

habitat



#26
for en vild verden

Dansk Zoologisk Selskabs magasin



Tema: Havet



Marsvinet Freja

og hendes bidrag til
hvalforskning igennem 25 år

Da man i 1997 reddede de to marsvin Ejgil og Freja ud af et bundgarn ved Korsør og tog dem ind til et liv under menneskelig pleje og med hvalforskning for øje, kunne ingen have forudset, hvilken rejse især Freja ville tage forskningsverdenen med på.

Nu har hun rundet 25 år i bassinet ved Fjord&Bælt, og foruden at slå verdensrekorder dag for dag med hendes høje alder, så er hendes bidrag til den samlede hvalforskning på verdensplan uden sammenligning.

Af

Ditte Bølle Jespersen, biolog og naturvejleder,
og Kirstin Anderson Hansen, biolog og leder
for træning og forskning, ved Fjord&Bælt



Frejas kalv Frigg.

”

Alene i de danske farvande bliver der årligt bifanget i omegnen af 3000 marsvin.”

I 25 år har man nu forsket i havpattedyr ved Fjord&Bælt i Kerteminde. Hele centerets fundament er bygget på forskningsmiljøets behov for at kunne komme tæt på den danske national-hval, så man fik mulighed for at finde ud af så meget som muligt omkring deres liv i det våde element. For hvad laver de egentlig under overfladen, de der hvaler? Hvad spiser de? Hvordan finder de deres føde? Hvordan kommunikerer de med hinanden? Og måske vigtigst af alt: Hvad betyder den menneskelige aktivitet på havet for verdens havpattedyr?

I midt-halvfemserne var spørgsmålene mange, men svarene få. Den danske bestand af marsvin var så småt på vej op igen efter fredningen i 1967, men alligevel druknede der år for år flere tusinde marsvin i fiskeredskaber, og den generelle levealder for marsvin var lav. Så hvordan kunne vi som samfund gøre en ekstra indsats for at sikre den fredede hval i de danske farvande og samtidig nedbringe omkostningerne for fiskerne ved den store mængde bifangede marsvin? Det var med de tanker, at beslutningen om at åbne Fjord&Bælt blev truffet, og med forskningen i mulige løsninger som mål blev de to marsvin Eigil og Freja i 1997 præsenteret for første gang.

