplifieras i figur 4 och utläses:

- "Mer X leder till mer A".
- "Mer A leder till mindre X".
- "Mindre X leder till mindre A".
- "Mindre A leder till mer X".

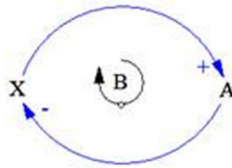


Bild 2 Enkel balanserad loop

Ett positivt samband innebär således *inte* att variabel A ökar, utan att den ökar om X ökar eller minskar om X minskar. Det motsatta gäller med ett negativt samband. "B" i Bild 2 indikerar att en balanserande loop slutits. I en balanserande loop dämpas effekter, t ex leder en ökning av X efter ett varv i loopen att X minskar. På motsvarande sätt finns förstärkande loopar som betecknas "R", se Bild 3. Det utläses:

- "Mer kaffedrickande leder till mer sömnsvårigheter"
- "Mer sömnsvårigheter leder till mer morgontrötthet"
- "Mer morgontrötthet leder till mer kaffedrickande"

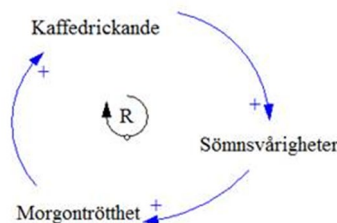


Bild 3 Exempel på förstärkande loop

Slutligen kan pilar markeras med en förseningssymbol (Bild 4). Det betyder att det kommer ta lång tid innan sambandet uttrycks i systemet.

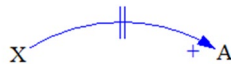


Bild 4 Förseningssymbol

2.2 Genomförande

Med en systemanalytisk ansats kartlägger rapporten hur havsplanerna påverkar respektive sektor samt vad detta får för miljökonsekvenser. Detta görs genom att identifiera centrala orsak-verkan-samband vilka gestaltas i OVD. Sambanden är kvalitativa och har identifierats genom expertintervjuer. Där det har ansetts nödvändigt, har intervjuerna kompletterats av en litteraturstudie. Där det varit möjligt har en bedömning gjorts för att notera vilka orsakssamband som är mest betydande, dvs. vilka som har störst effekt och vilka som har störst sannolikhet att inträffa.

För att kartlägga den miljöpåverkan som uppstår kartläggs även i flera fall inledningsvis effekterna på den aktuella sektorn eftersom dessa i nästa steg har en direkt inverkan på olika miljöaspekter.

Diskussionen för den här rapporten tar sin utgångspunkt utifrån en generell bild av de aktuella förslagen till havsplaner och det material som finns kopplat till samråden. Rapporten berör inte platsspecifika iakttagelser utan generella slutsatser härleds från den hypotetiska utgångspunkten att sektorns rumsliga anspråk inte återspeglas i planerna.

Studien är uppdelad i flera steg vilka beskrivs mer ingående nedan. Den primära datainsamlingen har skett genom intervjuer, en intern inom WSP och en extern, samt via en workshop. Arbetet har letts av en projektgrupp bestående av uppdragsledare, metodexpert samt energiexpert. Gruppen har utarbetat metod, sammanställt intervjufrågor, utfört intervjuer (interna och externa), hållit i workshops (interna och externa) samt sammanställt rapporten.

Datainsamling

Expertintervju 1

I en inledande fas har projektgruppen för varje sektor (energiutvinning, sandutvinning, yrkesfiske och sjöfart), sammanställt ett kort material till experterna bestående av en definition av verksamheten, en övergripande beskrivning av havsplanernas inverkan på verksamheten, samt en bruttolista på intressanta orsak-verkan-samband. En WSP-intern expert inom respektive sektor har därefter läst in sig på materialet, havsplanerna och övrig relevant litteratur för att analysera havsplanernas inverkan på respektive sektor. Ingen geografisk systemgräns har satts, däremot har fokus legat på samband som krävs för att förklara havsplanernas inverkan. Mycket osäkra samband sållats bort.

Experten har sedan intervjuats av medarbetare i projektgruppen om vilka effekter havsplanerna kan få. Utgångspunkten har till stor del varit bruttolistan med orsak-verkan-samband. Experten har även fått bedöma styrkan och effekten i sambanden. Medarbetare i projektgruppen har sedan sammanställt intervjumaterialet och utformat ett preliminärt OVD med tillhörande textanalys för varje verksamhet, vilket stämts av med respektive interna expert.

Interna experter för respektive sektor beskrivs nedan:

ENERGI

WSP:s energiexpert har lång erfarenhet inom miljöområdet både som konsult och från myndighetsperspektiv. Har arbetat med samråd, ansökningshandlingar och uppdragsledning för anmälnings- och tillståndsärenden och överprövningar av vindkraft både till havs och på land.

SJÖFART

WSP sjöfartsexpert är affärsområdesansvarig för WSP Analys & Strategi inom WSP globala maritima nätverk – Maritime. Experten ansvarar för analyser av hamn- och sjöfartsrelaterade frågor och arbetar bl.a. med sjötransporters miljöpåverkan. Kristoffer analyserar även potentialen för sjöfartens ökade effektivitet genom ex. optimering av både fysiska och informationsmässiga förbättringar som minskar osäkerhet i transportnätverket och kan öka ekonomiska och miljömässiga vinster.

FISKE

WSP fiskexpert är marinbiolog och arbetat med bl. a. studier av fiskeriekologi, bestandsberäkningar och fiskemetoder. Experten har arbetat med hållbara fiskodlingsmetoder och fiskproduktion i 10 år med bland annat erfarenhet från Norska fiskindustrin och svenskt yrkesfiske. Idag driver experten en landbaserad fiskodling och leder projekt med foderfrågor, miljö och hållbarhet, egenkontrollprogram för tropisk fisk, sitter med i Ålakademins vattengrupp som sakkunnig och föreläser runt om i Sverige kring hållbart fiske på nationella arenor.

SAND

WSP täktexpert har lång erfarenhet av ballastbranschen och väl insatt i problematiken kring sandutvinning och är en erfaren MKB-samordnare. Expertens gedigna kunskap vad gäller ballastfrågor kopplade till miljöbalken kommer både från myndighetssidan och från konsultbranschen. Därmed är hen väl förtrogen med komplexa processer och motstående intressen som uppstår vid berg-, grus- och sandtäkter.

Expertintervju 2

För att öka robustheten i analyserna har ytterligare en intervju genomförts med en extern expert inom respektive sektor. Experten har valts utifrån vilken delområde som behövt mest kunskapstillförsel. Även Havs- och vattenmyndigheten har gett input om val av expert och godkänt valda experter. Experten har fått möjlighet att granska det preliminära OVD och medföljande resonemang för att kunna bekräfta, förkasta eller komplettera systemanalysen. För att systematisera intervjuerna har de strukturerats kring varje OVD. De externa experterna från respektive sektor är:

ENERGI

Representant förnybar el Energiföretagen, representant för enheten för förnybar energi, Energimyndigheten och representant för Nätverket för vindbruk Energimyndigheten.

SJÖFART

Representant för intresseorganisation inom sjöfarten

FISKE

Representant för producentorganisation inom yrkesfisket, forskare från SLU Aqua samt fiskeförvaltare på länsstyrelse.

SAND

Platschef vid NCC, Sakkunnig naturskyddsföreningen, marina ekosystem och fiske.

Intern Workshop

Projektgruppen har hållit en intern workshop i vilken de fyra sektorernas OVD har gått igenom och där gränsskikten mellan varandra analyserades. Under workshopen säkrades att metodiken varit liknande för de fyra sektorerna samt att de redovisas på liknande sätt. Några sektorer tilläts få mer utrymme i redovisningen då dessa var mer komplexa än andra.

Workshop om fiskesektorn – Havs- och vattenmyndigheten

För att ytterligare stärka upp kunskapsbilden inom fiskesektorn hölls en kompletterande workshop den 2/10–2017 med expertis ifrån Havs- och vattenmyndigheten. Deltagande experter var representanter från avdelningen för fiskeförvaltningen där tre representanter för enheten för fiskereglering deltog, en från tillståndsenheten, samt en från uppföljningsenheten. Information som framkom under workshopen refereras till som "workshop 2/10".

Avgränsningar

Denna rapport redovisar kvalitativa miljösystemanalyser och beskriver inte kvantitativa bedömningar eller platsspecifika analyser. Varje sektors specifika förutsättningar kommer översiktligt beskrivas med hjälp av befintlig litteratur men metodiken grundar sig främst i ovan beskrivna intervjuupplägg. Bedömningar om troliga scenarion och synteser av olika analyser grundar sig på intervjuer med expertkompetenser. Därför kommer denna rapport att stödja sig på den ovan beskrivna metoden med expertkompetenser snarare än att varje faktapåstående refereras till vetenskapliga rön. Detta arbetssätt är den i förväg överenskomna metoden som avser att översiktligt beskriva komplexa samband genom ett tidseffektivt och komprimerat tillvägagångssätt.

3. Resultat

Nedan presenteras de identifierade sambanden för de fyra olika sektorerna energi, sjöfart, fiske och sandutvinning i ett OVD för respektive sektor. En bakgrund beskrivs för varje sektor och därefter redovisas OVD med de olika identifierade sambanden. De mest betydande sambanden illustreras genom tjockare pilar. För att hjälpa läsaren att snabbare förstå diagrammen har de viktigaste sambandspilarna numrerats och hänvisas till i den förklarande texten. I vissa fall har diagrammen delats in i undersektorer för att lättare kunna kommunicera resonemangen. OVD återfinns i sin helhet i appendix där samtliga samband redovisas för respektive sektor. Efter varje diagram görs en systemanalytisk utveckling där samband lyfts fram och förklaras.

3.1 Energiutvinning

Bakgrund

Regeringen beslutade den 5 mars 2015 att tillkalla en parlamentariskt sammansatt kommission (dir. 2015:25, Översyn av energipolitiken) med uppdrag att lämna underlag till en bred politisk överenskommelse om den långsiktiga energipolitiken. Kommittén har antagit namnet Energikommissionen. Energikommissionen anger i sitt betänkande, hädanefter refererad som SOU 2017:2, att målet år 2040 ska vara 100 procent förnybar elproduktion.

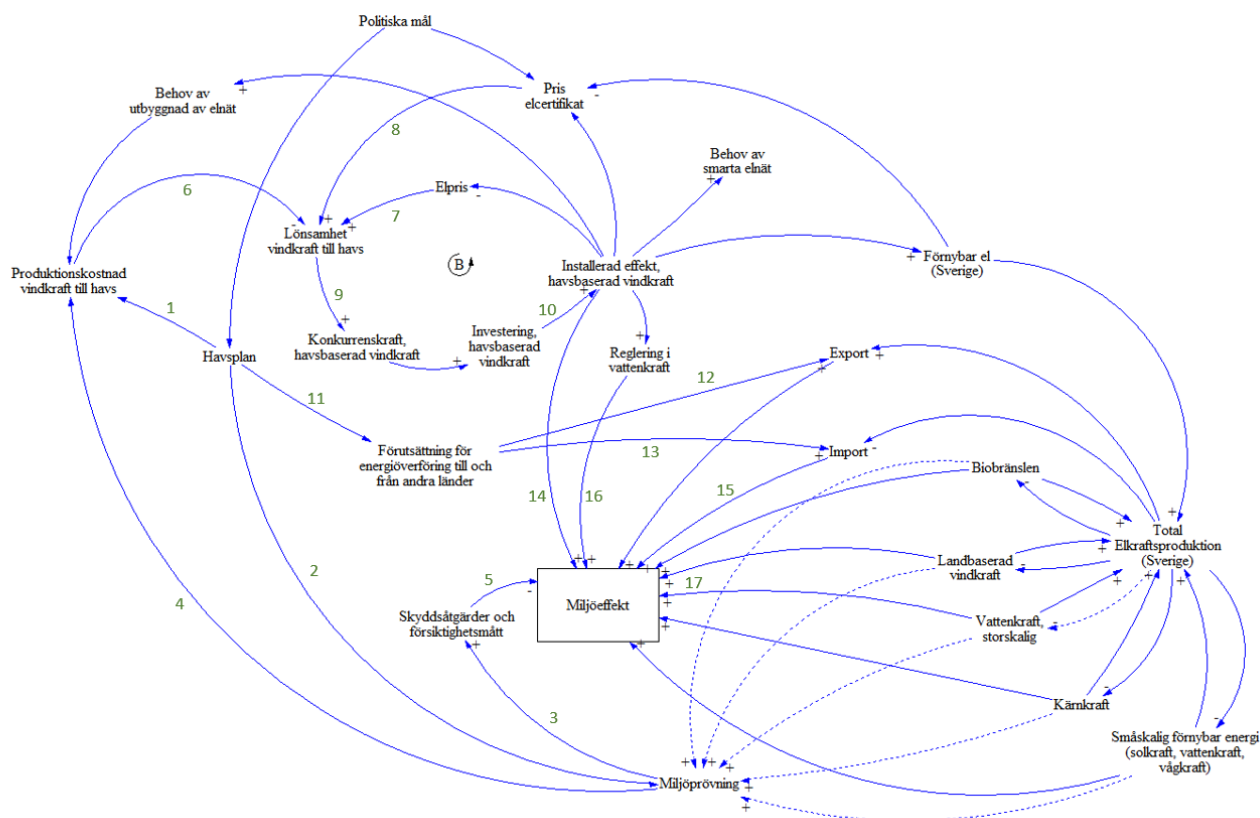
Energimyndigheten analyserar utmaningarna som ett framtida 100 % förnybart elsystem innebär. I en första delrapport konstateras att systemfrågor är överordnade och att egenskaperna hos det framtida elsystemet måste beaktas (ER 2018:16). Rapporten pekar också på att det sannolikt krävs en hög andel vindkraft i systemet och att det därför behöver säkerställas att det finns platser både på land och till havs där det går att bygga vindkraft. Planeringen för utbyggnaden av förnybar el och elnät måste börja nu, enligt rapporten.

Energimyndigheten har under 2017 utrett havsbaserad vindkraft och bedömer i sin rapport att under 2030- och 2040-talet kommer ny kraft att behövas i systemet (ER 2017:3). Man bedömer att havsbaserad vindkraft kan bli en viktig del av svensk elproduktion för att nå det uppsatta målet².

Utifrån dessa förutsättningar kan konstateras att om havsplaneringen begränsar möjligheterna för havsbaserad vindkraft försvåras möjligheterna att nå målet om 100 procent förnybar elproduktion.

² <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/havsbaserad-vindkraft-viktigt-pa-sikt/>

Orsak-verkan-diagram – havsbaserad vindkraft



Figur 3 Orsak-verkan-diagram för havsbaserad vindkraft. Notera att punkten "reglering i vattenkraft" gäller för all väderberoende kraft, inte enbart havsbaserad vindkraft. Dessa pilar har dock utelämnats för att öka läsbarheten av diagrammet.

Systemanalys

Samband som har identifierats mellan havspanerna och ovanstående faktorer förtydligas med pilarna i figur 3 ovan. Sambanden sammanfattas i text under ett antal samlande rubriker nedan.

De enskilt viktigaste förutsättningarna för att en utbyggnad av vindkraft till havs ska komma till stånd bedöms vara investeringsvilja samt möjlighet att få tillstånd vid en miljöprövning. Investeringsviljan är beroende av lönsamhet som i sin tur påverkas av bland annat produktionskostnader. Havspanernas påverkan på **miljöprövningar** och **produktionskostnader** utgör därför utgångspunkt för analysen. Analys av **kraftsystemets utveckling** och kopplingen till havspanerna är också av stor betydelse. Svensk elproduktion är starkt kopplat till den europeiska elmarknaden och det är därför särskilt relevant att beakta hur havspanerna inverkar på framtida **utlandsförbindelser** i elnätet.

Produktionskostnader

Produktionskostnaderna för vindkraft kan något förenklat sägas omfatta kostnaderna för att uppföra anläggningen (projektering, vindkraftverk, fundament, elnät med mera), kostnader för drift och underhåll samt förutsättningarna för produktion (vindförhållanden med mera). Varje projekt har specifika förutsättningar och för vindkraft till havs är beräkningen av produktionskostnader relativt komplex eftersom det finns många ingående parametrar. De viktigaste parametrarna redovisas i OVD, Appendix 1.

Havsplanerna ska enligt 4 kap. 10 § miljöbalken ge vägledning till myndigheter och kommuner vid planläggning och prövning av anspråk på användning av havsområden. Havsplanerna kan i praktiken således förväntas påverka vilka områden som vindkraftsprojektörer väljer och därigenom påverka produktionskostnaderna för havsbaserad vindkraft (1).

Miljöprövning

Vindkraftverk till havs provas enligt 9 kap. miljöbalken, om anläggningen ligger innanför territorialgränsen. Vindkraftverk i vattenområden utgör också vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Miljöprövningen sker hos mark- och miljödomstolen som första instans. Inom Sveriges ekonomiska zon (SEZ) krävs tillstånd av regeringen, där 2–4 kap., 5 kap. 3 § samt 16 kap. 5 § miljöbalken tillämpas vid prövning. Inom Natura 2000-områden krävs även ett särskilt tillstånd, både på svenskt territorium och i den ekonomiska zonen (SEZ). Natura 2000-prövning kan ske både med länsstyrelsen och mark- och miljödomstolen som första instans. Ansökningshandlingarna måste vid samtliga ovanstående prövningar innehålla en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) enligt 6 kap. miljöbalken.

I samband med ovanstående prövningar kommer tillståndsgivande myndigheter att väga in både vad havsplanerna säger och vilken inställning berörda myndigheter och intressen har. Havsplanerna kan alltså påverka produktionskostnaderna även indirekt via sin roll i miljöprövningen. Påverkan kan ske både genom påverkan på tillåtligheten (2) och på vilka skyddsåtgärder som krävs (3). Skyddsåtgärder bedöms typiskt sett öka produktionskostnaderna (4) och minska miljöeffekterna (5).

Energimyndighetens bedömning är att antalet miljötillstånd idag inte är dimensionerande för utbyggnaden av vindkraft, men att det på lång sikt behövs fler miljötillstånd för att nå målen (ER 2018:16). Av samma rapport framgår också att de havsplaner som varit ute på samråd inte tillgodoser energiintressena i tillräcklig utsträckning.

Intäkter

Produktionskostnader utgör en del av lönsamhetskalkylen för havsbaserad vindkraft (6). Den andra viktiga delen är intäkterna från verksamheten. Intäkterna påverkas inte direkt av havsplanerna men bedöms vara nödvändiga att beskriva översiktligt för att förstå sambanden med havsplaner och utbyggnad av havsbaserad vindkraft.

Vindkraft är förnybar elproduktion som tilldelas elcertifikat. Intäkterna för en elproducent som sysslar med vindkraft består därför, något förenklat, av försäljning av el (7) och elcertifikat (8). Intäkterna varierar beroende av priset på el samt priset på elcertifikat. Handeln med el sker på nordiska elbörsen Nordpool. Sverige är uppdelat i fyra elområden från elområde Luleå ("SE1") i norr till elområde Malmö ("SE4") i söder. Elpriset i varje elområde bestäms av utbud och efterfrågan på elmarknaden och överföringskapaciteten mellan elområdena. Det sker även handel med reglerkraft och ursprungsgarantier som inte illustreras i figur 3.

Elcertifikatsystemet gäller till år 2045 och utökades nyligen med ytterligare 18 TWh till år 2030 (1 kap. 1 § Lag (2011:1200) om elcertifikat).

Intäkterna kan variera mellan planerbar kraft (exempelvis kraftvärme) och variabel kraft (exempelvis vindkraft). Elpriset i ett system med hög andel vindkraft sjunker typiskt sett när det blåser mycket (tillgången på el blir stor), och ökar typiskt sett när det blåser lite. Detta kan ge jämförelsevis lägre intäkter för vindkraftsproducenter som med dagens teknik har svårt att styra när leverans av el sker till nätet.

Utbyggnad av havsbaserad vindkraft

Lönsamheten har en direkt koppling till konkurrenskraft och investeringsvilja (9). Ansvaret för investeringar i elsystemet är decentraliserat och ligger hos marknadens aktörer. Förhöjd investeringsvilja för havsbaserad vindkraft kan således förväntas ha en direkt koppling till en högre installerad effekt av vindkraft (10). En ökad installerad effekt av havsbaserad vindkraft i Sverige ökar utbudet av förnybar el vilket återkopplar genom en dämpande effekt på priser för el (7) och elcertifikat (8) (se även kap. "Intäkter" ovan). Samtliga samband som påverkar priset har av pedagogiska skäl inte illustrerats i figur 3. Elanvändningen kan exempelvis påverka elpriset, vilket gör att åtgärder eller politiska mål som minskar eller ökar elanvändningen har en indirekt koppling till havsbaserad vindkraft. Observera även att viktiga parametrar som varierande elpris, handel med utsläppsrätter och ekonomiska styrmedel i form av skatter och avgifter inte beskrivs i diagrammet eftersom det då skulle bli alltför komplext.

