Råstofindvindingens effekt på bestanden af marsvin i det nordligste Øresund

Studie af eksisterende litteratur og data med fokus på Lappegrunden i Øresund

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 25. juni 2018

Jonas Teilmann, Maria Palner og Signe Sveegaard

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Miljøstyrelsen
Antal sider: 22

Faglig kommentering:
Jakob Tougaard
Kvalitetssikring, centret:
Jesper R. Fredshavn

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
http://dce.au.dk

Indhold

1. Introduktion **3**

2. Marsvin **4**

2.1 Populationsstruktur 4

2.2 Udbredelse af marsvin 4

2.3 Observationer fra marsvinesafari foretaget af Øresundsakvariet, Københavns Universitet. 11

3. Ressourceindvindings påvirkning af marsvin **12**

3.1 Beskrivelse af Øresund og Lappegrunden 12

3.2 Data for ressourceindvindingen på Lappegrunden 12

3.3 Sandsugning i forhold til visuelle observationer og akustisk aktivitet 14

3.4 Litteraturgennemgang af undersøgelser fra andre områder 16

4. Konklusion **18**

4.1 Marsvins brug af det nordlige Øresund og bestandsudviklingen siden 1990. 18

4.2 Årstidsvariation for marsvin i det nordlige Øresund 18

4.3 Vigtigheden af det Nordlige Øresund for marsvin generelt og som yngleområde 18

4.4 Vurdering af påvirkningen på marsvin af råstofindvinding på Lappegrund 18

4.5 Er der parallelviden fra andre steder i dansk farvand hvor man kan se at marsvin påvirkes af råstofindvinding eller anden aktivitet? 19

4.6 Mulige fremtidige undersøgelser af effekten på marsvin ved Lappegrund 19

5. Referencer **20**

1. Introduktion

Marsvinet er Danmarks mest almindelig hval, der forekommer i alle danske farvande om end sjældent omkring Bornholm og i Limfjorden. Menneskets udnyttelse af havet udgør et stigende pres på de marine organismer, og for marsvinet kan presfaktorer så som bifangst, støj, skibsfart, marine konstruktioner og råstofindvinding have en negativ indflydelse på deres udbredelse, adfærd og fitness.

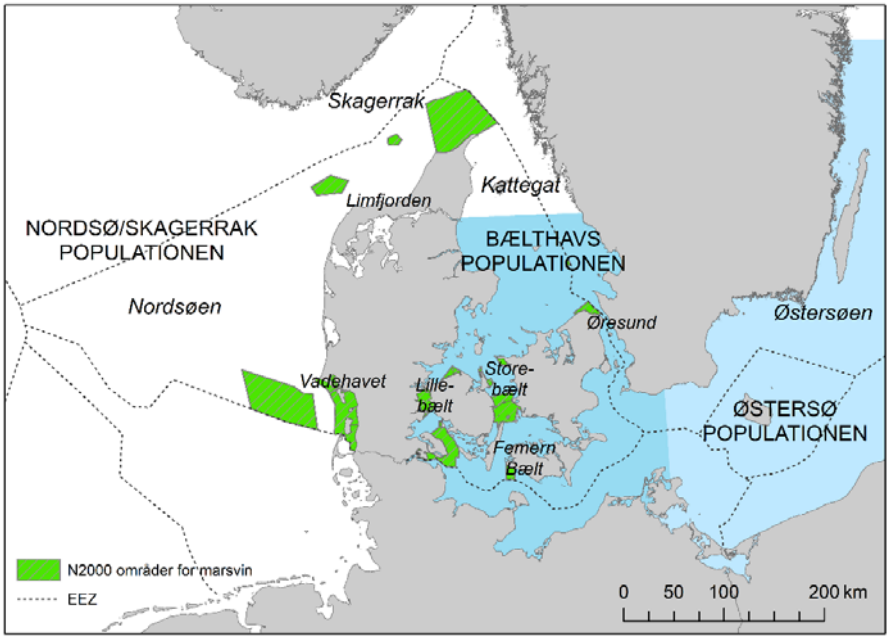
Denne rapport gennemgår eksisterende viden og data for at undersøge hvorvidt ressourceindvinding i havet kan have en negativ effekt på marsvin med specifik fokus på Lappegrunden i det nordlige Øresund, hvor lokale fiskere og brugere af havet har mistanke om at der er en negativ effekt på det lokale økosystem og især marsvin. Ressourceindvinding dækker over indvinding af olie, naturgas samt indvinding af, sand, grus og ral, der indvindes i specifikt afgrænsede områder i havet. Denne rapport inkluderer ikke indvinding af olie og naturgas. Mulige påvirkninger kan være støj under selve indvindingen, den fysisk tilstedeværelse af fartøjet, sedimentspredning samt et efterfølgende påvirket område med ændret fødegrundlag for marsvin.

I denne rapport beskrives relevant viden om marsvin blandt andet marsvins brug af det nordligste Øresund, områdets betydning gennem året, dets vigtighed som yngleområde og bestandens udvikling (Kapitel 2). I kapitel 3 sammenfattes først eksisterende litteratur om ressourceindvindings påvirkning af marsvin. Herefter analyseres og sammenlignes eksisterende data omkring Lappegrund, for at undersøge en mulig påvirkning af marsvin. Data inkluderer 1) akustiske optagelser af marsvin fra en fast station under det danske NOVANA overvågningsprogram af marsvin ca. 8 km nord for Lappegrunden, 2) observationer af marsvin fra båd under Øresundsakvariets "hvalsafarier" 2012-2016 samt 3) data for ressourceindvindingen på Lappegrunden. I kapitel 4 sammenfattes resultaterne og mulige fremtidige studier beskrives for at belyse problemstillingen bedre.

2. Marsvin

2.1 Populationsstruktur

Baseret på studier af morfologi, genetik og satellitmærkning opdeles marsvin i de danske farvande i tre populationer: 1) Farvandet omkring Bornholm og østover ind i Østersøen, 2) De indre danske farvande (inkl. Bælthavet, Øresund, sydlige Kattegat og vestlige Østersø) og 3) Nordlige Kattegat, Skagerrak og Nordsøen (Figur 2-1)**Error! Reference source not found.**, baseret på Wiemann et al. 2010, Galatius et al. 2012, Sveegaard et al. 2015. Det nordlige Øresund ligger derfor centralt i Bælthavs-populationens udbredelse.



Figur 2-1. Kort over forvaltningsområderne for de 3 populationer af marsvin i danske farvande og i vores nabolande. Natura 2000 områder for marsvin er vist i grøn og stiplede linjer viser nationalgrænserne.

2.2 Udbredelse af marsvin

Marsvins bevægelser og udbredelse er tæt knyttet til udbredelsen og tilgængeligheden af deres bytte. På grund af dets relativt lille størrelse og begrænsende energireserver (spæk), skal det fouragere hver dag for at overleve. I Øresund er marsvinets fødepræferencer undersøgt ved at indsamle 53 strandede og bifangne marsvin i området og derefter undersøge deres maveindhold (Sveegaard et al. 2012). Marsvinene havde spist i alt 13 arter heriblandt kuller, kulmule, kutling og ålekvabbe. De vigtigste fødearter var dog torsk, hvilling, sild, brisling, tobis og ål. Der var større variation i de indtagne byttearter og gennemsnitlig større vægt om sommeren, hvor der også sås flest marsvin. De stærke strøm- og vindforhold i Øresund skaber frontsystemer i den nordlige del af sundet i sær om foråret, der kan medfører højere koncentration af fisk, der dermed er lettere tilgængelige for marsvin.

Udbredelse, tæthed og populationsstørrelse af marsvin undersøges i Danmark med brug af flere forskellige metoder så som satellitmærkning, surveys fra fly og passiv akustisk monitering. Nedenfor gennemgås de nyeste resultater med fokus på Øresund for hver metode.

2.2.1 Satellitmærkning af marsvin 1997-2018

Aarhus Universitet har siden 1997 påsat satellitsendere på 132 marsvin, der har givet satellitpositioner for marsvinets bevægelser i op til 500 dage. Marsvinene fanges utilsigtet i danske fiskeres bundgarn og pga. den lille maskestørrelse kommer de ikke til skade, men svømmer roligt rundt indtil nettet løftes op, og dyret tages ombord på fiskerbåden. Her måles og vejes dyret, inden der sættes sender på, og dyret sættes fri igen. For detaljer om mærkningsprocedure, typer af sendere samt resultater der har benyttet disse telemetridata, se Teilmann et al. 2004, Teilmann et al. 2007, Teilmann et al. 2008, Eskesen et al. 2009, Sveegaard et al. 2011, Sonne et al. 2012 og Sveegaard et al. 2012.

I denne rapport er satellitmærkningsdata brugt til at lave to typer udbredelseskort for Bælthavspopulationen af marsvin: 1) Udbredelse af de mærkede marsvin (tæthed af Argos positioner fra de mærkede dyr analyseret som "Kernel Density Estimation") og 2) Habitatets egnethed for marsvin (ved brug af en MaxEnt model) (Phillips et al. 2006, Merow et al. 2013). Begge typer af udbredelseskort er opdelt på sæsoner (sommer: apr-sep/vinter: okt-mar) og 10-års perioder (1997-2006 og 2007-2016). Der er også mærket marsvin i 2017-18, men ingen af disse svømmede til Øresund. Opdelingen i 10-års perioder kan vise om marsvinenes udbredelse har ændret sig over tid. Da marsvins fordeling ændrer sig over året er data for sommer- og vintermånederne analyseret separat.

Kernel-kortene viser, hvor koncentrationen af marsvinepositioner er højest, hvilket fortolkes som hotspots, mens MaxEnt-kortene viser hvilke habitater, der er egnede for marsvin, altså alle de områder, der potentielt er vigtige for marsvin uafhængig af, om de mærkede dyr har været der.

