



SPÆKTYKKELSE SOM INDIKATOR FOR TILSTAND HOS DANSKE HAVPATTEDYR

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 269

2018



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

SPÆKTYKKELSE SOM INDIKATOR FOR TILSTAND HOS DANSKE HAVPATTEDYR

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 269

2018

Anders Galatius
Line A. Kyhn
Floris van Beest

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 269
Titel:	Spæktykkelse som indikator for tilstand hos danske havpattedyr
Forfattere:	Anders Galatius, Line A. Kyhn & Floris van Beest
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Oktober 2018
Redaktion afsluttet:	Oktober 2018
Faglig kommentering:	Jonas Teilmann
Kvalitetssikring, DCE:	Kirsten Bang
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Galatius, A., Kyhn, L.A. & van Beest, F. 2018. Spæktykkelse som indikator for tilstand hos danske havpattedyr. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 38 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 269. http://dce2.au.dk/pub/SR269.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Spæktykkelse hos havpattedyr anvendes i HELCOM regi som indikatorer for både artens og havmiljøets tilstand indenfor konceptet God Miljøtilstand (fra engelsk Good Environmental Status – GES). Der arbejdes i Danmark på at bruge samme indikatorer og formålet med denne rapport var at indsamle spæktykkelser fra tre danske havpattedyrarter, nemlig spættet sæl (<i>Pusa vitulina</i>), gråsæl (<i>Halichoerus grypus</i>) og marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>) for at fastsætte grænser for GES for de danske havpattedyr. Denne rapport beskriver data for spæktykkelser fra de danske bestande af havpattedyr, indsamlet i årene 2015-2017 under projektet 'Overvågning af spæktykkelse hos danske havpattedyr', sammenholdt med data indsamlet i perioden 1988-2014. Projektets formål har været at levere resultater til brug for vurdering af danske havpattedyrs sundhedstilstand ift. Vurderinger lavet i HELCOM indikatorer samt til brug under Havstrategidirektivet. For at kunne redegøre for udvikling i spæktykkelse over tid er der indsamlet spæktykkelsesdata fra tidligere perioder for bestandene (1988-2014). I materialet ses variation relateret til indsamlingsperiode, indsamlingsmetode, individstørrelse, køn og område. I populationerne af spættet sæl, der nærmer sig miljøets bæreevne ses en tendens til faldende spæktykkelse. Blandt gråsæler i Østersøen ses tyndere spæklag end det der er registreret fra dyr indsamlet i Sverige og Finland. Hos både spættet sæl, gråsæl og marsvin ses væsentligt tyndere spæklag hos dyr fra Nordsøen ift. Bælthavene og Østersøen. Dette kan delvist forklares med at en stor andel af materialet fra Nordsøen bestod af strandede dyr samt en højere vandtemperatur i Nordsøen ift. Østersøen og Bælthavet. Spæktagstykkelser varierer ift. årstid, køn, alder og populationsstatus ift. miljøets bæreevne. Det gør det udfordrende at fastslå tærskelværdier for spæktykkelse ift. god miljøtilstand. I HELCOM er der foreslået tærskelværdier for gråsæler på >40mm for skudte sæler, >35mm for bifangede sæler og på >25 mm hvis bestanden har nået sin bærekapacitet. DCE foreslår, ud fra det indsamlede materiale, en tentativ værdi på 38 mm for populationer af spættet sæl i eksponentiel vækst i forvaltningsområderne Limfjorden, Kattegat og vestlige Østersø. Der er ikke datagrundlag for at fastsætte grænser for marsvin og gråsæler. De indsamlede data vil indgå i et internationalt samarbejde med vores nabolande for at fastsætte sådanne værdier for alle arter.
Emneord:	God miljøtilstand, gråsæl, havpattedyr, Havstrategidirektivet, marsvin, spæktykkelse, spættet sæl
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Spæktykkelse måles med ultralyd på spættet sæl. Foto: Abbo van Nee
ISBN:	978-87-7156-325-2
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	38
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR269.pdf

Indhold

1. Sammenfatning	5
2. Introduktion	7
3. Baggrund	9
4. Materialer og metoder	11
5. Resultater	13
5.1 Statistiske resultater	13
6. Diskussion	21
6.1 Spættet sæl	21
6.2 Gråsæl	23
6.3 Marsvin	24
6.4 General vurdering af spæktykkelsesdata for de tre danske havpattedyr	25
7. Konklusion	27
8. Referencer	28
Bilag 1. Supplerende materiale	30

[Tom side]

1. Sammenfatning

Denne rapport beskriver data for spæktykkelser fra de i Danmark forekommende bestande af havpattedyr, indsamlet i årene 2015-2017 under projektet 'Overvågning af spæktykkelse hos danske havpattedyr', og data sammenstilles statistisk med data indsamlet i perioden 1988-2014. Projektets formål har været at levere resultater til brug for vurdering af danske havpattedyrs sundhedstilstand herunder til brug som indikatorer i regi af HELCOM og OSPAR og til brug under Havstrategidirektivet. For at kunne redegøre for udviklingen i spæktykkelse over tid er der indhentet spæktykkelsesdata fra tidligere perioder for de respektive forvaltningsområder for Spættet sæl (vestlige Østersø, Kattegat, Limfjorden og Vadehavet), gråsæl (Østersøen og Nordsøen) og marsvin (Bælthavene og Nordsøen).

I regi af HELCOM er der fastsat tærskelværdier for God Miljøtilstand for gråsæler i den nordlige del af Østersøen, da der her findes et omfattende data-materiale pga. jagt og indsamling af bifangede sæler. Således har tærskelværdien for god miljøtilstand også kunne fastslås for forskellige tilstande: God miljøtilstand findes i en bestand i vækst når jagtede gråsæler har et spækklag på > 40 mm, og eller når bifangede gråsæler har en spæktykkelse på over 35mm. Hvis gråsælbestanden når miljøets bærekapacitet, skal spæktykkelsen være >25 mm for at miljøtilstanden er god.

For spættet sæl er der observeret en nedgang i spæktykkelsen i Kattegat, som sandsynligvis skyldes, at denne bestand nærmer sig miljøets bæreevne. I Vadehavet har spæktykkelsen hos spættet sæl været forholdsvis stabil gennem en lang periode samtidig med, at bestandsstørrelsen også her har nærmet sig miljøets bæreevne. I de mindre bestande af spættet sæl i den vestlige Østersø og Limfjorden ses ikke signifikante udviklinger i vurderingsperioden 2015-2017 ift. tidligere data. Det nuværende niveau i den vestlige Østersø er dog lavere end det, der er registreret i Kattegat.

For gråsæl i vurderingsperioden 2015-17 ses væsentlig tyndere spækklag i Østersøen indsamlet til dette projekt end de fastsatte tærskler for god miljøtilstand i HELCOM-indikatoren for spæktykkelse. For gråsæler fra Nordsøen ses endnu tyndere spækklag, sandsynligvis beroende på, at data herfra udelukkende stammer fra strandede dyr.

For marsvin fra både Bælthavene og Nordsøen ses ikke nogen signifikant udvikling mellem den aktuelle vurderingsperiode og ældre data, men som hos de to sælarter ses en betydelig forskel i spæktykkelsen mellem Bælthavene og Nordsøen. Således er der for alle arter et tyndere spækklag på dyrene fra Nordsøen end på dyr fra Bælthavene og Østersøen. Dette skyldes sandsynligvis en kombination af, at en større andel af data fra Nordsøen stammer fra strandede/dødfundne dyr i forhold til data fra Bælthavet, samt at vandtemperaturerne i Nordsøen er højere.

For alle tre arter er der ud over den tidsmæssige variation også en variation i de indsamlede spæktykkelser ift. mange faktorer såsom årstid, køn, individstørrelse og populationsstatus ift. miljøets bæreevne. Ud fra det indsamlede materiale fra spættet sæl i Kattegat, hvor der er et stort materiale af skudte og levedefangede dyr, foreslås en tentativ tærskelværdi på 38 mm spækklag for populationer af spættet sæl i eksponentiel vækst for skudte og levende individer. Det

foreslås at denne tærskel også gælder for de små populationer i Limfjorden og Østersøen, hvor det er svært at skaffe data. Omvendt gælder den ikke for Nordsøen hvor der er fundet en systematisk lavere spæktykkelse. De indsamlede data vil indgå i internationalt samarbejde i HELCOM-regi for at fastsætte sådanne værdier. Til dette formål kan detaljerede data for sæsonvariation fra dyr i fangenskab desuden bidrage til at korrigere for denne variation.

2. Introduktion

I forvaltningen af svært tilgængelige arter som sæler og marsvin, er det ønskværdigt at finde simple indikatorer, der kan beskrive individets tilstand og ligeledes bruges til kvantitativt at vurdere hele populationens tilstand med hensyn til sundhed og ernæring. En god indikator bør kunne bruges på et bredt udvalg af tilgængelige prøver, hvilket for havpattedyr vil sige strandede, regulerede og bifangede dyr. I HELCOM-regi er det foreslået at bruge spæktykkelse hos sæler og marsvin som en af flere indikatorer til brug for vurderinger af miljøets tilstand. I denne forbindelse antages det, at tilstanden for dyrene i toppen af fødekæden er en informativ indikator for hele fødekæden (HELCOM 2015). I det komplekse system, som et fødenet i havet udgør, er der valgt enkelte indikatorer med simple mål og tærskelværdier som udtryk for hele økosystemets tilstand. Således vurderes god miljøtilstand i regi af HELCOM ud fra baggrundsdata for spæklagets tykkelse i indikatoren *Nutritional status of seals*. Indtil videre har HELCOM sat tærskelværdier for spæklagets tykkelse hos gråsæl. HELCOM vurderer at der er god miljøtilstand, hvis gråsæler i en voksende bestand har et spæklag større end 40mm for jagtede/regulerede gråsæler og eller et spæklag over 35mm for bifangne gråsæler. Hvis bestanden antages at have nået bærekapaciteten er det foreslået, at god miljøtilstand kan reduceres til tærskelværdier på større end 25mm (HELCOM 2015).

Disse forskellige tærskelværdier er fastsat ud fra store sæt af baggrundsdata.

Spæktykkelsen vil variere hos sælerne afhængigt af en række parametre. Data afslører blandt andet, at der er forskelle i tilstanden hos sæler, der er nedlagt ved jagt i forhold til bifanget i fiskeri eller strandet. Sæler der nedlægges har således typisk et tykkere spæklag end bifangede eller strandede sæler. Grunden til, at tærskelværdien vil være en anden, når bestanden når bæredygtighedsniveauet, er, at den gennemsnitlige tilstand og dermed vil spæktykkelsen forværres, når den tæthedsafhængige konkurrence påvirker den enkelte sæls adgang til føde. Desuden er der betydelig årstidsafhængig variation af spæktykkelsen og forskelle mellem forskellige aldersgrupper. Det kræver således en fundamental god forståelse for en bestands dynamik i tid og rum, samt store mængder baggrundsdata fra dyr med forskellige dødsårsager og fra forskellige områder og årstider for at kunne fastsætte generelle tærskelværdier til brug for spæktykkelse som indikator.

Som beskrevet ovenfor har HELCOM vurderet, at der på nuværende tidspunkt findes tilstrækkelig viden om spæktykkelse hos gråsæler til at bruge denne parameter som udtryk for God Miljøtilstand i Østersøen, mens der ikke er samlet samme omfattende baggrundsdata for spæktykkelse hos spættet sæl, ringsæl (ikke relevant for Danmark) og marsvin (HELCOM 2015). Det blev i arbejdet med denne indikator vurderet, at der ikke var nok data for danske farvande til at muliggøre brug af spæktykkelse som indikator for god miljøtilstand.

Formålet med dette projekt har været, at tilvejebringe den manglende viden om danske havpattedyrs spæktykkelse ved dels at skaffe nye data, dels at indsamle og analysere data fra Danmark, Sverige og Tyskland. Disse data benyttes til at undersøge udviklingen i spæktykkelse for forskellige forvaltningsområder over tid. Endvidere er formålet med projektet at beskrive tilstanden

for de tre danske havpattedyrarter i deres forvaltningsområder. I Danmark har projektet fokuseret på at indsamle spæktykkelser fra strandede/aflivede sæler og marsvin, bifangne sæler og marsvin, aktivt fangede levende sæler og marsvin samt regulerede sæler. Dette er gjort ved proaktivt at informere relevante instanser om projektets behov for døde sæler, dvs. kommuner, skovdistrikter, naturvejledere og naturskoler, samt 'naturhistoriske' museer i relevante områder. Derudover er der i projektet aktivt fanget dyr, hvor datagrundlaget ikke har kunnet skaffes på anden vis, f.eks. spættet sæl i Limfjorden. Fokus har været at få spæktykkelse fra hele året og inden for de forskellige kategorier af sæler og marsvin fordelt på alder og køn.

Projektet er betalt af Miljøstyrelsen, oprindeligt Naturstyrelsen, Havplaner og Vandmiljø. Karin Hårding (Göteborgs Universitet, Sverige) og Ursula Siebert (Hannovers Veterinære Universitet, Tyskland) takkes for at dele spæktykkelsesdata. Endvidere takkes alle, som har bidraget med at fange levende sæler og marsvin og indsamle døde havpattedyr til projektet.

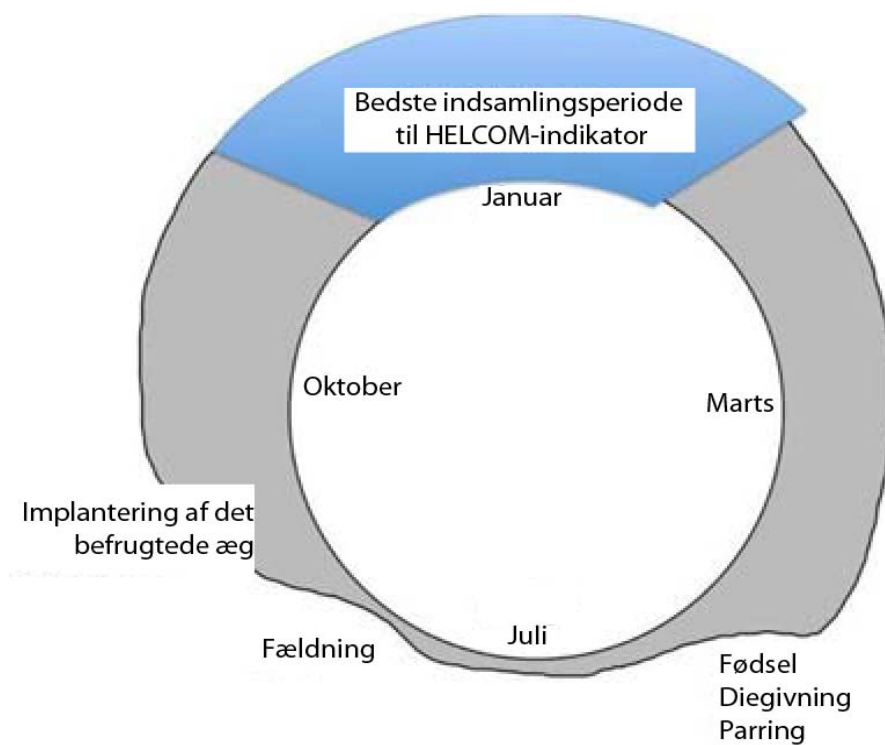
3. Baggrund

Spæktykkelse er umiddelbart et godt mål som indikator for et havpattedyrs sundhedstilstand, idet spæktykkelsen repræsenterer de samlede opsparede energireserver, som dyret har til rådighed, og fordi spæktykkelsen ændres som respons på ændringer i miljøet (fødetilgængelighed) og på individets sundhed (sygdom, parasitter og evne til at fouragere), og man kan derfor forvente at se ændringer fra år til år, hvis der er forandringer i miljøet. Således varierer spæktykkelsen også med aktivitetsniveau og livscyklus: Spæktykkelsen stiger henover efteråret, hvor dyret oplagrer spæk for at holde varmen om vinteren, hvor spæktykkelsen har sin maksimale tykkelse. Desuden samler kønsmodne hunner energireserver til en koncentreret lakteringsperiode efter fødslen, som sker på en bestemt årstid, som afhænger af arten og bestanden. Spæktykkelsen falder derefter, mens hunnen dier sin unge og i den efterfølgende yngleperiode (se figur 1). En gråsæl bruger f.eks. ca. 85 % af sine energireserver under diegivning (Fedak & Anderson 1987). Det betyder, at en gravid hunsæls spæktykkelse er bestemmende for ungens vækst og modstandsdygtighed over for sygdomme og sult. Jo, mere energi/fedt ungen får overført fra sin mor, des tykkere bliver dens eget spæklag, og des større er dens overlevelsesmuligheder efter fravæning og i det første leveår. Det er også dokumenteret, at den generelle vækst for ungen er afhængig af den energi, der overføres fra moderen. Hvis der ikke overføres nok energi, påvirker det længden på det kønsmodne dyr negativt (Pomeroy et al., 1999). Det vil sige, at hvis der over en længere periode ikke tilføres nok energi til næste generation i en sælbestand, vil dens gennemsnitlige spæktykkelse og længde af de kønsmodne sæler falde. Det kan f.eks. skyldes fødemangel eller sygdom.