I sammanhanget kan även nämnas att Energikommissionen i sitt betänkande (SOU 2017:2) lämnar förslag om att anslutningsavgifterna till stamnätet för havsbaserad vindkraft bör slopas. Energimyndigheten har därefter fått i uppdrag att utreda frågan. Av deras rapport framgår bland annat att införandet av en sådan åtgärd skulle göra havsbaserad vindkraft i Sverige mer konkurrenskraftig i ett europeiskt perspektiv (ER 2018:6).

Stamnät och utlandsförbindelser

Utöver den påverkan som havsplanerna, direkt och indirekt, kan ha på produktionskostnaderna och möjligheterna att få tillstånd enligt ovan, så kan havsplanerna även påverka planeringen av elnätförbindelser mellan Sverige och utlandet. Detta påverkar både förutsättningarna för havsbaserad vindkraft i Sverige och miljökonsekvenserna från elproduktionen i stort.

Det svenska stamnätet för el innefattar idag utlandsförbindelser med en kapacitet motsvarande ca 30 procent av den inhemska produktionskapaciteten. Förbindelserna till Finland, Litauen, Polen, Tyskland och Danmark går genom havsområden berörda av havsplanerna. Nya utlandsförbindelser är viktiga för att produktionskapaciteten i Sverige och Norge ska kunna nyttjas fullt ut. En ny förbindelse mellan Sverige och Litauen (NordBalt) togs i drift i februari 2016 och Svenska kraftnät har även fattat beslut om ny förbindelse mellan Sverige och Finland med planerad drifttagning 2025. Därutöver planeras även för en ny förbindelse till Tyskland (Hansa PowerBridge) med förväntad drifttagning under år 2025/2026. (Svenska Kraftnät, 2017).

Nya utlandsförbindelser ökar möjligheterna till handel med omvärlden. Utan nya utlandsförbindelser finns en risk för att produktion blir instängd i Sverige och Norge (11).

Mer förnybar elproduktion i Norden ger en potential för utsläppsminskningar om exporten bidrar till att ersätta produktion i andra länder med högre utsläpp av koldioxid (ER 2018:6). Frågan är komplex och faktiska utsläppsminskningar vid export påverkas av utvecklingen i andra länder (se kap. "Indirekta miljöeffekter" nedan). Positiva effekter därutöver kan vara ökad försörjningssäkerhet samt i viss mån minskad risk för effektbrist.

Nya utlandsförbindelser medför ökad överföring i stamnätet, vilket innebär behov av investeringar även i det svenska elnätet.

Elproduktion i kraftsystemet

Det nordiska kraftsystemet består huvudsakligen av vattenkraft i norr (Norge, Finland och Sverige, elområden SE1 och SE2), värmekraft i söder (Danmark och Sverige, elområde SE3 och SE4) samt kärnkraft (Finland och Sverige, elområde SE2) (Svenska Kraftnät, 2016). Vindkraftsproduktionen har ökat och i det nordiska kraftsystemet förväntas vindkraftsproduktionen tredubblas under perioden

2010-2025 (Svenska Kraftnät, 2016). Import och export sker från Norden till kontinenten och Baltikum. De berörda ländernas elproduktion sammanfattas enligt nedan (Svenska Kraftnät, 2016, Tardieu et al, 2017).

Sverige: Vattenkraft, kärnkraft, vindkraft och värmekraft från främst biobränslen och avfall (kraftvärme). Det svenska kraftsystemet står inför stora förändringar fram mot år 2040 i samband med en fortsatt omställning till förnybar energi (Svenska Kraftnät, 2017).

Norge: Huvudsakligen vattenkraft. Mycket liten andel vindkraft.

Finland: Vattenkraft, kärnkraft, vindkraft och värmekraft från biobränslen, torv och fossila bränslen.

Danmark: Stor del fossilbränslebaserad värmekraft samt vindkraft.

Tyskland: Domineras av fossilbränslebaserad värmekraft men även stor förnybar produktion i vind och sol. Kärnkraftsproduktionen har tidigare utgjort närmare en fjärdedel av den tyska elproduktionen men enligt nuvarande plan ska all tysk kärnkraft vara avvecklad till 2022.

Polen: Huvudsakligen fossilbränslebaserad värmekraft. Polen har även vind- och vattenkraft. Den installerade effekten vindkraft i Polen var 2016 något lägre än i Sverige men scenarion för 2030 antyder att den då kommer att vara större.

Baltikum: Den baltiska elproduktionen är varierande mellan länderna. Fossilbränslebaserad värmekraft dominerar³. Det finns ett betydande inslag av vattenkraft i Lettland och lite vindkraft i Litauen. Sammankopplade med Ryssland, Vitryssland och Ukraina.

Den svenska elproduktionen 2017 var 159 TWh, en ökning med ca 8 TWh från 2016. Sverige nettoexporterade el för sjunde året i följd. Totalt producerades 17,3 TWh el från vindkraft vilket var ca 2 TWh högre än under 2016. I tabell 1 nedan sammanfattas den svenska elproduktionen 2015 och 2016. Energimyndighetens nuvarande bedömning är att få svenska elproduktionsanläggningar kommer att tas ur drift på 2020-talet. På lång sikt krävs enligt Energimyndigheten många nya elproduktionsanläggningar.

³ I Narva i Estland finns de två största kraftverken i Baltikum, bränslet är oljeskiffer.

Tabell 1. Inhemsk elproduktion, Sverige 2016-2017 (TWh).

	2017	2016
Vattenkraft (inkl pumpkraft)	63,9	61,2
Vindkraft	17,3	15,4
Kärnkraft	63	60,5
Konventionell värmekraft	14,9	14,3
Nettoexport	19,0	11,7

Import och export

Baltikum, Tyskland, Danmark, Polen och så småningom Storbritannien kommer enligt Svenska Kraftnät i framtiden att vara de största potentiella importörerna av el från Norden (Svenska Kraftnät, 2016). Svenska produktionskällor med låga koldioxidutsläpp kan ersätta elproduktion i dessa länder när export sker från Sverige (12).

Elproduktionen i Norden är starkt väderberoende och behov av import finns framförallt vintertid (13). Låga vattennivåer i magasin och låga vindar ökar behovet av import. I ett framtida kraftsystem finns ett utökat behov att importera mer effekt i de stunder då den väderberoende elproduktionen i Sverige och Norden inte producerar tillräckligt mycket för att täcka förbrukningen (Svenska Kraftnät, 2017). Vid en jämförelse mellan olika väderberoende kraftslag bör särskilt beaktas att vindkraftverk typiskt sett producerar ca 30 % mer el på vintern än på sommaren (att jämföra med t ex solkraft som i första hand tillför el på sommaren).

Flexibilitet

Ökad mängd väderberoende produktion kräver ökad flexibilitet i systemet. Flexibiliteten kan finnas i användning, produktion, nät och eller lagring. En fråga relaterad till eventuella miljöeffekter är behovet av så kallad reglerkraft, det vill säga anläggningar vars elproduktion kan kontrolleras. Av den reglerbara produktionen är vattenkraften idag den allra viktigaste. En ökad mängd vindkraft påverkar reglerkraften på årsbasis eftersom det innebär en möjlighet att lagra energi i form av vatten i dammar till de vinterdagar det verkligen behövs (se text om effektreserven nedan). I ett kortare perspektiv kan effekten bli en annan, vilket mycket förenklat kan sammanfattas så här: Om en produktionskälla (*vindkraft*) plötsligt försvinner (*det slutar blåsa*) behöver en annan kraftkälla (*vattenkraft*) kompensera bortfallet (*öppna dammluckorna*) (eller omvänt). Hur mycket man kan reglera vid ett kraftverk anges i vattendomar som styr t ex dämningshöjd, vattenflöden och om korttidsreglering är möjlig.

Det finns som sagt även andra möjligheter att hantera väderberoende och variabel kraft. En utbyggnad av väderberoende kraftslag påverkar därför behovet av utbyggnad av elnätet samt

utvecklingen mot smarta elnät⁴. En ökad utbyggnad av elnäten medför miljöeffekter, vilket dock inte är direkt kopplat till havsbaserad vindkraft utan snarare kan ses som en generell utmaning för framtidens kraftsystem.

Under mycket kalla vinterdagar kan det tillfälligt uppstå situationer då elförbrukningen ser ut att överstiga produktionen av el. Det finns då behov av att nyttja den nationellt upphandlade effektreserven⁵. Det finns två sätt att bidra till effektreserven. Antingen kan producenter med reservkraftanläggningar erbjuda sig att producera el eller så kan användare tillfälligt erbjuda sig att dra ner sin förbrukning. För vintern 2018/2019 har totalt 767 MW upphandlats. Av detta är 205 MW reduktion av förbrukning. Resten utgörs av elproduktion som kan startas upp när Svenska Kraftnät beordrar det (det s.k. Karlshamnsverket, oljeeldat, ingår i EU-ETS). Effektreserven ska dock enligt 6 § Förordning (2016:423) om effektreserv i första hand utgöras av förnybara källor.

Miljöeffekter

DIREKTA MILJÖEFFEKTER AV HAVSBASERAD VINDKRAFT

Det finns ett direkt samband mellan installerad effekt och miljöpåverkan från havsbaserad vindkraft (14). Genom en väl fungerande miljöprövning kan skyddsåtgärder tillämpas så att de negativa effekterna minskar (5). De viktigaste riskerna för miljökonsekvenser från havsbaserad vindkraft sammanfattas nedan. Beskrivningen är generell och ska inte uppfattas som en beskrivning av miljökonsekvenserna från en viss anläggning.

Havsbaserad vindkraft är förnybar energi med låg klimatpåverkan och låga utsläpp av partiklar, koldioxid och svaveldioxid.

Havsbaserad vindkraft medför framförallt risk för negativa miljöeffekter under byggfasen i form av kraftiga undervattensljud och grumling vilket kan påverka det biologiska livet. Effekterna är tillfälliga och det finns i de flesta fall verkningsfulla skyddsåtgärder att vidta för att undvika risk för skador på t ex marina däggdjur. Dessa frågor kan i normalfallet hanteras genom att föreskriva skyddsåtgärder inom ramen för miljöprövning.

På längre sikt (driftsfasen) orsakar vindkraftverkens fundament en fysisk förändring av botten. Fundamenten ger en reveffekt kan skapa livsmiljöer. Samtidigt ersätts den naturliga livsmiljö som finns på platsen idag med en människoskapad konstruktion. Ytanspråket för vindkraftsfundament är mycket litet vilket gör att bortfallet av miljöer i många fall är försumbart. I skyddade eller unika naturmiljöer kan ytanspråket från fundamenten relativt sett bli viktigare.

Det finns studier som visar att sjöfåglar kan attraheras eller undvika att vistas i vindkraftsparker, vilket kan leda till en omfördelning av var fåglarna uppehåller sig. Vilka konsekvenser detta innebär varierar mellan olika områden.

Vindkraftverkens kablar kan försvåra fiske med bottentrål inne i parken. Detta kan försvåra eller förändra yrkesfisket i området (åtminstone på kort sikt), vilket indirekt kan ha en positiv effekt på bottenmiljön.

⁴ Ett elnät som kostnadseffektivt kan integrera beteenden och beslut hos alla användare som är anslutna till det – elproducenter, elkonsumenter och de som är både och – för att garantera ett hållbart kraftsystem med låga förluster och hög kvalitet, försörjningstrygghet och säkerhet.

⁵ Lagen (2003:436) om effektreserv gäller fram till den 16 mars 2025.

Vindkraftverk förändrar landskapsbilden. Hur landskapsbilden från utblickar på land förändras beror framförallt på vindkraftverkens storlek och hur långt från land de är placerade.”.

INDIREKTA MILJÖEFFEKTER AV HAVSBASERAD VINDKRAFT

Det finns ett indirekt samband mellan havsplanerna och potentiella miljöeffekter från andra kraftslag än havsbaserad vindkraft (17). Om investeringar i havsbaserad vindkraft inte kommer till stånd kommer motsvarande mängd kraft antingen att utebli eller komma från någon annan kraftkälla i systemet. All elproduktion har någon form av miljöpåverkan och/eller risker.

Frågan om hur ett 100 % förnybart elsystem kommer att se ut efter 2030 har utretts av Energimyndigheten (ER 2018:16), där en av de huvudsakliga slutsatserna är att Sverige kommer behöva avsätta mycket plats för vindkraft om målet ska kunna nås.

Det har inom ramen för projekten *Fyra framtider* (Energimyndigheten, 2016) och *Vägval el* (IVA, 2016) gjorts miljöbedömningar för olika typer av elsystem. I båda rapporterna finns scenarion där olika kraftslag utgör en mer eller mindre viktig del av elproduktionen. Även ER 2018:16 innehåller en sammanfattande beskrivning av olika kraftslags miljöpåverkan, och enligt rapporten har havsbaserad vindkraft tillsammans med vattenkraft lägst koldioxidutsläpp och lägst externa miljökostnader, även i jämförelse med de andra förnybara alternativen. Det framgår inte av rapporten hur de refererade källorna har värderat koldioxidutsläpp eller externa miljökostnader⁶. I rapporterna finns även relevant kunskapsunderlag som beskriver miljöeffekter för system med låg andel havsbaserad vindkraft

Import och export av el

En ökad installerad effekt av havsbaserad vindkraft påverkar kraftbalansen, vilket medför en påverkan på behovet av import och export av el. Detta gör i sin tur att det finns ett indirekt samband med miljöeffekter från andra kraftslag inom det nordeuropeiska elsystemet.

Anläggningar med höga marginalkostnader, t ex sådana som drivs med fossila bränslen, har successivt tagits ur drift i takt med att utbyggnaden av förnybar elproduktion både i Norden och på kontinenten har genomförts. Förbindelser till utlandet underlättar för att fossilbränslebaserad elproduktion i Baltikum och på kontinenten ska kunna ersättas med fossilfri el från Skandinavien. Utbyggnad av vindkraft och solkraft pågår samtidigt parallellt i många av de berörda länderna. Införandet av ett 100 % förnybart elsystem kan öka behovet av import till södra Sverige vid situationer med effektbrist (Svenska Kraftnät, 2017). Sverige har enligt Energiöverenskommelsen dock fortsatt målsättningen att vara nettoexportör på årsbasis, vilket gör att man i denna analys kan göra antagandet att utsläppen av växthusgaser sammantaget kommer att minska vid en utbyggnad av svensk havsbaserad vindkraft. Notera att det finns en stark koppling mellan faktiska utsläppsminskningar och ekonomiska styrmedel i Europa, framförallt EU:s handel med utsläppsrätter (EU-ETS) som inte beskrivs i denna analys.

Om havsplanerna försvårar utbyggnaden av havsbaserad vindkraft kan den indirekta följden således bli att elproduktion med fossila bränslen i andra länder inte kan minska i den takt som annars skulle vara möjligt. Miljöeffekterna från elproduktion med fossila bränslen är framförallt klimatförändringar, försurning, övergödning och hälsorisker (15).

Svensk elproduktion

I tabell 2 återfinns en sammanfattning av elproduktionen för olika kraftslag i de olika framtidsscenarierna i ER 2018:16 samt rapporterna från projekten *Fyra framtider* och *Vägval el*.

⁶ ER 2018:16, figur 13. Den refererade källan är "Ecofys".

Tabell 2. Elproduktion i framtidsscenarier, sammanfattning. Källa: Energimyndigheten (2015, 2017), IVA (2016).

	ER 2018:16 ⁷	Fyra framtider	Vägval el (medel)
Vattenkraft	64 TWh	60–69 TWh	65 TWh ⁸
Vindkraft	20–130 TWh	15–50 TWh	20–55 TWh
<i>landbaserad</i>	20–100 TWh	Anges ej	Anges ej
<i>havsbaserad</i>	0–40 TWh	Anges ej	Anges ej
Solkraft	3–30 TWh	1–25 TWh	5–15 TWh
Kärnkraft	0 TWh	0–84 TWh	0–50 TWh
Kraftvärme, biobränslen/avfall	0–30 TWh	11–24 TWh	23–48 TWh
Totalt	Anges ej	134–190 TWh	160 TWh

Baserat på tabell 2 görs i denna rapport antagandet att om man inte kan bygga ut havsbaserad vindkraft nationellt så påverkar det svensk elproduktion i första hand genom ett jämförelsevis ökat behov av effekt från kärnkraft, landbaserad vindkraft och biobränslen (kraftvärme). Kvarvarande större älvar skyddas av lagstiftning och vi bedömer inom ramen för denna analys därför att ny storskalig vattenkraft inte är aktuellt. Solkraft i kombination med annan teknikutveckling står i vissa framtidsscenarier för en betydande andel, dock inte i form av stora produktionsanläggningar. Förnybar el kan även tillkomma i form av t ex småskalig vattenkraft, vågkraft och tidvattenkraft men dessa källor bedöms i dagens läge inte vara tillräckligt stora för att betrakta som "ersättning" för effekt från storskalig havsbaserad vindkraft. Miljöeffekter från ovan nämnda kraftslag beskrivs därför inte vidare. Befintliga och nya anläggningar som genomgår miljöprövning (t ex landbaserad vindkraft) kan generellt antas ha en mindre miljöpåverkan i driftskedet (5) än äldre anläggningar som inte genomgått samma prövning (t ex befintliga vattenkraftverk). Denna effekt illustreras med streckade linjer i figur 3. Tillverkning och byggnation för nya produktionsanläggningar förbrukar råvaror och energi, medför miljörisker vid byggnation (olyckor, utsläpp med mera) samt övriga effekter från verksamheten. De samlade miljöeffekterna av att nya anläggningar ersätter befintliga, fungerande dito bör därför ses i ett livscykelperspektiv.

De viktigaste riskerna för miljökonsekvenser från kärnkraft, landbaserad vindkraft och biobränslen sammanfattas nedan. Syftet med sammanställningen är att beskriva olika kraftkällors miljöpåverkan ur ett övergripande perspektiv. Beskrivningen är generell och ska inte likställas med en beskrivning av miljökonsekvenserna från en viss anläggning. Inga miljöeffekter kan i detta läge kvantifieras eftersom det är mycket osäkert hur stor andel av framtidens elsystem som svensk havsbaserad vindkraft utgör.

Kärnkraft

Kärnkraften har låg klimatpåverkan och låga utsläpp av partiklar, koldioxid och svaveldioxid samt ett litet markanspråk om man räknar själva anläggningen i förhållande till effekten.

⁷ Avser möjlig ökad produktion.

⁸ Det finns även ett scenario med 85 TWh vattenkraft som vi inte tar med eftersom det kräver ändring av gällande lagstiftning.

Kärnkraft medför negativ miljöpåverkan i samband med framställning av bränslet, främst från gruvdriften vid uranbrytning i andra länder. Transport och utvinning av bränsle och avfall medför också utsläpp (dessa är ur ett livscykelperspektiv dock inte betydande).

Anläggningarna medför i drift- och avvecklingsskedet även att man måste hantera många olika typer av avfall, inklusive radioaktivt avfall med de osäkerheter som hantering och effekter på lång sikt innebär. Kärnkraftsanläggningar medför risk för mycket allvarliga konsekvenser vid olyckor. Riskerna är mycket väl uppmärksammade vilket medför att det finns ett omfattande och krävande säkerhetsarbete kring anläggningar och transporter (drift) samt hantering av kärnavfall (drift/avveckling). Motsvarande omfattande säkerhetsarbete finns inte för andra kraftslag.

Kärnkraftverk i drift orsakar påverkan på havsmiljön i form av omfattande fiskförluster i kylvattenintag och påverkan på marina ekosystem från kylvattenutsläpp. Det finns kring svenska kärnkraftverk en lokalt förändrad flora och fauna i havsmiljön.

Vindkraft (landbaserad)

Landbaserad vindkraft är förnybar energi med låg klimatpåverkan och låga utsläpp av partiklar, koldioxid och svaveldioxid samt ett litet markanspråk.

Vindkraftverk förändrar landskapsbilden. En storskalig utbyggnad medför att det uppstår kumulativa effekter på landskapsnivå.

Landbaserad vindkraft medför risk för störning vid boendemiljöer, främst genom ljudpåverkan (buller). Därutöver kan närboende uppleva rörliga skuggor och förändrad utsikt. Ljud och rörlig skugga hanteras alltid genom att föreskriva skyddsåtgärder inom ramen för miljöprövning.