Metode

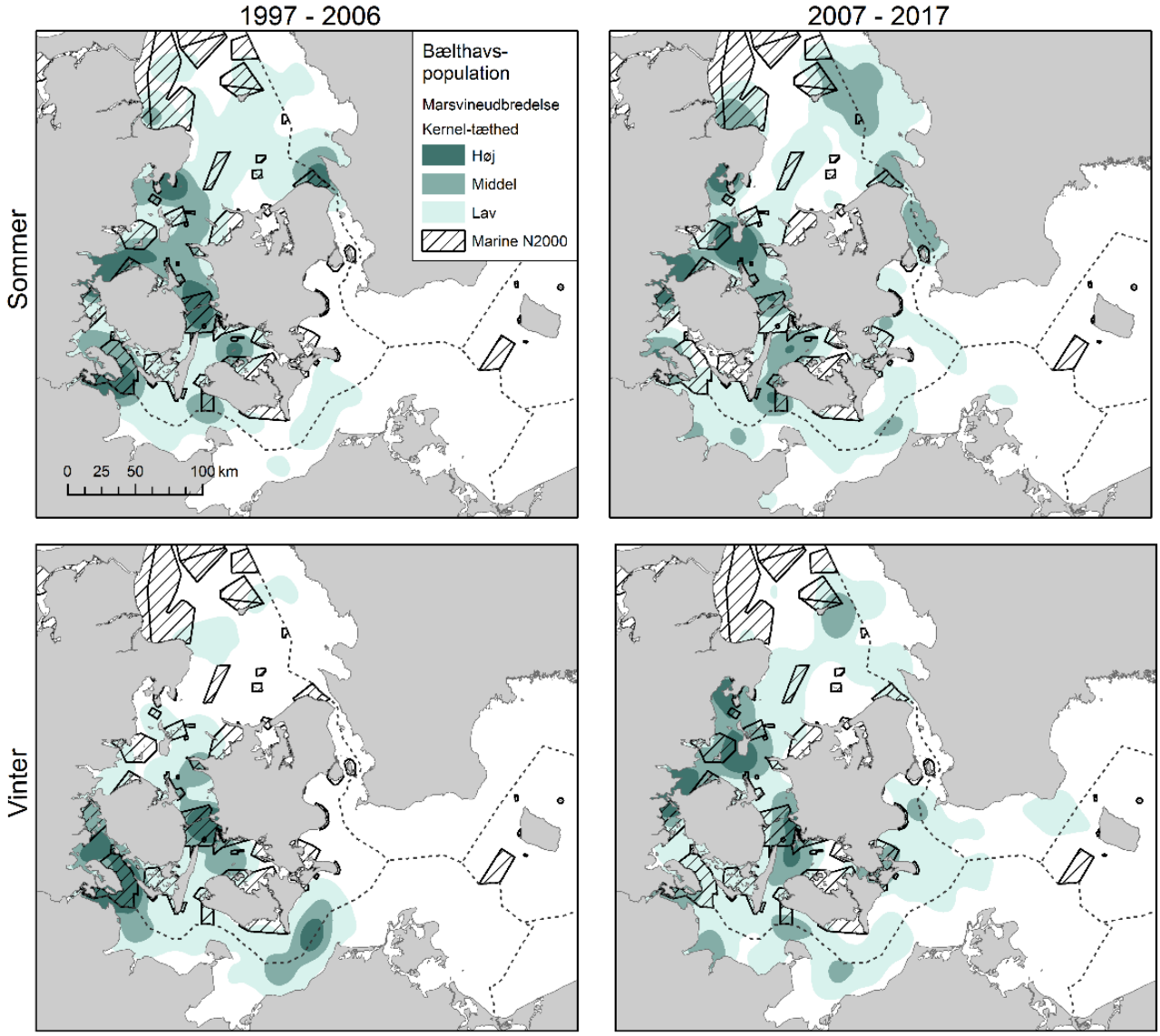
Antallet af satellitpositioner varierede betragteligt mellem årene. For at reducere risikoen for at inkludere fejlbehæftede data i modellerne blev de mest afvigende satellitdata frasorteret vha. et "Douglas Argos" filter (Douglas et al. 2012). Data blev derefter yderligere filtreret for at reducere betydningen af, hvor dyrene var blevet mærket, for at mindske graden af rumlig autokorrelation, og for at undgå at analyserne blev påvirket mere af nogle dyr end af andre. Dette blev gjort (1) ved at fjerne positioner fra de første to dage efter at dyrene var blev mærket, hvilket svarer til den tid et marsvin skal bruge for svømme fra den ene til den anden ende af populationsområdet, (2) ved kun at bruge 1 position/dyr hver anden dag, (3) og ved at vælge det samme antal observationer fra hvert dyr. Samme procedure er tidligere blevet benyttet på satellitmærkede marsvin af Edrén et al. (2010). I modsætning til Kernel-metoden, hvor alle positioner og dyr er medtaget, er der i MaxEnt modellen kun inkluderet data fra dyr med mindst 20 filtrerede positioner i hver af de fire analyseperioder.

Udbredelsen af egnede marsvinehabitater blev i MaxEnt-modellen beregnet ud fra marsvinenes tilknytning til områder med bestemte miljøforhold. I modellerne indgik syv forskellige miljøvariable, som kan forventes at have betydning for marsvins adfærd. Variablene kan opdeles i statiske variable (vanddybde og afstanden til kyst) og dynamiske variable i de 4 øverste meter fra havoverfladen (højde af havoverfladen bestemt af tidevand og vindstuvning, salinitet, temperatur, strøm i øst-vest retning, strøm i nord-syd retning). De dynamiske data var baseret på HIROM-3D-modellen, med en rumlig opløsning på ca. 2x2 km og en tidsmæssig opløsning på tre timer (http://marine.copernicus.eu/ services-portfolio/access-to-products/; product id: BALTICSEA_ REANALYSIS_PHY_003_008). For de dynamiske variable indgår

både gennemsnitsværdier og standardafvigelse i MaxEnt-modellen, baseret på 27.756 filer per variabel.

Resultater

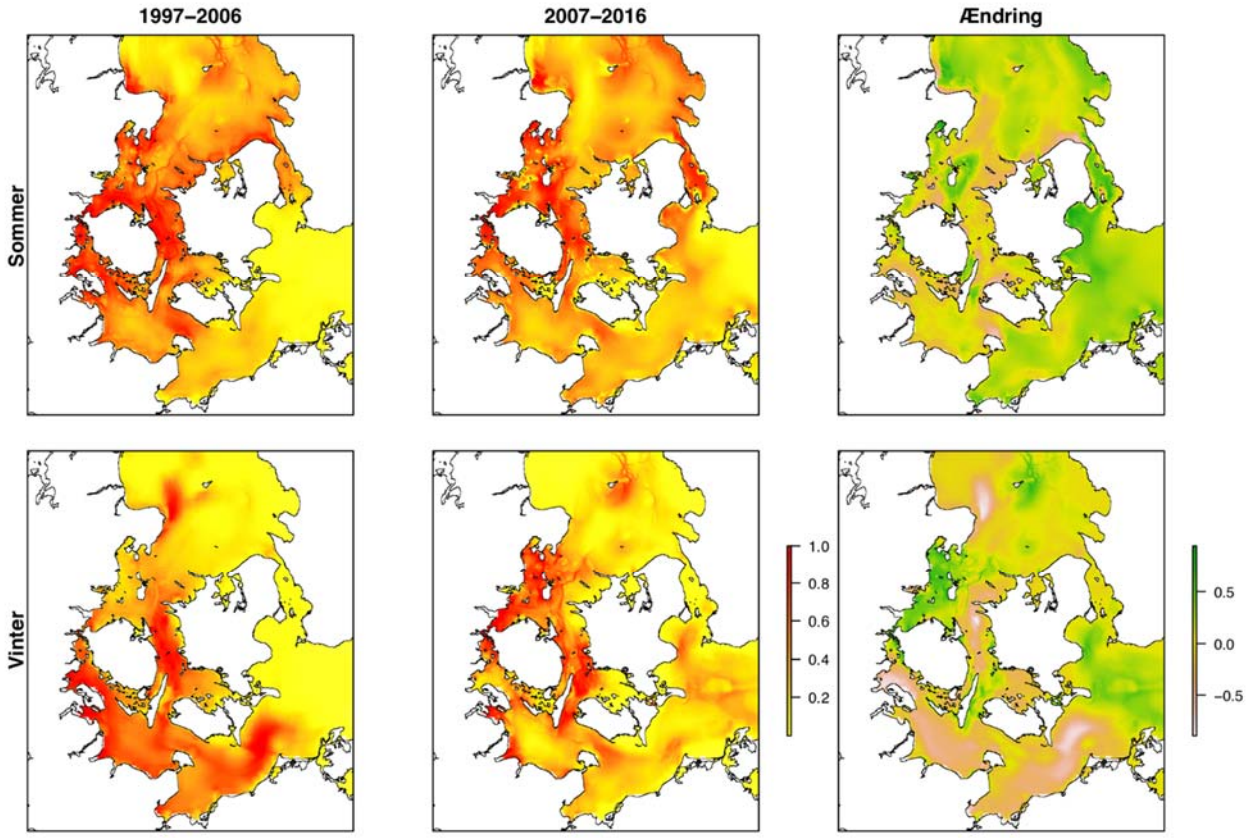
Udbredelsen af de satelllitmærkede marsvin analyseret som Kernel-tætheder er illustreret i Figur 2-2 for Bælthavet. Kernel-kategorierne for tæthed er arbitrært defineret som høj (indeholder 30% af alle positioner fra marsvin på mindst muligt areal), middel (31-60%) og lav (61-90%). For Bælthavet om sommeren ses i begge 10-års perioder middel til høj tæthed i nordlige Øresund, mens det centrale Øresund har fået større tætheder om sommeren 2007-2017.



Figur 2-2. Udbredelse af de satellitmærkede marsvin i Bælthavsforvaltningsområdet analyseret som Kernel tæthedsestimater (desto mørkere farve desto højere tæthed) fordelt på 10-års perioder og to sæsoner (Sommer: apr-sep, vinter: okt-mar). Kernel-kategorierne er defineret som høj (indeholder 30% af alle positioner fra marsvin på mindst mulig areal), middel (31-60%) og lav (61-90%). Antallet af marsvin og positioner per analyse: 1997-2006, sommer: 39 dyr/1958 pos., 1997-2006, vinter: 18 dyr/765 pos., 2006-2017, sommer: 43 dyr/1540 pos., 2006-2017, vinter: 33 dyr/1076 pos.

De fire Maxent-modeller viser, at Øresund er særdeles velegnet som marsvinehabitat om sommeren gennem hele perioden 1997–2016 (Figur 2-3). I vintermånederne er der overordnet set en lavere tæthed af marsvin i Øresund.