En undersøgelse har vist en signifikant korrelation mellem den gennemsnitlige størrelse på sild i bestemte områder af Østersøen og den gennemsnitlige spæktykkelse hos gråsæler i samme områder (Kauhala et al., 2015). Hvis fødegrundlaget forringes, kan det derfor på sigt betyde størrelsesmæssigt mindre kønsmodne sæler, der således overfører færre fedtreserver til deres unger, som derved får en lavere chance for overlevelse i det første leveår. Dette kan således have en accelererende negativ effekt på bestanden (HELCOM 2015). Det er dokumenteret ud fra både skudte og bifangede gråsæler i Østersøen, at det gennemsnitlige spæklag om vinteren generelt er reduceret signifikant siden år 2000, og dette fald har ikke kunnet forklares med sygdom (Bäcklin et al., 2011), men kan måske forklares ud fra en antagelsen om, at bestanden har nærmet sig bæredygtighedsniveauet og er begrænset af fødeudbud.

Som figur 1 illustrerer, er det afgørende at kende den årlige cyklus i spæktykkelse hos en art, hvor man vil bruge spæktykkelse som indikator for individets, bestandens eller miljøets sundhedstilstand. Endvidere skal variationen være grundigt beskrevet. F.eks. vides det fra Sverige, Finland og Estland, at bifangne sæler er yngre og har et tyndere spæklag end skudte sæler (Kauhala et al., 2015). Det forklares med, at bifangne sæler ofte er unge og uerfarne eller svækkede og er derfor mere risikovillige og oftere tyer til fiskegarn fremfor at fange fiskene selv. Det understreger behovet for viden om den basale biologi, sundhed og årsagssammenhænge i forhold til spæktykkelse hos danske havpattedyr. For at skaffe det bedst mulige datagrundlag har man derfor brug for at kunne sammenligne spæktykkelsen for de havpattedyr, der strander langs vores kystlinje med dyr der bifanges og dyr der reguleres, så der kan etableres relevante tærskelværdier for god miljøtilstand hos de forskellige arter.

Figur 1. Variation i spæktykkelse (grå og blå farve) hos gråsæl over året. Det bedste tidspunkt at indsamle spæktykkelse er således det tidspunkt, hvor sælen har sin maksimale spæktykkelse (blå farve), og hvor den endnu ikke er begyndt at reproducere sig. For gråsæler er det vinterperioden for de 1-3 årige. Figuren er taget fra HELCOM (2015).



4. Materialer og metoder

Spæktykkelser er målt med brug af kniv og tommestok på døde dyr over sternum (brystbenet) på sæler og seks forskellige steder på kroppen for marsvin. På levende sæler blev spæktykkelsen målt dorsalt mellem skulderbladene og mellem hofterne. Spæktykkelsen blev målt med ultralydsscanner. Til sammenligningsformål måles spæktykkelsen på samme steder på døde sæler. Til analyser af marsvins spæktykkelser blev spæktykkelsen målt lateralt (på siden af kroppen) umiddelbart bag rygfinnen, da dette mål gav den største stikprøve fra tidligere perioder, og da de forskellige mål ikke viste forskellige variationsmønstre i forhold til dyrenes alder, køn og indsamlingsmetode. Spæktykkelser på levende marsvin blev også målt med transportabelt ultralydsudstyr. Data fra før den aktuelle vurderingsperiode (2015-2017) blev delt op i tilsvarende 3-årige vurderingsperioder for at tilstræbe et godt datagrundlag for hver tidsperiode i analyserne. Det samlede datagrundlag er vist på oversigtsform i tabel 1 og 2 i forhold til art, område og dødsårsag. Bemærk at langt de fleste spættede sæler blev indsamlet under en PDV epidemi. Endvidere antages det, at antallet af bifangede marsvin sandsynligvis er langt større, men at de er blevet fundet og registreret som strandede marsvin.

Tabel 1. Datagrundlag for sæler fordelt på art, dødsårsag og forvaltningsområde.

Sæler	Østersøen	Kattegat	Limfjorden	Nordsøen	Alle
Levende fangst	16	21	10		47
Gråsæl	13				13
Spættet sæl	3	21	10		34
PDV	24	118	134	78	354
Gråsæl	2				2
Spættet sæl	22	118	134	78	352
Skudt	10				10
Gråsæl	2				2
Spættet sæl	8				8
Strandede	5	3	3	5	16
Gråsæl	3			1	4
Spættet sæl	2	3	3	4	12
Alle	55	144	147	83	427

Tabel 2. Datagrundlag for marsvin fordelt på forvaltningsområde og dødsårsag.

Marsvin	Indre danske farvande	Nordsøen	Alle
Bifangst	351	141	492
Levende fangst	90	26	116
Strandet	262	535	797
Trauma	1	3	4
Alle	704	705	1409

Statistiske analyser af variationen i spæktykkelse blev udført med 'multi-model inference technique' og 'model averaging' (Burnham and Anderson 2002; Burnham et al. 2011). For hvert forvaltningsområde blev en separat lineær regression udført med spæktykkelse som responsvariabel og vurderingsperiode, måned, køn, standardlængde (som proxy for alder) og indsamlingsmetode som uafhængige variable. Analyse af interaktioner (eller samspil) mellem to eller flere af de uafhængige variable blev udeladt pga. de moderate stikprøvestørrelser i de fleste forvaltningsområder. Den relative vigtighed af hver uafhængig variabel blev udregnet ved at summere Akaike's vægte for alle de mulige modeller, hvor den givne variabel indgik. Det antages generelt, at jo større de summerede vægte er, des mere vigtig er den givne variabel for variationen i de analyserede data (Burnham and Anderson 2002; Giam and Olden 2016). Statistiske forskelle i spæktykkelse mellem vurderingsperioder, måned på året, køn og indsamlingsmetode blev undersøgt ved variansanalyse (ANOVA) fulgt op af post hoc parrede Tukey HSD tests. Residualer fra alle modeller blev inspiceret for at bekræfte, at de levede op til antagelserne for lineære regressioner om normalitet og uafhængighed. Forholdet mellem spæktykkelse og standardlængde blev også analyseret ved brug af 'generalised additive modeller' (GAMs) da ikke-lineære respons blev detekteret efter den lineære regression inden for hvert forvaltningsområde. Til dette formål blev dyrenes standardlængde inkluderet i en model, hvor den optimale kurve blev estimeret ved generaliseret krydsvalidering (Wood 2006).

For at korrigerer for sæsonvariation i spæktykkelse og undgå bias fra strandede/dødfundne dyr (som generelt har tyndere spæklag end bifangne og skudte dyr), blev der foretaget yderligere analyser med GAMs. Før disse modeller blev tilpasset data, blev alle data fra dødfundne/strandede dyr udeladt. Spæktykkelse blev benyttet som responsvariabel og 'måned på året' blev inkluderet som afhængig variabel med en 'smoothing' (eller udglattende) funktion for hver art separat. Der blev ikke differentieret mellem forvaltningsområder indenfor den enkelte art pga. af de begrænsede datasæt. En cyklisk model blev benyttet for at sikre, at den modellerede spæktykkelse var ens ved årsskiftet (ultimo december og primo januar).

Analysen kunne ikke foretages for gråsæler, da de fleste data stammede fra dødfundne/strandede dyr og var indsamlet i vinterhalvåret, så der manglede data fra den øvrige del af året samt data for ikke dødfundne dyr til at informere modellen, som således ikke konvergerede. Efter modellerne var beregnet for hhv. spættet sæl og marsvin ekstraheredes de rå residualer for modellerne for de to arter. Disse residualer repræsenterede således den resterende variation af spæktykkelsen efter at variation betinget af årstid i videst muligt omfang var ekskluderet. Ud fra disse residualer udregnedes gennemsnit og 95% konfidensintervaller for hvert forvaltningsområde og vurderingsperiode, og der blev testet for statistiske forskelle med ANOVA og post hoc Tukey, som beskrevet ovenfor.

Alle analyser blev udført med den statistiske software-pakke R, version 3.4.1 (Team 2017)

5. Resultater

5.1 Statistiske resultater

Den relative vigtighed (RI) af de fem testede variable for hver art/forvaltningsområde-kombination er vist i tabel 1. RI angiver relativ vigtighed af den testede variabel ('predictor'). RI kan have værdier fra 0-1, hvor 1 angiver, at denne variabel var den, der forklarede mest af den fundne variation i data. Mens en lav værdi fortæller, at denne variabel ikke forklarede så meget af variationen. En høj RI værdi er omvendt ikke et bevis for denne variabels betydning, blot at den sandsynligvis var vigtigere end de øvrige testede variable.

Tabel 1. Resultater fra modelleringen. RI angiver relativ vigtighed af den testede variabel ('predictor'). RI kan have værdier fra 0-1, hvor 1 angiver at denne variabel var den der forklarede mest af den fundne variation i data. Mens en lav værdi fortæller at denne variabel ikke forklarede så meget af variationen. En høj RI værdi er omvendt ikke et bevis for denne variabels betydning, blot at den sandsynligvis var vigtigere end de øvrige testede variable. Det er således forskelligt fra område til område hvilken variabel der forklarede det meste af variationen.

Forvaltningsområde	Variable	Spættet sæl	Gråsæl	Marsvin
		RI	RI	RI
Kattegat og Bælter	Vurderingsperiode	1	--	0.14
	Måned	1	--	1
	Køn	1	--	0.94
	Indsamlingsmetode	0.17	--	0.8
	Standardlængde	1	--	1
Nordsøen/Vadehavet	Vurderingsperiode	1	0.39	0.1
	Måned	0.23	<0.01	1
	Køn	0.47	0.24	0.41
	Indsamlingsmetode	0.27	NA	1
	Standardlængde	0.64	0.24	0.47
Limfjord	Vurderingsperiode	0.43	--	--
	Måned	1	--	--
	Køn	1	--	--
	Indsamlingsmetode	0.43	--	--
	Standardlængde	0.82	--	--
(Sydvestlige) Østersø	Vurderingsperiode	1	0.35	--
	Måned	0.99	0.01	--
	Køn	0.71	0.51	--
	Indsamlingsmetode	0.04	0.14	--
	Standardlængde	0.98	0.27	--

NA = variable er ikke inkluderet i analysen, da der kun indgår data fra én indsamlingsmetode.

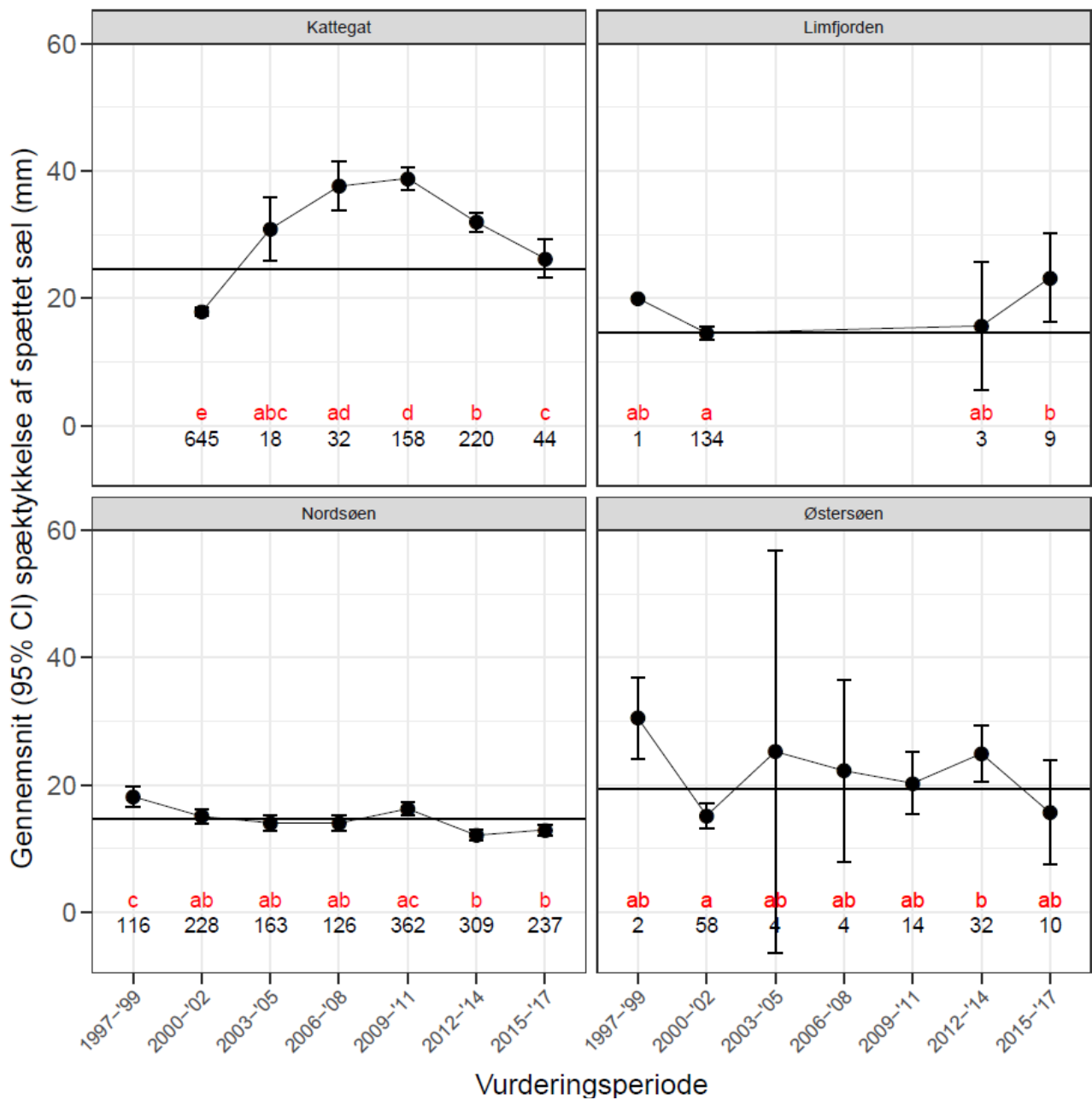
-- = ikke relevant for denne art

Gennemsnitlig spæktykkelse for spættet sæl per vurderingsperiode og forvaltningsområde er vist i Figur 2. I figur Suppl. 1- 4 er spæktykkelser vist per måned, per køn, per indsamlingsmetode (bifangst, skudt, PDV (Phocine Distemper Virus, også kendt som sælpest, der ramte de spættede sæler i Nord-europa i 1988 og 2002 og dræbte store dele af bestandene), strandet, levendefanget) og ift. standardlængde af dyret. Forvaltningen af spættet sæl er opdelt i fire områder; Østersøen, Kattegat, Limfjorden og Nordsøen. Datagrundlaget varierer meget mellem de fire områder og er omfattende for de store populationer i Vadehavet og Kattegat, mens der er knap så mange data fra de mindre populationer i Østersøen og Limfjorden med undtagelse af perioden 2000-2002, hvor der var et udbrud af PDV.