Svensk vindkraftsutbyggnad sker huvudsakligen i skogsmark. I dessa miljöer finns risk för påverkan på naturvärden, fåglar och fladdermöss. Riskerna är mycket väl uppmärksammade och det läggs i varje projekt stort fokus på att minska riskerna i samband med miljöprövning. Generellt kan de negativa effekterna på naturvärden förväntas bli små, förutsatt att dagens lagstiftning och rättspraxis vidmakthålls.

En storskalig utbyggnad innebär ett utbyggt vägnät i skogslandskapet. Sistnämnda har positiva effekter för skogsbruket men det finns indirekt en risk för påverkan på biologisk mångfald. Det ska dock poängteras att detta inte är en självklar följd av vindkraften utan snarare en fråga om generell hänsyn i skogsbruket (se även Biobränslen nedan).

Biobränslen

Huvuddelen av den bioenergi som används för elproduktion i Sverige kommer från skogen. Idag utgörs detta framförallt av grenar och toppar (GROT), stubbar och restprodukter från sågverk och massaindustri. Utöver biobränslen från skogsbruket används även energiskog, spannmål, energigräs och halm för energiändamål (osäkert hur mycket som blir el). Noteras bör att även torv används i kraftvärmeverk. I denna analys behandlas torv inte som ett biobränsle.

Biobränslen kan användas istället för fossila bränslen vid förbränning i olika typer av värmekraft i det nordiska systemet (i Sverige är det kraftvärme) vilket normalt sett bedöms som en minskad klimatpåverkan på sikt. Biobränslen medför utsläpp av växthusgaser vid framställning eftersom det finns ett behov av fordon både vid uttag och transporter av bränsle och avfall. Biobränslen orsakar även ett nettoutsläpp av kväveoxider och partiklar. Kraven på rening vid anläggningarna har ökat successivt.

Uttag av avverkningsrester (GROT, stubbar) för energiändamål kan enligt Energimyndigheten potentiellt bidra med ca 27 TWh (med beaktande av miljömålen) (Energimyndigheten, 2018). Uttag av avverkningsrester påverkar dock tillväxt, kvävebalans, den biologiska mångfalden och skogsmarkens

närings- och försurningsstatus (Skogsstyrelsen, 2018). Risker för negativa miljöeffekter av uttag av skogsbränslen av den typ som sker idag är således att kollagringen i marken minskar samt att man får en minskning av markens buffringsförmåga mot försurning och en gradvis utarmning av näringsämnen. Återföring av aska anses vara en viktig förutsättning för ett hållbart uttag. Att återföra biobränsleaska till skogen minskar samtidigt risken för försurning.

Skogsbrukets och jordbrukets miljöeffekter för försörjning av annan råvara behandlas i övrigt inte i denna rapport.

Reglerkraft och elnät

Nyttjandet av vattenkraften som reglerresurs på kort varsel begränsas som tidigare nämnt i vattendomar. Dessa är i många fall inte omprövade mot dagens miljölagstiftning. Behov av ökad reglering kan därför komma att medföra miljöeffekter (16), eventuellt förstärks dessa även av utbyggnad av pumpkraft. Eftersom vindförhållanden till havs är bättre och jämnare än på land så medför vindkraft till havs ett jämförelsevis mindre behov av sådan reglering. Skillnaden mellan land- och havsbaserad vindkraft kan i detta avseende minska i takt med att den landbaserade vindkraften utvecklas mot vindkraftverk med större rotoror (medger högre energiutvinning vid lägre vindar).

En energipolitisk överenskommelse har träffats, vilket innebär att Sverige ska ha moderna miljökrav på svensk vattenkraft. Lagändringarna föreslås träda i kraft den 1 januari 2019 (prop. 2017/18:243 Vattenmiljö och vattenkraft). Regeringen har i propositionen föreslagit att Havs- och vattenmyndigheten, Energimyndigheten och Svenska kraftnät ska ta fram ett förslag till nationell plan för omprövning av vattenkraften m.m. Regeringen ska besluta om planen. För att förbereda arbetet och skapa samsyn i flera frågor har myndigheterna genomfört en förstudie (HaV m fl 2018). Förstudien innehåller bland annat en metod för att ta fram ett mått på hur viktig elproduktionen i olika avrinningsområden är för balansregleringen (det relativa reglerbidraget per energienhet, RR/GWh) (HaV m fl 2018).

I denna miljösystemanalys görs antagandet att planen för omprövningar kommer att minska risken för negativa miljökonsekvenser till följd av den vattenreglering som krävs i ett framtida kraftsystem. Det faktiska utfallet av de kommande omprövningarna kan i nuläget inte bedömas.

Miljöeffekter till följd av reglering i befintliga anläggningar sammanfattas nedan. Beskrivningen är generell och ska inte likställas med en beskrivning av miljökonsekvenserna från en viss anläggning.

Reglering av vattendrag medför en förändrad flödesregim, t ex höga vattenflöden på vintern i vattendrag som normalt sett har låga flöden under denna period. Detta är inte naturligt och kan därför medföra negativa effekter för vattenmiljön. I redan utbyggda vattendrag har dessa effekter redan uppstått och den tillkommande miljöeffekten behöver därför inte nödvändigtvis vara stor.

Ett kraftigt varierande elpris ökar incitamenten för korttidsreglering. Ökad korttidsreglering är generellt negativt för vattenmiljön. Kring både vattendrag och sjöar/dammar som används för vattenkraft påverkar ökad reglering strandzonens naturvärden negativt.

Generellt kan man konstatera att tillverkning och byggnation för nya överförings- och lagringsanläggningar innebär förbrukande av råvaror och energi. Man bör i dessa sammanhang använda livscykelanalyser för att bedöma miljöpåverkan i relation till nyttan med integration av förnybar elproduktion och/eller minskade överföringsförluster. Svenska Kraftnät anger i sin nätutvecklingsplan att man har detta perspektiv för bedömning av samhällsnyttan av investeringar (Svenska Kraftnät 2016).

Miljöeffekterna av nyttjande av effektreserven är likt ovan av mer generell karaktär och beskrivs inte närmare i denna miljösystemanalys. Sambanden illustreras inte heller i figur 3.

Sammanfattning

Med dagens system så är de ekonomiska förutsättningarna avgörande för om investeringar i havsbaserad vindkraft kommer till stånd eller ej. Begränsningar av områden utpekade för elproduktion i havsplanerna kan leda till ökade produktionskostnader och minskade möjligheter att få miljötillstånd. Detta leder i förlängningen till minskad konkurrenskraft för havsbaserad vindkraft visavi andra energikällor. Behovet av områden utpekade för elproduktion i havsplanerna ska även ses utifrån att det svenska kraftsystemet är i förändring. Vindkraften har i nationella analyser bedömts utgöra en viktig del av framtidens kraftsystem och en kraftig utbyggnad av vindkraften förväntas på grund av sjunkande produktionskostnader. Minskad acceptans och en svårare tillståndsprocess kan leda till brist på landbaserade vindkraftsprojekt, vilket i sin tur kan öka behovet av vindkraftsproduktion till havs. En begränsning i havsplanerna bedöms därför på lång sikt kunna leda till minskade möjligheter att nå målet om ett 100 % förnybart elsystem.

Uteblivna investeringar i havsbaserad vindkraft kan även minska möjligheterna att ersätta fossilbaserad kraft på kontinenten och i Baltikum med förnybar el från Norden. Nordisk elproduktion har låg klimatpåverkan. Den mest betydande indirekta miljöpåverkan som kan uppstå vid en begränsning i havsplanerna är således ökade svårigheter att bromsa pågående klimatförändringar. Det är samtidigt viktigt att förstå att i praktiken är frågan om vilken el som ersätts när ny produktion tillkommer mycket komplex och beroende av marknadsfaktorer och politiska mål. Elnätsförbindelser till utlandet är en faktor av särskild relevans för havsplaneringen. Därutöver bör särskilt noteras att det är viktigt hur man utvecklar ekonomiska styrmedel som t ex EU-ETS.

Storskaliga produktionsanläggningar för havsbaserad vindkraft har både för- och nackdelar ur miljösynpunkt i relation till annan ny, förnybar elproduktion i stor skala (i Sverige är detta i första hand landbaserad vindkraft och biobränslen, men i andra länder kan det också vara t ex solkraft och geotermisk kraft). På ett generellt plan kan man säga att miljöriskerna från vindkraft till havs framförallt handlar om påverkan på naturmiljön i byggskedet (undervattensbuller, grumling), medan miljöriskerna för landbaserad vindkraft mest härrör till driftskedet och människors hälsa (buller, förändrad utsikt). Både havs- och landbaserad vindkraft medför kända risker för fågellivet, till havs i första hand vissa arter av sjöfåglar. Även biobränslen har sin huvudsakliga miljöpåverkan i driftskedet (utsläpp, uttag för bränsle). Biobränslen medför utsläpp av kväveoxider vilket påverkar vattenmiljöer genom förurning och övergödning. Havsbaserad vindkraft kan medföra vissa positiva effekter för havsmiljön som de andra energislagen inte har (reveffekt, minskat fisketryck). Man ska även beakta att vindkraft, både havsbaserad och landbaserad, kräver större flexibilitet i systemet än de övriga kraftslagen vilket i sin tur kan innebära miljöeffekter vid t ex ökad reglering i vattenkraften eller utbyggnad av lagringskapacitet. De indirekta effekterna som kan uppstå i vattenkraften är för närvarande under utredning till följd av kommande ändringar i lagstiftningen.

På nationell nivå bedöms ny effekt från kärnkraft också vara relevant att beakta, även om målsättningen är ett 100 % förnybart elsystem. Kärnkraften har låg klimatpåverkan. Kraftslaget innebär samtidigt risker av för betydligt mer allvarliga miljöeffekter, och bygger på gruvidrift samt användande av ändliga resurser. Kärnkraft producerar radioaktivt avfall. Kärnkraft är det enda av de större kraftslagen i framtidsscenarierna som inte bidrar till att nå målet om 100 % förnybar elproduktion år 2040.

3.2 Sjöfart

Bakgrund

I den svenska sjöfarten arbetar ca. 9500 personer i 780 företag och omsättningen i dessa verksamheter är jämnt fördelad mellan gods- och persontransporter⁹. Sjötransporter möjliggör export av gods från svensk råvaru- och tillverkningsindustri vilka är beroende av effektiva transporter¹⁰.

År 2016 uppgick det totala trafikarbetet för godstrafiken i 35,5 miljarder tonkilometer, varav huvuddelen, 28,9 miljarder tonkilometer, utgjordes av utrikes sjötransporter¹¹. Resterande 6,6 miljarder tonkilometer stod den inrikes sjöfarten för. Totalt står sjöfarten för 33 procent av allt transportarbete, andelen är oförändrad sedan år 2000¹². Trots att sjöfartens andel av det totala transportarbetet legat konstant har det ökat i absoluta termer. Den utrikes sjöfarten ökade med 40 procent mellan 1990–2012 medan den inrikes sjöfarten legat relativt konstant, med en viss nedgång under senare år¹³. I Trafikverkets trafikprognos för 2040 ökar sjöfarten kraftigt och dubblas till 75,6 miljarder tonkilometer¹⁴.

För att beskriva godssjöfarten i Sverige i generella drag kan norra Sverige sägas vara dominerad av export av lågvärdigt gods (t ex skogsråvara och malm), Storstockholm av import av containergods, södra och sydöstra Sverige av färjetrafik med RoRo¹⁵-gods till Europa och västkusten transoceansk containertrafik och import av råolja.

Gällande persontransporten står sjöfarten för en försvinnande liten del av persontransportarbetet (i personkilometer), enbart 0,5 procent¹⁶. Av dess utgörs två tredjedelar av internationella- och en tredjedel av inrikes resor. Antalet personkilometer har legat konstant under hela 2000-talet och visar inga tecken på att förändras¹⁷. Trafikverket gör i dagsläget inga prognoser för persontrafiken till havs. Inom EU finns ett mål om att 50 procent av alla transporter längre än 300 km ska flyttas från väg till järnväg och sjöfart, vilket syftar till att minska transportsektorns miljöpåverkan¹⁸. Krav ställs samtidigt på sjöfarten att öka sin miljöprestanda genom högre bränsleeffektivitet, alternativa bränslen och bättre reningsteknik. Sjöfarten har en betydande miljöpåverkan, om än mindre än lastbilstransporter när det gäller luftföroreningar. Sedan årsskiftet 2014/2015 finns krav på utsläppsbegränsningar av svaveldioxid från fartyg i svenskt vatten (Östersjön är ett SEKA område där svavelutsläppen måste kontrolleras¹⁹). Detta innebär att fartyg antingen måste investera i reningsteknik eller byta bränsle²⁰. Utsläppen av kväveoxider är dock fortsatt höga och partiklar likaså. Annan miljöpåverkan är utsläpp av gråvatten (utsläpp från bad, disk och tvättvatten) och svartvatten (avloppsvatten), undervattensbuller²¹, införsel av invasiva arter från ballastvatten samt oljeutsläpp vilka inverkar negativt på lokala marina ekosystem²².

I denna rapport behandlas enbart kommersiell person- och godstrafik, ej fritidsbåtar och dylikt.

⁹ Havs- och vattenmyndigheten, 2017a

¹⁰ Havs- och vattenmyndigheten, 2017a

¹¹ Trafikanalys, 2016

¹² Trafikanalys, 2016

¹³ Trafikverket, 2015

¹⁴ Trafikverket, 2015

¹⁵ Står för Roll-on, Roll-off och är fartyg varpå lastbilar kan köra på.

¹⁶ Trafikanalys, 2016

¹⁷ Trafikanalys, 2016

¹⁸ Trafikverket, 2015

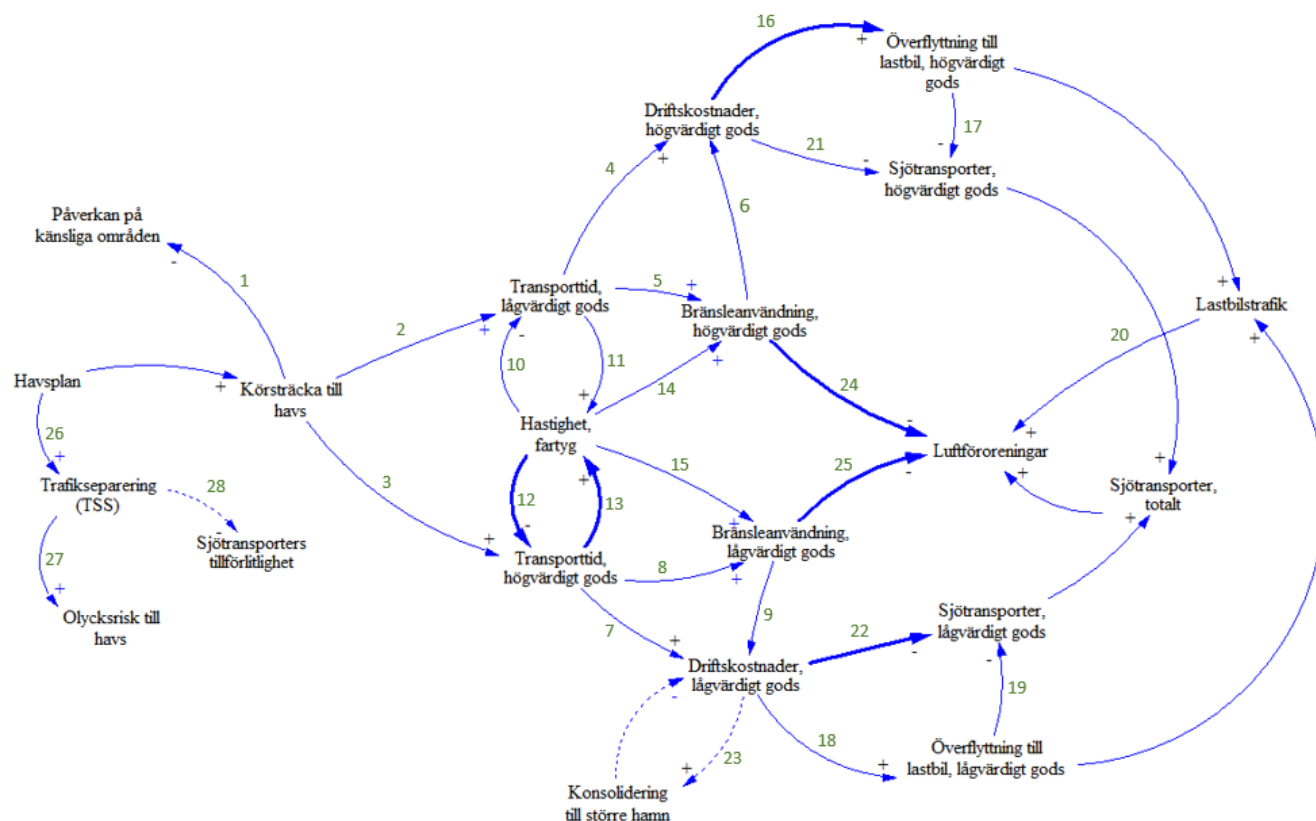
¹⁹ <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Miljo-och-halsa/Luftfororening/SOx---svaveloxider/Kommande-krav/>

²⁰ Trafikverket, 2015

²¹ Trafikverket, 2015

²² WSP Sverige AB, 2017

Orsak-verkan-diagram – sjöfart



Figur 4 Orsak-verkan-diagram över sjöfarten

Systemanalys

Sjöfarten har i huvudsak två krav för att kunna verka effektivt inom ett område, en kort körsträcka och ett tillräckligt stort djup. Då andra verksamheter, t ex havsbaserad vindkraft och sandutvinning, främst sker i grundare områden konkurrerar de oftast inte med sjöfartens behov av djupa vatten. I de aktuella förslagen till havsplaner²³ är det därför snarare naturvärden som står i konflikt med sjöfarten²⁴.

Naturområden kan skyddas från fartygens direkta miljöpåverkan (1) genom att justera aktuella rutter och därmed undvika känsliga områden. Detta kan förlänga fartygens körsträcka. Det främsta exemplet på en möjlig konflikt är ruttsystemet kring Hoburgs bank i Östersjön där det i samrådsförslaget för havsplan Östersjön förordas en utredning om och på vilket sätt sjöfarten kan behöva ta en annan rutt (djuprännan söder om Hoburgs bank) än vad många fartyg tar i dagsläget (rutt norr om Hoburgs bank), i syfte att minska skada från olja på den hotade alfågeln eller minska buller som stör tumlare. En eventuell ändring i ruttsystemet dvs trafiksepareringsscheman (TSS) eller genom förändrad utformning av s.k. Areas to be avoided kräver beslut inom IMO (International Maritime Organization). Risken för längre körsträckor har identifierats som den främsta inverkan havsplanerna kan ha på sjöfarten och är därför fokus i analysen.

I analysen (se Figur 4) har distinktionen gjorts mellan lågvärdigt och högvärdigt gods. Det lågvärdiga godset är bl.a. skogsråvara, järnmalm och andra massor vilka är betydligt mer skrymmande än det

²³ Havs- och vattenmyndigheten, 2016

²⁴ Havs- och vattenmyndigheten, 2017b

högvärdiga godset vilket nästan uteslutande går i container. Dessa godstyper är olika känsliga för havsplanernas inverkan och utfallen skiljer sig åt åt dem emellan. Skillnaderna beskrivs mer ingående i följande avsnitt.

Högre operativa kostnader

Den längre körsträcka som havsplanerna kan innebära ger längre transporttid (2–3) och därmed högre driftskostnader i form av tid och oftast även bränsleförbrukning (4–9). Undantagsvis kan en längre sträcka ändå resultera i en lägre eller oförändrad bränsleförbrukning genom att fartyget går över djupare vatten och därmed minskar sin friktion mot botten²⁵. När körsträckan ökar är det troligt att fartygen kommer öka sin hastighet för att inte transporttiden ska öka, vilket i sin tur ökar bränsleförbrukningen (10–13). Valet att öka hastigheten beror delvis på att redarna ofta är bundna till vissa ankomsttider via transportavtal²⁶, och särskilt högvärdigt gods drabbas vilket ofta är mer tidskänsligt²⁷. Ökade hastigheter kompenserar dock enbart tidsberoende kostnader medan den ökade bränsleförbrukningen och dess kostnader består (14–15). Den ökade bränsleförbrukningen leder till ökade utsläpp av luftföroreningar (24–25) vilket behandlas mer ingående i kommande avsnitt.