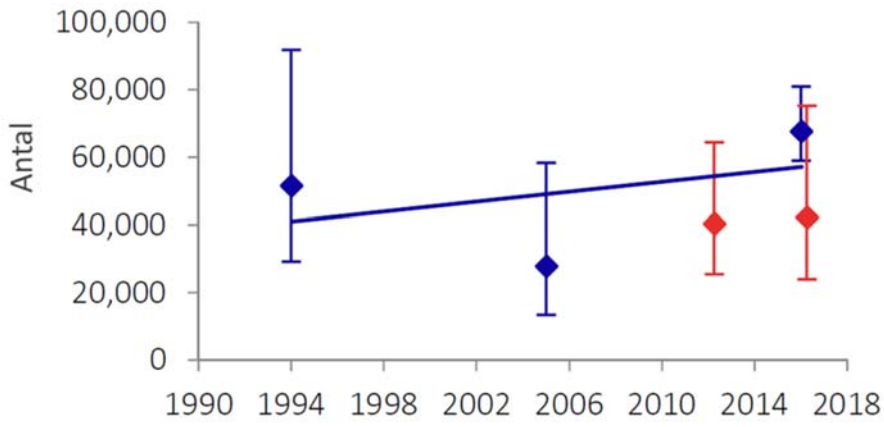
Fra perioden 1997–2006 til perioden 2007–2016 ses en tendens til, at den østlige del af forvaltningsområdet i sommerhalvåret, specielt i Øresund er blevet et bedre habitat for marsvin set relativt i forhold til andre områder (grønne farver på Figur 2-3). I alle fire analyser var det højden af havoverfladen (tidevand og vindstuvning) som spillede den største rolle, mens salinitet og den tidsmæssige variation i salinitet også var vigtige forklarende variable.



Figur 2-3. Fordeling af egnede marsvinehabitater i Bælthavs-forvaltningsområdet modelleret vha. Maxent-modeller i de to ti-års perioder fordelt på sommer og vinter (rød angiver de mest fo-retrukne habitater). Det højre panel viser ændringen mellem de to ti-års perioder, hvor grøn viser de områder, der er blevet relativt mere vigtige for marsvin i de seneste ti år, mens jo lysere farven er jo mindre vigtig er området blevet relativt til de foregående 10 år. Generelt ses det at den østlige del af området foruden Kattegat og Samsø Bælt er blevet relativt vigtigere over de seneste 10 år. Det betyder dog ikke nødvendigvis at de andre områder har mistet deres betydning for marsvin. Antallet af marsvin per analyse: 1997-2006, sommer: 23 dyr, 1997-2006, vinter: 9 dyr, 2006-2017, sommer: 22 dyr, 2006-2017, vinter: 17 dyr.

2.2.2 Visuel optælling af hvaler fra skib og fly, 1994-2016

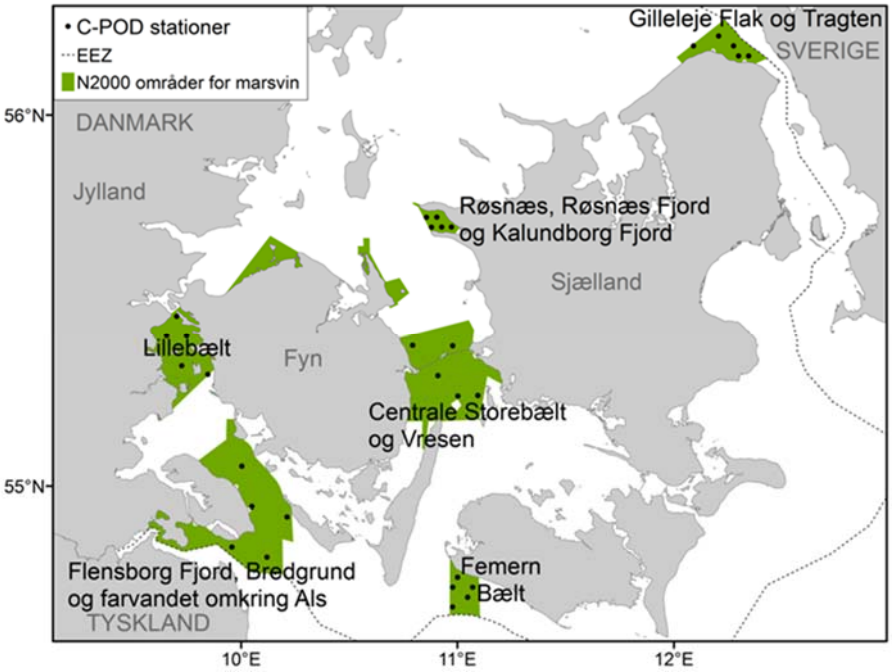
Marsvinebestanden i Kattegat, Bælthavet, Øresund og den vestlige Østersø er optalt i forbindelse med fire internationale projekter kaldet SCANS i 1994, 2005, 2012 og 2016 (Figur 2-4). Surveyområderne, der dækker Bælthavs-populationen, har imidlertid ikke været helt identiske, hvilket giver en usikkerhed ved direkte sammenligning af resultaterne – fordi områdernes størrelse er forskellig og dækker flere populationer (en model-baseret tilgang, der vil blive udført i fremtiden vil kunne give sammenlignelige resultater). Kun optællingerne i 2012 og 2016 er beregnet udelukkende for Bælthavspopulationen og kan derfor sammenlignes direkte (Sveegaard et al. 2015). Her ses ingen signifikant forskel mellem 2012 og 2016, og bestanden estimeredes i 2016 til 42.324 marsvin (95% konfidensinterval: 23.368 – 76.658). Populationen betragtes derfor som værende stabil over denne 22 årige periode. Hele rapporten kan findes her: https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/category/researchoutput/



Figur 2-4. Bestandsestimater af marsvin for området dækkende Skagerrak, Kattegat og Bælthavet og Vestlig Østersø. De blå prikker viser antallet af marsvin for hele det optalte område der ikke dækker helt det samme område, mens de røde prikker viser tallene kun for Bælthavs-populationen. Vertikale linjer viser 95% konfidensintervaller.

2.2.3 Akustisk overvågning af marsvin

I de indre danske farvande overvåges de seks vigtigste habitatområder for marsvin med stationære akustiske lyttestationer (C-PODs, fem i hvert område, Figur 2-5, Sveegaard et al. 2018).



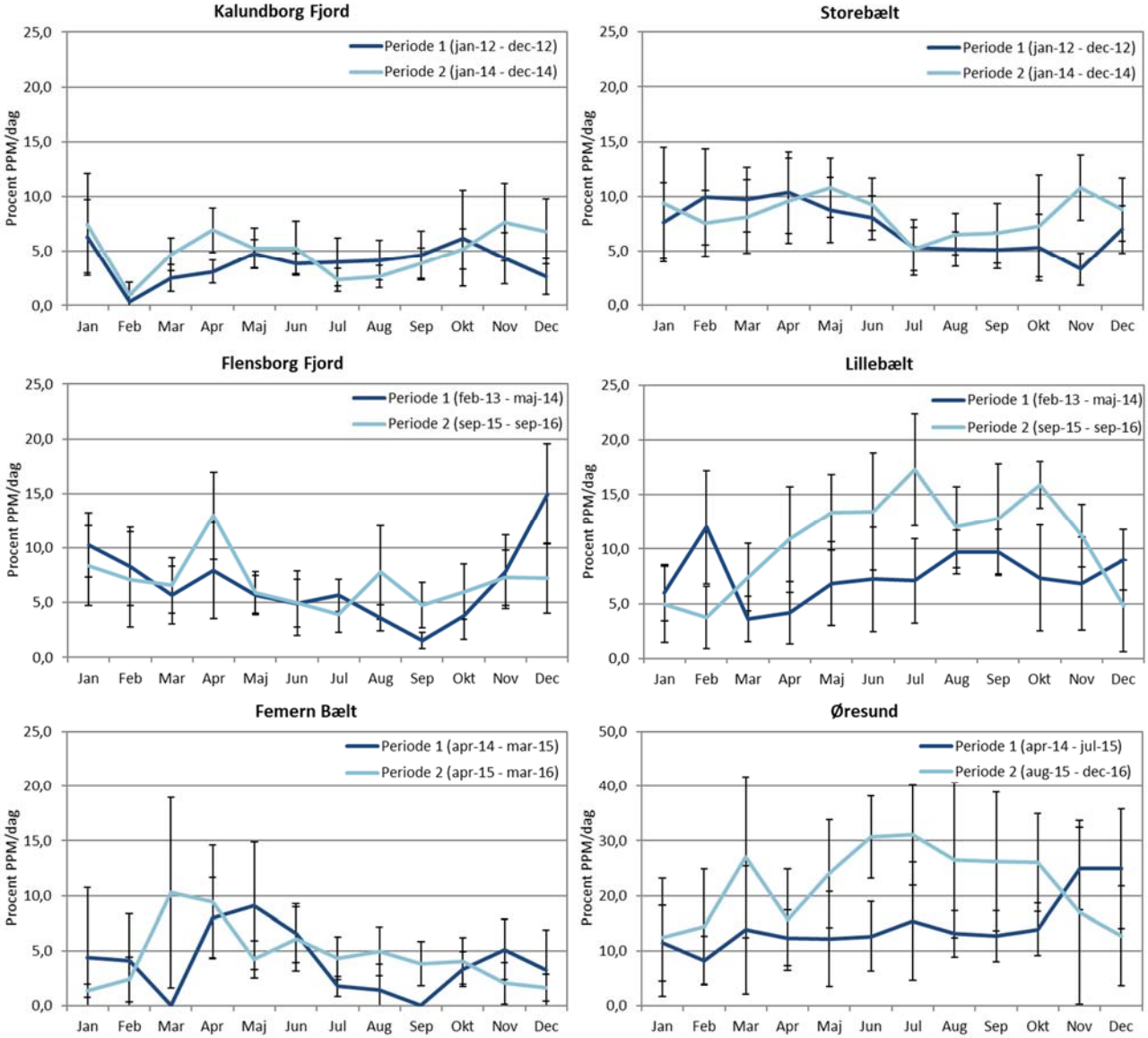
Figur 2-5. Placering af akustiske dataloggere (C-PODs) i de seks vigtigste Natura 2000-områder i de indre danske farvande. Den stiplede linje indikerer afgrænsningen af de danske farvande.

Marsvinelydene analyseres som antal minutter pr. døgn, hvor der er hørt marsvin (marsvine-positive minutter = PPM) omregnet til procentdel af døgnet. Herefter udregnes et gennemsnit for de fem stationer i hvert område og til sidst et gennemsnit af PPM/døgn for hver måned (Figur 2-6). Lyttestationerne har fra 2012-2016 været udlagt i to perioder af 12-15 måneder. PPM er sammenlignet statistisk mellem de to perioder og de seks habitatområder for at undersøge om der er signifikante forskelle (Figur 2-7).