SMÅ HVALER PÅ EN STOR MISSION

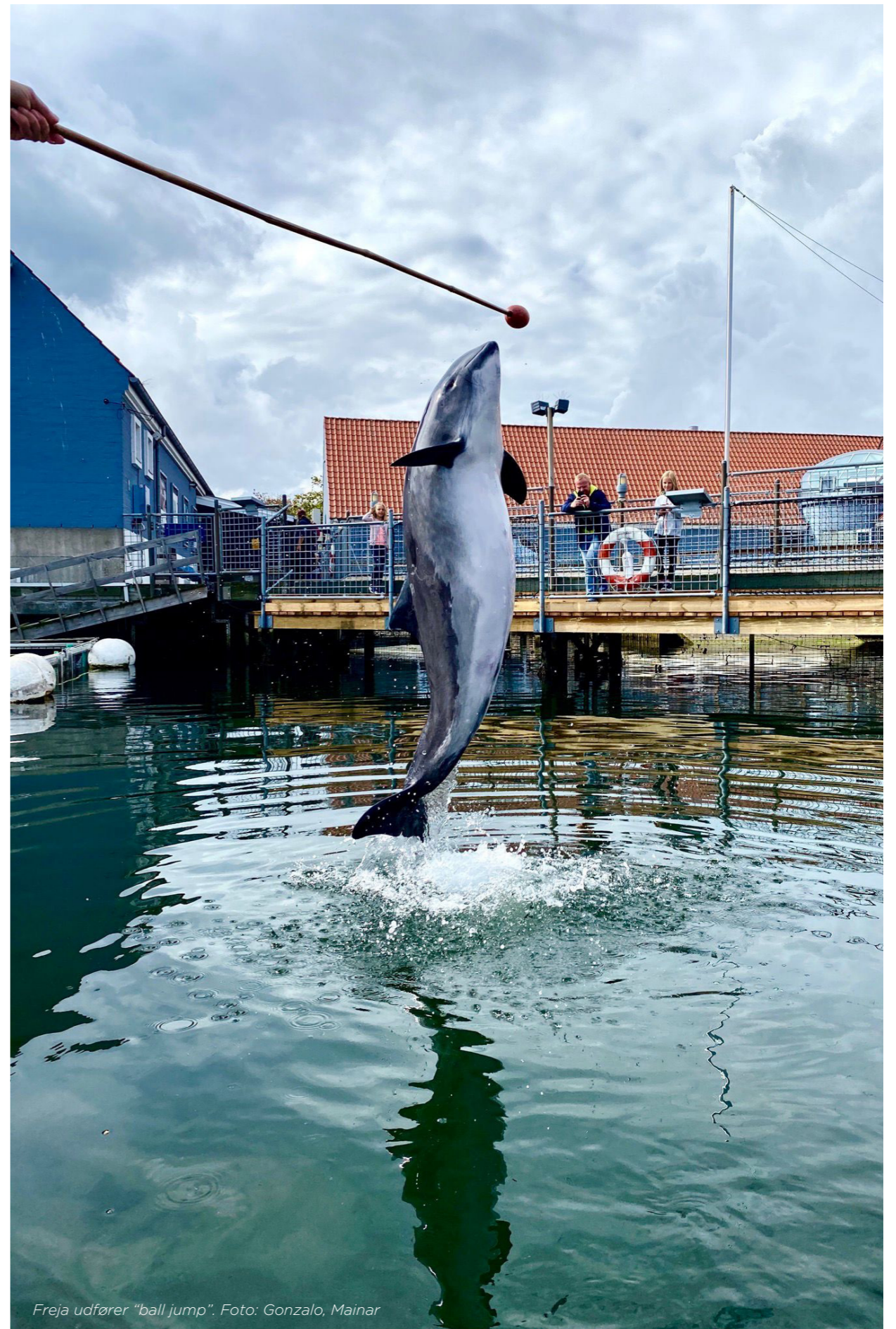
Den danske hvalforskning tog for alvor fart med muligheden for at arbejde tæt med marsvinene på Fjord&Bælt. Pludselig blev det muligt at have dyrene i live, tæt på, i et kontrolleret miljø og under meget kyndig træning, hvilket åbnede for helt nye former for forskningsprojekter. Hidtil havde man

kigget på døde hvaler eller gennemtvunget forsøgsopsætninger på stor bekostning af dyrenes velfærd. Det kontrollerede miljø og de veltrænede dyr validerede også dataindsamlingen markant. Den mangeårige træning og samarbejdet mellem dyr og træner, banevejen for, at den danske hvalforskning kom i den absolutte elite på verdensplan. Forskningen udvikles stadig på daglig basis, fordi dyrene er så veltrænede, forholdet mellem dyr og træner er så tillidsfuldt, og fordi dyrene øjensynligt stortrives. Forskningen er nu så omfattende, at den kan række ud over bassinkanten og nu også omfatter vilde hvaler og også mange forskellige typer af hvaler, som man ellers ikke kan komme særligt tæt på.

Med den teknologiske udvikling, oplever vi lige nu et kvantespring i hvalforskningen. Vi er først lige begyndt at kunne høste de videnskabelige frugter af droneteknologi og udvikling af mini-computere, men der vil



Freja



Freja udfører "ball jump". Foto: Gonzalo, Mainar

fortsat være et behov for kontrolldata og udviklingen af nye redskaber og metoder. Og her er dyrene i bassinerne i Kerteminde uundværlige. Deres bidrag til forskningen og bevaringsarbejdet med de vilde bestande af hvaler er uden sidestykke. Det hele begyndte med Freja, som stadig den dag i dag troligt arbejder videre for bevaringen af hendes finnedede artsfæller i verdenshavene. Med i omegnen af 100 videnskabelige artikler udgivet på baggrund af hendes bidrag, formodes hun at være en af verdens mest videnskabeligt bidragende hvaler – måske den mest bidragende.