Sammantaget ger detta en sämre transportekonomi med konsekvenser för både redare och transportköpare. Den extra kostnad som föreslagen havsplan innebär är dock liten i relation till övriga omvärldsfaktorer som påverkar branschen, t ex farledsavgifter, internationella marknadspriser och skatteregler²⁸. Konsekvenserna kommer därför sannolikt att vara små överlag. Bilden kompliceras dock av att olika typer av gods är olika känsliga för kostnadspåslag. Även transportköparens val av transportmedel gör det mer komplext då detta val ofta är binärt²⁹. Det innebär att köparen vid en viss tröskel väljer att flytta samtliga transporter från ett trafikslag till ett annat. Det skapar en osäkerhet när kostnadsökningen ska konsekvensbedömmas, då det är okänt om sådana tröskelvärden överskrids eller inte. Den generella slutsatsen är dock att effekterna blir relativt små. De effekter som identifierats i intervjuerna är överflyttning av gods till andra trafikslag, lägre efterfrågan på transporter, utlokalisering av verksamheter till utlandet och konsolidering till större hamnar. Dessa beskrivs i följande avsnitt

Överflyttning till andra trafikslag

Med högre transportkostnader för sjötransporter blir alternativa trafikslag relativt billigare och vid en viss brytpunkt är det mer lönsamt att flytta över transporter på land. Denna överflyttning kommer troligen ske till vägtransporter med lastbil då transporter på järnväg har högre administrativa kostnader³⁰ samt att det inte finns kapacitet i befintligt järnvägsnät³¹.

Olika typer av gods är olika känsligt för att flyttas över till vägtransporter. Generellt kan sägas att mer skrymmande gods är mindre känsligt för överflyttning med petroleumprodukter i ena änden av spektrumet (18–19) och högvärdigt, enhetslastat gods i det andra (16–17). Sjöfartsinfrastrukturen för petroleumprodukter är mycket väl utbyggd och de stora volymerna gör en överflyttning till väg rent praktiskt mycket svår att genomföra³². Det högvärdiga godset å andra sidan transporteras med RoRo- och containerfartyg och är mer troligt att flytta över till vägtransporter eftersom det är enklare och

²⁵ Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:11

²⁶ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

²⁷ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

²⁸ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, 29-09-2017

²⁹ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

³⁰ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

³¹ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

³² Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

billigare att genomföra³³. En representant för intresseorganisation inom sjöfarten³⁴ bedömer att överflyttningen av mer skrymmande gods kommer vara marginell medan den för Roro- och containersegmentet skulle bli mer betydande.

Det ska tilläggas att främst destinationerna med RoRo-fartyg i västra Östersjön konkurrerar med vägtransporter (vilka redan idag är vanliga) medan östliga destinationer ej kommer beröras då körsträckan dit är för lång³⁵.

En överflyttning till väg innebär att utsläpp av luftföroreningar flyttar från fartyg till lastbil (20). Detta behandlas mer utförligt i kommande avsnitt.

Minskning av transporter

Att flytta över transporter på väg är bara ett av flera möjliga utfall vid en prishöjning. Det andra alternativet är att färre transporter köps (ett högre pris ger lägre efterfrågan) (21–22). Återigen är utfallet beroende på typ av gods och vi gör återigen distinktionen mellan skrymmande och mindre skrymmande gods. Eftersom skrymmande gods (t ex järnmalm, stenkross och virke) är svårt att flytta över till vägtransporter blir den direkta effekten på mängden sjötransporter mer påtaglig när priser stiger jämfört med mindre skrymmande, högvärdigt gods (21–22). Det skrymmande godset kan även vara extra priskänsligt om det är lågvärdigt och transportkostnaden utgör en stor del av priset³⁶.

Stigande pris på transporter kan det således medföra minskad efterfrågan på transporter och kan medföra att högre transportpriserna gör det dyrare att exportera svenska varor och att importera varor från utlandet. När exportpriset, varav transportkostnad utgör en del av, kan det medföra ökade incitamenten för exportorienterade verksamheter att flytta sin produktion utomlands. Lokalisering av produktion avgörs dock av ett flertal faktorer såsom löne- och produktionskostnader, infrastruktur mm och där transportkostnad troligen utgör en mindre andel. Enligt representant för intresseorganisation inom sjöfarten³⁷ är dock transportkostnadsökningen som följer av havsplanerna så små att detta utfall är mycket osannolikt. Därav utreds inte konsekvenserna vidare och inkluderas inte heller i Figur 4.

Konsolidering till större hamnar

Det sista möjliga utfallet vid en höjning av transportpriser är att gods konsolideras till färre och större hamnar (23). Detta är enbart aktuellt för det lågvärdiga godset där det är effektivt att minimera transportsträckan på väg. Stora hamnar kan hantera större fartyg vilka är mer ekonomiskt effektiva och därmed sänker kostnaderna per ton gods. På så vis kan kostnadshöjningen kompenseras för. Även detta utfall bedöms som mycket osannolikt i relation till överflyttning av gods till vägtransporter och en minskad efterfrågan på transporter³⁸. Därav utreds inte konsekvenserna vidare.

Trafikseparering (TSS)

En sista följd av havsplanerna är att trafikseparering till havs (TSS) införs eller ändras i vissa rutter (26). När fartyg koncentreras på liten yta och trängseln ökar påverkas sjösäkerheten (27), dock bedöms den ha en mindre effekt³⁹. Den ökade trängseln har dock en mer betydande inverkan på sjötransporternas tillförlitlighet (28) vilket ytterligare minskar deras konkurrenskraft gentemot

³³ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

³⁴ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

³⁵ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

³⁶ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

³⁷ personlig kommunikation 29-09-2017

³⁸ Persson, personlig kommunikation 12-09-2017

³⁹ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

vägtransporter. Denna effekt är dock liten i förhållande till de ökade transportkostnaderna som följer av de längre transportsträckorna⁴⁰.

Miljöeffekter av högre kostnader på sjötransporter

De miljöeffekter som kopplats till sjöfarten i studien är operationella oljeutsläpp, olycksrisk med oljeutsläpp, undervattensbuller, risk med införsel av invasiva arter från ballastvatten och redan nämnda utsläpp av luftföroreningar. Dessa beskrivs i detta avsnitt.

Förutom den direkta effekten att känsliga naturområden skyddas så är utsläpp av luftföroreningar den primära miljöfaktorn i analysen. I Figur 4 har, för läsbarhetens skull, enbart variabeln "luftföroreningar" inkluderats. Den inkluderar bl.a. koldioxid, svaveldioxid, kväveoxider och partiklar. I analysen har tre huvudsakliga orsaks-verkan-kedjor identifierats vilka påverkar utsläppen av luftföroreningar:

- 1) Längre körsträcka och högre hastighet ger högre utsläpp
- 2) Högre transportkostnader kan leda till lägre efterfrågan på transporter till havs och utsläppen minskar
- 3) Högre transportkostnader kan leda till att transporter flyttas över till väg med ökade utsläpp som följd.

Relationen mellan effektkedja (2) och (3) är svår att bedöma utan en mer ingående analys. Med andra ord råder osäkerhet om vägtransporter kommer öka i sådan grad att deras utsläpp väger upp utsläppsminskningen från färre sjötransporter. Men, eftersom kostnadsökningen av havsplanerna är så begränsad kommer effekten på utsläppsnivåerna från (2) och (3) vara små i relation till utsläppsökningen i (1)⁴¹. Havsplanerna kommer således innebära en nettoökning av luftföroreningar. Trots att effekten på nettoutsläppen av effektkedja (2) och (3) är svårbedömd kommer de transporter som flyttas över på väg att ske i mer tätbefolkade områden. De negativa hälsoeffekterna från utsläpp av svaveloxider, kväveoxider och partiklar kommer således öka.

Operationella utsläpp av olja ökar dödligheten hos marina fåglar. Genom att avstånden mellan farleden och utsjöbankarna i Östersjön ökar kommer färre alfvåglar att komma i kontakt med dessa med en minskad dödlighet som följd. Analyser har visat att en sådan minskning av oljeutsläpp i känsliga områden kan ha avgörande betydelse för populationsdynamiken hos hotade fåglar.⁴²

Fartyg ger upphov till undervattensbuller vilket har negativa effekter på det marina livet. Omfattningen av dessa effekter är dock relativt outforskad, men viss kunskap finns. Studier har visat att undervattensbuller kan stressnivån hos fiskar och att fiskyngels tillväxttakt minskar (Havsmiljöinstitutet, 2014). Kunskapen om hur fiskar använder ljud för att kommunicera är begränsad men t ex torsk använder ljud vid lek och när detta störs av undervattensbuller blir följden en mindre lyckad befruktning (Havsmiljöinstitutet, 2014).

Även sälar och tumlare påverkas potentiellt av undervattensbuller. Tumlare använder klickljud för att navigera på samma frekvens som fartygs djupekolod⁴³. Om detta har en faktisk störande effekt är inte belagt men det har observerats att risken för tumlare att fångas som bifångst ökar vid höga bullernivåer⁴⁴. Sälar använder ljud under parning på samma frekvens som fartygsljud vilket skulle kunna ha en störande effekt⁴⁵.

Larsson (2016) resonerar att negativa effekter uppstår särskilt när känsliga områden blir utsatta för högfrekvent buller⁴⁶. Genom att fartygstrafiken kanaliseras kan bullernivåerna i övriga områden minska⁴⁷ vilket borde ha en positiv inverkan på det marina livet.

⁴⁰ Representant för intresseorganisation inom sjöfarten, personlig kommunikation 29-09-2017

⁴¹ personlig kommunikation 09-12-2017

⁴² Havs- och vattenmyndigheten dnr 396-18

⁴³ Havsmiljöinstitutet, 2014

⁴⁴ Hermannsen m. fl.; Carlström och Carlén 2015

⁴⁵ Havsmiljöinstitutet, 2014

⁴⁶ Larsson, 2016

⁴⁷ Larsson, 2016

Sammanfattning

Havsplanen inverkar på sjöfarten genom att ålägga den en längre körsträcka för att undvika känsliga naturområden. En längre körsträcka innebär längre körtider och generellt sett en högre bränsleförbrukning vilket ökar kostnaden. Redaren kan välja att motverka den längre körtiden genom att öka hastigheten vilket dock kommer att ytterligare öka bränsleförbrukningen och därmed även transportkostnaden. En längre transportsträcka kommer alltså oundvikligen leda till högre transportkostnader för sjöfarten. De högre transportkostnaderna är dock små i relation till andra faktorer som påverkar branschen bl. a. farledsavgifter, internationella marknadspriser och skatteregler. De effekter som uppstår som följd av de högre priserna är därför relativt små. Totalt har fyra effekter identifierats varav två bedöms som mycket osannolika, utlokalisering av verksamheter till utlandet och konsolidering till större hamnar. Dessa åtgärder kräver större investeringar och det är osannolikt att den begränsade kostnadsökningen skulle göra åtgärderna lönsamma. En tredje effekt är att efterfrågan på sjötransporter kommer minska som en följd av de högre priserna. För främst högvärdigt gods kommer, som en fjärde effekt, en del av sjötransporterna att flyttas över till lastbil. Det högvärdiga godset har en särskilt tydlig konkurrensytta mot lastbilstransporter.

Utsläpp av klimatgaser och luftföroreningar till havs ökar som följd av den längre sträckan och den högre hastigheten. Eftersom detta drabbar ett så stort antal fartyg så vägs utsläppsökningen inte upp av att sjötransporterna totalt sett minskar. Den möjliga överflyttningen till landtransporter gör att utsläpp kan flyttas närmare tätbefolkade områden med potentiella förvärrade hälsoeffekter till följd, jämfört med om utsläppen sker till havs. I kontrast till de negativa effekterna på bränsleförbrukning och dess utsläpp står en minskad påverkan på alfågel från oljeutsläpp och potentiellt lägre påverkan från undervattensbuller på den marina faunan, om havsplanen bidrar till att sjöfarten minskar i de känsligaste områdena.

3.3 Yrkesfiske

Bakgrund

Svenskar konsumerar mycket fisk relativt övriga europeiska länder och en stor andel av det som konsumeras är importerad fisk⁴⁸. I svenska hamnar landades ca 200 000 ton fisk och skaldjur år 2016⁴⁹. Huvuddelen av fångsten utgörs av skarpsill och sill/strömming följt av tobisfiskar och torsk. På västkusten utgör även kräft- och räkfisket en viktig del av fångsten. Av de totala fångsterna går ungefär hälften till djurfoder och hälften till mänsklig konsumtion.

Yrkesfisket bidrar till den lokala ekonomin i kustsamhällen genom arbetstillfällen direkt i fisket men också inom bl. a. beredningsindustrin, redskapshandeln och varvsindustrin. Genom sitt bidrag till kustsamhällens ekonomi bidrar det till en levande landsbygd och ökar attraktiviteten både för boende och för turister. Yrkesfisket är dessutom en viktig del i de lokala samhällenas identitet. I Sverige hade ca 1300 personer fiskelicens år 2016⁵⁰. Den långtgående trenden är ett minskande antal verksamma yrkesfiskare: år 2000 fanns ca 2000 fiskelicenser⁵¹, alltså en minskning med 35 % på 16 år.

De senaste 100 åren har bestånden av många större fiskarter minskat kraftigt i Sverige⁵². Torsken har minskat i biomassa med 90 % och i västerhavet har många rovfiskbestånd minskat med 70 %. I

⁴⁸ Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten, 2016

⁴⁹ Havs- och vattenmyndigheten, 2015

⁵⁰ Havs- och vattenmyndigheten, 2017c

⁵¹ Miljömål, 2014

⁵² Moksnes m. fl., 2011

dagsläget är flera fiskarter rödlistade enligt Artdatabanken och Atlantisk stör och Slätrocka är förklarade som nationellt utdöda⁵³. Parallellt med krympande bestånd har den genomsnittliga fiskstorleken minskat⁵⁴ och i vissa fall har artuppsättningen förändrats som i fallet Östersjön som gått från ett system dominerat av torsk till ett dominerat av sill och skarpsill⁵⁵.

Samtidigt som många arter har minskat i svenska hav finns det de som har ökat. T ex populationen av skarpsill har ökat kraftigt i Östersjön, mycket på grund av att dess främsta predator, torsken, minskat i antal⁵⁶. Både sill- och skarpsillsfisket bedöms i dagsläget bedrivas hållbart. Under de senaste åren har även vissa torskbestånd visat på viss återhämtning, bland annat torskbestånden i Östersjön och Skagerack^{57 58}.

Många faktorer påverkar miljötillståndet i svenska hav och fiskebeståndens status. Till dessa hör syrebrist och förändrade ekosystem på grund av övergödning orsakad av människan men även syrebrist orsakad av naturligt begränsade inflöden av syrerikt vatten till Östersjön⁵⁹. Syrenivån är betydande för rekrytering av torsk och den omfattande syrebristen har tagit sig uttryck i döda bottenar, vars utbredning fortfarande ökar⁶⁰, samtidigt som den för ynglen viktiga blåstången och sjögräset missgynnas i övergödda och grumliga vatten⁶¹. Båda dessa effekter leder till habitatförändringar med försämrade förutsättningar för flera marina fiskarter^{62 63}. Övergödningen, färre rovfiskar och till viss del ett varmare klimat har även bidragit till ändrad sammansättning av planktonpopulationer vilket gynnat skarpsill medan torsk missgynnats. Höga koncentrationer av miljögifter förekommer i i delar av den marina faunan, men det finns inget som idag talar för att miljögifter påverkat den storskaliga förändringen av fiskebestånden⁶⁴.

Ovan nämnda anledningar gör att situationen för många arter⁶⁵ är ansträngda i våra hav. Moksnes m.fl.⁶⁶ menar dock att fisket är den främsta orsaken till minskade bestånd genom att fisketrycket legat över hållbara nivåer. Tidigare nämnda rödlistade fiskarter är i stor utsträckning matfiskar och många bedöms som hotade i artdatabanken⁶⁷. Denna bild måste dock nyanseras med de fiskebestånd som fiskas hållbart vilket gäller bland annat torskbestånden i Öresund och skarpsillen i Östersjön. Svenskt fiske har dessutom arbetat med selektiva metoder och verktyg för att göra fisket mer hållbart.

Det svenska yrkesfisket regleras till största delen av den gemensamma fiskeripolitiken, som beslutas inom EU. Geografiskt reglerar fiskeripolitiken det yrkesmässiga fisket ut till den yttre gränsen för den ekonomiska zonen. Medlemsländerna kan ha vissa egna regler innanför territorialgränsen och därutöver vissa regler för landets fiskare i alla EU-vatten. Det finns ett flertal nationella lagar som reglerar fisket. Havs- och vattenmyndigheten förvaltar fisken och kontrollerar att den som fiskar yrkesmässigt följer de regler som finns, beviljar och kontrollerar fiskelicenser etc. Hur mycket fisk som får landas årligen bestäms för det bestånd som förvaltas gemensamt inom EU (GFP EU:1380) av EU-kommissionen som sätter fiskekvoter på årlig basis⁶⁸. ICES och STECF är rådgivande organ för

⁵³ Moksnes m. fl., 2011

⁵⁴ Moksnes m. fl., 2011

⁵⁵ Naturvårdsverket, 2011

⁵⁶ Havs- och vattenmyndigheten 2016

⁵⁷ Havs- och vattenmyndigheten 2016

⁵⁸ Moksnes m. fl., 2011

⁵⁹ Naturvårdsverket, 2011

⁶⁰ Casini, 2016

⁶¹ Naturvårdsverket, 2011

⁶² Naturvårdsverket, 2011

⁶³ Casini, 2016

⁶⁴ Naturvårdsverket, 2008

⁶⁵ Havs- och vattenmyndigheten, 2017d

⁶⁶ Moksnes m. fl., 2011

⁶⁷ Moksnes m. fl., 2011

⁶⁸ Europeiska kommissionen, 2017

Orsak-verkan-diagram – yrkesfisket



I denna rapport behandlas enbart yrkesfisket. Havsbaserat vattenbruk och sportfisket berörs således inte även om de senare kan ha betydande påverkan på vissa kustnära bestånd. Som nämnts utgörs den tydligaste restriktionen för yrkesfisket i havsplanerna av marina områdesskydd, i de fall planerna bidrar till en ökad fiskereglering. Därtill kan områden som i planerna markeras med särskild naturhänsyn eventuellt på lång sikt komma att bidra till en förändring av fiskets bedrivande, till exempel genom framtida reglering av redskap eller fångstperioder. Även andra verksamheter som havsbaserad vindkraft kan med tiden komma att minska tillgängligheten för fiske. Sjöfart kan innebära begränsningar av visst fiske (t.ex. garn) men konkurrerar oftast inte med yrkesfisket medan försvarsverksamhet kan innebära temporärt försvårande av yrkesfiske. I denna analys utreds de miljöeffekter som uppstår i ett hypotetiskt scenario där yrkesfiskets rumsliga tillgång till fiskevatten minskar.

Yrkesfiskets påverkan på den marina miljön

I inledningen nämndes att yrkesfisket genom ett högt fisketryck har bidragit till att vissa fiskepopulationer krympt⁶⁹. Utöver fisketryck på målarterna och bifångster så påverkar yrkesfisket de marina ekosystemen på flera andra sätt. En på västkusten vanlig fiskemetod är bottentrålning där en trål släpas på botten efter fartyget. Detta skadar bottenlevande fauna och de biologiska processerna i sedimentet⁷⁰. Trålen rör även upp sediment vilket i frekvent trålade områden påverkar ägg och larver samt kan frigöra miljögifter och närsalter i vattnet. Fiske i de övre havsskikten skadar inte botten i samma utsträckning (dock förekommer att även pelagisk trål går i botten). Utöver målarterna påverkas den marina miljön genom bifångster och att nät går förlorade till havs och bildar spökgarn⁷¹.

Effekter på det svenska yrkesfisket

Kortsiktiga effekter

Med kortsiktiga effekter avses de effekter som uppstår direkt i anslutning till att yrkesfiskets tillgänglighet förändras. Om yrkesfiskets tillgång till fiskevatten reduceras och/eller möjlighet till användning av vissa redskap försvåras kan fisket anpassa sig på flera olika sätt; t ex genom att fiska på andra platser, byta redskap eller fiska efter andra arter. Det finns begränsad kunskap om hur yrkesfiskare svarat på sådana förändringar historiskt men en studie med fem fiskefria områden som inrättades 2009–2011⁷² påvisade viss omfördelning av fiskeansträngningen när tillgången till större områden begränsades. Det är dock svårt att dra några generella slutsatser utifrån det begränsade underlaget. För att komplettera det bristande underlaget har en representant för en producentorganisation inom fisket och en fiskeförvaltare på länsstyrelsen intervjuats.