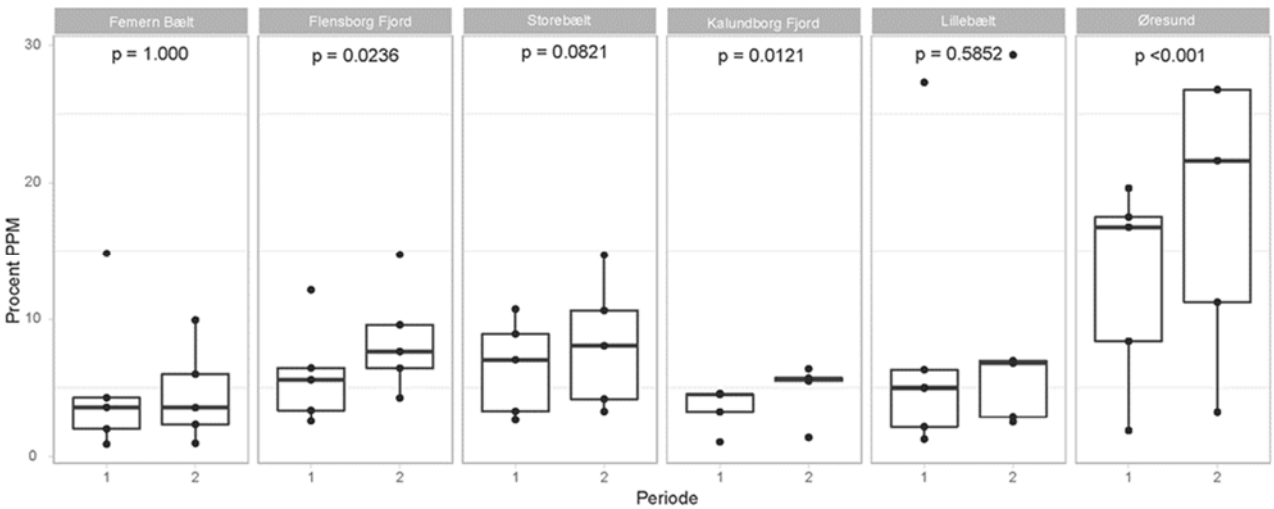
Andelen af minutter af døgnet, hvor marsvin er registreret (% PPM/døgn), ligger generelt mellem 0,4 % og 17 % PPM/døgn med undtagelse af 'Gilleleje Flak og Tragten', hvor der i flere måneder i gennemsnit blev registreret 20-32% PPM/døgn (Figur 2-6). I alle områder, undtagen 'Lillebælt' og 'Gilleleje

Flak og Tragten' hvor der er væsentlig flere marsvin om sommeren i anden periode, ses den samme årstidsvariation mellem de to perioder (Figur 2-6).

Den statistiske analyse viser en signifikant stigning i marsvineaktiviteten fra periode 1 til 2 (se Figur 2-6) i 'Gilleleje Flak og Tragten' (Nordlige Øresund), 'Flensborg Fjord, Bredgrund og farvandet omkring Als' og 'Røsnæs, Røsnæs Fjord og Kalundborg Fjord', mens de tre andre områder var uændrede (Figur 2-7). Dette viser, at antallet af marsvin i de seks områder er enten stabilt eller stigende i perioden 2012-2016.



Figur 2-6. Antal minutter hvor der høres marsvin, opgivet som procent minutter med vokaliserende marsvin pr. døgn (%PPM/dag) fordelt på måneder og de to overvågningsperioder i hver af de seks vigtigste Natura 2000-områder for marsvin i de indre danske farvande. Vertikale linjer indikerer standardafvigelse fra middelværdien. Bemærk højere skala på y-aksen på Øresundsgrafen i forhold til de øvrige grafer pga. den meget høje marsvineaktivitet. Flensborg Fjord = 'Flensborg Fjord, Bredgrund og farvandet omkring Als', Storebælt = 'Centrale Storebælt og Vresen', Kalundborg Fjord = 'Røsnæs, Røsnæs Fjord og Kalundborg Fjord', Øresund = 'Gilleleje Flak og Tragten'.



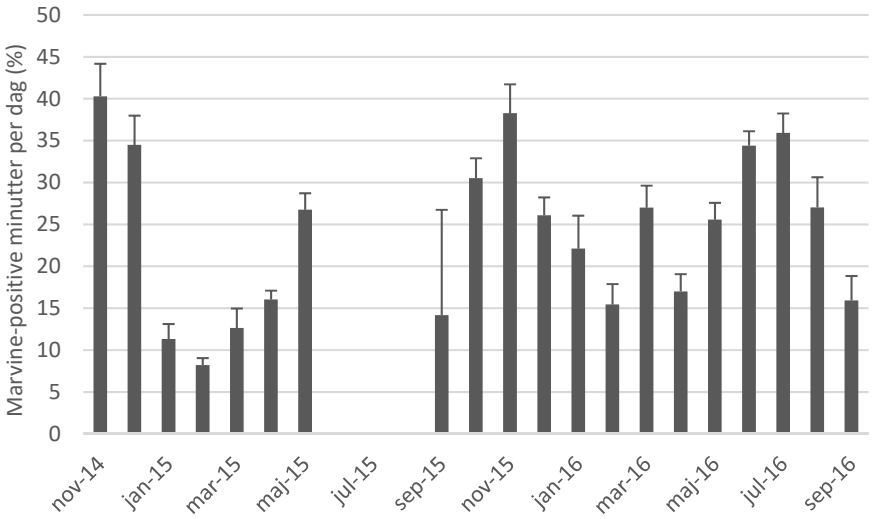
Figur 2-7. Statistisk sammenligning af den akustiske overvågning mellem periode 1 og 2 (se Figur 2-6) for de seks vigtigste Natura 2000-områder i de indre danske farvande. Flensborg Fjord = 'Flensborg Fjord, Bredgrund og farvandet omkring Als', Storebælt = 'Centrale Storebælt og Vresen', Kalundborg Fjord = 'Røsnæs, Røsnæs Fjord og Kalundborg Fjord', Øresund = 'Gilleleje Flak og Tragten'. P-værdier <0,05 er statistisk signifikant forskellige. Den midterste vandrette streg angiver medianen. Prikkerne viser gennemsnittet for hver station i periode 1 og periode 2.

2.2.4 Akustisk overvågning nær Lappegrunden

Natura 2000 området udpeget for marsvin i det nordlige Øresund 'Gilleleje Flak og Tragten' begynder 3,5 km nord for Lappegrund. Som beskrevet ovenfor overvåges området med brug af akustiske lyttestationer, kaldet CPODs. Afstanden mellem Lappegrund og de fem udlagte stationer er hhv. 8 km (NS5), 10,5 km (NS4), 13 km (NS3), 18 km (NS2) og 24 km (NS1). Dette er relativt lange afstande hvis man skal undersøge effekten af sandsugning, da marsvin kun kan høres op til 500 m væk og at støjen vil være aftaget betydeligt på afstande over 8 km. Da der ikke findes akustiske data på marsvin fra Lappegrund benyttes den nærmeste station (NS5) til at sammenligne data for sandsugningsaktiviteterne. Der kan ikke kan laves nogen beregning af støjens udbredelse omkring Lappegrund da der ikke findes nogen målinger.

Det gennemsnitlige antal marsvine-positive minutter per dag på NS5 varierer over året (82-8). Der er hørt flest marsvin om vinteren i oktober-december måned og om sommeren i juni-juli måned.

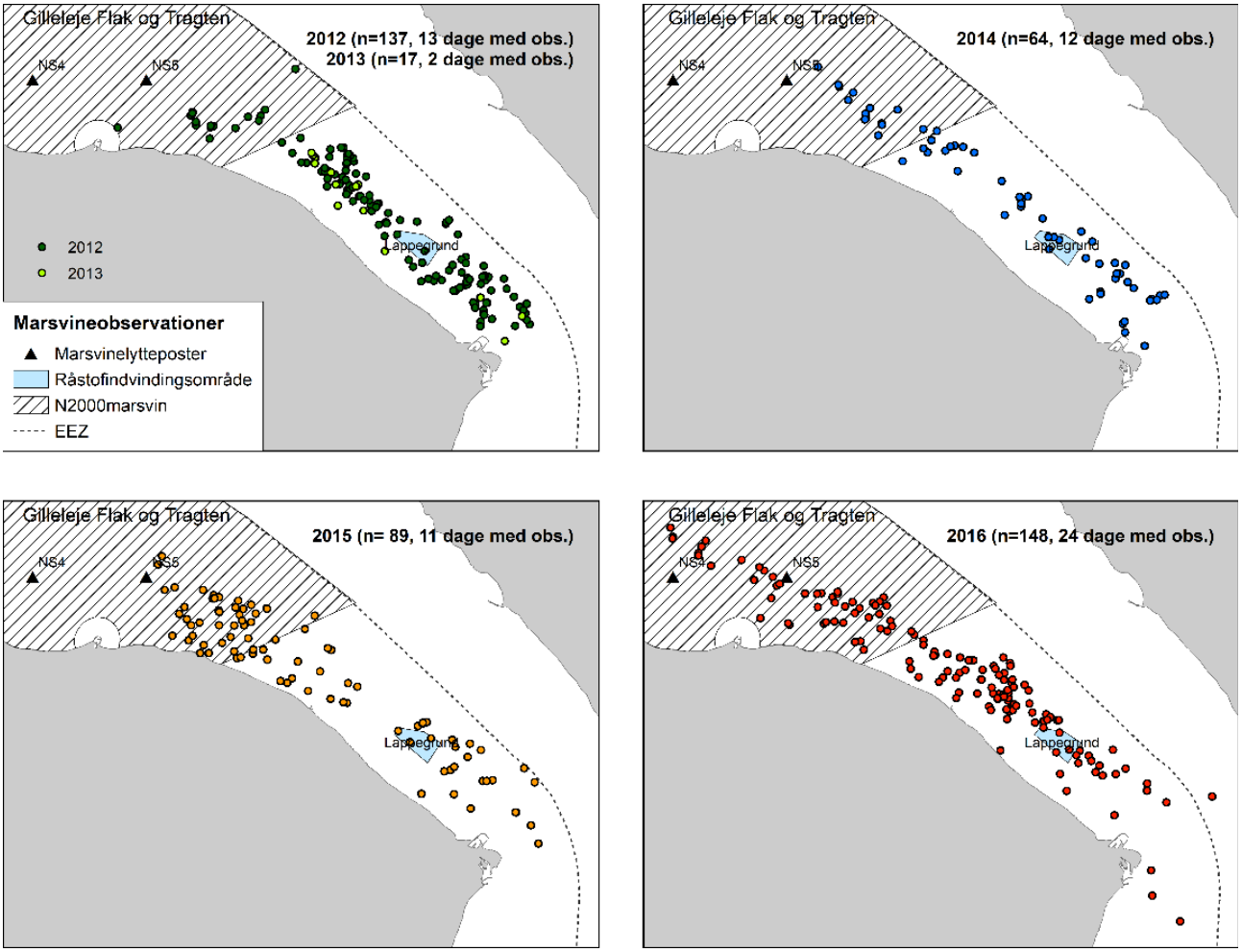
Figur 2-8. Marsvine-positive minutter i procent af månederne fra den akustiske lyttestation 'NS5' i Natura 2000-området 'Gilleleje Flak og Tragten' i det nordlige Øresund. Standardafvigelsen af middelværdien er vist over søjlerne.