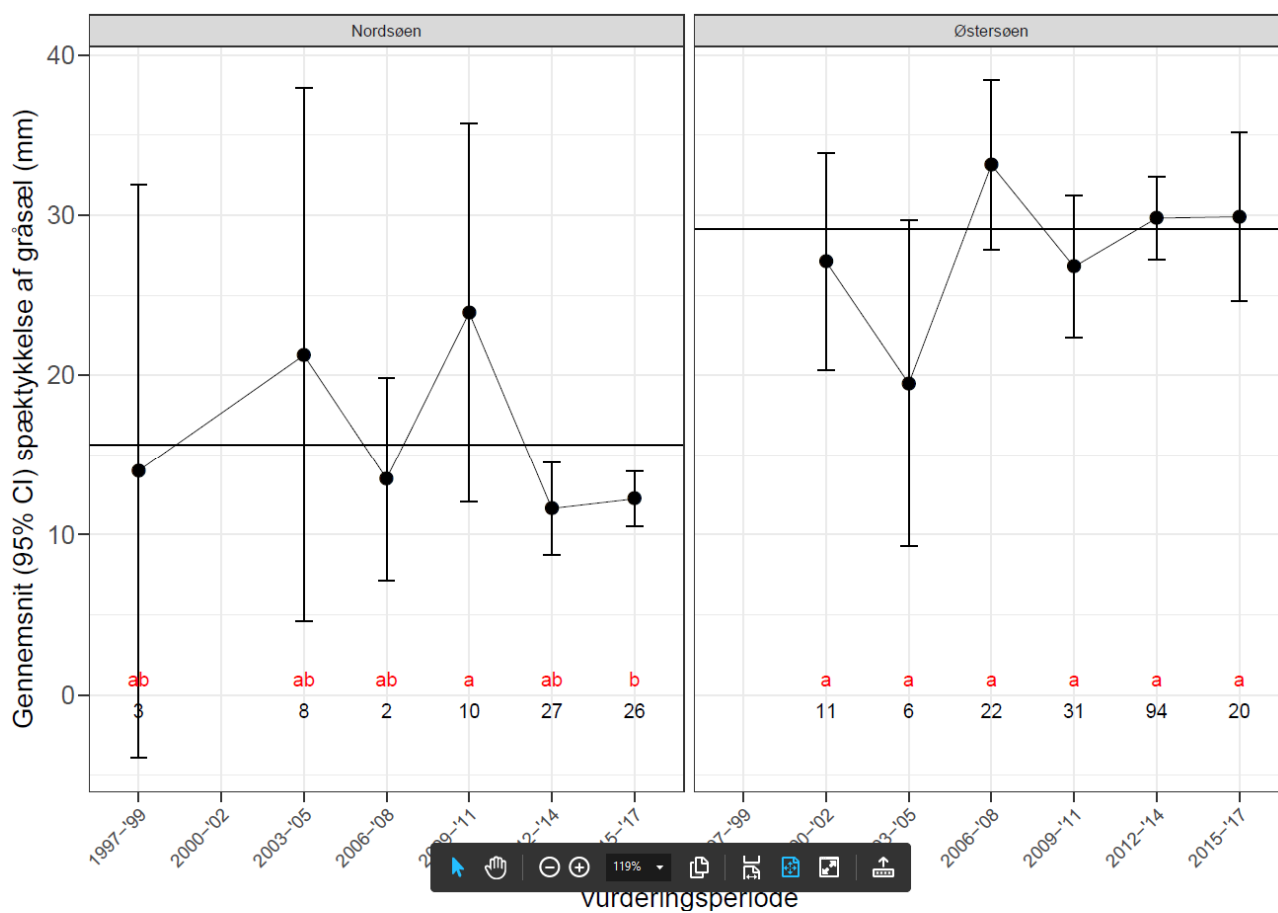
Gennemsnitlig spæktykkelse fra gråsæl per vurderingsperiode og forvaltningsområde er vist i Figur 3. I figur Suppl. 5-6 er spæktykkelser vist per måned, per køn, per indsamlingsmetode (bifangst, strandet, levendefanget) og ift. standardlængde af dyret. Forvaltningen af gråsæl er opdelt i to områder; Østersøen og Nordsøen. Der er ikke tilstrækkeligt data til at korrigere for årstidsvariation i nogen af områderne. Datagrundlaget for gråsæl tillader ikke korrektion for årstid og analyse, hvor strandede/dødfundne dyr udelades.

Gennemsnitlig spæktykkelse fra marsvin per vurderingsperiode og forvaltningsområde er vist i Figur 4. I figur Suppl. 7-8 er spæktykkelser vist per måned, per køn, per indsamlingsmetode (bifangst, strandet, levendefanget) og ift. standardlængde af dyret. Forvaltningen af marsvin er opdelt i tre områder; Østersøen, hvor der findes en lille bestand hvorfra der ikke har kunne indsamles brugbart materiale, Bælthavene og Nordsøen.

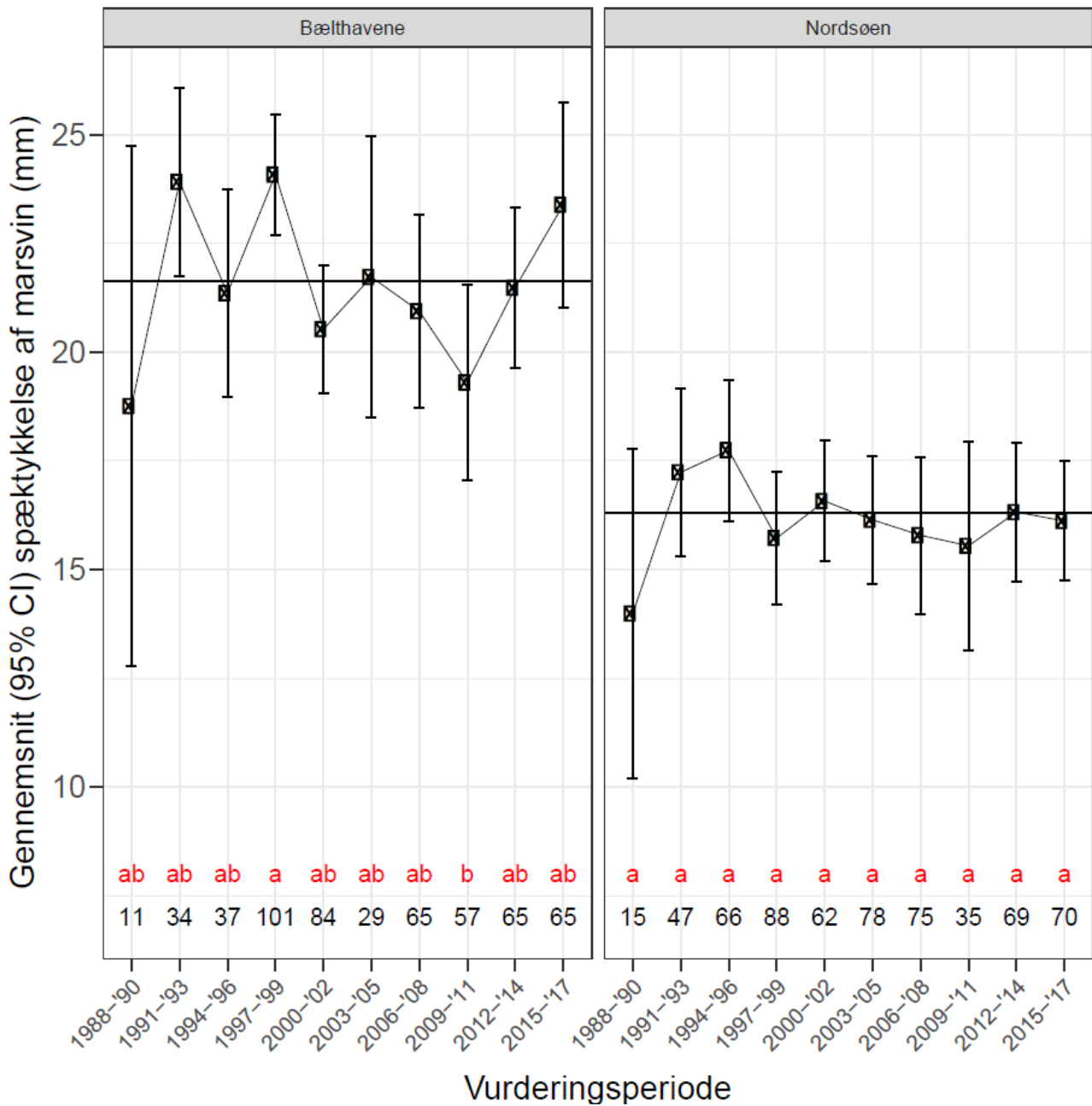
Vurderingsperiode vurderes at være den vigtigste parameter til at forudsige variationen i spæktykkelse for spættet sæl i Kattegat, Vadehavet og sydvestlige Østersø (RI = 1 for alle områder) men mindre vigtig i Limfjorden (RI = 0,43) med nogle signifikante forskelle i gennemsnitlig spæktykkelse mellem vurderingsperioder inden for de forskellige områder (se Suppl. 1- Suppl. 4). Omvendt er vurderingsperioden mindre vigtig for at forudsige spæktykkelsen hos gråsæler i Nordsøen (RI = 0,39) og Østersøen (RI=0,35) med nogenlunde ens spæktykkelse over tid (Figur 3). Det samme gjorde sig gældende for marsvin, hvor vurderingsperioden havde en RI=0,14 i Bælthavene og en RI=0,1 i Nordsøen. For marsvin varierede spæktykkelse ikke meget over tidsperioderne. Til gengæld var både måned, køn og længde vigtige parametre til at forudsige spæktykkelsen hos marsvin og spættet sæl. Hos gråsæler kunne ingen parametre en RI > 0,51, sandsynligvis grundet den lille datamængde. Figur 5 viser GAM-modeller af den årstidsbetingede variation af spæktykkelse hos spættet sæl og marsvin, og figur 6 (spættet sæl) og figur 7 (marsvin) viser den tidsmæssige udvikling af spæktykkelse hos disse to arter efter modellerne i figur 5 er brugt til at korrigere for årstidsvariation og strandede/dødfundne dyr er udeladt fra analyserne.



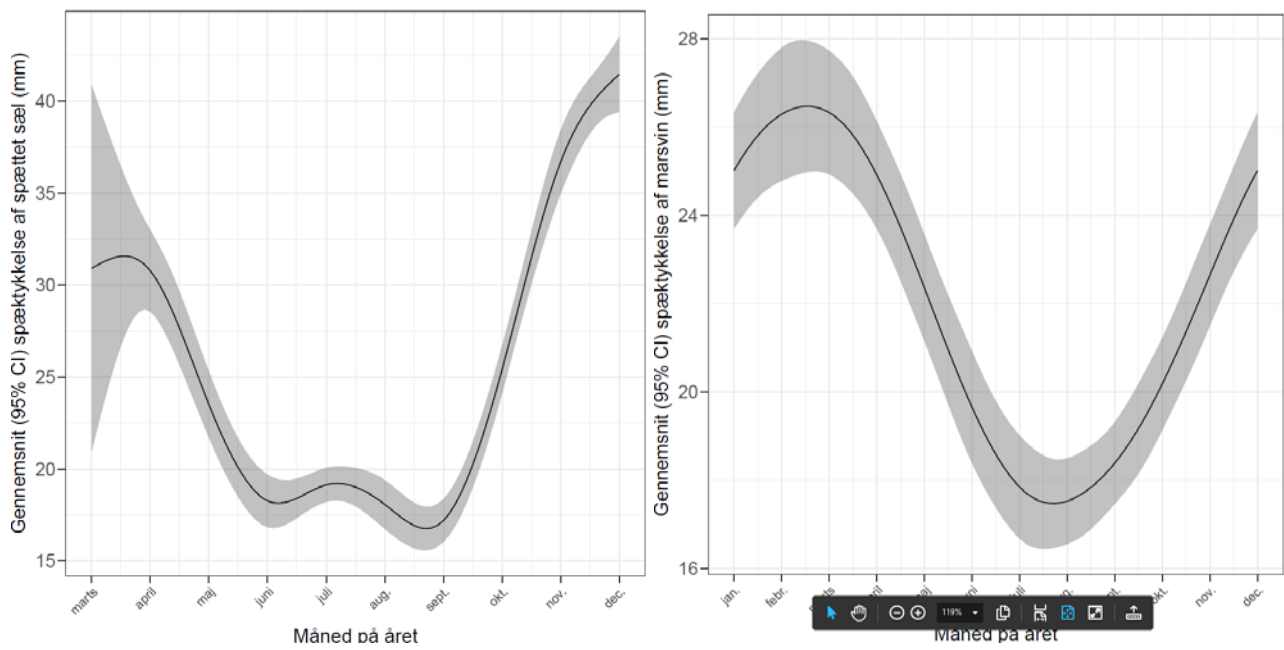
Figur 2. Spætykkelse for spættet sæl beregnet for alle data i hver hvert forvaltningsområde (på tværs af køn, længde, alder og dødsårsag) for hver tre-årige vurderingsperiode. Sorte prikker er gennemsnit og vingerne er konfidensintervaller. Den sorte linje er gennemsnittet for alle vurderingsperioder forud for den indeværende. De sorte tal er n = antal individer brugt som datagrundlag. De røde bogstaver fortæller om resultatet fra de statistiske analyser: Hvis to år indeholder samme bogstaver er de statistisk ens. Hvis to år ikke indeholder samme bogstaver er de signifikant forskellige ($\alpha=0,05$).