Om den yta yrkesfiskare har tillgång till begränsas så kan fisket söka sig till andra fiskevatten. En förutsättning för att flytta fisket är givetvis att den aktuella målarten faktiskt finns utanför området med fiskebegränsning. Fiskaren kan även behöva söka sig längre från sig hemmahamn för att hitta nya, lönsamma fiskevatten⁷³, med högre bränsleförbrukning och kostnader som följd^{74,75}. De kompenserar på så vis begränsningen genom att öka fiskeansträngningen eller tiden till havs. Många fiskare jobbar dock idag så långa skift att det är svårt att förlänga dem ytterligare, åtminstone för de som landar sin fångst dagligen⁷⁶. Större fartyg inom det pelagiska fisket har större möjligheter att öka sin tid till havs och kompensera en fångstreduktion. Ytterligare ett alternativ för fiskaren är att byta målart. Denna möjlighet begränsas av att fiskaren kan behöva införskaffa fiskekvoter och nya redskapstillstånd vilket båda utgör betydande trösklar⁷⁷. Det nya fisket måste givetvis också vara lönsamt.

Figur 5 visar ovan nämnda samband. Lägre tillgång på fiskevatten minskar yrkesfiskets effektivitet när tillgången till området begränsas och fiskarna kan behöva söka sig till sämre eller mer avlägsna fiskevatten (1). En lägre effektivitet ger en lägre fångst per ansträngning vilket ger lägre lönsamhet (2–3). En lägre lönsamhet ger fiskaren incitament att antingen vara ute till havs längre eller byta målart. Genom att öka ansträngningen (4) fångar fiskaren mer fisk och kan återställa sin fångstnivå (5), vilket sluter den balanserande loop "B3". En ökad fiskeansträngning ökar dock kostnaden (7) vilket begränsar nyttan av den ökade fiskeansträngningen. Balanserade loop "B4" representerar det sista alternativet för en fiskare som möter sänkt lönsamhet med att gå över till ett annat fiske (8–10).

⁶⁹ Moksnes m.fl.

⁷⁰ Tjensvoll & Bradshaw, 2013

⁷¹ Havs- och vattenmyndigheten, (2017e).

⁷² Bergström m. fl., 2016

⁷³ Representant för producentorganisation inom yrkesfisket, Personlig kommunikation 04-01-2018

⁷⁴ Hospido och Tyedmers, 2005

⁷⁵ Pelletier och Tyedmers, 2008

⁷⁶ Representant för producentorganisation inom yrkesfisket, Personlig kommunikation 04-01-2018

⁷⁷ Representant för producentorganisation inom yrkesfisket, Personlig kommunikation 04-01-2018

Förutsättningen är att fiskaren besitter lämpliga redskapstillstånd, redskap och kvoter. Att införskaffa dessa är ofta problematiskt varför detta samband (11) är rödmarkerat.

Långsiktiga effekter

När lönsamheten minskar för yrkesfiskarna ökar risken för att verksamheten avvecklas. Enligt intervjuad fiskeförvaltare inom länsstyrelsen⁷⁸ är det platsspecifika fisket mer ekonomiskt pressat än det pelagiska fisket och därav känsligare för förändrat tillgänglighet till goda fiskevatten. Representanten för producentorganisationen inom yrkesfisket påpekar att de fartyg med låg flexibilitet gällande redskap och fiskekvoter är de känsligaste fiskarna, då de är beroende av en eller ett fåtal arter, t ex fiskare av havskräftor som är helt beroende av havskräftfisket⁷⁹. Följden blir på sikt att fiskare kan tvingas att avveckla sin verksamhet. Intäkterna i det pelagiska fisket är inte lika känsliga för förändrad tillgång till fiskevatten då det, jämfört med det platsspecifika fisket, är verksamt inom ett större geografiskt område och lättare kan flytta sig till nya fiskevatten. Om dessa fiskevatten är sämre måste dock fiskeansträngningen öka med en större miljöpåverkan som följd⁸⁰.

Effektsambanden rörande yrkesfiskares respons på förändrad tillgänglighet till fiskevatten, den följande lönsamhetsreduktionen samt verksamhetens långsiktiga överlevnad är dock fortsatt osäkra. Resultaten indikerar dock att det pelagiska fisket kan klara förändrad tillgänglighet bättre än det demersala fisket och kan kompensera genom en större fiskeansträngning. Det demersala fisket kan inte göra det i samma utsträckning varför en fångstreduktion är mer sannolik där. Huruvida en förändrad tillgänglighet är så allvarlig att den driver delar av det demersala fisket i konkurs är fortsatt oklart och beror förstås på hur stora områden som förloras för fisket. Den fortsatta analysen görs utifrån antagandet att de svenska fångsterna minskar, både de demersala och de pelagiska.

Marknadseffekter av ett minskat utbud

Utifrån förutsättningen att svenska nettofångsterna minskar kommer priserna stiga och fångsterna att ersättas av import från utlandet. Vilka effekter som uppstår skiljer sig åt beroende på målart och i denna rapport finns enbart utrymme att diskutera ett fåtal arter. Dessa är torsk, sill, skarpsill, havskräfta och nordhavsräka vilka valts då dessa antingen fångas i stora kvantiteter och/eller har ett högt ekonomiskt värde. Samtliga uppgifter baseras på ett kunskapsmaterial som tagits fram av Jordbruksverket som underlag till denna rapport.

Generellt kan sägas att när utbudet av fisk på marknaden sjunker kommer priset att stiga till ett nytt jämviktspris där utbud möter efterfrågan. Hur mycket priset stiger beror delvis på hur benägna utländska producenter är att öka sina leveranser till den svenska marknaden vid en prisökning. Det är rimligt att anta att utländska producenter som redan är etablerade på den svenska marknaden är villiga att erbjuda sina varor vid en relativt liten prishöjning vilket får följden att huvuddelen av fångstminskningen skulle ersättas med importerad fisk. Nedan diskuteras vilka effekter som är troliga för de fem studerade målarterna (en sammanfattning kan ses i Tabell 3).

Torsk går nästan uteslutande till humankonsumtion. Det finns två huvudsakliga varuströmmar, en där stor del säljs till polsk beredningsindustri som främst exporterar inom EU och en där fisken når den svenska marknaden. Den polska beredningsindustrin skulle sannolikt ersätta svensk torsk med dansk, alternativt polskfångad torsk. Alternativet till torsken på den svenska marknaden anses främst vara norsk torsk men även dansk och polsk torsk som också kommer från Östersjön.

⁷⁸ Fiskeförvaltare på länsstyrelse, Personlig kommunikation 20-09-2017

⁷⁹ Representant för producentorganisation inom yrkesfisket, Personlig kommunikation 04-01-2018

⁸⁰ Sköld m. fl. (2018)

I **sill- och skarpsillsfisket** har de senaste åren ungefär hälften av de svenska sillfångsterna och 70% av skarpsillfångsterna gått till foder. Fodermarknaden är global och flera fiskarter kan användas som ingående råvara. Den svenska produktionen är i sammanhanget mycket liten och kan med lätthet ersättas av utomeuropeiska substitut. Däremot gör komplexiteten på marknaden att det är mycket svårt att vilka källor som skulle ersätta uteblivna svenska fångster.

Vid en reduktion av fångster av **havskräftor** är danska havskräftor ett troligt substitut. Likaså kan lägre fångster av **kokräkor** enkelt ersättas genom import från Norge och Danmark. Särskilt Danmark är ett troligt alternativ då de redan säljer till den svenska marknaden. Situationen för **råräka** och **lus** (de minsta räkorna) ser dock annorlunda ut och det saknas idag ett fullgott alternativ till den svenska räkan då det råder högre internationell konkurrens och ett utbudsbortfall skulle bli svårare att ersätta.

Vi kan utifrån detta underlag kategorisera fisk- och skaldjursarterna i tre grupper. I den första gruppen återfinns torsk, havskräftor och kokräkor vilka säljs på en begränsad internationell marknad och där det svenska utbudsbortfallet med relativ lätthet kan ersättas med ökade utländska fångster. Den andra gruppen består av räkor vilken handlas på en internationell marknad och där det svenska fångstbortfallet är svårt att ersätta. I den tredje och sista gruppen återfinns sill och skarpsill vilka huvudsakligen säljs på en global fodermarknad där det svenska fångstbortfallet är marginellt och kan ersättas med alternativt foder. I den sistnämnda gruppen kan prisförändringen av foder antas vara försumbar och inköpare av djurfoder förväntas således inte förändra sitt beteende. Eftersom råräka och lus i den andra gruppen är svåra att ersätta kan en betydande prisökning väntas i handeln och en substitution mot andra produkter. För den första gruppen är det, trots att fisk- och skaldjursprodukterna kan ersättas, osäkert i vilken utsträckning detta kan ske utan större prisökningar varför en viss konsumtionsreduktion är att vänta med en följande högre konsumtion av substitut. Det bör dock tilläggas att substitutet även kan komma från ett annat svenskt fiskeområde som inte drabbats av restriktioner och därmed gynna annan svensk fiskförsäljningen.

Tabell 3. Sammanfattning av några av de viktigaste arternas försäljningsmarknad och vilken fisk som är trolig att ersätta den om fisket av den försvårades (Källa: PM Jordbruksverket 180115)

	Säljs till	Skulle ersättas av	Kommentar
Torsk- västkust	Dansk konsumtion och beredningsindustri	Norsk torsk Ev. dansk och polsk östersjötorsk	
Torsk östersjön	Polisk beredningsindustri till nordeuropeisk marknad	Dansk och polsk Östersjötorsk Ev. Norsk torsk	Norsk torsk är större - skulle krävas förändring på maskiner
	Skånes Blekinges beredningsindustri, filéer till svensk marknad och andra EU-länder	Norsk torsk Ev. dansk och polsk östersjötorsk	
Sill- Skagerack/Kattegatt/Nordsjön	Västkustmarknad till färsk, konserv, infrysning, foder, ev. dansk konserv el tysk konserv (Nordsjöns sill)	Norge, Island, Färöarna, England (efter Stor-Britanniens EU-utträde)	Marknaden är global. (skarpsillens kvot fylls ej här)
Sill/skarpsill Östersjön södra	Kvot byts mot fiskerätter på västkusten	Norge, Island, Färöarna, England (efter Stor-Britanniens EU-utträde)	Global marknad
Sill/skarpsill östersjön mellersta	Infrysad foderfisk och fiskmjöl och Svensk humankonsumtion	Norge, Island, Färöarna, England (efter Stor-Britanniens EU-utträde)	Global marknad

Havskräfta	Svensk konsumtion och dansk	Dansk, trålad	
Nordhavsräka kokräka	Svensk humankonsumtion	Dansk och norsk ev. fryst från Grönland	
Nordhavsräka råräka, lus	Beredningsindustrin Sverige och Danmark	Dyrare råvara från Danmark och Norge ev. Kanada	Ökat pris kan minska efterfrågan

Substitution vid högre fisk- och skaldjurspriser

När svenska fångster minskar kommer, som diskuterats, importen av öka. För de arter där en prisökning är att vänta (torsk, havskrävs, kokräka, råräka och lus) kommer konsumenter i viss utsträckning substituera fisk- och skaldjursprodukter mot andra produkter. För att veta vilka substitut som är realistiska för de olika typerna av fisk och skaldjur krävs kunskap om korspriselasticiteten för olika typer av substitut, dvs hur mycket efterfrågan av dessa ökar vid ökade fisk- och skaldjurspriser. Trots att efterfrågan på fisk och skaldjur globalt studerats flitigt sedan 80-talet har få vetenskapliga studier gjorts som undersöker just korspriselasticiteten⁸¹. De få studier som gjorts visar på spretande resultat. En studie i Kanada visades att efterfrågan på vildfångad lax inte påverkades av priset på odlad lax och därför inte var ett substitut⁸². I Bangladesh har man dock visat i en studie⁸³ av åtta typer av matfisk och skaldjur att de huvudsakligen verkar som substitut åt varandra.

Vad gäller substitutionen mot kött finns det fler studier vilka mestadels pekar på att konsumtionen av kött ökar när priset på fisk stiger. En studie av Jordbruksverket⁸⁴ visar t ex att konsumtionen av kött ökar med 0,2 % om priset på fisk stiger med 1%. En undersökning av konsumenter på Filippinerna⁸⁵ inkluderar även fläsk, kyckling och nötkött in sin analys som visar att efterfrågan av dessa stiger när priset på vanliga matfiskar stiger. Liknande resultat fann man i Turkiet⁸⁶, dock med en lägre substitutionseffekt samt i en studie på konsumenter i Storbritannien⁸⁷. En studie på konsumenter i Brasilien⁸⁸ får dock motstridiga resultat och visar att kött (rött kött och kyckling) inte är substitut till fisk.

Det är svårt att dra några generella slutsatser från studierna om substitution mellan en fiskart till en annan. Det tycks dock som att liknande arter är de närmaste substituten⁸⁹. Kött och kyckling tycks vara substitut för fisk. En fördyring av en enskild målart skulle således substitueras delvis mot liknande arter, vilket antingen skulle leda till en ökad inhemsk produktion eller ökad utländsk import, samt kött och kyckling.

Påverkan från havsbaserade verksamheter

Övriga verksamheter som behandlas i denna rapport har en viss hämmande effekt på yrkesfisket. Det är främst havsbaserad vindkraft som påverkar fisket genom att begränsa de områden de kan verka inom. I praktiken innebär vindkraftsparker antingen ett totalt fiskeförbud eller svårigheter för eller förbud mot bottentrål. Ofta tillåts garnfiske i vindkraftsparker. Fundamenten för havsbaserade vindkraftverk fungerar även som artificiella rev vilka kan bidra till ekosystemens hälsa med återhämtade fiskbestånd vilket kan gynna yrkesfisket på sikt⁹⁰.

⁸¹ Asche m. fl., 2005

⁸² Pattern, 2015

⁸³ Dey m. fl., 2011

⁸⁴ Jordbruksverket (2009)

⁸⁵ Olalo, 2001

⁸⁶ Fidan & Klasra, 2005

⁸⁷ Tiffin m. fl., 2011

⁸⁸ Sonoda m. fl., 2012

⁸⁹ Asche m. fl., 2005

⁹⁰ Wilhelmsson

Även sandutvinning kan begränsa de områden inom vilka yrkesfisket kan verka. Sjöfarten bedöms inte inverka på fisket överlag då det finns god erfarenhet av att samsas med utrymmet till havs⁹¹. Med undantag för om rutten skulle ändras och styra fartygstrafiken mot områden särskilt viktiga för garnfiske.

Miljöeffekter

Som diskuterats i förra avsnittet kommer fångsterna av samtliga fisk- och skaldjursarter, helt eller delvis, att ersättas av ökad import (se tabell 3 för sannolika exportländer). Vilken miljöpåverkan som uppstår av den ökade importen är dock beroende av vilket land exporten sker ifrån, hur väl förvaltade deras bestånd är och vilka fiskemetoder de använder. Utan att studera varje enskilt bestånd i Nord- och Östersjön kan det generellt sägas att svenskt fiske är väl utvecklat jämfört med andra länder när det gäller selektiva redskap vilket talar för att ett svenskt fiske har potentialen att vara mer hållbart. Dock skulle specifika bestånd behöva jämföras med varandra för att kunna dra med definitiva slutsatser.

Den ökade importen innebär längre transporter vilket bidrar till utsläpp av luftföroreningar. I livscykelanalyser^{92,93} framkommer att utsläppen från transporter av fisk- och skaldjursprodukter är små i jämförelse med de utsläpp som uppkommer från förbränning av diesel i fiskebåtsmotorerna. Enligt bräkningar från Thrane⁹⁴ uppstår ca 21 kg koldioxid per fångad och konsumerad kg plattfisk i det danska fisket. Av dessa utsläpp uppkommer ungefär hälften vid fångsten av fisken medan transporter enbart står för några få procent. I en livscykelanalys av Ziegler⁹⁵ står bränsleförbrukningen i själva fisket för 89% av koldioxidutsläppen i det svenska torskfisket i Östersjön. Övriga utsläpp utgörs av transporter, men då främst av transporter genomförda av konsumenten. Denna höga andel CO₂e-utsläpp från fisket är genomgående i ett stort antal livscykelanalyser i fisket och brukar hamna mellan 75–95%⁹⁶. Likaså står transporterna sällan för mer än 20% av koldioxidutsläppen även vid långa transporter, med undantaget när flygfrakt används⁹⁷. Som exempel på de låga utsläppen från transporterna kan en studie av Andersen⁹⁸ användas där energiförbrukningen beräknas per kilo färsk fisk för lastbilstransport från Norge till Frankfurt, vilken uppgår i 0,6 kWh/kg fisk. Utifrån emissionsfaktorer⁹⁹ räknas detta om till 150 gram koldioxid, alltså mycket låga jämfört med de utsläpp som rapporteras i Thrane¹⁰⁰.

En längre transportsträcka ger alltså upphov till högre utsläpp men dessa är sannolikt små i jämförelse med utsläppen som sker från den ökade bränsleförbrukningen när fisket ökar sin fiskeansträngning genom ökat antal drag och längre körsträckor. Bränsleförbrukningen beror i sig på flera aspekter, varav de främsta är vilken målart som fiskas och vilka redskap som används. En arts beteende påverkar i mycket hög grad hur effektivt den kan fiskas, där fisk som bildar stora stim kräver minst energi att fiska^{101,102}. Effektiviteten påverkas även av hur fiskrika vattnen är vilket kan påverkas av både naturliga variationer och av hur väl bestånden förvaltas. Vidare kan samma art ofta fiskas med olika metoder vilka kan skilja sig mycket åt avseende bränsleförbrukning (figur 6). Dessa faktorer visar vikten av att studera varje enskilt bestånd för att förstå vilket som är mest hållbart att fiska.

⁹¹ Lundquist, personlig kommunikation 08-09-2017

⁹² Thrane, 2006

⁹³ Ziegler m. fl., 2003

⁹⁴ Thrane, 2006

⁹⁵ Ziegler m. fl., 2003

⁹⁶ Ziegler m. fl. 2016

⁹⁷ Ziegler m. fl. 2016

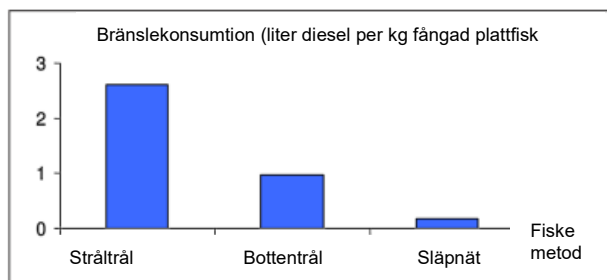
⁹⁸ Andersen, 2002

⁹⁹ Stenkvist, 2002

¹⁰⁰ Thrane, 2006

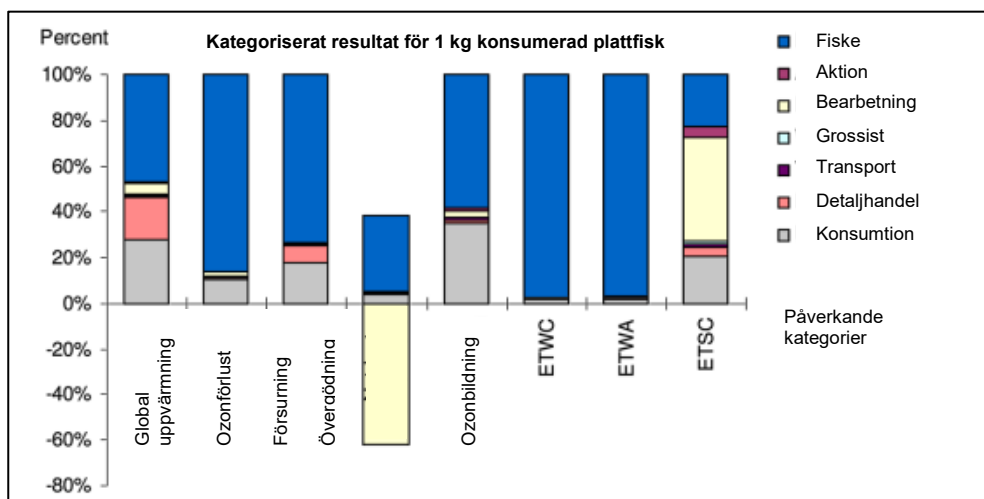
¹⁰¹ Thrane, 2006

¹⁰² Ziegler m. fl. 2016



Figur 6 Bränslekonsumtion vid olika typer av redskapsanvändning (Källa: Thrane, 2006)

Hittills har enbart utsläppen av koldioxid diskuterats men andra luftföroreningar som följer av förbränning av drivmedel i fiskefartyg och transportfordon följer givetvis ett liknande mönster. Till dessa hör särskilt kväveoxider och svaveldioxid. Dessa, tillsammans med annan miljöpåverkan från fiskeindustrin kan ses i figur 7.