2.3 Observationer fra marsvinesafari foretaget af Øresunds-akvariet, Københavns Universitet.

Øresundsakvariet i Helsingør har siden 2012 udbudt marsvinesafari til deres gæster fra maj til oktober. På hver tur noteres observationer med information on position, antal dyr, om der er kalve mv. Turene foretages i speedbåd og tager et par timer. Der udføres 1eller 2 ture pr. dag alt efter vejrforhold, tilmeldinger og logistik. Øresundsakvariet har ikke konsistent gemt information om hvor og hvornår der er sejlet, selvom der ikke er observeret marsvin. Data der fremlægges her udgør således udelukkende ture, hvor marsvin er observeret.

Der er i alt set 454 marsvin på 62 dage. Antallet af dage med marsvinesafari pr. år varierer fra 2 dage til 24 dage (**Figur 2-9**). Som det fremgår af **Figur 2-9**) er der ikke nogen markant forskel mellem årene, hverken i antal eller position af marsvineobservationerne. I alle år er der observeret marsvin tæt omkring Lappegrund og i 2014-16 er der observeret marsvin på Lappegrund. Disse data indikerer dermed ikke umiddelbart, at dyrene har ændret udbredelse fra 2012-16 eller at de undgår farvandet på og omkring Lappegrund.



Figur 2-9. Observationer af marsvin foretaget af Øresundsakvariet i Helsingør fra 2012-2016. Natura 2000 området "Gilleleje Flak og Tragten" samt to af de fem akustiske lyttestationer er vist med henholdsvis skravering og sorte trekanter.

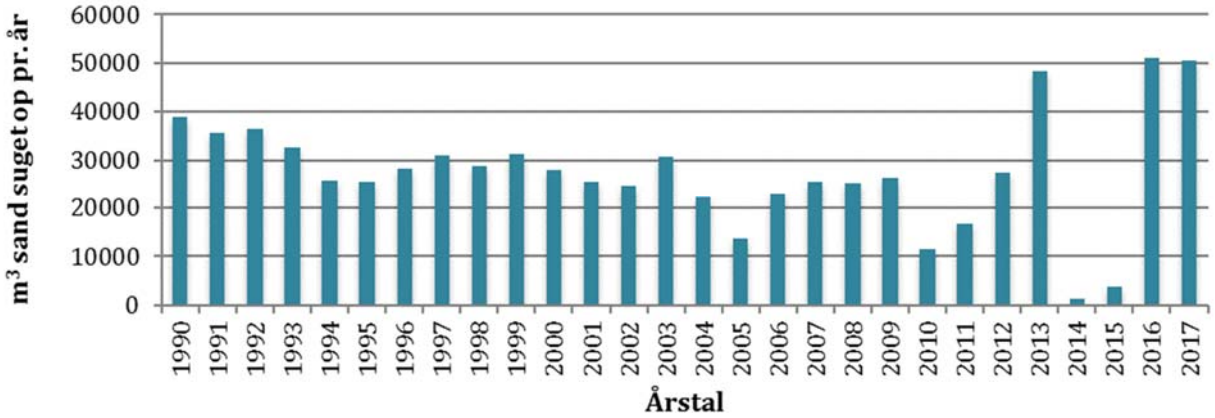
3. Ressourceindvindings påvirkning af marsvin

3.1 Beskrivelse af Øresund og Lappegrunden

Lappegrunden ligger i Øresunds nordlige del ca. 2 km nordvest for Helsingør havn. Strømforholdene i Øresund er styret af vindretningen, som kan generere vandstandsforskel mellem Kattegat og Østersøen. Dette medfører en kraftig lagdeling, hvor brakvandet strømmer øverst i en nordlig retning, og vandet med høj saltkoncentration fra Kattegat og Skagerrak strømmer langs bunden i sydlig retning (Rambøll Danmark 2006). Området for indvindingspladsen ligger på en sandbanke på dybder fra 6 m til omkring 15 m. Bundtypen kaldes macoma og er habitat for talrige infaunaarter så som østersømusling (*Macoma balthica*), alm. sandmusling (*Mya arenaria*) og alm. hjertemusling (*Cerastoderma edule*) samt børsteormearterne sandorm (*Arenicola marina*), havbørsteorm (*Nepthys caeca, Pygospio elegans, Scoloplos armiga* m. fl.). Disse arter er kendetegnet ved at de lever af at spise kiselalger og bakterier, som sidder på partikelelementerne og af plankton der falder ned på bunden. Infaunaarterne tjener som fødegrundlag for flere fiskearter, der er vigtige i konsumfiskeriet. Især den dominerende hjertemusling syntes at være en vigtig fødekilde for fladfisk som ising, skrubbe og rødspætter i forårsmånederne efter gydning, og sidst på efteråret, når de igen er ved at gøre klar til at gyde så som ising, skrubbe og rødspætter (Sørensen et al. 2016).

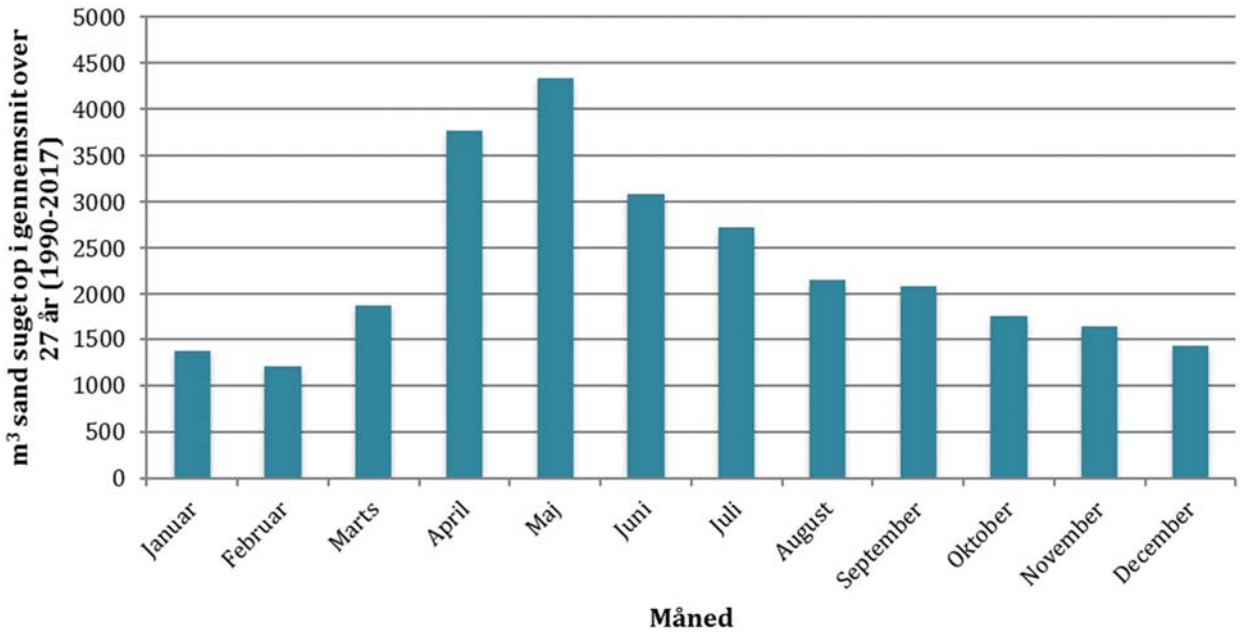
3.2 Data for ressourceindvindingen på Lappegrunden

Ressourceindvinding på Lappegrunden har stået på siden 1970'erne, og der findes præcise data for hvornår og hvor store mængder sand, der er suget op fra 1990 og fremefter (**Figur 3-1**). I perioden 1990 til 2012 fjernes i gennemsnit ca. 20.000 m^3 per år (interval: 11.000-39.000 m^3 per år). De største indvindinger foregik i 2013, 2016 og 2017 med ca. 50.000 m^3 og de mindste indvindinger var i 2014 og 2015 med <4000 m^3. Stigningen i 2013 skyldes behov for sand til udvidelse i Københavns Nordhavn og anlæggelse af en krydstogtkaj.