BIFANGST AF MARSVIN BIDRAGER TIL EN LAV GENNEMSNITSLEVEALDER

Selv den dag i dag er bifangst et stort problem for de danske marsvin. Alene i de danske farvande bliver der årligt bifanget i omegnen af 3000 marsvin (Larsen et al. 2021). Ikke alene er tallet alt for højt, men da det også overvejende er unge marsvin, der går til på denne måde, formodes bifangst at være en afgørende faktor for den lave gennemsnitsalder for marsvin. Hele

marsvin-projektet på Fjord&Bælt begyndte som et samarbejde med Miljøstyrelsen omkring undersøgelser af mulige løsninger på bifangst-problemet, hvilket resulterede i studier af fangstmetoder (Miller 2008, Deruiter, et.al. 2009) og studier til udvikling af pingers (Teilmann et al. 2006, Schaffeld et al. 2019). Pingers er små, akustiske alarmer til fiskeredskaber, der afslører fiskeredskaberne for marsvinene og/eller skræmmer marsvinene væk fra redskaberne. Siden Teilmann et al.'s studie fra 2006 har pingers været et succesfuldt redskab i kampen mod bifangst af marsvin.

MARSVIN ER DYBT AFHÆNGIGE AF LYD OG HØRELSE

Ligesom for alle andre hvaler spiller lyd og hørelse en afgørende rolle for marsvinenes liv under overfladen. Når man undersøger hørelse, er det især hørelsens følsomhed generelt samt følsomheden over for undervandsstøj, der er interessant.

Det er muligt at undersøge marsvinenes direkte påvirkning hidrørende fra menneskeskabt undervandsstøj ved at bestemme TTS



”

Dyrene er trænet igennem mange år, og dette samarbejde mellem dyr og træner har banet vejen for, at den danske hvalforskning nu er inden for den absolutte elite på verdensplan.”

(Temporary Threshold Shift), som er den midlertidige forskubbelse af hørefluden som en reaktion på udsættelse for høje lyde. Vi kender denne fra os selv, og den kaldes også populært for diskotekseffekten og er oplevelsen af en hyl/ringen for ørerne efter at have været udsat for høje lyde over kortere tid, eksempelvis efter en koncert. TTS er afgørende for fastsættelsen af grænseværdier for acceptable støjniveauer i henhold til beskyttelse af dyrelivet. Hvis grænseværdien overstiges, kan forskubbelsen af hørefluden blive permanent, og det kaldes dermed PTS (Permanent Threshold Shift), altså en permanent høreskade. Studierne af TTS med Freja er brugt til at sætte nationale guidelines for regulering af undervandsstøj i både Danmark og Tyskland (Lucke et al. 2009).

BIOAKUSTIK

Et af de forskningsområder, hvorved Frejas bidrag har været mest omfattende, er bioakustikken – altså studier af dyrs evne til at producere lyde, og områderne inden for hvilke de kan kommunikere og orientere sig via lyd (Malinka et al. 2021, Whalberg et al. 2015, Linnenschmidt et al. 2013, Koblitz et al. 2012). Alle tandhvaler kan ekkolokalisere. De udsender kliklyde i miljøet, og ud fra det retunerende ekko kan dyret danne sig et mentalt billede af omgivelserne, hvilket især bruges til jagt og til orientering. Man kalder det også for biosonar.