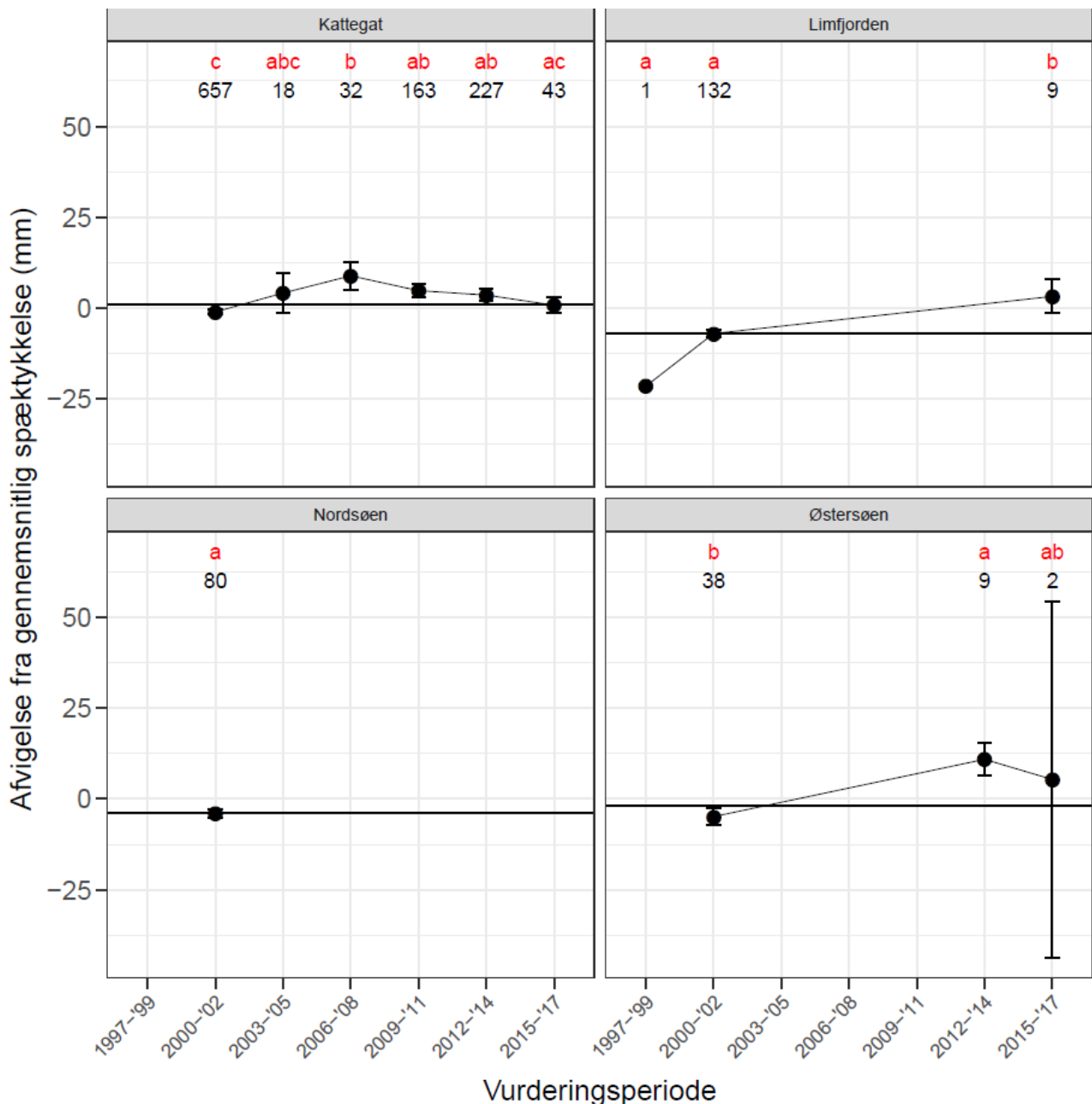
Figur 3. Spæktykkelse for græs beregnet for alle data i Østersøen og Nordsoen (på tværs af køn, længde, alder og dødsårsag) for hver treårige vurderingsperiode. Sorte prikker er gennemsnit og vingerne er konfidensintervaller. Den sorte linje er gennemsnittet for alle dyr over alle vurderingsperioder med undtagelse af den indeværende. De sorte tal er n = antal individer brugt som datagrundlag. De røde bogstaver fortæller om resultatet fra de statistiske analyser: Hvis to år indeholder samme bogstaver er de statistisk ens. Hvis to år ikke indeholder samme bogstaver er de signifikant forskellige ($\alpha=0,05$).



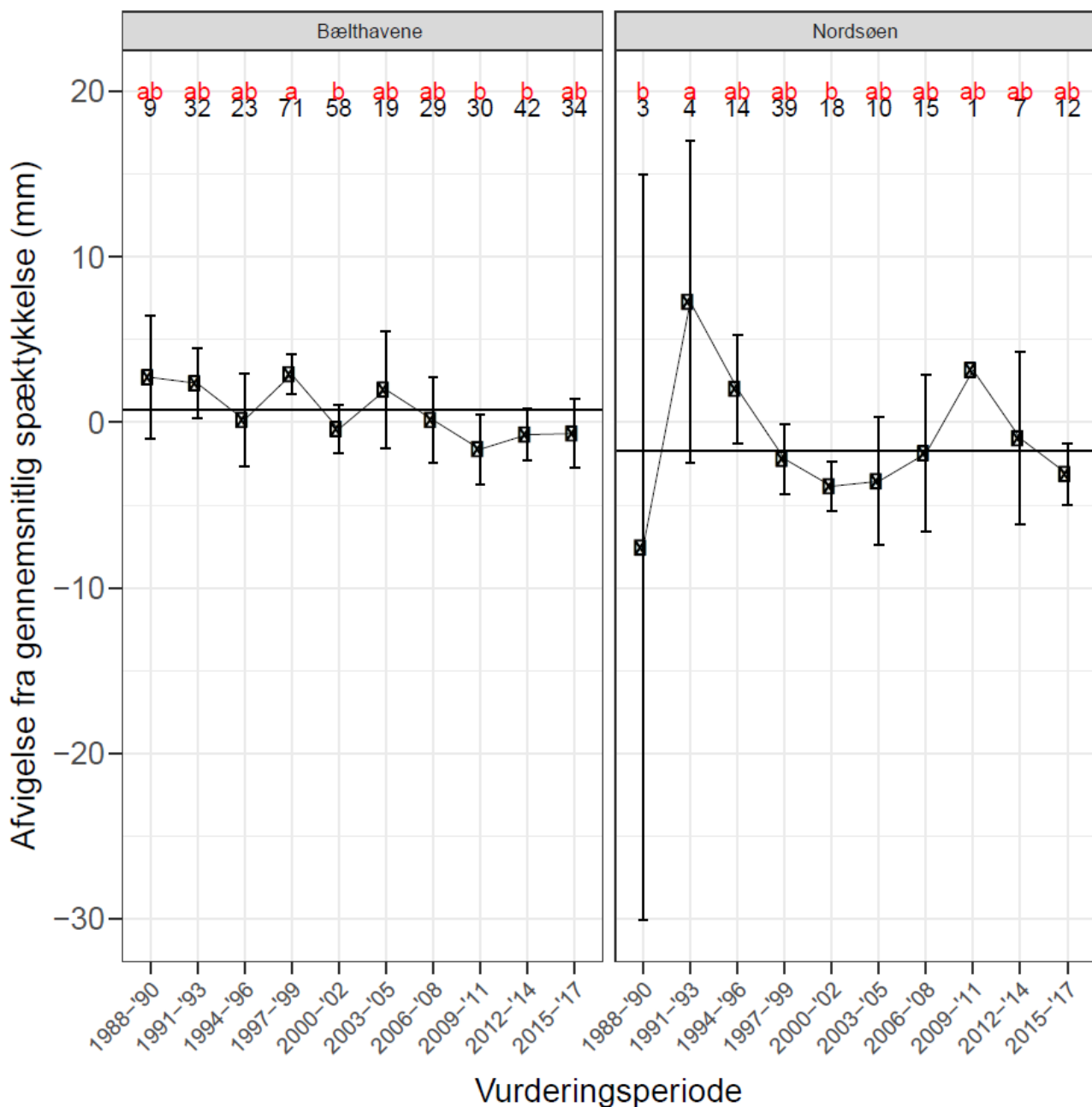
Figur 4. Spæktykkelse (på y-akser) for marsvin beregnet for alle data i Bælthavene og Østersøen (på tværs af køn, længde, alder og dødsårsag) for hver treårige periode. Sorte prikker er gennemsnit og vingerne er konfidensintervaller. Den sorte linje er gennemsnitlige spæktykkelse for alle individer og alle vurderingsperioder med undtagelse af den indeværende. De sorte tal er n = antal individer brugt som datagrundlag. De røde bogstaver fortæller om resultatet af de statistiske analyser: Hvis to år indeholder samme bogstaver er de statistisk ens. Hvis to år ikke indeholder samme bogstaver er de signifikant forskellige ($\alpha=0,05$).



Figur 5. GAM-modeller, som beskriver den årstidsbetingede udvikling af spæktykkelse hos spættet sæl og marsvin. Residuaerne fra disse modeller er anvendt til de årstidskorrigerede illustrationer af udvikling af spæktykkelse i Figur 6 og 7.



Figur 6. Udvikling af spæktykkelse for spættet sæl beregnet efter korrektion for årstid og med data fra strandede/dødfundne dyr ekskluderet i hvert forvaltningsområde (på tværs af køn, længde, alder) for hver treårige vurderingsperiode. Den sorte gennemgående linje er afvigelsen i forhold til gennemsnittet for samtlige data, når gennemsnittet beregnes med eksklusion af strandede/dødfundne dyr. Sorte prikker er gennemsnit og vingerne er konfidensintervaller. De sorte tal er n = antal individer brugt som datagrundlag. De røde bogstaver fortæller om resultatet fra de statistiske analyser: Hvis to år indeholder samme bogstaver er de statistisk ens. Hvis to år ikke indeholder samme bogstaver er de signifikant forskellige ($\alpha=0,05$).



Figur 7. Udvikling af spæktykkelse for marsvin beregnet efter korrektion for årstid og med data fra strandede/dødfundne dyr ekskluderet i hver hvert forvaltningsområde (på tværs af køn, længde, alder) for hver treårige vurderingsperiode. Den sorte gennemgående linje er afvigelsen i forhold til gennemsnittet for samtlige data, når gennemsnittet beregnes med eksklusion af strandede/dødfundne dyr. Sorte prikker er gennemsnit og vingerne er konfidensintervaller. De sorte tal er n = antal individer brugt som datagrundlag. De røde bogstaver fortæller om resultatet fra de statistiske analyser: Hvis to år indeholder samme bogstaver er de statistisk ens. Hvis to år ikke indeholder samme bogstaver er de signifikant forskellige ($\alpha=0,05$).

6. Diskussion

Spæktykkelse varierer over året, med køn, aktivitet og mellem perioder (Figur 1). Endvidere er der signifikante forskelle på spæktykkelse fra dyr med forskellige dødsårsager. Det var derfor et mål at undersøge spæktykkelse over året i de forskellige forvaltningsområder for de tre danske havpattedyrarter, og sammenligne de forgående vurderingsperioder med den indeværende (2014-2017). For at skaffe data blev de relevante aktører i hvert område kontaktet for at få fat i strandede sæler og marsvin: Statsskovdistrikterne, kommuner, lokale naturhistoriske museer, naturvejledere, Dansk Vandrelaug med flere. Men denne tilgang førte desværre kun til enkelte individer. Det var håbet, at få en del af de gråsæler, der var givet tilladelse til at skyde omkring Bornholm, men der blev ikke nedlagt nogen gråsæler i projektperioden. Endelig fangede vi aktivt sæler og marsvin for at måle deres spæktykkelse både specifikt til dette projekt og i forbindelse med andre projekter. De danske data for sæler er yderligere blevet suppleret med data fra relevante områder i Sverige (Kattegat og sydvestlige Østersø) og for sæler og marsvin med data fra Tyskland (spættede sæler fra Vadehavet og vestlige Østersø, gråsæler fra Østersøen og Nordsøen og marsvin fra indre farvande og Nordsøen).

I HELCOM-regi har man fastsat tærskelværdier for spæktykkelse for god miljøtilstand for gråsæler ud fra et meget omfattende datasæt fra jagt i Finland og Sverige, og man har derfor kunnet vælge udelukkende at bruge en bestemt køns- og aldersfordeling indsamlet i den periode, hvor spæklaget er størst. Man har således valgt at bruge dyr mellem 1-3 år indsamlet om vinteren. Et mål med nærværende projekt har været at foreslå tærskelværdier for god miljøtilstand for havpattedyr omkring Danmark. Det store indsamlede materiale og metodeudviklingen er værdifuldt i denne sammenhæng og sammen med materiale fra vores nabolande vil det blive brugt til at fastsætte tærskelværdier i HELCOM og OSPAR i de kommende år.

Formålet med dette projekt var dels at øge vidensgrundlaget for etablering af spæktykkelse som indikator for god sundhedstilstand hos de tre danske havpattedyrarter i deres forskellige forvaltningsområder og dels at vurdere sundhedstilstanden for de tre arter i vurderingsperioden 2014-2017, i forhold til de forgående vurderingsperioder, inden for hvert forvaltningsområde. Vi vil nedenfor gennemgå hvert forvaltningsområde for de tre arter, inden resultaterne diskuteres overordnet.

6.1 Spættet sæl

6.1.1 Kattegat

Populationen af spættet sæl i Kattegat har oplevet et signifikant fald i spæktykkelse i denne og forgående vurderingsperiode i forhold til perioderne fra 2006-2011. Dette fald korresponderer med en nedgang i populationstilvækst (Galatius et al., 2017; HELCOM, 2015) og det antyder, at populationen i Kattegat er ved at nå sin bærekapacitet. I perioden 2000-2005 var der en lav spæktykkelsen, hvilket sandsynligvis skyldes, at niveauet er meget påvirket af prøverne fra PDV-epidemien i 2002. Disse prøver burde som sådan være i orden til at etablere grænser for spæktykkelse som indikator, da PDV dræber dyrene ret hurtigt, men man må nok antage en beskedent negativ bias. Til gengæld er

de indsamlet i en ganske kort periode og er dermed sårbare overfor de specifikke forhold omkring indsamlingstidspunktet (figur 1), der kan have været mindre gunstige for sælerne. Inden faldet i spæktykkelse og populationstilvækst efter 2011 var spæktykkelsen omkring 38 mm, hvilket også er spæktykkelsen for de skudte sæler (Suppl. 2), og det er derfor et godt bud på god miljøtilstand (GES) for en bestand af spættede sæler i området omkring Danmark, når den er i eksponentiel vækst. Efter korrektion af data for årstidsvariation og ekskludering af dødfundne dyr ses stadig en nedgang i spæktykkelsen over de seneste perioder, men mindre markant end uden disse korrektioner. Det er endnu ikke muligt at fastsætte en grænse for god miljøtilstand for en bestand, der har nået miljøets bærekapacitet, i det der endnu ikke er observeret en stagnation i populationsudviklingen.

6.1.2 Vestlige Østersø

I den vestlige Østersø er der også observeret et fald i spæktykkelse i denne vurderingsperiode i forhold til perioderne 1997-2014, men faldet er ikke signifikant, hvilket sandsynligvis skyldes den lille datamængde. Når der korrigeres for årstidsbestemt variation og når dødfundne dyr fra materialet ekskluderes er der kun data fra denne og forrige vurderingsperiode samt fra 2000-2002. Her ses et tykkere spæklag i de seneste to perioder ift. 2000-2002. I løbet af de seneste ca. 15 år er gråsælen genkommet i området i større antal, og det kunne derfor tænkes, at der var opstået konkurrence om føden mellem de to sælarter, men det afspejler sig altså ikke i det forhåndenværende data, og der observeres fortsat populationstilvækst for spættet sæl i Østersøen. Den gennemsnitlige spæktykkelse før den aktuelle vurderingsperiode (1997-2014) er på ca. 19.4 mm, og er altså markant lavere end i Kattegat i den periode, hvor Kattegatbestanden har været i fremgang (2003-2011).

6.1.3 Limfjorden

Der er begrænset data for spættede sæler i Limfjorden. Der er således kun data for fire vurderingsperioder, hvor langt hovedparten af data er indsamlet under PDV-epidemien i vurderingsperioden 2000-2002 (Figur 2 & Suppl. 3). Da sæler ramt af PDV dør inden for et par uger burde effekten af sygdommen på spæklaget være ubetydelig, omvendt rammes de svageste og dermed tyndeste dyr sandsynligvis hårdest og det er derfor muligt at der er en negativ bias mod tyndere dyr i de PDV ramte. Den gennemsnitlige spæktykkelse er ca. 14.6 mm. De levendefangede dyr fra den aktuelle vurderingsperiode har en gennemsnitlig spæktykkelse på ca. 22 mm, baseret på kun 10 individer. Populationen er ikke vokset i de seneste år (Hansen, 2016), hvilket indikerer, at 22 mm repræsenterer det aktuelle gennemsnit for denne population ved bæredygtighedsniveauet. Efter korrektion for årstidsvariation og ekskludering af dødfundne dyr ses stadig et tykkere spæklag i den aktuelle vurderingsperiode ift. de sparsomme tidligere data.