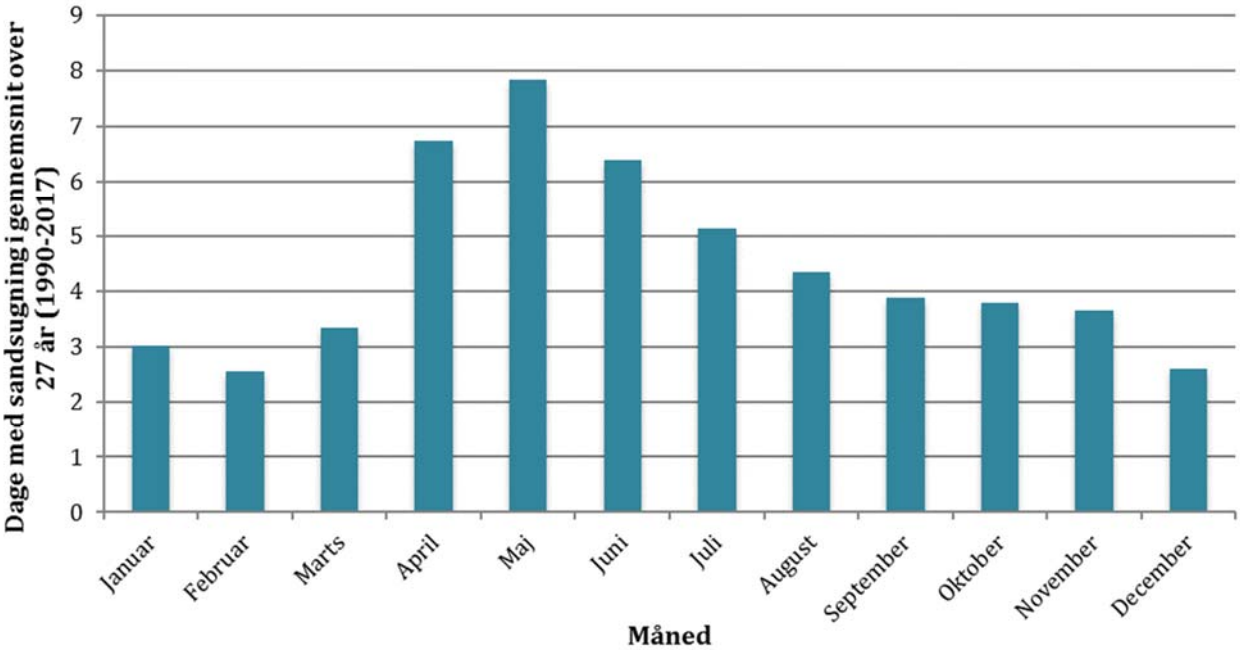


Figur 3-1. Mængden af sand (m^3) fjernet fra Lappegrund fra 1990 til 2017.

Figur 3-2 og 3-3 viser fordelingen pr. måned og antal dage med sandsugning pr. måned i gennemsnit for de 27 år med data. De største mængder sand er blevet suget i april-maj (7-8 aktive dage i gennemsnit), men der er foretaget sandsugning i alle måneder af året, dog mindst om vinteren hvor der i gennemsnit har været 2-3 dage med sandsugning.



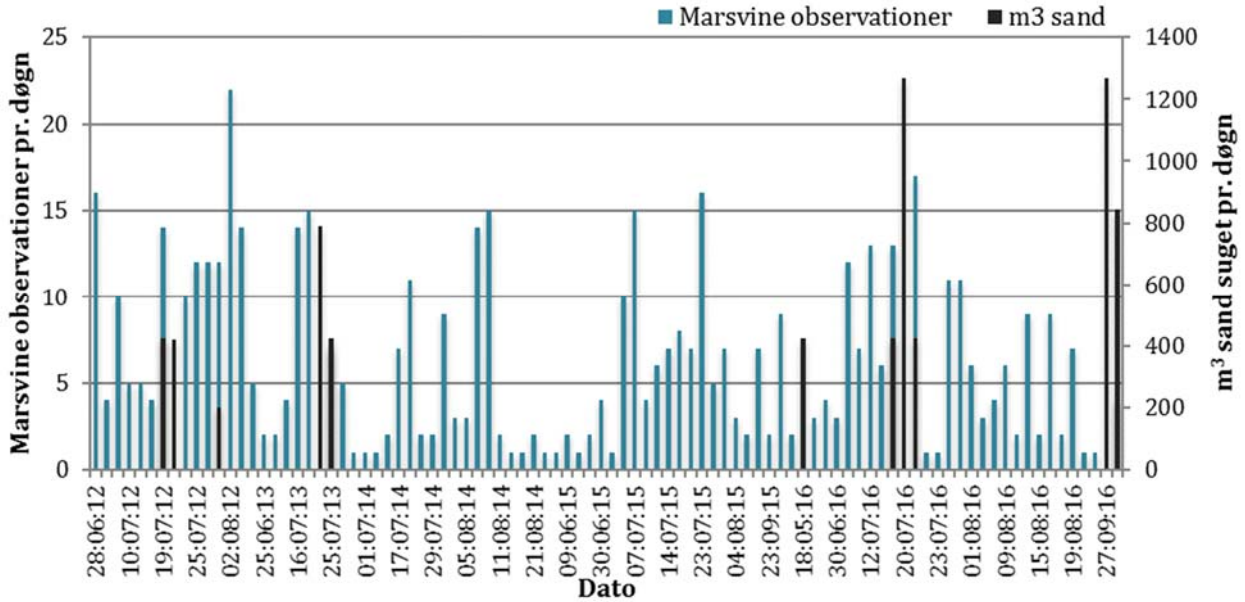
Figur 3-2. Mængden af sand (m^3) fjernet fra Lappegrund pr. måned.



Figur 3-3. Antal dage med sandsugning på Lappegrund fordelt pr. måned.

3.3 Sandsugning i forhold til visuelle observationer og akustisk aktivitet

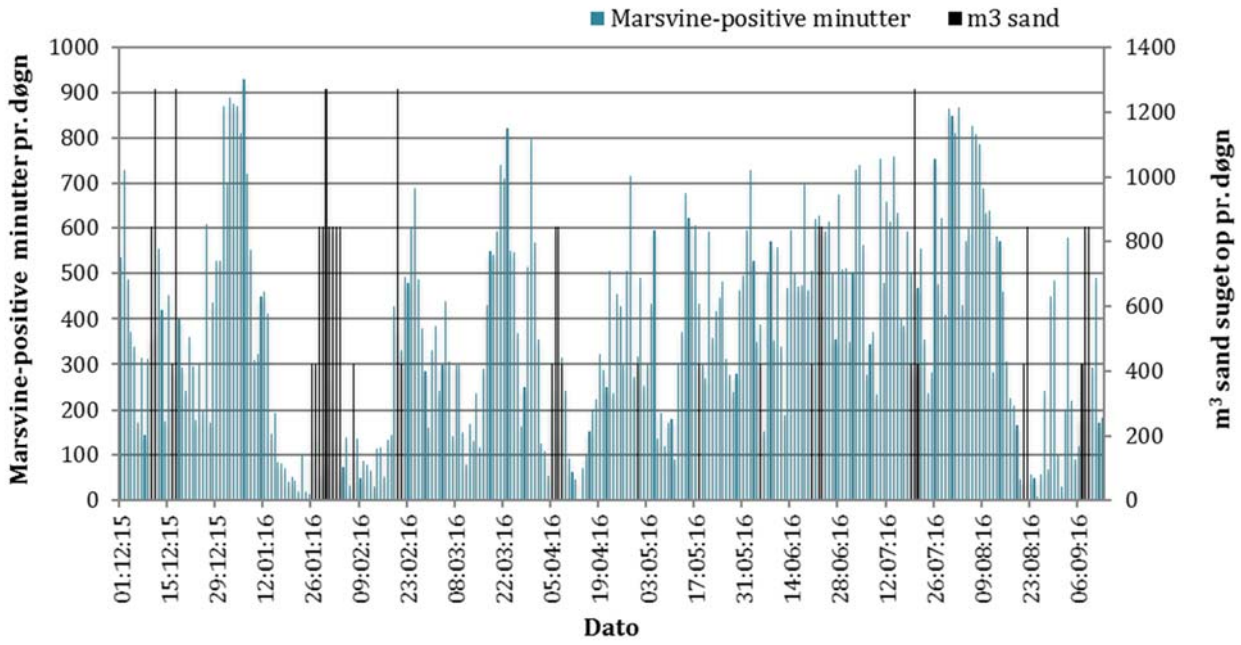
I perioden 2012-2016 findes kun 11 dage, hvor der både er foretaget marsvineobservationer af Øresundsakvariet og sandsugning (**Figur 3-4**). På disse dage ses ikke nogen sammenhæng mellem mængden af sand og antallet af marsvineobservationer. Dette er dog et meget lille datasæt og er begrænset af at der ikke findes informationer om ture uden marsvineobservationer samt data for hvor langt og hvor der er sejlet.



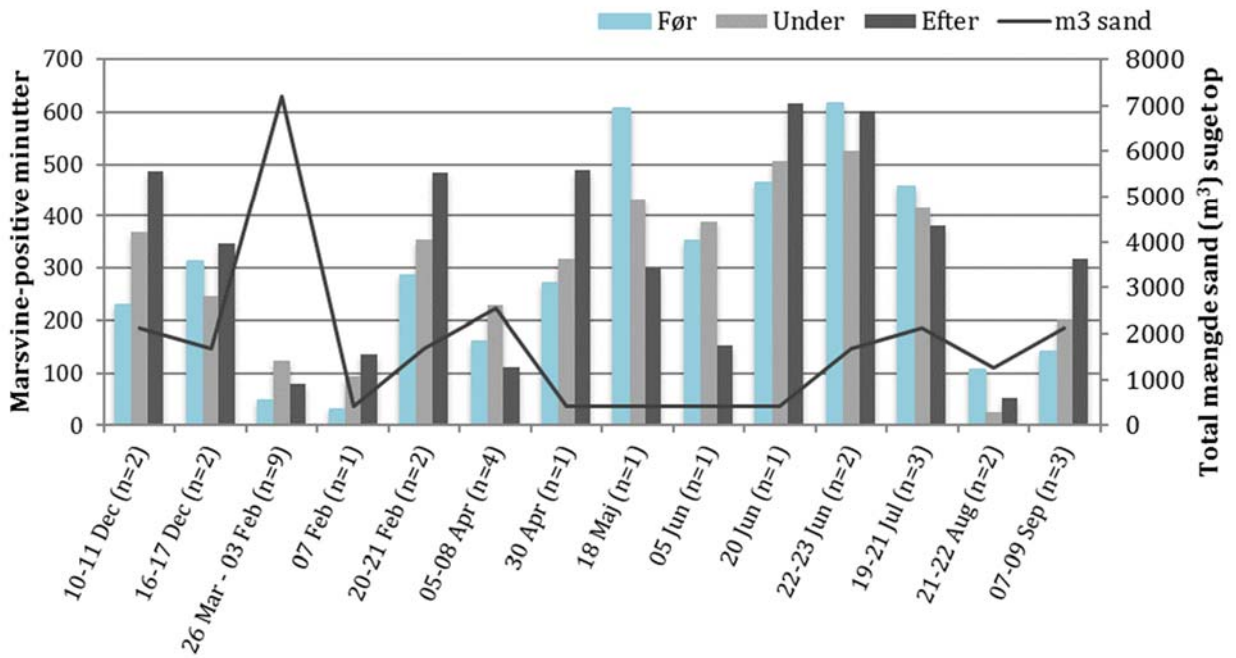
Figur 3-4. Observationer af marsvin fra marsvinesafari (blå søjler) og dage hvor der også blev foretaget sandsugning (mørke søjler) i perioden juni 2012 til august 2016. Der er i alt 6 dage med data for både sandsugning og marsvineobservationer. Bemærk at ikke alle datoer i perioden er vist på figuren.