Freja er trænet til at deltage i forskellige typer lokaliserings- og diskrimineringsopgaver. Hun får bind for øjnene, så man sikrer, at hun ikke

HØRETEST PÅ MARSVIN OG MENNESKER

For at forstå den absolutte lydfølsomhed eller grænseflade for marsvinets hørelse, blev Freja trænet til at bære små sugekopper rundt omkring på kroppen, mens hun svømmer ned til en station med en bideplade, og forholder sig fuldstændig i ro. Rundt omkring Freja bliver der imens afspillet lyde af forskellige frekvenser og intensiteter. Sugekopperne på Frejas krop er udstyret med elektroder, som kan måle Frejas fysiologiske respons på lydene – de måler hendes hjernebølger og altså hendes evne til at høre lydene. Denne type undersøgelse kaldes en ABR-undersøgelse (Auditory Brainstem Respons) og er en ikke-invasiv måde at undersøge grænseværdierne for hørelse hos både dyr og mennesker (Whalberg et al. 2017). Det er desuden også en velkendt metode til undersøgelse af hørelsen på nyfødte børn og til test af tidlige tegn på hørehandicap.

I et nyere studie (Smith et al. 2021) har Freja nu bistået i videreudviklingen af metoden for måling af ABR. Oprindeligt kræver ABR-målingen som beskrevet, at hvalen forholder sig i ro på en station, mens elektroder forbundet til en computer indsamler data. Den nye metode benytter en specialiseret mini-computer/Digital tag (D-tag), som måler ABR direkte på ryggen af Freja, mens hun svømmer. Dette redskab og denne metode gør det potentielt muligt direkte i naturen, at måle vilde hvalers hørelse direkte.



Egil med eye cups i en opgave, hvor marsvinet skal have "bind for øjnene".

”

Den danske bestand af marsvin er stor, men levealderen for marsvin i Danmark er forholdsvis lav.

bruger synet til at løse opgaven, men kun hendes ekkolokalisering. Freja skal herefter finde frem til et mål, hun kender godt i forvejen. Enten skal hun finde et velkendt target (træningsredskab), eller hun skal udvælge et target af det rigtige materiale blandt flere forskellige andre materialer. Forskellige former og materialer giver forskellige ekkoer, og det er evnen til at kunne høre de små forskelle, som udgør en stor del af forskningen. I 2015 deltog Freja i Wisniewska et al.'s studie, hvor hun skulle gennemføre en diskriminations- eller lokaliseringsopgave foran 48 forskellige hydrofoner, der alle registrerede hendes biosonar fra forskellige vinkler. Resultaterne af dette studie viste, at vinklen på marsvinenes ekkolokaliseringsstråle er fleksibel. Idet marsvinet nærmer sig et target eller en fisk, breder marsvinet sin biosonars strålingsvinkel ud, hvor den ellers er ret smal, når marsvinet svømmer rundt i jagten på føde. Denne nye viden er enormt relevant i arbejdet med at finde løsninger til problemerne med bifangst.

OVERVÅGNING AF DE DANSKE MARSVINS SUNDHED

Den danske bestand af marsvin er stor, men levealderen for marsvin i Danmark er forholdsvis lav. 80 % af marsvinene bliver 5-7 år gamle, mens kun 5 % af marsvinene lever længere end 10 år. Da Freja kom til Fjord&Bælt i 1997, vidste man generelt meget lidt om marsvinenes biologi og adfærd. Siden da har Freja haft en afgørende rolle i flere projekter omkring biomonitorering. Igennem hendes 25 år på stedet er hendes fysiologiske data kategorisk blevet noteret og gemt, og vi har nu et meget omfattende datasæt med alle målbare data. Dette, og datasæt over de øvrige marsvin ved Fjord&Bælt har givet os et detaljeret billede af eksempelvis

marsvins vækst, kønsmodenhed, og hvordan deres vægt fluktuerer fra sæson til sæson som en reaktion på stigende og faldende vand- og lufttemperaturer.