6.1.4 Nordsøen/Vadehavet

Efter et signifikant fald fra perioden 1997-1999 (ca. 18 mm) til de efterfølgende perioder 2000-2008 (ca. 14,5 mm) har spæktykkelsen i Nordsøen været nogenlunde stabil på et niveau, som også svarer til den aktuelle og foregående vurderingsperiode (2012-2017). Der har været en enkelt periode (2009-2011) med signifikant tykkere spæklag (ca. 17 mm) end den indeværende vurderingsperiode. I de seneste årtier har bestanden af spættet sæl i Vadehavet været ek-

spontielt voksende, mens vækstraten i de senere år ser ud til at falde, hvilket indikerer, at bestanden er ved at nå bærekapaciteten (Brasseur et al., 2018). Størstedelen af materialet fra dette forvaltningsområde stammer fra dødfundne dyr, og det må derfor forventes, at data har en negativ bias. Alligevel er spæktykkelserne påfaldende lave i de andre områder. De lave spæktykkelser omfatter perioder, hvor bestanden har været i eksponentiel vækst, og således ikke har været fødebegrænset. Det er derfor muligt, at de tynde spæktykkelser reflekterer en god tilstand i dette område, men en sådan vurdering må bero på et mere omfattende datasæt fra fx levendefangede dyr, som fremover vil være tilgængeligt fra det tyske Vadehav.

6.1.5 Spættet sæl, generelt

Der er stor forskel på spæktykkelsen i de forskellige områder. Dette kan til dels bero på et større antal dødfundne dyr i data fra Vadehavet, og det er muligt, at dette kan forklare forskellen. Det kan dog ikke vurderes uden et datagrundlag fra levendefangede dyr fra denne bestand. Havtemperaturerne i de forskellige områder varierer noget med højere temperaturer i Nordsøen, og vi kender ikke til andre forhold, der skulle indikere at der er betydelig forskel på tykkelsen af et sundt spæklag i de forskellige områder. En tentativ tærskelværdig for god miljøtilstand for en population i eksponentiel vækst i Kattegat, Limfjorden og den vestlige Østersø kunne således ligge omkring de 38 mm, der er observeret i Kattegat, hvor en meget begrænset del af materialet er dødfundet. Limfjorden og den vestlige Østersø inkluderes heri, i det der er meget begrænset datamateriale for disse bestande og de seneste data viser nogenlunde sammenfaldende niveauer. Endvidere er både Limfjorden og Kattegatbestandene ikke i vækst. I den vestlige Østersø er niveauet i seneste periode også på samme niveau som i Limfjorden og Kattegat. I de seneste vurderingsperioder, hvor bestandstilvæksten er stagneret, har der været et betydeligt fald i spæktykkelsen i Kattegat, som kan reflektere tilstanden i en sund bestand omkring miljøets bæreevne, men der er brug for data fra flere perioder for at fastslå dette. Fremover kan data fra dyr i fangenskab supplere og bidrage til redegørelse for sæsonvariation i spæktykkelse, ligesom data fra levendefangede dyr i Nordsøen vil indgå i fremtidige analyser.

6.2 Gråsæl

6.2.1 Østersøen

Den gennemsnitlige spæktykkelse i den vestlige Østersø på tværs af alle faktorer og perioder forud for denne vurderingsperiode er på ca. 29 mm, og der er ingen signifikant forskel på indeværende og tidligere vurderingsperioder. Gråsælpopulationen i Østersøen har været i vækst siden 1980'erne (Harding et al. 2007), men tilvæksten er stagneret i de senere år (HELCOM 2017). Tærskelværdierne sat i HELCOM regi for god miljøtilstand for gråsæler ligger som tidligere nævnt højere - >40mm for skudte sæler, og >35 mm for bifangede gråsæler for en population i eksponentiel vækst, og for gråsæler i en bestand ved bærekapacitet er tærskelværdien på 25 mm. Ser man udelukkende på spæktykkelsesgennemsnittet for de skudte gråsæler i datasættet for den danske del af Østersøen, ligger gennemsnittet på ca. 34 mm i stedet for 29mm. Gråsælerne i den danske del af Østersøen er altså betydeligt tyndere end den tærskelværdig der er sat i HELCOM for god miljøtilstand for gråsæler i en bestand i eksponentiel vækst, men over tærskelværdien for en population på bæredygtighedsniveauet. Populationen viser tegn på at nærme sig bæredygtighedsniveauet, så under dette forbehold lever gråsælerne i den danske del

af Østersøen op til god miljøtilstand. Alternativt kan tyndere spæk skyldes, at det er individer i relativt dårligere tilstand, der er indvandret til området eller, at fødegrundlaget for sælerne er begrænset i området i forhold til de nordligere områder i Finland og Sverige, der danner datagrundlag for HELCOMs tærskelværdier.

6.2.2 Nordsøen

Der er få datapunkter fra gråsæler i Nordsøen ($n = 2-27$ individer) og der er en enkelt periode (2000-2002) uden data (Figur 3). Konfidensintervallet omkring den gennemsnitlige spæktykkelse på ca. ± 15.6 mm er derfor både stort og variabelt mellem perioderne. Der er ingen forskel på spæktykkelsen i denne vurderingsperiode i forhold til de tidligere og forekomsten af gråsæler har været stigende i Vadehavet siden 2015, hvor optællingerne af gråsæler begyndte (Hansen, 2016), og det må derfor antages, at bestanden ikke har nået sit bæredygtighedsniveau. Spæktykkelsen for gråsæler i Nordsøen er langt mindre end i den vestlige Østersø, som igen er mindre end hvad HELCOM betegner som god miljøtilstand for gråsæler. HELCOMs grænse for god miljøtilstand for bifangede gråsæler ligger på 35 mm i Østersøen, og for gråsæler i en bestand ved bærekapacitet på 25 mm. Data i denne rapport inkluderer kun data fra strandede gråsæler, som kan dække over såvel bifangede som syge dyr. Dette kan forklare den observerede forskel. Gråsælerne i Nordsøen indvandrer primært fra Holland og Tyskland, og der er også udveksling mellem gråsæler i Danmark og Skotland. Det kan således, som i Østersøen, være individer i dårligere tilstand, der bevæger sig ud i periferien af udbredelsesområdet, som det danske område repræsenterer. Det ville også kunne medvirke til at forklare det tyndere spæklag i Nordsøen. Fortsat monitoring af antallet af gråsæler og spæktykkelsen hos gråsæler i Nordsøen kan hjælpe med at forklare de regionale forskelle i spæktykkelse mellem de danske forvaltningsområder og bør sammenlignes med data fra Tyskland og Holland.

6.2.3 Gråsæl, generelt

Der er stor forskel på spæktykkelsen i Østersøen og Nordsøen. Dette kan til dels bero på et større antal dødfundne dyr i data fra Nordsøen, og som for spættet sæl er det muligt, at dette kan forklare forskellen. Det kan dog ikke vurderes uden et datagrundlag af levendefangede dyr fra Nordsøen, som ikke er tilgængeligt for denne rapport. Havtemperaturerne i de to områder varierer, og der er generelt koldere temperaturer i Østersøen, og vi kender ikke til andre forhold, der skulle medføre, at der er betydelig forskel på tykkelsen af et sundt spæklag mellem de to områder. Fremover kan data fra dyr i fangenskab supplere og bidrage til redegørelse for sæsonvariation i spæktykkelse, også for gråsæl.

6.3 Marsvin

6.3.1 Bælthavene

Den gennemsnitlige spæktykkelse for alle marsvin i Bælthavene i alle vurderingsperioder forud for denne periode er 21,6 mm. Data inkluderer alle aldersklasser og indsamlingsmetoder (bifanget, levende fanget og strandet). Strandede marsvin er ofte tynde, og bifangede og levendefangede dyr er ofte unge dyr, der også ofte er tynde (Suppl. 7). Der er derfor sandsynligvis en bias i de anvendte data mod tyndere spæklag, og ældre sunde dyr vil sandsynlig-

vis have et tykkere spæktag. Efter korrektion for årstid og udeladelse af strandede dyr ses ikke nogen signifikant forskel mellem den aktuelle vurderingsperiode og nogen af de forudgående perioder fra 1988 og frem (Figur 7).

6.3.2 Nordsøen

Den gennemsnitlige spæktykkelse for marsvin i Nordsøen på tværs af alle klasser er på 16,2 mm, men dette lave tal skyldes hovedsageligt, at langt de fleste data stammer fra strandede marsvin (506 ud 626 dyr), som har tyndere spæktag end bifangede og levende fangede marsvin (Suppl. 8). Det kan dog ikke udelades at den gennemsnitlige lidt varmere temperatur i Nordsøen spiller ind. Gennemsnittet for bifangne dyr er på ca. 19 mm, og således stadig mindre end i Bælthavene. Dette antyder, at bestanden kan være fødebegrænset i enten kvalitet eller udbud i Nordsøen, og da bestanden har været stabil mellem de tre bestandstællinger, der er foretaget i 1994, 2005 og 2016 (Hammond et al., 2002; Hammond et al., 2017; Hammond et al., 2013), antyder det, at bestanden har nået sin bærekapacitet, idet der heller ikke er nogen signifikant udvikling i spæktykkelsen mellem vurderingsperioderne fra 1997 og frem til den aktuelle. Efter korrektion for årstid og udeladelse af strandede dyr ses ikke nogen signifikant forskel mellem den aktuelle vurderingsperiode og nogen af de forudgående perioder, fra 1988 og frem (Figur 7).

6.3.3 Marsvin generelt

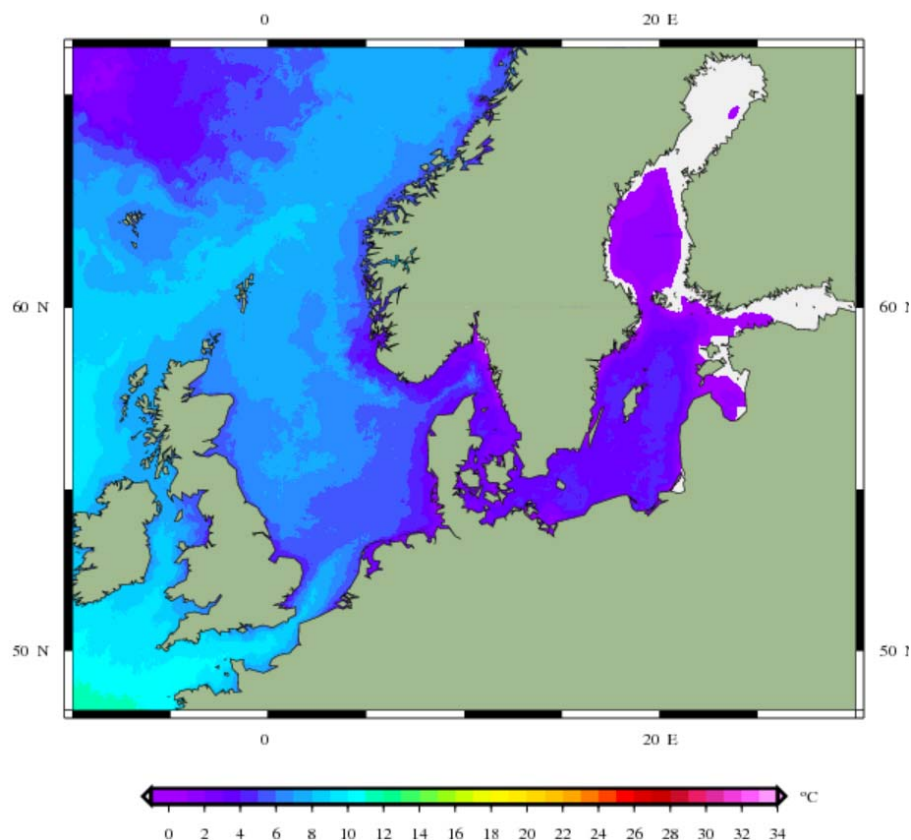
Som for sælerne havde marsvin i Nordsøen generelt tyndere spæk end dyr fra Bælthavene. En stor del af denne forskel skyldes dog en overvægt af strandede dyr i materialet fra Nordsøen. Der ses ikke en signifikant forskel på denne og tidligere perioder i datamaterialet. Der er indsamlet og for nylig analyseret et omfattende datasæt fra marsvin i fangenskab i Fjord&Bælt (Rojano-Donate et al., indsendt til videnskabeligt tidsskrift). Dette materiale kan sandsynligvis bruges til en mere nøjagtig korrektion for sæsonvariation og fastsættelse af tærskelværdier for god miljøtilstand. Endelige tærskelværdier afventer indarbejde af dette datasæt fra dyr i fangenskab for at kunne medtage årstidsvariationen.

6.4 General vurdering af spæktykkelsesdata for de tre danske havpattedyr

Data er analyseret i en model, der angiver hvilken variabel, der bedst beskriver den fundne variation i data (Tabel 1). Modellen viste, at særligt vurderingsperiode, måned og køn havde betydning for spæktykkelse hos spættet sæl og marsvin. Særligt måned og køn var forventet, da der netop tages højde herfor i HELCOMs vurdering af god miljøtilstand for græsæler i den nordlige Østersø. Betydningen af vurderingsperioden viser i flere tilfælde forskel mellem perioderne, og altså ændringer i sundhedstilstanden over tid. Marsvin skiller sig ud, idet indsamlingsmetode (om dyret er bifanget, strandet eller levendefanget) (Suppl. 7 & 8) her forklarer langt mere af variationen i spæktykkelse, end det er tilfældet for sæler, hvor indsamlingsmetode ikke har nogen større betydning for spæktagets tykkelse. Der var ingen af de valgte faktorer, der havde særlig betydning for spæktagets tykkelse hos græsæler, hvilket sandsynligvis skyldes den begrænsede datamængde. På tværs af art, køn, længde, alder og dødsårsag er spæktaget tyndere i Nordsøen og tykkest i Bælthavene eller Østersøen (Figur 2 - Figur 4). Spæktaget holder dyret varmt og forskellen kunne derfor skyldes, at Nordsøen gennemsnitligt er varmere end i de øvrige havområder (Figur 8). Det tyndere spæktag i Nordsøen kunne

også skyldes større konkurrence om føden her, men bestanden af spættet sæl i Vadehavet har i de seneste årtier gennemgået en eksponentiel vækst, som først er begyndt at flade ud i de seneste år (Brasseur et al., 2018). For sælers vedkommende er størstedelen af materialet (>95%) udgjort af dødfundne/strandede dyr, da der ikke reguleres dyr i Vadehavet. Der findes et materiale af spæktykkelser fra levendefangede sæler fra det tyske Vadehav, der ikke har været tilgængeligt til denne rapport, som vil kunne bruges til fremtidige vurderinger.

Figur 8. Havoverfladetemperaturer målt fra satellitter for farvandedene omkring Danmark i februar 2018 viser generelt væsentligt koldere temperaturer i Østersøen ift. Nordsøen. Figur fra www.dmi.dk.