Den akustiske aktivitet per dag fra marsvin optaget på den sydligste lyttepost (NS5) i 'Gilleleje Flak og Tragten' og sandsugning per dag er vist i **Figur 3-5** for perioden december 2015 til september 2016, hvor begge datasæt er til rådighed. Det ses, at sandsugningen primært er foregået over en række dage, hvor marsvineaktiviteten i visse tilfælde også er lav (26/1-2016, 5/4-2016 og 23/8-2016). Det er dog også tydeligt, at marsvineaktiviteten allerede er faldende flere dage før sandsugningen startede.

I **Figur 3-6** er kun de dage med sandsugning sammenlignet med et tilsvarende antal dage før, under og efter en periode med sandsugning. Hvis der var en negativ effekt af sandsugningen burde søjlen "under" være lavere end før der blev suget. Som der fremgår af figur 2-6 er dette kun tilfældet i 5 ud af 14 perioder. Det er derfor ikke muligt, at se nogen sammenhæng mellem akustisk marsvineaktivitet 8 km væk og sandsugningen på Lappegrund. Det skal dog bemærkes at en lyttestation 8 km væk ikke vil kunne måle en effekt på marsvins lokale tilstedeværelse i forbindelse med sandsugning på Lappegrund. Derimod vil man kunne se om der sker et generelt fald i antallet af marsvin i hele området, hvilket ikke ser ud til at være tilfældet.



Figur 3-5. Minutter med marsvinelyd fra den nærmeste (8 km fra Lappegrund) akustiske lyttestation under NOVANA programmet (blå søjler) i forhold til sandsugning på Lappegrund (sorte søjler) i perioden december 2015 til september 2016. Der er i atl 34 dage med data for både sandsugning og akustiske marsvineoptagelser.



Figur 3-6. Minutter med marsvinelyd fra den nærmeste (8 km fra Lappegrund) akustiske lyttestation under NOVANA programmet før, under og efter der blev foretaget sandsugning på Lappegrund i perioden december 2015 til september 2016. Sandsugningen har varet fra 1-9 dage (n). Gennemsnitlig marsvineaktivitet er opgjort i en tilsvarende periode før, under og efter sandsugning (søjler). Kurven viser den udvundne mængde sand i m^3 angivet på y-aksen til højre.

3.4 Litteraturgennemgang af undersøgelser fra andre områder

Der er ikke tidligere foretaget målrettede undersøgelser af marsvin og sandsugning i Danmark.

Påvirkninger med direkte effekt på marsvin omhandler hovedsageligt risikoen for kollision, støjgener og ændring i fødegrundlaget. Kollision med sandsugningsmaskinerne under drift er usandsynligt da sandsugningensmaskinerne arbejder ved 1-3 knob, og marsvin er små og kan svømme betydelig hurtigere end 3 knob. I princippet kan marsvinet også suges op i maskinen, men det må betragtes som meget usandsynligt, da marsvin holder sig væk fra larmende aktiviteter. Risiko for kollision er højere under transport af maskiner til og fra sandsugnings-området, men sådanne hændelser er ikke registreret, for marsvin, i litteraturen (Todd et al. 2015). Det er sandsynligt at lyden fra sandsugningen påvirker marsvin og forstyrrer dem i deres jagt, da indvinding af sand ofte producerer en ensartet kontinuerlig lyd med centerfrekvens under 1 kHz (Todd et al. 2015), afhængt af hvilket udstyr der bruges til sandsugning (Nightingale and Simenstad 2001). Lydens frekvensniveau ligger indenfor marsvinets høreområde på 0.125-150 kHz (Kastelein et al. 2015). Da marsvinet producerer lyd omkring 130 kHz vil det ikke påvirke deres ekkolokaliseringslyde, men kan være forstyrrende så de svømmer væk fra den støj skibet eller selve sandsugningen genererer.

I litteraturen er der beskrevet tilfælde forstyrrelser fra støj eller fødegrundlaget fra råstofindvendinger resulterer i et fald af tilstedeværelsen af øresvin i Aberdeen Harbour på trods af områdets vigtighed i forbindelse med fødesøgning (Pirotta et al. 2013). Samtidig har sandsugning ikke haft længerevarende effekt på marsvinebestanden omkring Sild i det tyske Nordsø område. Kun en kortvarig reaktion af en varighed på ca. 3 timer blev registreret, som reaktion på forstyrrelsen, hvilket blev tolket som at marsvinene undgik støjen snarere end at fødegrundlaget forsvandt (Diederich 2015).

Andre vigtige effekter af sandindvending på marsvin er de indirekte effekter samt de effekter der først bliver synlige efter længere tids påvirkning. Som nævnt kan marsvinets udbredelse kobles tæt til tilstedeværelsen af bytte (Sveegaard et al. 2012).). Ydermere medfører sandsugningsprocessen at bundens organiske og uorganiske materiale hvirvles op i vandmasserne i sedimentfaner, som forstyrrer sigtbarheden og lys fra overfladen. Da marsvin burger ekkolokalisering til at navigere og jage frem for synet, har dette sandsynligvis kun en indirekte effekt, i form af påvirkning af deres fødegrundlag. Øresund er allerede et sted med meget strømaktivitet, og livet har det med at adaptere til sådanne forhold over en periode, så spørgsmålet er om der overhovedet kan ses en indirekte effekt af mindre lys og sigtbarhed på marsvinets fødegrundlag her (Todd et al. 2015). Støj kan også have en indirekte effekt da lyd kan påvirke fisk negativt. Endelig kan både fisk og havpattedyr risikere høreskader ved kraftige lyde (Nightingale and Simenstad 2001). Høreskader er dog helt usandsynligt fra sandsugningsaktiviteter, der ikke benytter kraftige lyde.

Effekter over længere tid kan være skift i hele økosystemets sammensætning, med omstrukturering eller fragmentering af leveområder og f.eks. fald i fiskenes føde og dermed også sammensætningen af fisk. Da marsvin er tæt koblet til fødens tilgængelighed kan et fald i antallet af fisk derfor medføre et fald i antallet af marsvin. De før nævnte infauna-arter vil man forvente genindvandrer til området efter en forstyrrelse, og med dem kommer fisk og så marsvin

tilbage efter nogen tid, men der kan opstå en risiko for at sandsugningshullerne bliver for dybe, og at der derfor vil være for langt mellem bund og springlag, som kan medføre et ringere fødegrundlag for infauna-arterne. Ydermere er der en risiko for at hullerne i havbunden bliver for dybe så vandudskiftningen mindskes og dødt materiale bundfældes. Dette organiske materiale nedbrydes under forbrug af ilt, og med en ringe udskiftning af vandet nede i hullet vil de fremstå som iltfattige lommer uden liv. Anekdotiske beretninger fra lokale turbåde med fiskere har de senere år oplevet et fald i mængden af fisk omkring Lappegrund, dette er også bemærket af erhvervsfiskerne i området.

Generelt er undersøgelserne af sandsugningseffekt på havpattedyr meget begrænset, effekterne er oftest indirekte, komplekse og ikke særlig velbeskrevet. Der er dog en generel opfattelse af at kortere perioder med sandsugning ikke har nær så stor effekt på biodiversitet som længerevarende perioder (Todd et al. 2015). En mulig måde at begrænse effekterne fra sandsugning, er ved at indføre pauser i de perioder hvor organismerne er mest sensitive over for forstyrrelser (Diederich 2015).

4. Konklusion

4.1 Marsvins brug af det nordlige Øresund og bestandsudviklingen siden 1990.

Som det fremgår af afsnit 2.1 er marsvin i Øresund en del af Bælthavspopulationen, der er estimeret til at indeholde omkring 40.000 marsvin. Der er lavet fire tællinger mellem 1994 og 2016 og disse viser ikke en klar tendens i nogen retning hvorfor populationen må betragtes som stabil. For Øresund viser data fra satellitmærkning i figur 2-2 og 2-3 at der er sket en generel forskydning af marsvin mod øst i de indre danske farvande hvilket betyder at Øresund har fået en større betydning for marsvin. Disse data egner sig ikke til en detaljeret analyse af det nordlige Øresund. Derimod viser de akustiske stationer at det nordlige Øresund (Gilleleje Flak og Tragten) har den højeste akustiske aktivitet af marsvin både sommer og vinter i forhold til de andre habitatområder. Den højeste aktivitet findes om sommeren. Fra de akustiske registreringer i 2014/15 er der ydermere sket en signifikant stigning i aktiviteten til 2015/16. Der findes kun akustiske data fra disse to perioder, så det er uvist om dette er en generel tendens eller en naturlig variation mellem årene. Generelt kan det konkluderes at det nordlige Øresund formentlig har den højeste tæthed af marsvin i Bælthavs-populationens forvaltningsområde (figur 2-1). Selvom populationen er stabil har det nordlige Øresund en essentiel og øjensynlig stigende betydning for populationen af marsvin året rundt.

4.2 Årstidsvariation for marsvin i det nordlige Øresund

Som det fremgår af figur 2-2 er der flere af de satellitmærkede marsvin der opholder sig i det nordlige Øresund om sommeren i forhold til om vinteren. Denne tendens er blevet mindre tydelig i den sidste 10-års periode (2007-2016). I figur 2-6, der omfatter data fra 2014-16, ses det dog tydeligt at der er større marsvine-aktivitet om sommeren end om vinteren, med op til dobbelt så mange minutter med marsvinelyde i flere sommermåneder. Det er ikke muligt at sige om disse tal kan overføres til en fordobling af antallet af marsvin, men det er sikkert at der opholder sig langt flere marsvin i det nordlige Øresund om sommeren.

4.3 Vigtigheden af det Nordlige Øresund for marsvin generelt og som yngleområde

Marsvin føder deres unge i juni-august og moderen dier ungen i op til 1 år (Teilmann et al. 2007). I maj 1998 blev der satellitmærket en mor med en næste et år gammel unge i et bundgarn i Korsør. De to dyr svømmede tæt sammen nord om Sjælland til det nordlige Øresund hvor de opholdt sig i en længere periode indtil de svømmede tilbage igen hvorefter batteriet løb tør i slutningen af juni. Dette viser at området benyttes af kønsmodne hunner med unger i yngletiden. Desuden er der ofte observeret mor/unge par i det nordlige Lillebælt (f.eks. Kinze et al. 2003).