Figur 7 Miljöpåverkan från ett kilo konsumerad plattfisk. ETWC är kronisk ekologisk toxicitet i vatten, ETWA är akut ekologisk toxicitet i vatten, ETSC är kronisk ekologisk toxicitet i mark (Källa: Thrane, 2006)

Om planeringen i förlängningen medför omflyttning av fiskeansträngningar som beror på att ett visst fiske, exempelvis bottentrålning inte längre är möjlig i ett område, minskar förstas belastningen från detta fiske lokalt. Däremot behöver inte belastningen öka lika mycket i ett annat område om fisket flyttar till ett område där det redan sker ett bottentrålfiske. Detta eftersom flyttad fiskeansträngning i stor utsträckning kommer att påverka redan skadade bottnar där känsligheten för ytterligare påverkan är lägre. Sammantaget kan detta medföra positiva effekter på stödjande ekosystemtjänster såsom lek- och livsmiljöer för fisk och skaldjur vilket på sikt kan gynna arter och såväl fisket. Dessa lokala effekter och eventuella långsiktiga effekter hanteras dock inte vidare i denna systemanalys

För att belysa de miljöeffekter som uppstår när de svenska yrkesfiskarnas fångster minskar så har samtliga miljöfaktorer markerats med en box i Figur 5. Vi inleder med de två importvariablerna. När fångsten av respektive målart minskar så ökar importen av dessa arter (14–17). Detta kan komma att öka fiskeansträngningen i utländska fiskeflottor på andra fiskbestånd (18–19) vilket medför påverkan på de utländska bestånden och dess ekosystem (20). Detta vägs mot att trycket på bestånden i svenskt vatten minskar (21–22), dock kan påverkan från själva fiskemetoden då fiskeansträngningen eventuellt öka i det svenska fisket (t ex fler tråldrag) (23–24). Den direkta miljöpåverkan på fiskebestånden flyttar alltså utomlands till andra bestånd men vilken nettoeffekt detta får på bestånden och ekosystemen beror på hur väl förvalta de utländska bestånden är i jämförelse med de svenska

samt vilken fiskemetod som används. T ex överflyttas fisket till mer hållbara bestånd kan miljönyttan öka. Om däremot importen kommer från utländska bestånd med ett mindre hållbart fiske än i Sverige kommer nettomiljöeffekten bli negativ¹⁰³. Ifall fisket ersätts av import från grannländer som fiskar på samma bestånd blir nettomiljöeffekten noll, givet att de använder lika hållbara fiskemetoder som det svenska fisket.

En ökad import ger upphov till fler transporter (25, 26) och medföljande luftutsläpp (27). Samtidigt ökar svenska fiskare sin fiskeansträngning för att kompensera sina minskade fångster (4) som följer av den förändrade tillgängligheten till fiskevatten. Detta ger också upphov till luftföroreningar (6) vilka sannolikt är betydligt större än de som följer av de ökade transporterna. Även ökad fiskeansträngning av målart B ger upphov till luftföroreningar (8, 13) men övergången till detta fiske förväntas vara begränsad (11). Utsläpp av luftföroreningar påverkas av en ytterligare faktor, att fiskeansträngningen ökar i det utländska fisket (28). Hur stor ökningen av fiskeansträngning, och därmed utsläpp, beror på hur goda fiskevattnen är samt vilken metod som används.

Importen av substitut till målart A följer samma orsak-verkan-kedja som importen av målart A (29–31). Detta substitut är med största sannolikhet ett annat fisk- eller skaldjur. När målart A kan ersättas med import av målart A kommer importen av dess substitut vara marginell, liksom den ökade fiskeansträngningen för att fånga den. Vilket inte syns i Figur 5 är att målart A även kan substitueras mot annan inhemsk matfisk vilket ger upphov till ökad fiskeansträngning och medföljande miljöpåverkan. Den ökade konsumtionen är sannolikt marginell jämfört med import av målart A i de fall prisökningen inte förväntas vara så hög. Likaså framgår inte de miljöeffekter som uppstår av den ökade köttkonsumtionen som följer av högre matfiskpriser.

Sammanfattning

Syftet med de marina skyddsområden är att öka möjligheterna för främst stationära fiskebestånd att öka sin reproduktion. På sikt leder detta till starkare fiskebestånd vilket både ger en försäkring mot minskade bestånd och till spridning av fisk till andra områden vilket helt, eller delvis, kan återställa yrkesfiskarnas fångster. I rapporten utgår vi ifrån att havsplanerna kan leda till processer där yrkesfiskets tillgång till fiskevatten begränsas. Ett sådant scenario skulle slå hårdare mot det kustnära demersala fisket (Figur 9) eftersom det oftare är mer platsspecifikt och därmed har svårare att hantera en begränsning än det pelagiska fisket. Eftersom responsen i det demersala och pelagiska skiljer sig åt beskrivs miljöeffekterna av detta separat.

Pelagiskt fiske

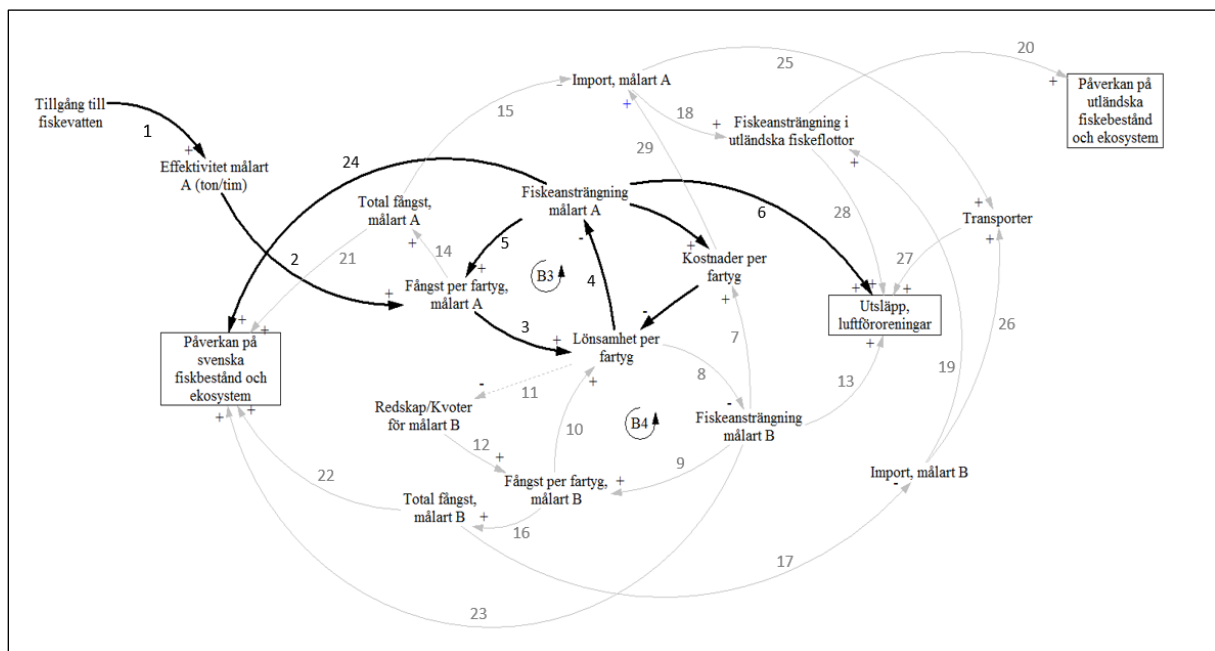
I det pelagiska fisket (Figur 8) innebär reglering inte lika stor påverkan på yrkesfiskare då dessa är mer flexibla och enklare kan röra sig till andra fiskevatten. Den totala fångsten kommer således sannolikt inte påverkas nämnvärt (1–5, 14). Fiskeansträngningen kommer dock öka ifall tillgången till goda fiskevatten begränsas med högre utsläpp av luftföroreningar som följd (6) och en marginell påverkan på de marina ekosystemen i kvarvarande fiskeområden, på grund av en mer intensiv (koncentrerad) redskapsanvändning (24).

Högre fiskeansträngning kan leda till högre priser vilket i viss mån kan öka importen från utlandet (29). Då det finns tillgängliga utländska alternativ¹⁰⁴ förväntas inte prishöjningen bli betydande varför den ökade konsumtionen av substitut kommer vara marginell. Utsläppen av luftföroreningar från den marginella importökningen blir mycket små i jämförelse med de ökade utsläppen från fiskefartygen (18, 28, 6). Generellt skulle studerade pelagiska arter ersättas av fisk från Norge, Färöarna och isländsk fisk från Nordsjön. Vad sluteffekten blir på de ekologiska systemen beror på hur förvaltningen av dessa bestånd samt miljöpåverkan från fiskemetoder skiljer sig från det svenska fisket. Men,

¹⁰³ Lundquist, personlig kommunikation 08-09-2017

¹⁰⁴ Av de pelagiska arter som studerats i denna rapport

återigen, då importökningen förväntas vara liten kommer denna miljöpåverkan vara begränsad jämfört med den miljöpåverkan som följer av den ökade fiskeansträngningen i det svenska fisket.



Figur 8 Sammanfattande effekter för begränsning av ett pelagiskt fiske

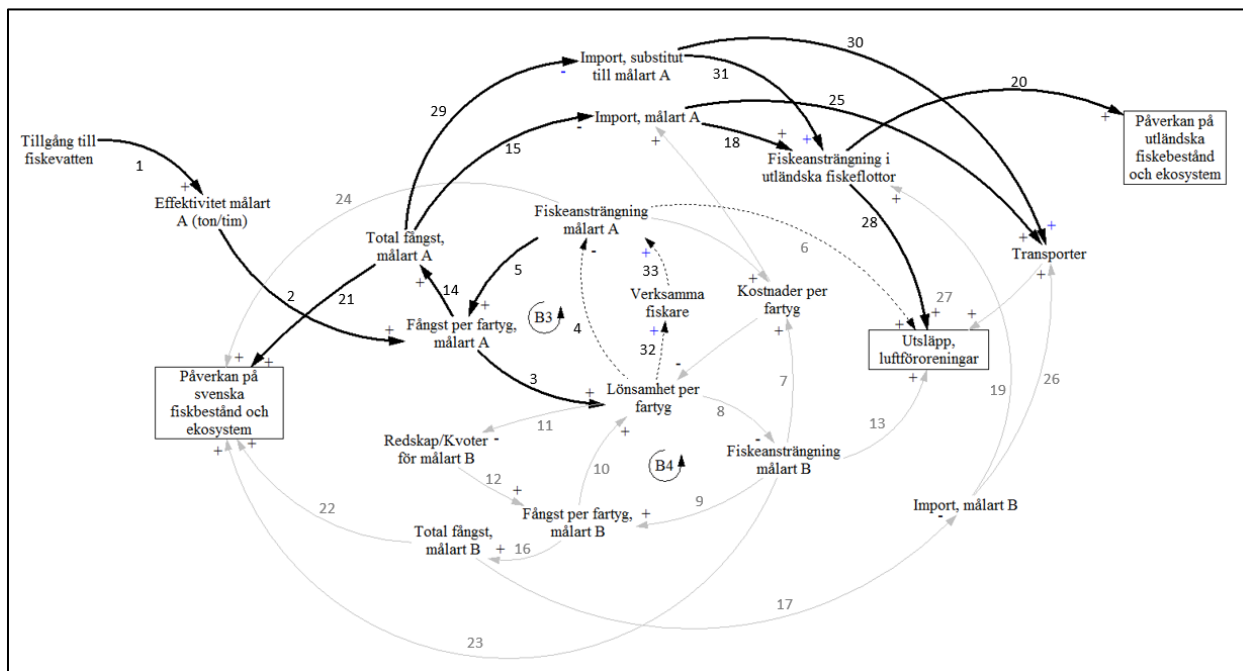
Demersalt fiske

Kustnära fiske som utgår från lokala bestånd är känsligare mot områdesbegränsning (**Figur 9**) eftersom det oftare är mer platsspecifikt och därmed har svårare att hantera en begränsning än det demersala utjöfisket och det pelagiska fisket. Det demersala fisket kommer sannolikt att se ett större fångstbortfall (1, 2, 14) eftersom fångsterna inte i samma utsträckning kan kompenseras för med en ökad fiskeansträngning. Yrkesfiskarna kommer likväl att så gott det går öka sin fiskeansträngning för att kompensera bortfallet, och den minskade lönsamheten (3–5), och huruvida den totala svenska fiskeansträngningen ökar eller minskar beror på om svenska fiskare bibehålla sin verksamhet eller inte (32). Om många fiskare försätts i konkurs kan den totala svenska fiskeansträngningen komma att minska (33). Hur miljöpåverkan (luftutsläpp och påverkan på marina ekosystem) från det svenska fisket förändras är således mycket osäkert.

När svenska fångster minskar finns det, för vissa demersala arter, risk för att grannländer så som Polen och Danmark, vilka traditionellt sett har större och mer vådertåliga båtar, fiskar upp samma volymer i intilliggande områden (15, 18). Fisketrycket flyttas således till andra fiskevatten vars populationer därför minskar (20). Nettoeffekten beror på hur väl förvaltade de olika bestånden är. Om samma bestånd fiskas av utländska, Nordeuropeiska fiskare uppstår i princip ingen extra påverkan på målarterna. Skador på bottenmiljöer kan dock väntas minska genom omfördelning av till exempel bottentrålning, där den fysiska påverkan koncentreras till färre ytor. Detta beror på att de första tråldragen ger proportionellt sett mer skada än ytterligare tråldrag i samma områden.

Ifall de svenska fångsterna minskar så ökar importen från utlandet och utsläppen från transporter (15). De målarter där ökade danska och polska fångster ersätter de svenska kan importeras utan större prisökning medan prisökningen på andra målarter kan bli betydande. När en större prisökning är att vänta kommer även substitut att ersätta produkten, både från Sverige och från utlandet (29), vilka sannolikt kommer utgöras av andra fisk- och skaldjursprodukter. Andra substitut kan inte uteslutas men vilka dessa är kan det enbart spekuleras i. Nettopåverkan på de marina ekosystemen är beroende av hur hållbara fiskemetoderna är samt hur väl förvaltade de andra, eventuellt ersättande, bestånden är (31, 20). I det fall svenska fiskare kan fortsätta sin verksamhet som tidigare så kan, allt

annat lika, miljöpåverkan att öka som en konsekvens av att fångsteffektiviteten minskar något. Dock med omlokalisering av påverkan så att vissa områden fiskas mer och andra områden fiskas mindre eller inte alls. Lokalt kan en sådan omfördelning bidra till ökad biologisk mångfald även om den samlade miljöpåverkan ökar. På samma sätt kommer de totala utsläppen av luftföroreningar att öka om fiskeansträngningen inom det svenska fisket består. Det hela kan alltså sammanfattas med att nettomiljöeffekten av mindre tillgänglighet till fiskeområden beror på hur den svenska fiskeansträngningen förändras samt från vilka utländska bestånd uttaget ökar. De miljöeffekter som kan uppstå vara både positiva och negativa.



Figur 9 Sammanfattande effekter för begränsning av ett demersalt fiske

3.4 Sandutvinning

Bakgrund

Samhällsbyggandet är i dag inne i en intensiv fas där bostadskriser behöver byggas bort, renoveringar av äldre byggbestånd är nödvändig samtidigt som infrastrukturer och samhällsfunktioner behöver utvecklas. Inom alla dessa områden behövs naturmaterial där krossat berg och natursand är exempel på viktiga resurser. I Sverige bryts idag natursand endast på land. Senare tids klimatförändringar har satt ökat fokus på resursen dricksvatten och miljömålet "Grundvatten av god kvalitet". Isälvsformationer är ofta viktiga grundvattenmagasin och dessutom är naturgrus en ändlig resurs. Därför är myndigheter idag restriktiva med att medge tillstånd till täktverksamhet i grusåsar och isälvsdeltan. Föreligger det risk för påverkan på dricksvattenintressen, eller risk för att skada naturvärden ges ej tillstånd för täktverksamhet. För att nå miljömålen och bevara naturresurser av god kvalitet vill regeringen minska brytningen av natursand på land och finna alternativa vägar till att få fram en produkt som motsvarar natursand. I första hand används krossat berg för att ersätta natursand.

Enligt SGU står krossat berg för 80 procent av dagens ballastproduktion.¹⁰⁵ I vissa fall är det inte tekniskt möjligt och/eller ekonomiskt skäligt att ersätta natursand med krossat berg. Berget behöver ha en viss kvalitet för att det ska kunna krossas och kunna fungera som substitut för sand. En studie från Chalmers visar att sand framställt på konstgjord väg genom krossning av berg är fullt möjligt men är

¹⁰⁵ SGU periodiska publikationer 2016:3

ca 3–5 gånger dyrare än att bryta natursand, under förutsättning att berg med god kvalité finns att tillgå. Krossning, kubisering etc är energikrävande och leder till ökade koldioxidutsläpp och i de fall restprodukter från stenmjöl används behöver produkten renas från de finaste fraktionerna. Bergkross kan i dagsläget dock inte ersätta sand för alla ändamål och därför finns intresse för att studera brytning av svensk marin sand som ett komplement. SGU har tillsammans med Havs och vattenmyndigheten tagit fram en rapport där man bedömer att av de 10,8 miljoner ton natursand som nyttjas i dag i Sverige skulle 1-1,25 ton sand kunna utvinnas från havet. Utvinningen måste enligt kontinentallagstiftningen föregås av juridiska tillståndprocesser som är kostsamma och med osäkra förutsättningar för sökande att erhålla tillstånd.

Enligt Havs- och vattenmyndigheten och ett flertal forskningsrapporter innebär marin sandutvinning risk för negativ påverkan på de akvatiska ekosystemen eftersom allt liv som är kopplat till sandskiktet försvinner om sanden grävs bort. Undersökningar visar att botten snabbt återkoloniserar om uttaget inte blir för djup (0,5 m) ¹⁰⁶men vid djuphål kan det ta över 10 till 20 år innan det marina micro- och macrolivet återvänder¹⁰⁷. Fågel och fisk som är beroende av dessa missgynnas och grumlingen vid den direkta brytningen skadar yngel och kan öka risken för syrebrist. Bildas djuphål blir påverkan högre och syrefria bottnar kan uppstå med ackumulation av sediment. Vissa företrädare för ballastbranschen menar dock att vid utvinning av sand samlas dumpade stenar från sandtäckerna kring djuphålen och andra hårda substrat spolas fram som kan fungera som revmiljöer för det akvatiska livet. Ingen forskning finns dock som styrker att dessa positiva effekter skulle mildra de betydligt fler negativa konsekvenserna.

I expansiva områden såsom Öresund, Mälardalen och Göteborg eller områden som drabbas av ökad kusterosion där det samtidigt finns ont om bergtäkter blir sandfraktionen en bristvara vilket ökar trycket på att möjliggöra utvinning av marin sand. Enligt SGU rapport 1705 skulle de marina områden som där föreslås kunna bidra med 10–15 procent av Skåne, Mälardalens och Göteborgs behov och bedömning görs att 500 000 ton marin sand kan utvinnas om utvinningen sker på ett hållbart sätt. I Sverige finns det just nu bara ett tillstånd för att ta sand från havsbotten längs den svenska kusten, enligt SGU. Det är utanför Ystad där man tar upp en begränsad mängd vart tredje år fram till år 2020 – för att lägga på två stränder i kampen mot att förhindra erosion.

Förutsättningar

Framgent förväntas områden för sandutvinning pekas ut i havsplanerna. Under samrådstiden har nio områden som SGU tar upp i sin rapport¹⁰⁸ ang marin sandutvinning diskuterats. Främst de fyra områdena Sandflyttan, Sandhammar bank och Klippbanken i södra Östersjön samt Svalan och Falkens grund i Bottenviken har ansetts mest passande. Lämpligheten avser valda delar av dessa fyra områden. Området vid Sandflyttan ingår är dock beläget i ett Natura 2000-område beslutat av regeringen i december 2016I denna rapport har vi valt att utgå ifrån att okontroversiella delar av dessa fyra områden blir utpekade i de framtida havsplanerna i de delar där inget naturintresse är utpekade. Motiveringen att utvinningen kan göras i dessa områden är att de anses som icke känsliga områden, på säkra avstånd från land för att erosionsproblem ej ska uppstå samt att bottnarna är ackumulationsbottnar dit ny sand med tiden kommer transporteras och där inga andra naturvärden så som ålgräsängar eller dylikt har funnits. I de utpekade områdena kommer mindre än 10 procent av den totala sandtillgången brytas. Brytning prioriteras att brytas på en större yta för att undvika djuputtag. Om områden för sandutvinning utpekas i havsplanerna kan det väntas innebära en något större sannolikhet att tillståndprocesser påbörjas och att utvinning ges tillstånd. Om sådan användning inte ges utrymme i planerna kan sannolikheten för svensk utvinning av marin sand väntas vara lägre.