Gråsælen er meget hyppig i England/Skotland, og i det sydlige Vadehav, men knap så hyppig i den danske del af Nordsøen og det er muligt, at det er de svageste individer, der forlader kerneområderne, hvilket ville resultere i et tyndere spækklag blandt sælerne i Danmark. Spættede sæler i Nordsøen svømmer generelt længere mellem hvilepladser og fourageringsområder end i Bælthavene og Østersøen (Dietz et al., 2013; Tougaard et al., 2008), hvilket kan resultere i mere brugt energi for den samme fødemængde, og dermed muligvis være med til at forklare det tyndere spækklag, der blev fundet for spættet sæl i Nordsøen. Der har ikke kunne detekteres ændringer i bestandsstørrelsen for marsvin i Nordsøen mellem de store SCANS-optællinger i årene 1994, 2005 og 2016 (Hammond et al., 2002; Hammond et al., 2013; Hammond et al., 2017;), og det er derfor muligt, at arten her har nået miljøets bærekapacitet. Det tyndere spækklag hos marsvin i Nordsøen kan derfor skyldes, at arten har nået sin bærekapacitet i der.

7. Konklusion

Under projektet 'Overvågning af spæktykkelse hos danske havpattedyr' er der i 2015-2017 indsamlet data på spæktykkelse fra de danske havpattedyr spættet sæl, gråsæl og marsvin. Formålet har været at oparbejde data til at evaluere danske havpattedyrs sundhedstilstand ift. indikatorer brugt under Havstrategidirektivet. De indsamlede data, samt data indsamlet fra før vurderingsperioden 2015-2017, er benyttet til at vurdere udviklingen i spæktykkelse over tid. Udover at give et mål for et individs ernæringstilstand varierer spæktykkelse hos havpattedyr ift. en stribe andre parametre, bl.a. årstid, køn og alder. Derudover kan indsamlingsmetoden forårsage bias, og det kan således observeres, at strandede dyr oftest har tyndere spæklag end bifangne og skudte dyr (HELCOM 2015). Desuden tyder data fra gråsæler i Østersøen på, at bestande, der er i nærheden af miljøets bæreevne, har tyndere spæklag end bestande, der er i eksponentiel vækst. Hos spættet sæl er der observeret en betydelig variation mellem de forskellige områder, med betydeligt tyndere spæk i Vadehavet, hvor en meget stor del af materialet dog stammer fra strandede dyr. Fra Kattegat er der et stort materiale af levendefangede og skudte dyr, og her er spæktykkelsen betydeligt højere, men den er faldet i de senere år, hvilket kan hænge sammen med, at bestanden tilsyneladende nærmer sig miljøets bæreevne baseret på tællingsdata. Ud fra det indsamlede materiale fra Kattegat, foreslås en tentativ tærskelværdi på 38 mm spæklag for populationer af spættet sæl i eksponentiel vækst i Kattegat, Limfjorden og den vestlige Østersø. Baggrundsmaterialet fra de to bestande i den vestlige Østersø og Limfjorden er sparsomt, men indsamlingerne i projektperioden tyder på spæktykkelse på niveau med det, der er observeret i Kattegat, også efter korrektion for årstid og indsamlingsmetode. I Nordsøen er vandtemperaturen generelt varmere end i de indre farvande, og tærskelværdien for dette område bør derfor fastsættes på baggrund af data herfra. For gråsæl observeres også betydelig forskel mellem Nordsøen og Østersøen, igen med betydeligt tyndere spæklag i Nordsøen. Datagrundlaget for gråsæl tillader ikke korrektion for årstid og analyse, hvor strandede/dødfundne dyr udelades. I begge områder ses værdier betydeligt under tærskelværdierne fra HELCOMs indikator for spæktykkelse. For marsvin ses også betydeligt tyndere spæklag i Nordsøen ift. Bælthavene. Efter korrektion for årstid og eksklusion af strandede/dødfundne dyr fra analysen er der stadig en tendens til tyndere spæklag i Nordsøen, men den er mindre udtalt. Med disse korrektioner er værdierne fra den aktuelle vurderingsperiode ikke signifikant forskellige fra tidligere perioder i nogen af områderne. De data, der er indsamlet i projektet, vil i de kommende år indgå i internationalt samarbejde i HELCOM-regi for at fastsætte tærskelværdier og gøre HELCOMs indikator for spæktykkelse funktionel for andre arter end gråsælen, der som den eneste art har fået fastsat tærskelværdi. Til dette arbejde kan der også inkluderes data fra dyr i fangenskab til at redegøre for bl.a. sæsonvariation. I OSPAR er der endnu ikke defineret en indikator for sundhedstilstand hos havpattedyr, som de indsamlede data fra Nordsøen kan bidrage til.

8. Referencer

Burnham KP and Anderson DR. 2002. Model selection and multimodel inference A practical Information-Theoretic Approach. Springer-Verlag Inc., New York.

Burnham KP, Anderson DR, and Huyvaert KP. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behav Ecol Sociobiol* 65: 23–35.

Backlin, B.M., C. Moraesus, A. Roos, E. Eklof, and Y. Lind. 2011. Health and age and sex distributions of Baltic grey seals (*Halichoerus grypus*) collected from bycatch and hunt in the Gulf of Bothnia. *Ices Journal of Marine Science*. 68:183-188.

Brasseur, S.M.J.M., P.J.H. Reijnders, J. Cremer, E. Meesters, R. Kirkwood, L.F. Jensen, A. Jeß, A. Galatius, J. Teilmann, and G. Aarts. In Press. Echo's from the past: Regional variations in recovery within a harbour seal population *PLOS One*.

Dietz, R., J. Teilmann, S.M. Andersen, F. Riget, and M.T. Olsen. 2013. Movements and site fidelity of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Kattgat, Denmark, with implications for the epidemiology of the phocine distemper virus. *Ices J Mar Sci*. 70:186-195.

Galatius, A., S. Brasseur, R. Czeck, A. Jeß, P. Körber, R. Pund, U. Siebert, J. Teilmann, and S. Klöpffer. 2017. Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2017.

Giam X and Olden JD. 2016. Quantifying variable importance in a multimodel inference framework. *Methods Ecol Evol* 7: 388–97.

Hammond, P.S., P. Berggren, H. Benke, D.L. Borchers, A. Collet, M.P. Heide-Jørgensen, S. Heimlich, A.R. Hiby, M.F. Leopold, and N. Øien. 2002. Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology*. 39:361-376.

Hammond, P.S., C. Lacey, A. Gilles, S. Viquerat, P. Börjesson, H. Herr, K. Macleod, V. Ridoux, M.B. Santos, M. Scheidat, J. Teilmann, J. Vingada, and N. Øien. 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. SCANS III.

Hammond, P.S., K. Macleod, P. Berggren, D.L. Borchers, L. Burt, A. Cañadas, G. Desportes, G.P. Donovan, A. Gilles, D. Gillespie, J. Gordon, L. Hiby, I. Kuklik, R. Leaper, K. Lehnert, M. Leopold, P. Lovell, N. Øien, C.G.M. Paxton, V. Ridoux, E. Rogan, F. Samarra, M. Scheidat, M. Sequeira, U. Siebert, H. Skov, R. Swift, M.L. Tasker, J. Teilmann, O. Van Canneyt, and J.A. Vázquez. 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation*. 164:107-122.

Hansen, J.W. 2016. Marine områder 2015. NOVANA. In Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. J.W. Hansen, editor. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 148.

HELCOM. 2015. Population trends and abundance of seals. HELCOM core indicator report. Online. HELCOM. 2016. Nutritional status of marine mammals.

Kauhala, K., M. Kurkilahti, M.P. Ahola, A. Herrero, O. Karlsson, M. Kunasranta, R. Tiilikainen, and M. Vetemaa. 2015. Age, Sex and Body Condition of Baltic Grey Seals: Are Problem Seals a Random Sample of the Population? *Annales Zoologici Fennici*. 52:103-114.

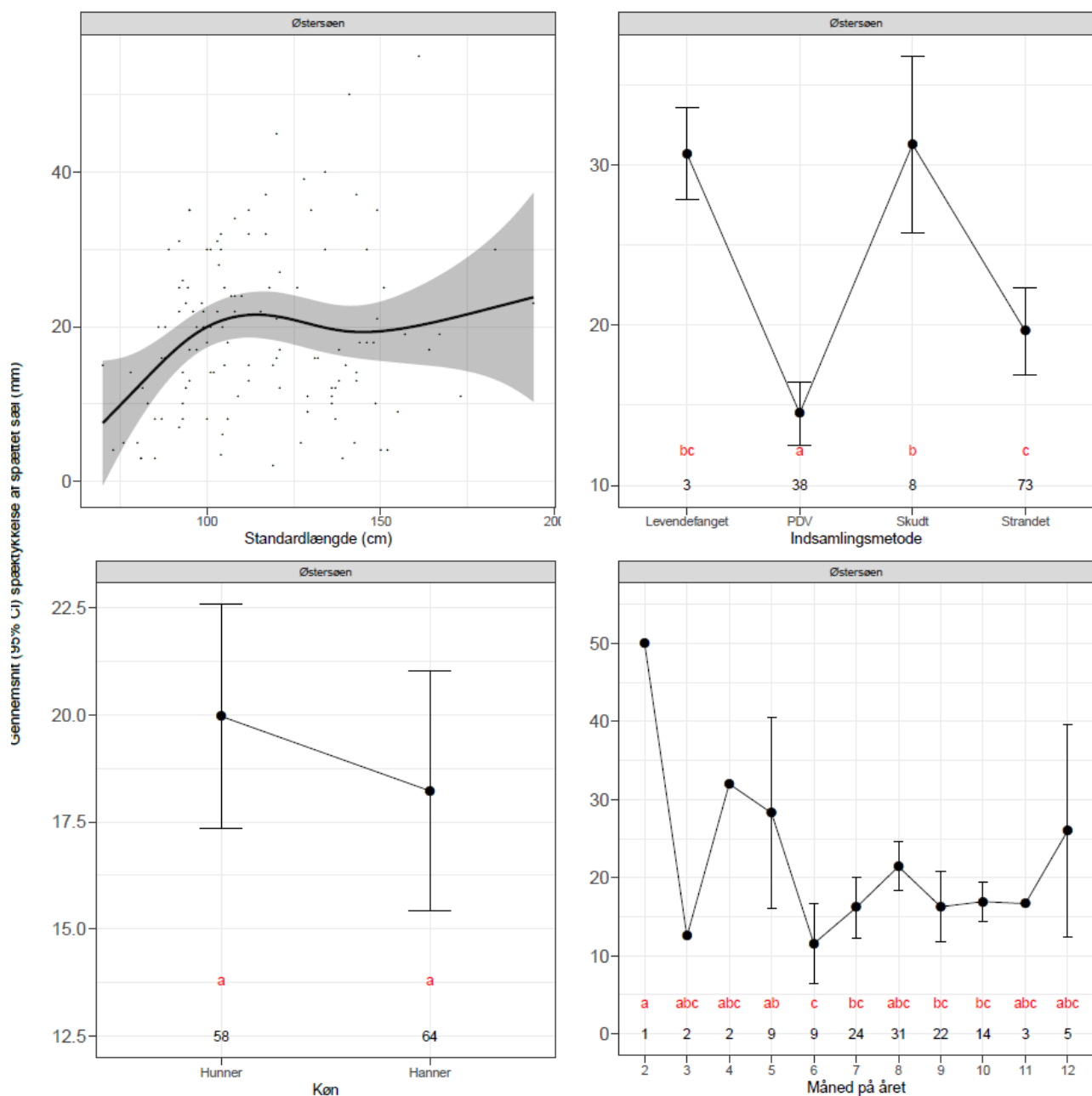
Pomeroy, P.P., M.A. Fedak, P. Rothery, and S. Anderson. 1999. Consequences of maternal size for reproductive expenditure and pupping success of grey seals at North Rona, Scotland. *Journal of Animal Ecology*. 68:235-253.

Team RDC. 2017. R: A language and environment for statistical computing.

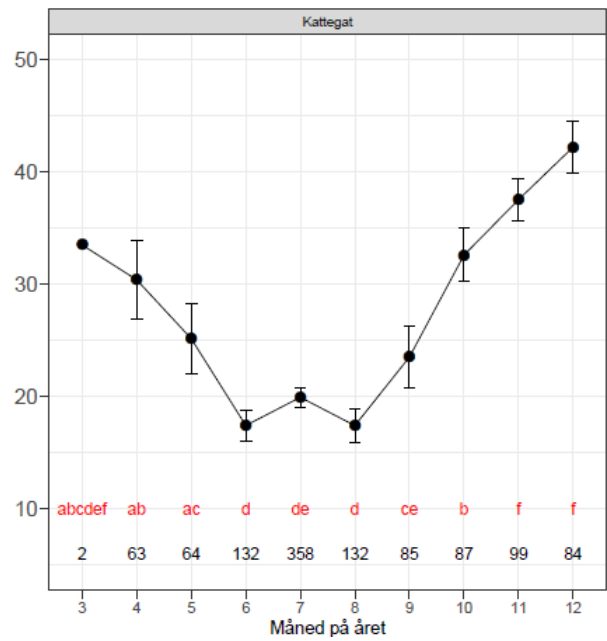
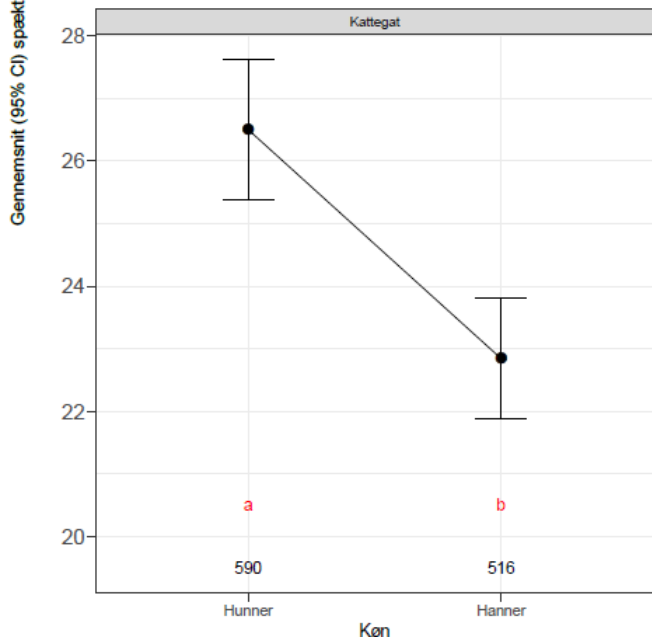
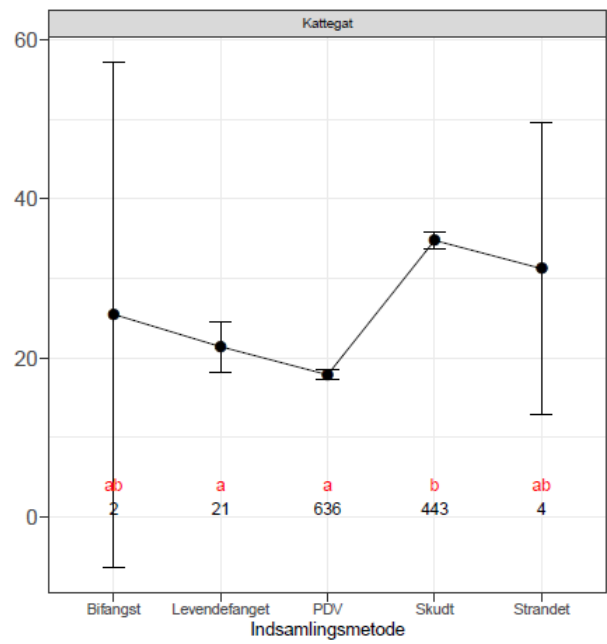
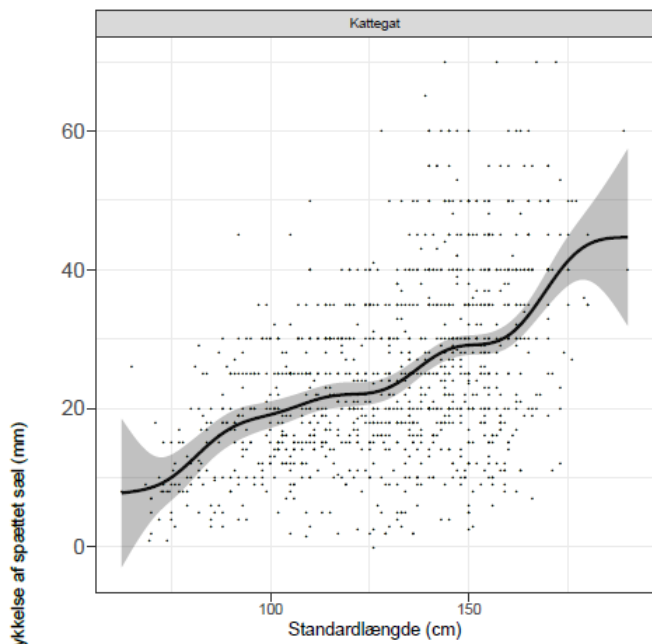
Tougaard, J., Teilmann, J. & Tougaard, S. (2008). Harbour seal spatial distribution estimated from Argos satellite telemetry: overcoming positioning errors. *Endangered Species Research* 4: 113-122.