4.4 Vurdering af påvirkningen på marsvin af råstofindvinding på Lappegrund

De tilgængelige data for at vurdere om marsvin påvirkes af sandsugning på Lappegrund er meget begrænsede. Data omfatter en akustisk lyttestation 8

km fra Lappegrund og en række dårligt dokumenterede observationer fra marsvinesafariture i et større område der strækker sig ca. 5 km øst og 10 km vest for Lappegrund. Ingen af disse data viser en sammenhæng mellem forekomsten af marsvin og sandsugning, mht. til dage med sandsugning eller mængden af sand der er udvundet. Den ringe datakvalitet eller afstanden mellem lyttestationerne og Lappegrund forhindrer en nærmere statistisk analyse af resultaterne.

4.5 Er der parallelviden fra andre steder i dansk farvand hvor man kan se at marsvin påvirkes af råstofindvinding eller anden aktivitet?

Der er ikke tidligere foretaget målrettede undersøgelser af marsvin og sandsugning i Danmark.

Generelt er der ikke lavet mange studier der beskriver effekten fra sandsugning. Studierne er oftest fra lande med en stor industriel aktivitet, hvor effekterne på marsvin stammer fra en flere støjkilder. Et studie lavet ved Sild i det tyske Vadehav, viser at marsvin kun kortvarigt påvirkes (op til 3 timer) af støjen. Til gengæld findes der et bredt udsnit af studier der undersøger mange andre kilder af undervandsstøj, og her er eksempler på nogle få.

Beest et al. (2017) undersøgte effekten på marsvin fra en airgun der bruges til seismik i bl.a. olieefterforskning, hvor de fandt at marsvin i dansk farvand var påvirket adfærdsmæssigt i op til 24 timer efter. Et andet studie viser at marsvin formentlig ikke påvirkes af havvindmøller i drift mere end nogle få hundrede meter fra fundamentet, dog har et andet studie vist en langtidseffekt med generel nedgang i antallet af marsvin efter havmølleparken blev bygget (Tougaard et al. 2009, Teilmann et al. 2012). Dyndo et al. (2015) viste at marsvin i fangenskab reagerede voldsomt ved skibstøj svarende til et støjniveau på omkring 1000 m fra dyret. Wisniewska et al. (2018) har undersøgt den adfærdsmæssige påvirkning af marsvin fra skibsstøj. Her ses en tydelig adfærdsændring i form af afbrudt fødesøgning, øget mænge haleslag samt en adfærd hvor marsvinet søger mod bunden når meget støjende og hurtige skibe sejler forbi. Da marsvins hørelse ikke er lige sensitiv ved alle frekvenser (Kastelein et al. 2002) er det nødvendigt at gennemgå spektret af den producerede lyd, for at kunne vurdere den potentielle adfærdsmæssige og fysiologiske påvirkning på marsvin.

4.6 Mulige fremtidige undersøgelser af effekten på marsvin ved Lappegrund

For at skabe et billede af Lappegrunds nuværende tilstand kræver det nærmere undersøgelser af områdets økologi. Dette kunne gøres ved at lave en kombineret infauna- og fiskeundersøgelse samt registrere forekomsten af marsvin i området over en periode på mindst et år. Grundet den tætte relation imellem infaunarter, fisk og marsvin vil det give mening at have en god forståelse af alle trin i fødekæden for at beskrive hvor og på hvilken måde sandsugningen har den største påvirkning. Derudover bør støjen fra selve sugningsprocessen måles og vurderes i forhold til marsvins hørelse og reaktioner på støj. Endelig vil en kontinuerlig akustisk registrering af marsvins lyde på selve Lappegrund og i et kontrolområde (f.eks. NOVANA lyttestationerne) gøre det muligt at beregne effekten af sandsugningen på marsvins adfærd og brug af området.

5. Referencer

Beest, F.M. van, Teilmann, J., Hermannsen, L., Galatius, A., Mikkelsen, L., Sveegaard, S., Balle, J.D., Dietz, R. and Nabe-Nielsen, J. (2018). Fine-scale movement responses of free-ranging harbour porpoises to capture, tagging, and short-term noise pulses from a single airgun. Royal Society Open Science i.5: 170110. http://dx.doi.org/10.1098/rsos.170110

Diederich, A. (2015): Does sand extraction near Sylt affect harbor porpoises? Wadden Sea Ecosystem, 26: 199-203

Douglas, D.C., Weinzierl, R., C. Davidson, S., Kays, R., Wikelski, M. & Bohrer, G. (2012). Moderating Argos location errors in animal tracking data. Methods Ecol. Evol., 3, 999–1007.

Dyndo M, Wisniewska DM, Rojano-Donate L & Madsen PT. (2015) Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. Sci. Rep. 5, 1–9.

Edrén, S. M. C., Wisz, M. S., Teilmann, J., Dietz, R. & Söderkvist, J. (2010). Modelling spatial patterns in harbour porpoise satellite telemetry data using maximum entropy. Ecography 33: 698-708.

Eskesen, I.G., Teilmann, J., Geertsen, M.B., Desportes, G., Riget, F., Dietz, R., Larsen, F., Siebert, U. (2009). Stress level in wild harbour porpoises (Phocoena phocoena) during satellite tagging measured by respiration, heart rate and corstisol. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom – JMBA 89(5): 885-892.

Galatius, A., Kinze, C.C. and Teilmann, J. (2012). Population structure of harbour porpoises in the greater Baltic region: Evidence of separation based on geometric morphometric comparisons. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 92(8): 1669-1676.

Kastelein, R.A., Bunskoek, P., Hagedoorn, M., Au, W.W.L. and de Haan, D. (2002). Audiogram of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) measured with narrow-band frequency-modulated signals. The Journal of the Acoustical Society of America 112: 334.

Kastelein, R.A., Schop, J., Hoek, L. And Covi, J. (2015). Hearing thresholds of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) for narrow-band sweeps. The Journal of the Acoustical Society of America, 138: 2508.

Kinze, C.C., Jensen, T. & Skov, R. (2003). Fokus på hvaler i Danmark 2000-2002. Biologiske Skrifter, nr.2, Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg, Denmark.

Merow, C., Smith, M.J. & Silander, J.A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. Ecography 36, 1058–1069.

Nightingale, B. and Simenstad, C.A. (2001): Dredging Activities: Marine Issues. University of Washington, TRAC. 182 s.

Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol. Modell., 190, 231–259.

Pirotta, E., Laesser, B. E., Hardaker, A., Riddoch, N., Marcoux, M., and Lusseau, D. (2013). Dredging displaces bottlenose dolphins from an urbanised foraging patch. Marine Pollution Bulletin, 74: 396–402.

Rambøll Danmark. 2006. NCC Råstoffer - Miljøforhold ved indvindingsområde 532-A Lappegrund. Rambøll Danmark A/S, Teknikerbyen 31, DK-2830 Virum, Danmark. 13 s.

Sonne, C., Leifsson, P.S., Teilmann, J. and Dietz, R. (2012). Tissue healing processes after satellite transmitter attachment in two pound net by-caught Danish harbour porpoises (Phocoena phocoena). Marine Mammal Science 28(3): E316–E324

Sveegaard, S., Teilmann, J., Berggren P., Mouritsen, K.N., Gillespie, D. & Tougaard, J. (2011). Acoustic surveys confirm high density areas of harbour porpoises found by satellite tracking. ICES journal of Marine Science: 68(5), 929–936.

Sveegaard, S., Andreasen, H., Mouritsen, K. N., Jeppesen, J. P., and Teilmann, J. (2012). Correlation between the seasonal distribution of harbour porpoises and their prey in the Sound, Baltic Sea. Marine Biology 159: 1029–1037

Sveegaard, S., Galatius, A., Dietz, R., Kyhn, L., Koblitz J.C., Amundin, M., Nabe-Nielsen, J., Sinding, M.H.S., Andersen, L.W. and Teilmann, J. (2015). Defining management units for cetaceans by combining genetics, morphology, acoustics and satellite tracking. Global Ecology and Conservation 3: 839-850

Sveegaard, S., Galatius, A. og Teilmann, J. (2018). I: Hansen, J.W. (red.) 2018: Marine områder 2016. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 140 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 253, http://dce2.au.dk/pub/SR253.pdf

Sørensen, T.K., Egekvist, J., Brown, E.J., Hansen, F.I., Carl, H., Møller, P.R., Dinesen, G., Vinther, M., Støttrup, J. 2016. Kortlægning af fiskenes levesteder i den danske del af Øresund. Rapport til Miljø- og Fødevareministeriet. 104 s.

Teilmann, J., Dietz, R., Larsen, F., Desportes, G., Geertsen, B.M., Andersen, L.W., Aastrup, P.J., Hansen, J.R. & Buholzer, L. (2004): Satellitsporing af marsvin i danske og tilstødende farvande. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 484: 86 s. (elektronisk). Available at: http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR484_samlet.PDF

Teilmann, J., Larsen, F. & Desportes, G (2007): Time allocation and diving behaviour of harbour porpoises (Phocoena phocoena) in Danish waters. Journal of Cetacean Research and Management 9(3): 35-44

Teilmann, J., Sveegaard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P. & Desportes, G. (2008): High density areas for harbour porpoises in Danish waters. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 84 pp. – NERI Technical Report No. 657. http://www.dmu.dk/Pub/FR657.pdf

Teilmann, J., & Carstensen, J. (2012). Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic - evidence of slow recovery. Environmetal Rresearch Letters, 7.

Todd, V.L.G., Todd, I.B., Gardiner, J.C., Morrin, E.C.N., MacPherson, N.A., DiMarzio, N.A. and Thomsen, F. (2015): A review of impacts of marine dredging activities on marine Mammals. ICES Journal of Marine Science, 72: 328–340.

Tougaard, J., Henriksen, O.D. and Miller, L.A. (2009): Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. The Journal of the Acoustical Society of America 125: 3766

Wiemann, A., Andersen, L.W., Berggren, P., Siebert, U., Benke, H., Teilmann, J., Lockyer, C., Pawliczka, I., Skora, K., Roos, A., Lyrholm, T., Paulus, K.B., Ketmaier, V. & Tiedemann, R. (2010). Mitochondrial Control Region and microsatellite analyses on harbour porpoise (Phocoena phocoena) unravel population differentiation in the Baltic Sea and adjacent waters. Conservation Genetics 11: 195–211.

Wisniewska D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R. and Madsen, P.T. (2018). High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (Phocoena phocoena). Proceedings Royal Society B 285: 20172314.