¹⁰⁶ Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige, 2017

¹⁰⁷ Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige, 2017, Krause, J et al, 2010

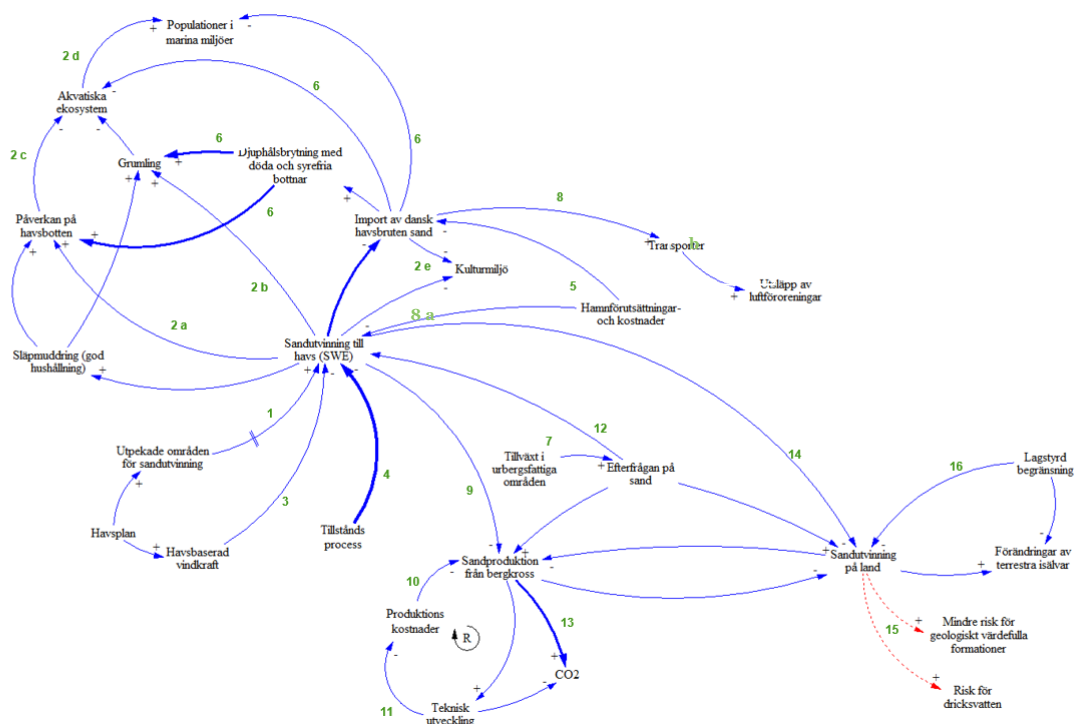
¹⁰⁸ Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige, 2017

”Hur” är lika viktigt som ”var”

Enligt SGU:s rapport föreslås att utvinning sker med sugmuddring där en yta om 600*600 m² sand utvinns till 0,5 m djup. På detta sätt undviks djuphålor och därmed den risk för påverkan på ekosystemet som kan uppstå i dessa djuphålor.¹⁰⁹ Vidare kommer endast en mindre andel av områdets totala sandtillgång nyttjas och områden kommer att få vila mellan uttagen för att ny sand ska transporteras dit och arter kan återhämta sig. I praktiken måste även metoden vara kostnadseffektiv där transporter både från hav till land och från hamn till slutdestination blir avgörande för om företag kommer överväga att ansöka om marina tillstånd för sandutvinning. WSP:s ballastexpert Mats Waern menar att det på kort sikt är svårt att se att branschen ska kunna få ekonomi i att söka de krävande tillstånden om de ändå inte kommer kunna utvinna särskilt stora volymer.

Ovan beskrivna metod indikerar även att det skulle behövas flera olika marina täkter för att kunna alternera täktverksamheten mellan dem medan återhämtningen sker. Det är troligt att dessa metoder kommer bli svåra för branschen att leva upp till vilket indikerar få eller inga tillstånd kommer sökas.

Orsak-verkan-diagram – marin sandutvinning



Figur 10 Orsak-verkan-diagram för marin sandutvinning

¹⁰⁹ Krause, J et al, 2010

Systemanalys

Svenska marin sandutvinning

Om havsplanerna innebär att möjligheten för marin sandutvinning ökar på sikt (1), ökar även risk för negativ påverkan på de akvatiska ekosystemen, erosionsrisker och påverkan på kulturmiljöer genom exempelvis grumling och risk för ökade sandtransporter och därmed påverkan på fisk och fågel så som tumlare och piggvar (2). Vindkraftverk med gravitationsfundament är ej heller förenlig med sandutvinning (3). De juridiska processerna kommer dock begränsa denna påverkan (4).

Oförutsägbara och kostsamma tillståndprocesser samt tillgången på hamnar och hamnavgifter kommer vara den i praktiken begränsande faktorn för det marina sanduttaget liksom de ekonomiska förutsättningarna. Visserligen kommer utpekade områden i havsplanerna för marin sandutvinning tydliggöra havets möjliga användningsområden (1) men tillståndprocesserna kommer fortsatt vara krävande med hög bevisbörda för företagen att visa på lämpliga brytningsområden (4). Vad gäller ekonomin är förutom tillståndprocesserna transporterna den fördyrande faktorn för marin sand där transportfartyg visserligen är billiga men hamnavgifter och mellanlagring är dyr vilket gäller både för svensk marin sand och importerad som transporteras via fartyg (5).

Avgörande för om svensk utvinning av sand kommer ske i marin miljö är vilket utfall de juridiska tillståndprocesserna kommer ge och om företag kommer våga satsa ekonomiskt på att ansöka om tillstånd (4). Utredningar, ansökningshandlingar och tillståndprocesser är mycket kostsamma och eftersom förutsättningarna för att få tillstånd är så pass osäkra är frågan om bolagen vågar ta denna risk. En grundförutsättning är dock att det finns utpekade områden (1), i tex i havsplaner vilket kan förenkla tillståndprocesserna (4).

Import

Om inte svensk marin sandutvinning initieras kommer förmodligen import av sanden från ex Danmark eller ex Nederländerna som redan i dag är den största exportören av sand i dag i Europa fortsätta (8a). Särskilt då efterfrågan förväntas öka inte bara på grund av hög byggnadsproduktion utan bland annat på grund av ökade klimatförändringar och behov av invallning och erosionsskydd (12). I Danmark utvinns sand från marina områden vilket torde skapa samma miljöpåverkan där som på Sveriges havsbottnar. Runt Danmarks kuster är dock sandtillgången god, men brytningen är på sina håll kontroversiell. Exempelvis i Køge bukt i Öresund där trålning är förbjuden men inte sandutvinning höjer danska naturskyddsföreningen rösten för att bottenarna även borde skyddas från sandutvinning¹¹⁰. Danska motsvarigheten till naturvårdsverket menar dock att tillstånd getts med stöd från regelverket. En svensk marin sandutvinning torde ge samma miljöeffekter på svenska bottenar som brytning i Danmark men brytning i Östersjön skulle ske i ett redan känsligt ekosystem som lätt påverkas negativt av ytterligare stress. Dock är det främst djuphålen som ger störst miljöpåverkan och denna metod föreslås inte användas vid en svensk brytning (6). En studie som analyserat sandutvinning i Nordsjön kontra den i Medelhavet menar att en stor fördel i Nordsjön är att områden återkoloniserats snabbare då Nordsjön har fler "opportunist" än Medelhavet.¹¹¹ Dock är Östersjön ett känsligt ekosystem som kan ha svårare att hantera förändringar än Nordsjön. Ett argument för att minska importen av sand och istället nyttja våra egna havsbottnar är att metoden i Sverige skulle via tillstånden vara strikt reglerad och exempelvis inte innebära några mer långtgående ekologiska negativa konsekvenser (6).

¹¹⁰ Bjerkén, A

¹¹¹ Van dalfsen et al. 2000

Redan i dag importeras sand från Danmark och Nederländerna i områden som är tillväxtexpansiva men fattiga på urberg. En platschef vid NCC ¹¹² uppger att vid en större byggnation i Göteborg planerades utökad import av dansk sjösand. I praktiken var inte detta möjligt då den restriktiva hamninfrastrukturen gjorde det ekonomiskt omöjligt. Hanteringen av sand är ytkrävande och mellanlagring i hamnen krävdes men platsbristen gjorde att det inte var ekonomiskt möjligt. Detta ger en fingervisning om typen av problem som kommer att uppstå även vid brytning av svensk havssand, vilket även SGU nämner som en begränsande faktor i sin rapport om förutsättningar för marin sandutvinning (5). I urbergsfattiga och tillväxtexpansiva Skåne (7) importeras istället havssand från Danmark via lastbil i dag vilket torde vara en ökande trend om svensk marin sandbrytning uteblir (8 a). Lastbilstransporten bidrar i nuläget till något mer koldioxidutsläpp men kan ses som marginell påverkan i detta sammanhang (8 b).

Krossat berg

Sandprodukt från krossat berg är alternativet till marin sand där den ekonomiska faktorn främst beror på investerings- och energibehov vid framställningen (10). Därtill krävs att bergarten är av rätt kvalitet. Teknikutvecklingen inom detta område går redan i dag snabbt framåt där energiåtgången för att krossa berget pressas nedåt samtidigt som kvalitén på det krossade berget ständigt förbättras för att passa behoven (11). Det är troligt att om svensk marin sandutvinning uteblir att denna utveckling ytterligare påskyndas (om än marginellt) så att krossat berg kan komma att uppfylla en högre andel av det svenska behovet av ballast. Om marin sandutvinning uteblir i Sverige och det ökade ballast behovet ersätts av högre andel krossat berg kommer detta medföra högre koldioxidutsläpp jämfört med import av sand från exempelvis Danmark. Detta då framställningen av ballast från krossat berg är mer energikrävande och innebär högre koldioxidutsläpp än vad både marin sandbrytning innebär samt transporter av sanden ger upphov till. (13). Utsläppen av koldioxid vid nyttjande av krossat berg för framställning av betong ökar dessutom även på grund av att kvalitén på krossat berg kräver en större inblandning av cement och därmed kalksten som är mycket koldioxiddrivande. Energimyndigheten menar att jämfört med natursand är krossat berg mera flisigt, har en råare yta och innehåller mera finmaterial. Detta medför att man måste öka mängden cement för att betong skall få samma gjutbarhet. Cementtillverkning kräver mycket energi och släpper ut mycket koldioxid varför betong framställt med bergkross i cementen ger högre koldioxidutsläpp. Sand framställt från krossat berg innebär däremot inte någon negativ påverkan i form av påverkan på känsliga marina system (2,6) även om det är en ändlig resurs.

Sandutvinning på land

Att sandutvinning i högre utsträckning skulle ske till havs och därmed innebära minskad påfrestning på dricksvattenintresset på land (14) har i denna rapport inte kunnat styrkas och därför har detta samband förkastats (15). Detta då isälvsformationer som hyser någon form av dricksvattenintresse (även långsiktigt) är idag tydligt skyddade av miljölagstiftning och rättspraxis. Det ges idag inga miljöbalkstillstånd för sandutvinning i dessa formationer, enbart i partier där det inte finns några vattenintressen eller höga naturvärden (16). I praktiken finns därför ingen lättnad för dessa områden att vänta då de redan är mycket högt skyddade.

Att bryta marin sand skulle däremot innebära något minskat tryck på terrestra sandformationer (15) utan dricksvattenintresse samt något minskat importtryck av sand (8) men i praktiken inte innebära något minskat hot för dricksvattenproduktionen (15) eftersom det redan är starkt skyddat enligt lagstiftning (16).

¹¹² Personlig kommentar 06-09-2017

Sammanfattning

Sammanfattningsvis kommer produktionspriset styra vart Sveriges behov av sand kommer hämtas om marin sandbrytning uteblir på svenska havsbottnar. Troligt är att produktionen av krossat berg kommer effektiviserats ytterligare och ta en del av behovet samtidigt som importen ökar något. Den samlade miljöeffekten är svår att bedöma eftersom olika miljömål ställs mot varandra, men analysen tyder på att åtminstone koldioxidutsläppen skulle bli större om sandutvinning inte kan ske på svenskt vatten. Krossat berg leder till större koldioxidutsläpp än marin sandutvinning i två led, dels vid produktion och dels vid användning inom betong då mer cement åtgår. Import av exempelvis dansk sand ger större miljöpåverkan än föreslagen svensk metod vid en svensk marin sandutvinning.

4. Diskussion och summering

Inom samtliga fyra sektorer är miljöeffekterna av havsplanerna svåra att förutse eftersom de är beroende av en rad olika omvärldsfaktorer, t ex vilken energi- och fiskeripolitik som bedrivs inom Sverige och EU.

Nedan summeras slutsatserna för varje sektor. Det är viktigt att poängtera att havsplanerna sällan är det styrmedel som har störst inverkan på undersökta effekter. Fiskekvoter, omställningen till ett hållbart energisystem, miljökrav vid sandutvinning i Danmark, svenska tillståndsprövar, farledsavgifter och efterfrågan är aspekter som har större inverkan på verksamheterna. Havsplanerna påverkar snarare genom att sätta upp vissa rumsliga ramar inom vilka verksamheterna och övrig reglering kan verka. Dessa ramar styr utvecklingen åt ett visst håll, i en mer eller mindre stärkt hållbar riktning.

Det är vår uppfattning att analysen lyckats identifiera de sannolika effekterna av havsplanerna, givet allt annat lika, för respektive verksamhetsområde. Det har generellt rått samstämmighet mellan interna och externa intervjupersoner i de övergripande effekter som skulle följa av en begränsning av verksamheterna. Då datainsamlingen huvudsakligen förlitat sig på expertintervjuer är en samstämmighet bland dessa det mest tillförlitliga resultatet metoden kan producera. Expertintervjuer är givetvis en datakälla som är förknippad med viss osäkerhet då den ställer stora krav på intervjupersonens expertis och förståelse för komplexa system. Trots viss osäkerhet har metoden varit lämplig för att kartlägga kvalitativa orsak-verkan-samband, vilket varit rapportens syfte.

Slutsatsernas konkretion har varit beroende av de studerade systemens komplexitet, vilka varierat. Energimarknaden och fiskemarknaden kännetecknas båda av hög komplexitet vilket försvårat att dra definitiva slutsatser och istället rör sannolika utvecklingsspår och händelseförlopp men vilkas miljöpåverkan kan variera. Sandutvinning ligger i andra änden av spektrumet där alternativen till svensk sandutvinning är mer begränsade vilket möjliggör tydligare slutsatser om miljöeffekter. Nedan sammanfattas de centrala slutsatserna för respektive verksamhet.

4.1 Energiutvinning

Om havsplanerna medför begränsningar av områden för energiutvinning kan detta indirekt leda till färre investeringar i ny havsbaserad vindkraft. Vilka miljöeffekter som uppstår till följd av detta på systemnivå är mycket komplext och måste bedömas utifrån antaganden och scenarier. För att få en heltäckande bild av elsystemets miljöeffekter i stort, rekommenderar vi därför i första hand att tidigare genomförda utredningar från t ex Energimyndigheten beaktas inom ramen för havsplaneringen. Kraftigt förenklat kan man konstatera att om investeringar i havsbaserad vindkraft inte kommer till stånd, kommer motsvarande mängd kraft antingen att utebli eller komma från någon annan kraftkälla. All elproduktion har någon form av miljöpåverkan och/eller risk. Andra kraftslag som kan "ersätta" på nationell nivå är enligt framtagna scenarier främst effekt från kärnkraft, landbaserad vindkraft och/eller biobränslen (kraftvärme). Uteblivna investeringar i havsbaserad vindkraft kan också minska möjligheterna att ersätta fossilbaserad kraft på kontinenten och i Baltikum med förnybar el från Norden. Den mest betydande indirekta miljöpåverkan som kan uppstå vid en begränsning i havsplanerna bedöms vara ökade svårigheter att bromsa pågående klimatförändringar och ställa om till ett 100 procent förnybar elproduktion. Samtidigt behövs ett kraftsystem i balans och det indirekta behovet av ökad flexibilitet, t ex potentiellt ökad reglering i vattenkraft, kan i sin tur ge upphov till andra miljöeffekter.

4.2 Sjöfart

Havsplanen inverkar på sjöfarten genom att ålägga den en längre körsträcka för att undvika känsliga naturområden. En längre körsträcka innebär längre körtider och högre bränsleförbrukning vilket ökar transportkostnaderna. Redaren kan välja att motverka den längre körtiden genom att öka hastigheten vilket dock kommer öka bränsleförbrukningen och därmed även transportkostnaden. En längre transportsträcka kommer alltså oundvikligen leda till högre transportkostnader för sjöfarten. Effekten av högre transportkostnader blir att efterfrågan på sjötransporter minskar där främst högvärdigt gods flyttar över till lastbilstransporter eftersom det har en mycket tydligare konkurrens yta mot lastbilstransporter. Trots att mängden sjötransporter minskar kommer utsläppen av luftföroreningar att öka på grund av att kvarvarande fartyg kommer köra längre och med högre hastighet. Överflyttningen till landtransporter gör också att utsläpp flyttar närmare tätbefolkade områden med värre hälsoeffekter som följd. I kontrast till de negativa effekterna på luftföroreningar står mindre påverkar på alfågel från oljeutsläpp och potentiellt lägre påverkan från undervattensbuller på den marina faunan.

4.3 Yrkesfiske

Effekterna skiljer sig åt mellan platsspecifika, demersala arter och pelagiska arter. Då yrkesfisket av demersala arter är relativt platsspecifikt kan detta ha svårt att kompensera ett krympande fiskeområde och behöva minska sin verksamhet. Under antagandet att det svenska fångsterna minskar förväntas dessa i stort ersättas av ett ökat fiske av andra Nordeuropeiska länder. Vissa arter kommer dock vara svåra att ersätta varför en större prisökning är att vänta. Konsumenter kommer välja substitut vilka troligtvis består av andra kräft- och fiskarter. Importen kommer leda till ökade transporutsläpp. Hur de totala utsläppen, samt den ekologiska påverkan, förändras är mycket beroende på hur väl förvaltrade bestånden av den importerade fisken är (väl förvaltrade bestånd kan även fiskas mer effektivt). När det gäller bottentrålning kan omfattningen av negativ miljöpåverkan från bottentrålningen totalt sett minska om bottentrålningens ytor minskar. Detta eftersom flyttad fiskeansträngning i stor utsträckning kommer att påverka redan skadade bottenar där känsligheten för ytterligare påverkan är lägre.

Det pelagiska yrkesfisket är mindre känsligt för områdesbegränsningar då fisket rör sig över ett stort geografiskt område. Yrkesfiskarna förväntas dock behöva öka sin fiskeansträngning för att bibehålla konstanta fångstnivåer. Detta ger upphov till mer förbränning av bränsle och därmed mer utsläpp till luft. Följden blir även högre kostnader och högre priser varför viss import av pelagiska arter kommer ske. Dessa är dock mindre än utsläppen från den ökade fiskeansträngningen.

4.4 Sandutvinning

Vad gäller svensk marin sandutvinning kan sägas sammanfattningsvis att produktionspriset kommer styra vart Sveriges behov av sand kommer hämtas om marin sandbrytning uteblir på svenska havsbottenar. Troligt är att produktionen av krossat berg kommer effektiviserats ytterligare och ta en del av behovet samtidigt som importen ökar något. Den samlade miljöeffekten är svår att bedöma eftersom olika miljömål ställs mot varandra. Krossat berg leder till större koldioxidutsläpp än marin sandutvinning i två led, dels vid produktion och dels vid användning inom betong då mer cement åtgår. Import av exempelvis dansk sand ger större miljöpåverkan som är svårare att styra över än föreslagen svensk metod vid en svensk marin sandutvinning.

Källförteckning

Andersen, O. (2002). Transport of fish from Norway: energy analysis using industrial ecology as the framework. *Journal of cleaner production* 10:581-588.

Asche, F., Bjørndal, T. & Gordon, D. V. (2005). Demand structure for fish. SNF working paper no. 37/05.