Wood SN. 2006. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Boca Raton, USA: Chapman & Hall/CRC.

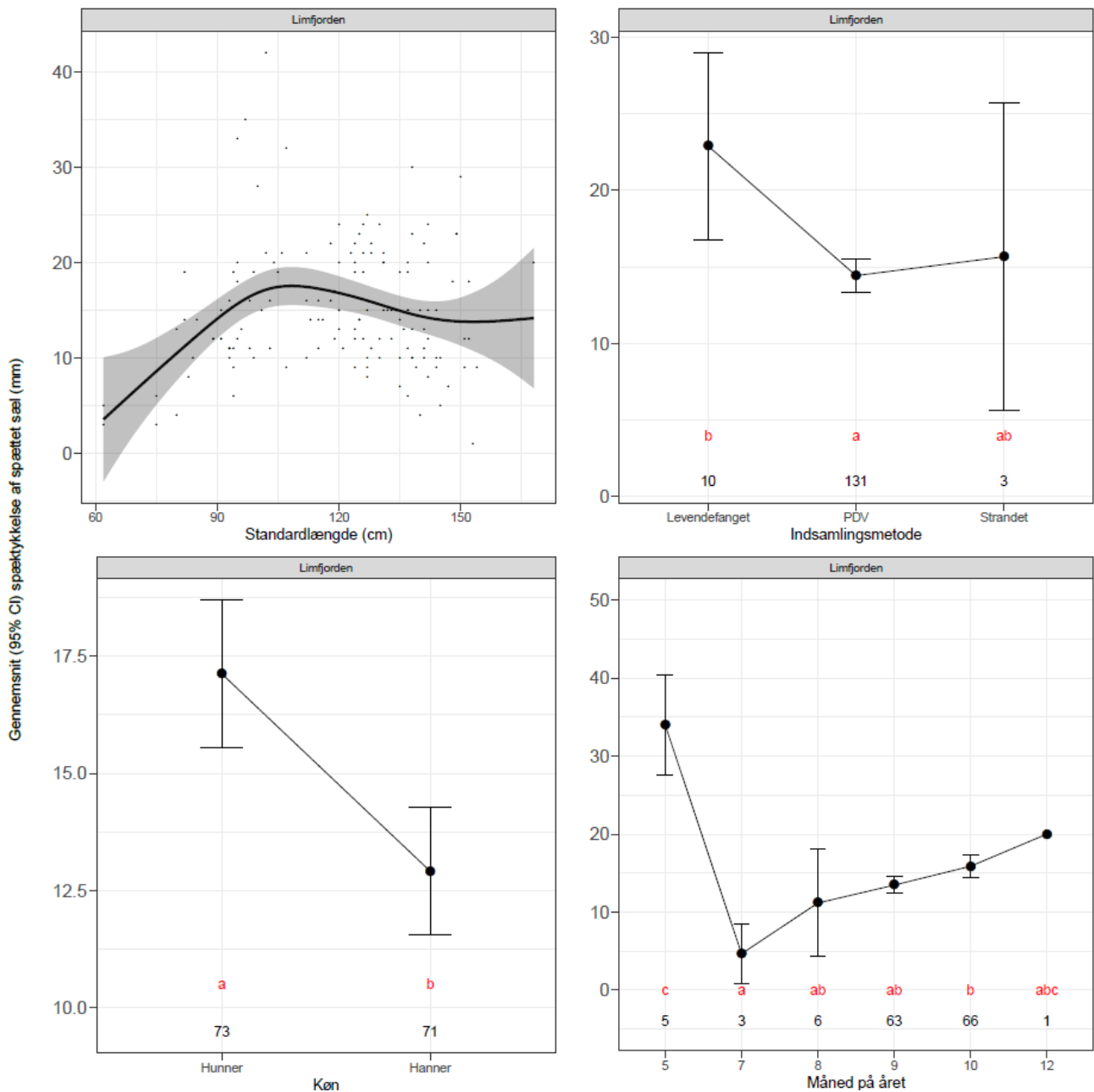
Bilag 1. Supplerende materiale



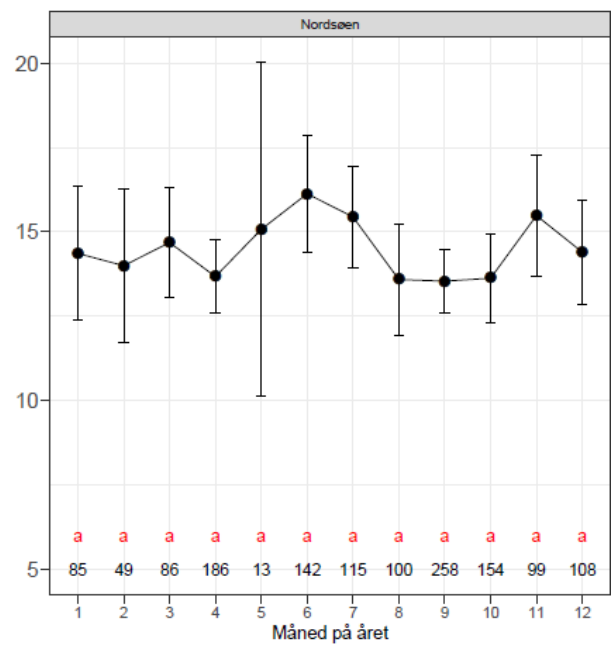
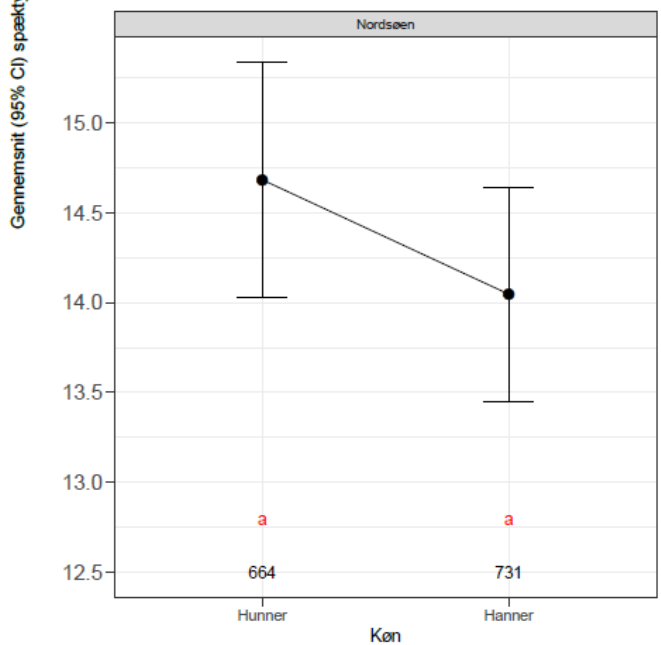
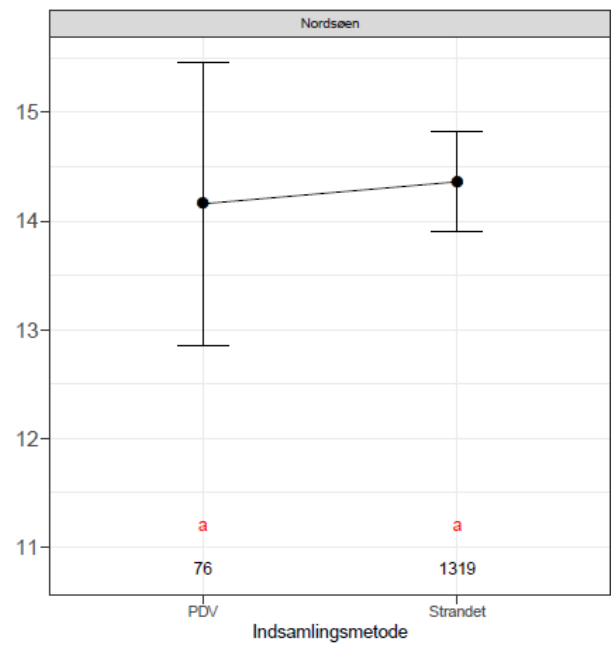
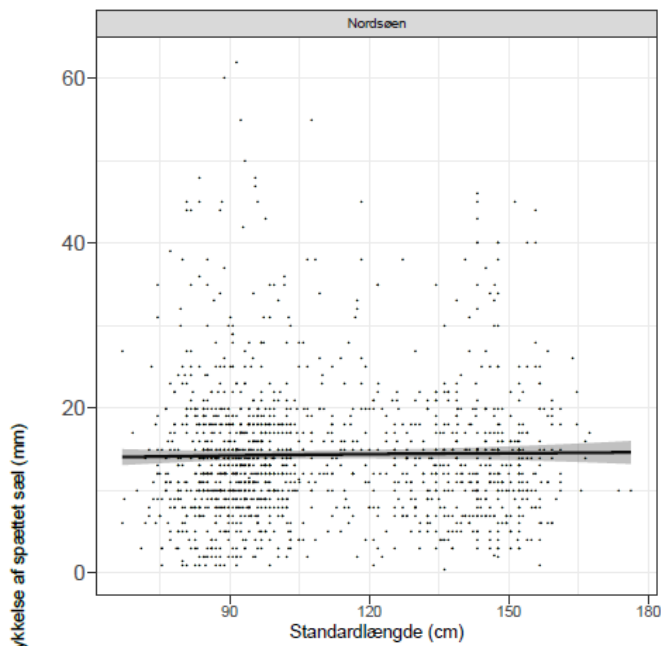
Suppl. 1. Spæktykkelse for spættet sæl i Østersøen (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



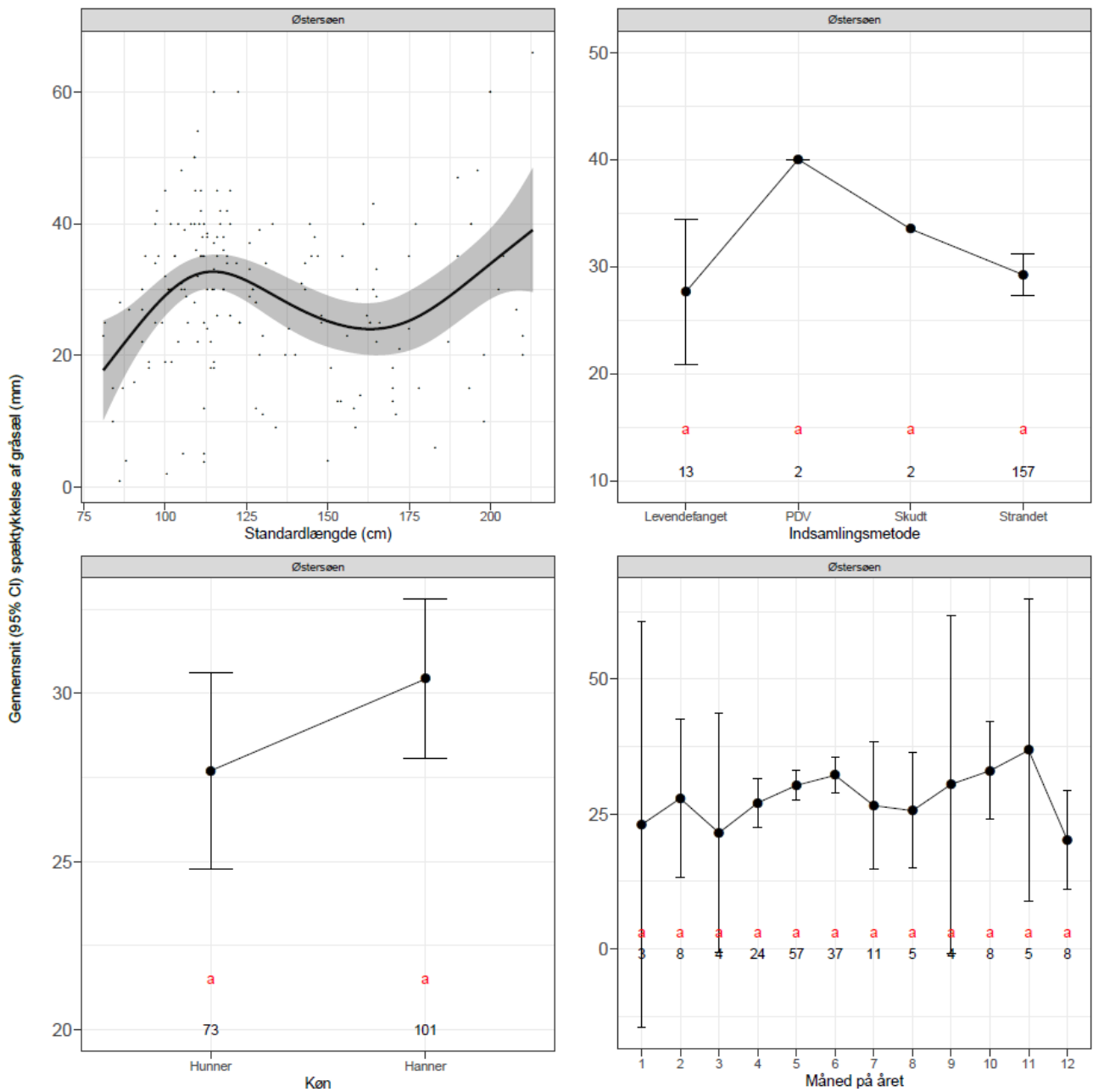
Suppl. 2. Spætykkelse for spættet sæl i Kattegat (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav, er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



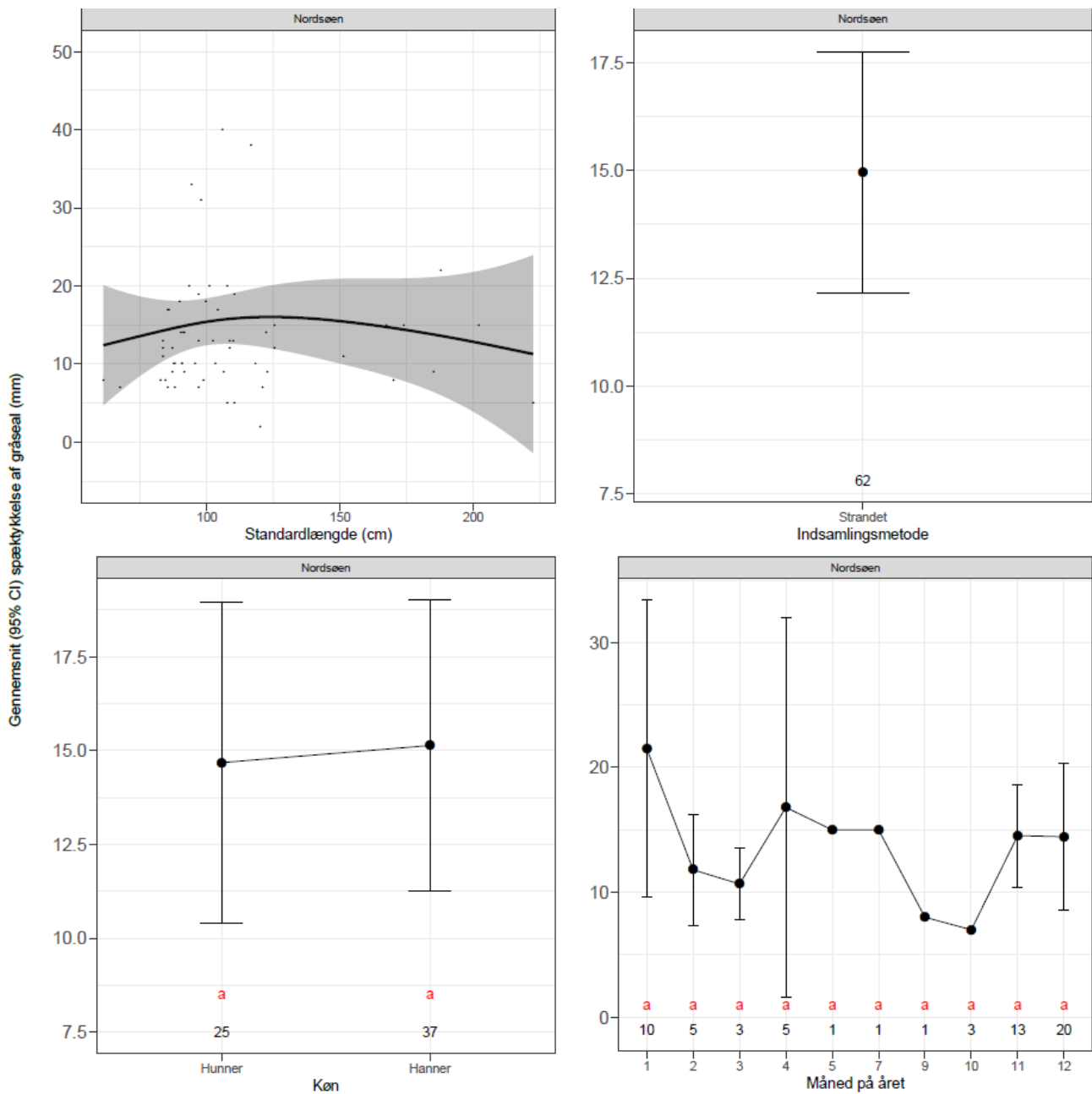
Suppl. 3. Spæktykkelse for spættet sæl i Limfjorden (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



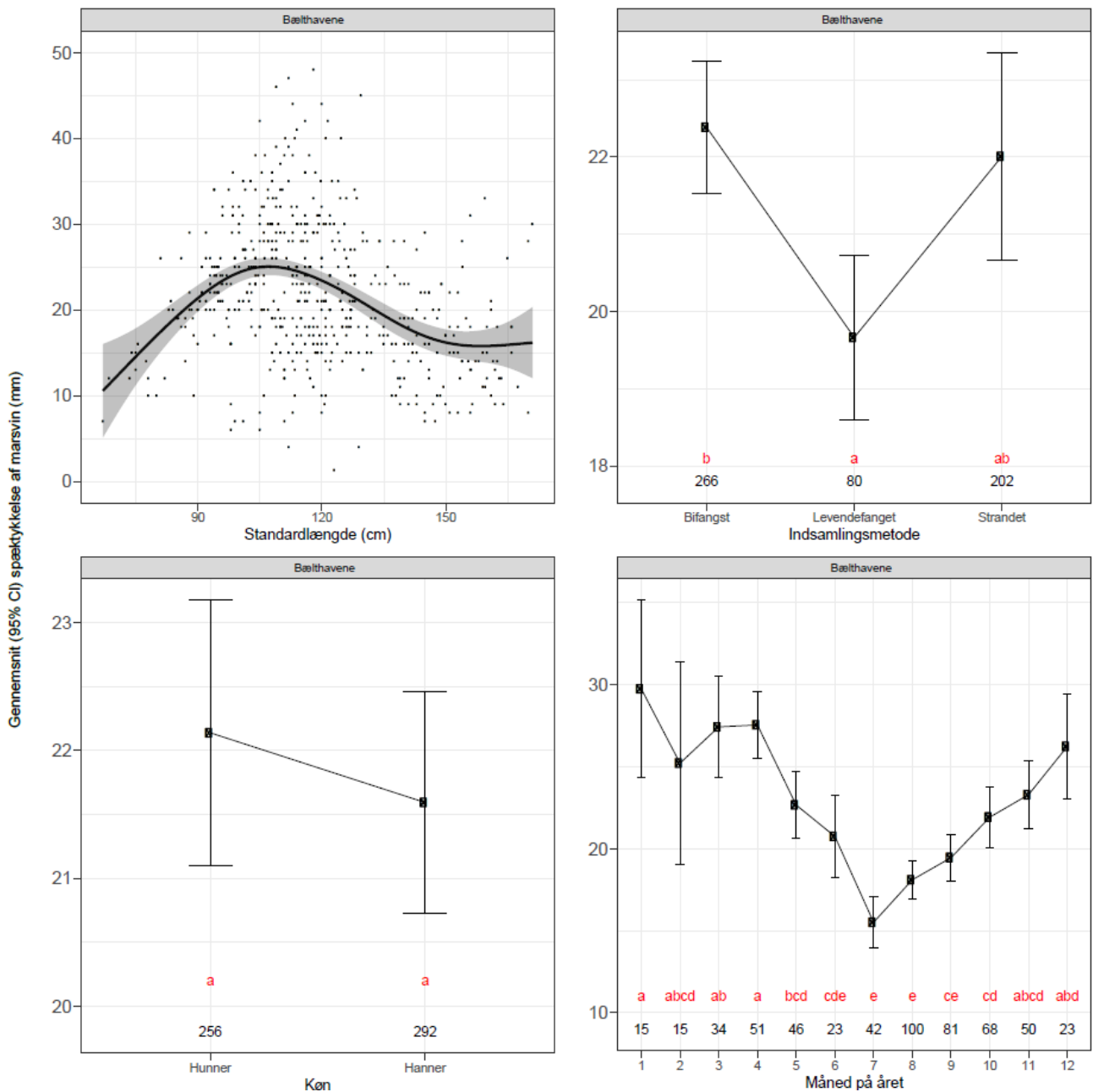
Suppl. 4. Spæktykkelse for spættet sæl i Nordsøen (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



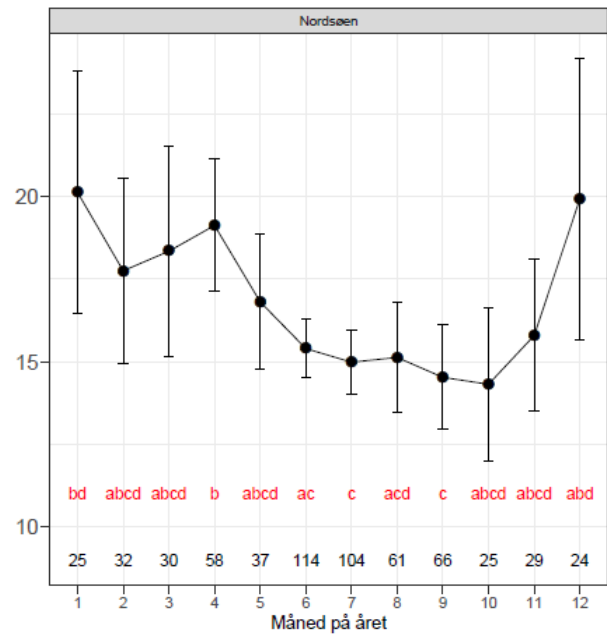
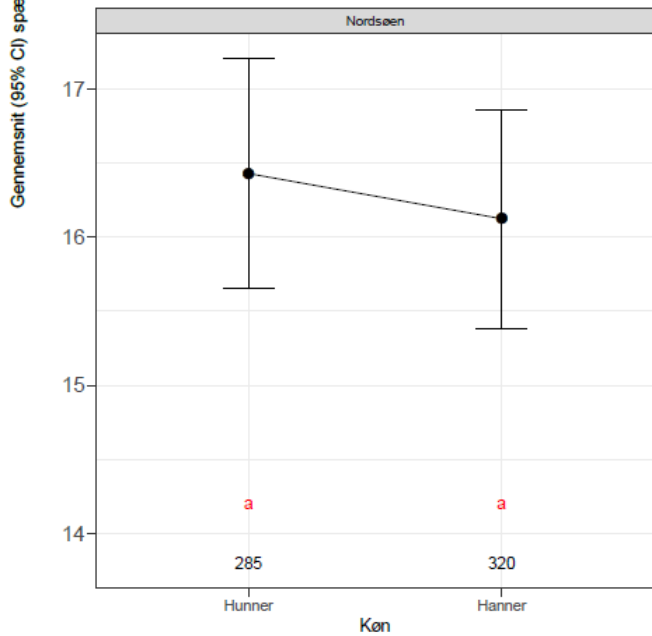
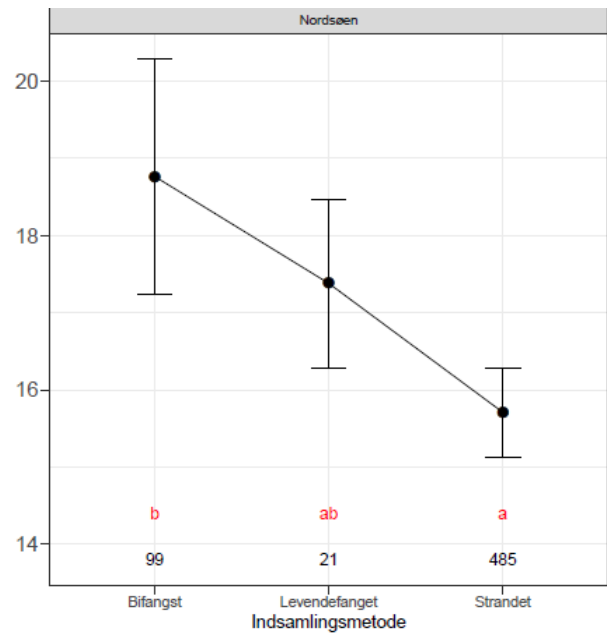
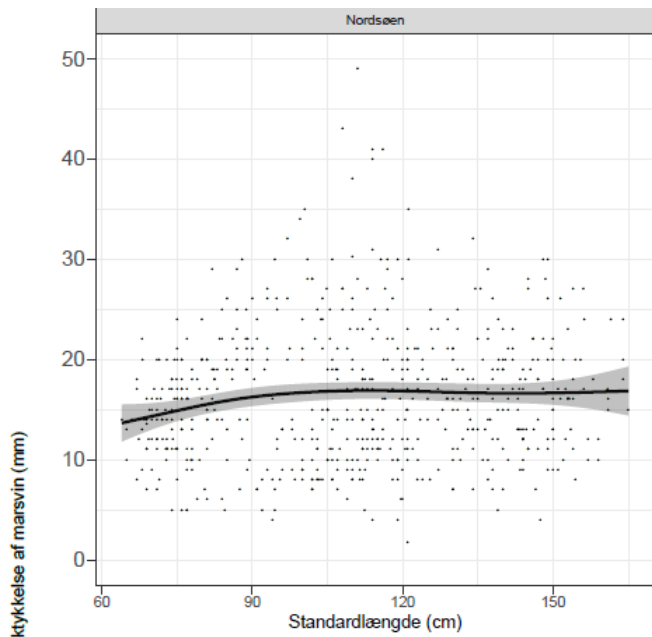
Suppl. 5. Spæktykkelse for gråsåel i Østersøen (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



Suppl. 6. Spæktykkelse for græsæl i Nordsøen (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



Suppl. 7. Spæktykkelse for marsvin i Bælthavene (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.



Suppl. 8. Spæktykkelse for marsvin i Nordøen (y-aksen i alle grafer). Data er separeret i standardlængde (øverst til venstre), indsamlingsmetode (øverst til højre), køn (nederst til venstre) og måned (nederst til højre). Der er vist gennemsnit (sorte prikker) og konfidensinterval (sorte vinger). Resultatet af modelleringen er vist med røde bogstaver: Hvis to grupper indeholder samme bogstav, er de statistisk ens. Hvis de ikke indeholder samme bogstav er de signifikant forskellige. Sorte tal fortæller, hvor mange individer datagrundlaget udgøres af i hver kategori.

SPÆKTYKKELSE SOM INDIKATOR FOR TILSTAND HOS DANSKE HAVPATTEDYR

Spæktykkelse hos havpattedyr anvendes i HELCOM regi som indikatorer for både artens og havmiljøets tilstand indenfor konceptet God Miljøtilstand (fra engelsk Good Environmental Status – GES). Der arbejdes i Danmark på at bruge samme indikatorer og formålet med denne rapport var at indsamle spæktykkelser fra tre danske havpattedyrarter, nemlig spættet sæl (*Pusa vitulina*), gråsæl (*Halichoerus grypus*) og marsvin (*Phocoena phocoena*) for at fastsætte grænser for GES for de danske havpattedyr.

Denne rapport beskriver data for spæktykkelser fra de danske bestande af havpattedyr, indsamlet i årene 2015-2017 under projektet 'Overvågning af spæktykkelse hos danske havpattedyr', sammenholdt med data indsamlet i perioden 1988-2014. Projektets formål har været at levere resultater til brug for vurdering af danske havpattedyrs sundhedstilstand ift. Vurderinger lavet i HELCOM indikatorer samt til brug under Havstrategidirektivet. For at kunne redegøre for udvikling i spæktykkelse over tid er der indsamlet spæktykkelsesdata fra tidligere perioder for bestandene (1988-2014). I materialet ses variation relateret til indsamlingsperiode, indsamlingsmetode, individstørrelse, køn og område. I populationerne af spættet sæl, der nærmer sig miljøets bæreevne ses en tendens til faldende spæktykkelse. Blandt gråsæler i Østersøen ses tyndere spæklag end det der er registreret fra dyr indsamlet i Sverige og Finland. Hos både spættet sæl, gråsæl og marsvin ses væsentligt tyndere spæklag hos dyr fra Nordsøen ift. Bælthavene og Østersøen. Dette kan delvist forklares med at en stor andel af materialet fra Nordsøen bestod af strandede dyr samt en højere vandtemperatur i Nordsøen ift. Østersøen og Bælthavet. Spæklagstykkelsen varierer ift. årstid, køn, alder og populationsstatus ift. miljøets bæreevne. Det gør det udfordrende at fastslå tærskelværdier for spæktykkelse ift. god miljøtilstand. I HELCOM er der foreslået tærskelværdier for gråsæler på >40mm for skudte sæler, >35mm for bifangede sæler og på >25 mm hvis bestanden har nået sin bærekapacitet. DCE foreslår, ud fra det indsamlede materiale, en tentativ værdi på 38 mm for populationer af spættet sæl i eksponentiel vækst i forvaltningsområderne Limfjorden, Kattegat og vestlige Østersø. Der er ikke datagrundlag for at fastsætte grænser for marsvin og gråsæler. De indsamlede data vil indgå i et internationalt samarbejde med vores nabolande for at fastsætte sådanne værdier for alle arter.