Baskett, M.L. & Barnett, L.A. (2015). The ecological and evolutionary consequences of marine reserves. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46: 49-73.

Bjerkén, August, Sandutvinning och dess påverkan på Öresunds marina status, 2016, Examensarbete för miljövetenskaplig kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet, Intern handledare: Martijn van Praagh, CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet

Bergström, U., Sköld, M., Wennhage, H. & Wikström, A. (2016). *Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust- och havsområden*. Aqua Reports 2016:20. Öregrund: Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet

Bruckner T., I.A. Bashmakov, Y. Mulugetta, H. Chum, A. de la Vega Navarro, J. Edmonds, A. Faaij, B. Fungtammasan, A. Garg, E. Hertwich, D. Honnery, D. Infield, M. Kainuma, S. Khennas, S. Kim, H.B. Nimir, K. Riahi, N. Strachan, R. Wiser, and X. Zhang, 2014: Energy Systems. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Carlström, J och Carlén, I. 2015. Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. AquaBiota Report 2015:02.

Casini, M. (2016). Syrebrist och svält germ ager torsk i Östersjön. <https://www.slu.se/ew-nyheter/2016/10/syrebrist-och-svalt-ger-mager-torsk-i-ostersjon/> [Hämtad: 2017-12-02]

Dey, M., Ferdous, A. & Paraguas, F. (2011). A Multistage Budgeting Approach to the Analysis of Demand for Fish: An Application to Inland Areas of Bangladesh. *Marine Resource Economics*. 26(1).

Di Lorenzo, M., Claudet, J. & Guidetti, P. (2016). Spillover from marine protected areas to adjacent fisheries has an ecological and a fishery component. *Journal for Nature Conservation* 32: 62-66

Europeiska kommissionen (2017). *Fiskekvoter: förvaltning av fiske*. https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/tacs_sv [Hämtad: 2017-09-13]

Fidan, H. & Klasra, M.A. (2005). Seasonality in Household Demand for Meat and Fish: Evidence from an Urban Area. *Turkish journal of veterinary and animal sciences* 29: 1217-1224.

Energimyndigheten 2013a. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränslen (ER 2012:08)

Energimyndigheten 2013b. Mer skogsbränslen – Så påverkar det skog och miljö (ET 2013:16)

Energimyndigheten 2017. Beskrivningar från <http://www.energimyndigheten.se/>

Energimyndigheten 2017. ER 2017:3. Havsbaserad vindkraft - En analys av samhällsekonomi och marknadspotential

Energimyndigheten 2018. ER 2018:16. Vägen till ett 100 procent förnybart elsystem – Delrapport 1: Framtidens elsystem och Sveriges förutsättningar

Energimyndigheten 2018. ER 2018:6. Slopade anslutningskostnader för havsbaserad vindkraft.

Energikommisionen (2017). Kraftsamling för framtidens energi. SOU 2017:2.

Fiskeriverket. (2008). *Möjligheter till och konsekvenser av fiskefria områden*. Delrapport till regeringen 2008-03-01

Halpern, B., S., Lester, S., E. & Kellner, J., B. (2010). Spillover from marine reserves and the replenishment of fished stocks. *Environmental Conservation* 36:268–276

Havsmiljöinstitutet, 2017. Havet 1988. Havsmiljöinstitutet

Havsmiljöinstitutet, 2014. Sjöfarten kring Sverige och dess påverkan på havsmiljön. Havsmiljöinstitutets rapport 2014:4

Havs- och vattenmyndigheten m fl (2018). Redovisning av Förstudie för Nationell plan för omprövning av vattenkraften

Havs- och vattenmyndigheten dnr 396-18. *Effekter av omdirigering av sjöfart på alfågel och tumlare vid Hoburgs bank och Midsjöbankarna - underlagsrapport till havsplanering*. Stefan Heinänen, Magda Chudzinska, Henrik Skov, DHI

Havs- och vattenmyndighetens 2017. *Omdirigeringsanalys av sjöfart kring Hoburgs bank och Midsjöbankarna - underlag inom svensk havsplanering*. Rapport 2017:11

Havs - och vattenmyndigheten. (2017a). *Ekonomisk statistik om sektorer som är beroende av havet* (Rapport 2017:16). Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten

Havs- och vattenmyndigheten (2017b). *Miljökonsekvensbeskrivning Havsplan – Östersjön: Diskussionsunderlag i tidigt skede*. Version 1.1, 2017-02-10

Havs- och vattenmyndigheten (2017c). *Årsredovisning 2016*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten

Havs- och vattenmyndigheten (2017d). *Samråd om inledande bedömning 2018: genomförande av havsmiljöförordningen*. Rapport 2017:32.

Havs- och vattenmyndigheten. (2017e). Spökgarn och andra förlorade fiskeredskap. <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/marint-skrap/spokgarn-och-andra-forlorade-redskap.html> [Hämtad 23-05-2018]

Havs- och vattenmyndigheten. (2016). Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2016: resursöversikt.

Havs- och vattenmyndigheten (2015). *Fångststatistik för yrkesfisket*.
<https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/data--statistik/fangststatistik-yrkesfisket.html>
[Hämtad: 2017-09-13]

Hermannsen, L., Beedholm, K., Tougaard, J. and Madsen, P.T. 2014. High frequency components of ship noise in shallow water with a discussion of implications for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *The Journal of the Acoustical Society of America* 136: 1640-1653.

Hospido, A., Tyedmers, P. (2005). Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. *Fisheries research* 76:174-186

Hundleby, G., Freeman K. (2017). Unleashing Europe's offshore wind potential – A new resource assessment. June 2017. Wind Europe/BVG Associates.

IVA (2016). Framtidens el – så påverkas klimat och miljö. En delrapport, IVA-projektet Vägval el. ISBN: 978-91-7082-918-5

Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten (2016). Svensk yrkesfiske 2020: Hållbart fiske och nyttig mat.

Jordbruksverket. (2009). Konsumtionsförändringar vid ändrade matpriser och inkomster – elasticitetsberäkningar för perioden 1960-2006. Rapport 2009:08

Krause, J., Diesing, M. & Arlt, G., 2010. The Physical and Biological Impact of Sand Extraction: a Case Study of the Western Baltic Sea. *Journal of Coastal Research*, (51), pp.215–226. Available at: <http://www.jstor.org/stable/40928833>.

Krönert F. m fl (2017). Havsbaserad vindkraft – potential och kostnader. En rapport till Energimyndigheten (2017). Sweco Energiguide AB.

Larsson, K. (2016). *Sjöfart och natuvärden vid utsjöbankar i centrala Östersjön: havsplanering kan reducera konflikter*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:24.

Meadows, Donella. (2008). *Thinking in systems – a primer*. Earthscan, London

Miljömål (2014). *Yrkesfiske*.
<http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=142&pl=1> [Hämtad: 2017-09-13]

Moksnes, P.-O., Belgrano, A., Bergström, U., Casini, M., Gårdmark, A., Hjelm, J., Karlsson, A., Nilsson, J., Olsson, J., Svedäng, H. (2011). Över fiske, en miljöfarlig aktivitet: orsaker till fiskbeståndens utarmning och dess konsekvenser i svenska hav. Havsmiljöinstitutets rapport, 2011:4.

Naturvårdsverket. (2008). Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer. Naturvårdsverket, rapport 5908

Naturvårdsverket. (2011). Så mår havet.

Olalo, C. (2011). PRODUCTION, ACCESSIBILITY AND CONSUMPTION PATTERNS OF AQUACULTURE PRODUCTS IN THE PHILIPPINES. FAO Fisheries Circular No. 973

Pattern, G. (2015). Estimating Cross-Price Elasticity of Demand and Cross-Income Elasticity of Demand for Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) Cultured in British Columbia. Canadian Industry Reports of Fisheries and Aquatic Sciences 294.

Pelc, R., A., Warner, R., R., Gaines, S., D. & Paris, C. B. (2010). Detecting larval export from marine reserves. Proceedings of the National Academy of Sciences 107: 18266-18271

Pelletier, N., Tyedmers, P. (2008). Life cycle considerations for improving sustainability assessments in seafood awareness campaigns. Environmental Management 42: 918-931

Johan Nyberg, Kristian Schoning, Karin Grånäs, Sara Nordström, Pär Nordgren, Anna Svensson, Linda Lingsten (HaV), Linus Hammar (HaV), Malin Hemmingsson (HaV) & Lena Tingström (HaV), Föresattningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige, SGU-rapport: 017:05, Diarie-nr: 21-2973/2015 Grus, sand och krossberg 2015, Aggregates, SGU Periodiska publikationer 2016:3

Sköld, M., Nilsson, H. & Jonsson, P. (2018). Bottentrålning: effekter på marina ekosystem och åtgärder för att minska bottenpåverkan. Aqua reports 2018:7

Sköld, M., Vinther, M. m fl. (2012). *Evaluation of closed areas in Kattegat to promote the rebuilding of the cod stock*. Landsbyggsdepartementet June 2012.

Sköld, M., Vinther, M. m fl. (2012). *Evaluation of closed areas in Kattegat to promote the rebuilding of the cod stock*. Landsbyggsdepartementet June 2012.

Svenska Kraftnät 2015. Nätutvecklingsplan 2016-2025

Svenska Kraftnät 2017. Beskrivningar från <http://www.svk.se/>

Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wiser, 2014: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

Sonoda, D.Y., Campos, S.K., Cyrino, J.E.P. & Shiota, R. (2012). Demand for fisheries products in Brazil. Scientia Agricola 69.

Skogsstyrelsen (2018). Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder. Kunskapsunderlag. Remissversion oktober 2018.

Stenkvist, M. (2002). Energianvändning inom transportsektorn: en fakta­rapport inom IVA-projektet Energiframsyn Sverige I Europa. Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien, IVA: Eskilstuna.

Tardieu, P., Nghiem, A, Pineda, I. (2017). Wind energy in Europe: Scenarios for 2030. Wind Europe. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Wind-energy-in-Europe-Scenarios-for-2030.pdf>

Tiffin, R., Balcombe, K., Salois, M. & Kehlbacher, A. (2011). Estimating food and drink elasticities. University of Reading.

Thrane, M. (2006). LCA of Danish fish products: New methods and insights. The international journal of life cycle assessment 11:66-74

Thrush, S.F. & Dayton, P. K. (2002). Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. Annual Review of Ecology and Systematics: 449-473.

Tjernsvoll, I. & Bradshaw, C. (2013). Det effektiva fiskets baksida. Havsutsikt, 1:11-13

Trafikanalys. (2016). *Transportarbete: Transportarbete 2000-2016*.
<http://www.trafa.se/vagtrafik/transportarbete-4164/> [Hämtad: 2017-09-18]

Trafikverket. (2015). *Sjöfart: Underlagsrapport till inriktningsunderlag 2018-2029* (TRV 2016/42946). Borlänge: Trafikverket

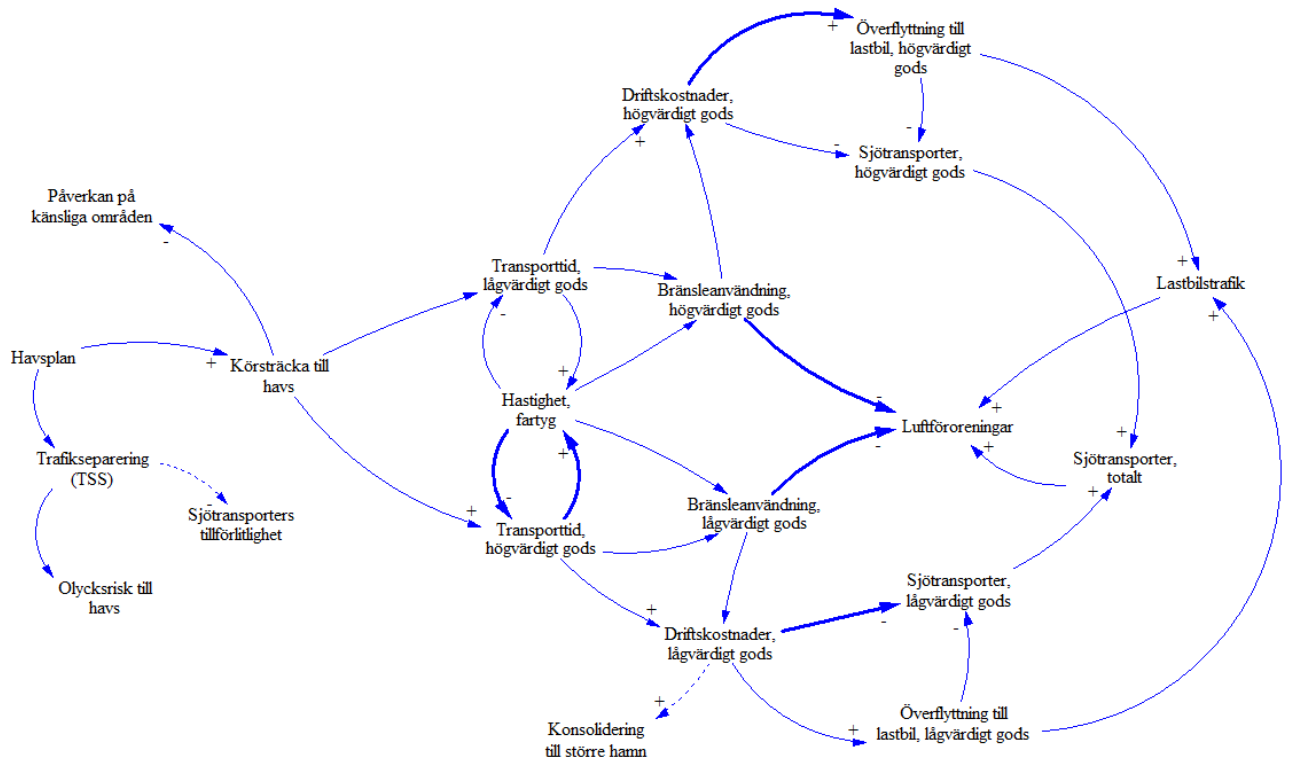
Trafikverket. (2016). *Prognos för godstransporter 2040: Trafikverkets basprognoser 2016* (2016:062). Borlänge: Trafikverket

Vandeperre F., m fl (2011). Effects of no-take area size and age of marine protected areas on fisheries yields: a meta-analytical approach. Fish and Fisheries 12, 412–426.

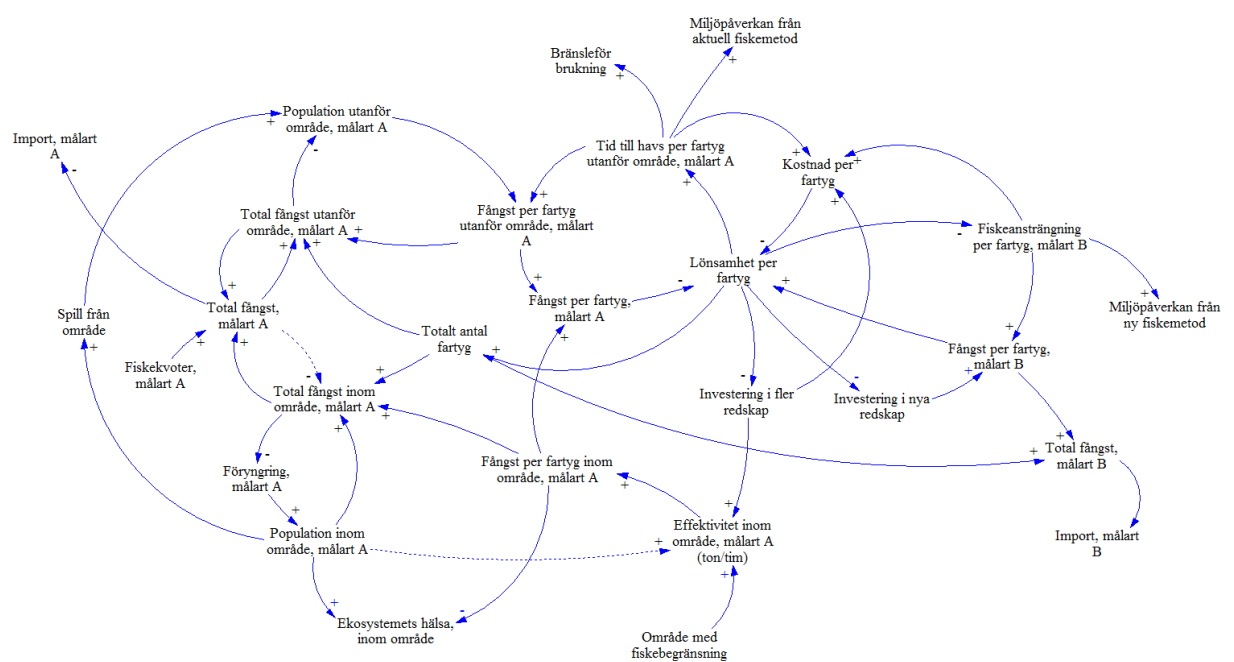
WSP Sverige AB. (2017). *Hållbarhetsbedömning av havsplaner: bedömning av planutkastet för Östersjön*. Göteborg: Havs -och vattenmyndigheten

Ziegler, F., Nilsson, P., Mattson, B., Walther, Y. (2003). Life cycle assessment of frozen cod fillets including fishery-specific environmental impacts. The international journal of life cycle assessments 8:39-47

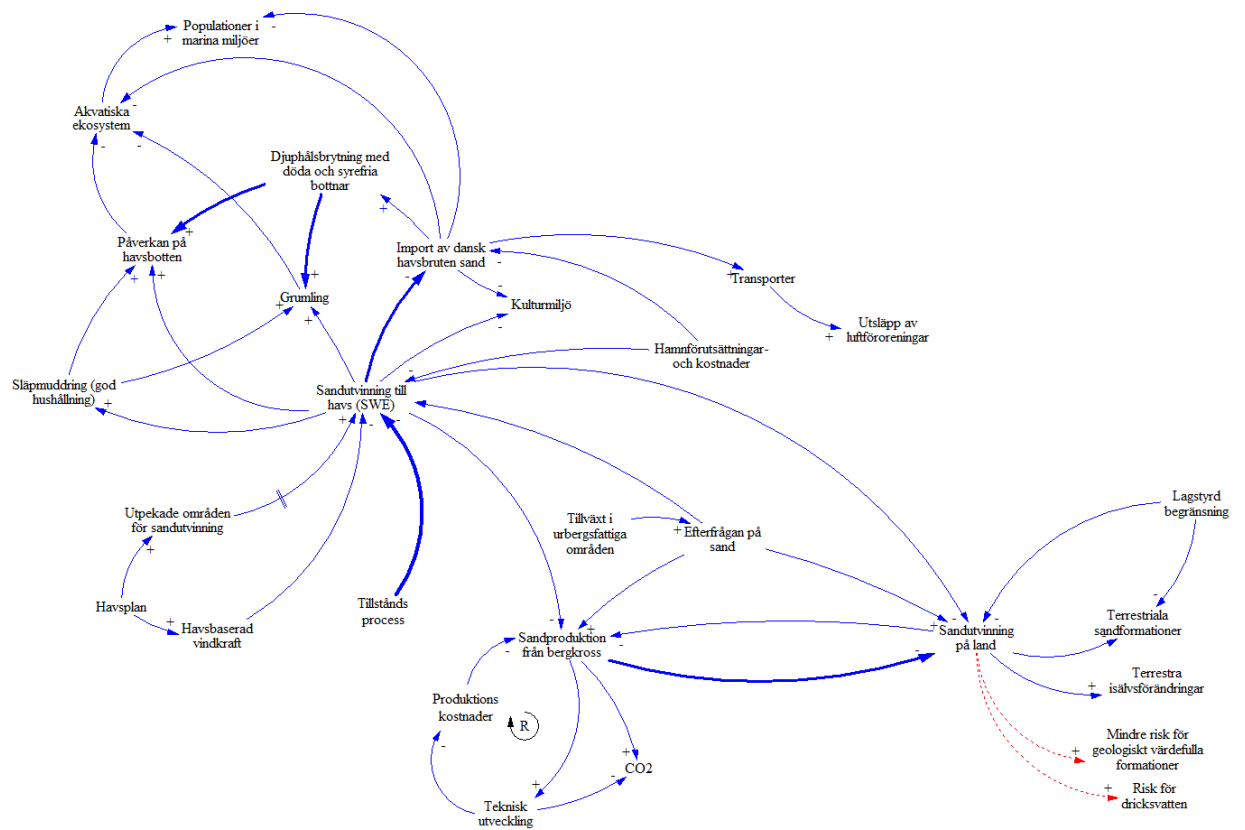
Sjöfart



Yrkesfiske



Sandutvinning



VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