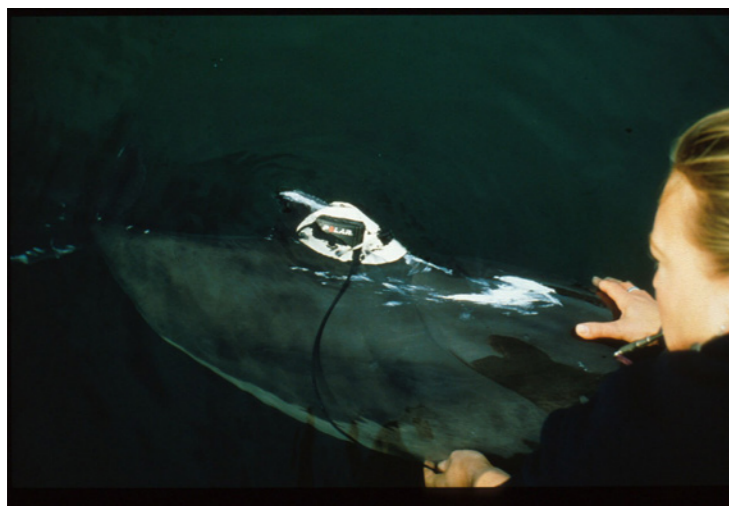
Foruden målinger af de forskellige parametre indeholder datasættene for biomonitoreringen af marsvinene også dronemotos af dyrene, taget løbende over flere sæsoner. Disse billeder udgør et vigtigt redskab til overvågningen af den generelle sundhed blandt de vilde marsvin. Ved at dronemotos vilde marsvin kan man via sammenligning med billederne af Fjord&Bælt's marsvin estimere de vilde marsvins alder og foderstand, hvilket bruges til overvågning og populationsbestemmelser for de danske marsvin.

HJERTERATE OG ENERGIBESPARELSE

I 2016 opsatte Elmegaard et al. et studie, der afslørede marsvins evne til at kontrollere deres hjerterate (puls). Til dette projekt blev Freja trænet til at svømme til hendes bideplade med en målepakke på ryggen, som kan overvåge hendes hjerterate. Freja fik så afspillet én af to forskellige lyde, der hver især fortalte Freja, hvorvidt dykket ville blive kort (15 sekunder) eller langt (2 minutter). Resultaterne viste, at afhængigt af lyden Freja hørte, kunne hun tilpasse sin hjerterate til et langt eller kort dyk ved at sænke hjerteraten hurtigere og kraftigere ved de lange dyk end ved de korte dyk. På den måde kan marsvinene altså spare på ilten ved dyk af længere varighed via kognitiv kontrol.

DYREVELFÆRD OG SUNDHED UNDER MENNESKELIG PLEJE

For brancher, der har med dyrehold at gøre, eksempelvis zoos og landbrug, er dyrevelfærdsprojekterne nogle af de mest interessante projekter, som Freja har deltaget i. Allerede fra begyndelsen var det højt priori-



Måling af Frejas hjerterate.



Undersøgelse af Freja.



teret at træne marsvinene på Fjord&Bælt til at indgå i deres egne sundhedstjek, og et af målene med den træning var at vise, at dyretræning til frivillig deltagelse i sundheds- og forskningsprocedurer forbedrer dyrenes velfærd ved at sænke deres stressniveauer. Stressniveauer måles ved at måle mængden af stresshormonet kortisol i blodet. Da Freja først ankom til Fjord&Bælt, tog det naturligvis nogen tid at træne hende til frivillig deltagelse i hendes egne sundhedsundersøgelser. I mellemtiden var det nødvendigt at tage hende helt op af vandet en gang om måneden for at gennemføre et sundhedstjek og dermed udtage en blodprøve. Da hun omsider var trænet til frivilligt at deltage i undersøgelserne i vandet, kunne vi derefter sammenligne niveauerne af kortisol fra de frivillige og de ufrivillige målinger. Kortisolniveauet i de ufrivillige blodprøver, var tre gange højere, end niveauerne i de frivillige prøver, som Freja var trænet til at deltage i. (Desportes et al. 2007).

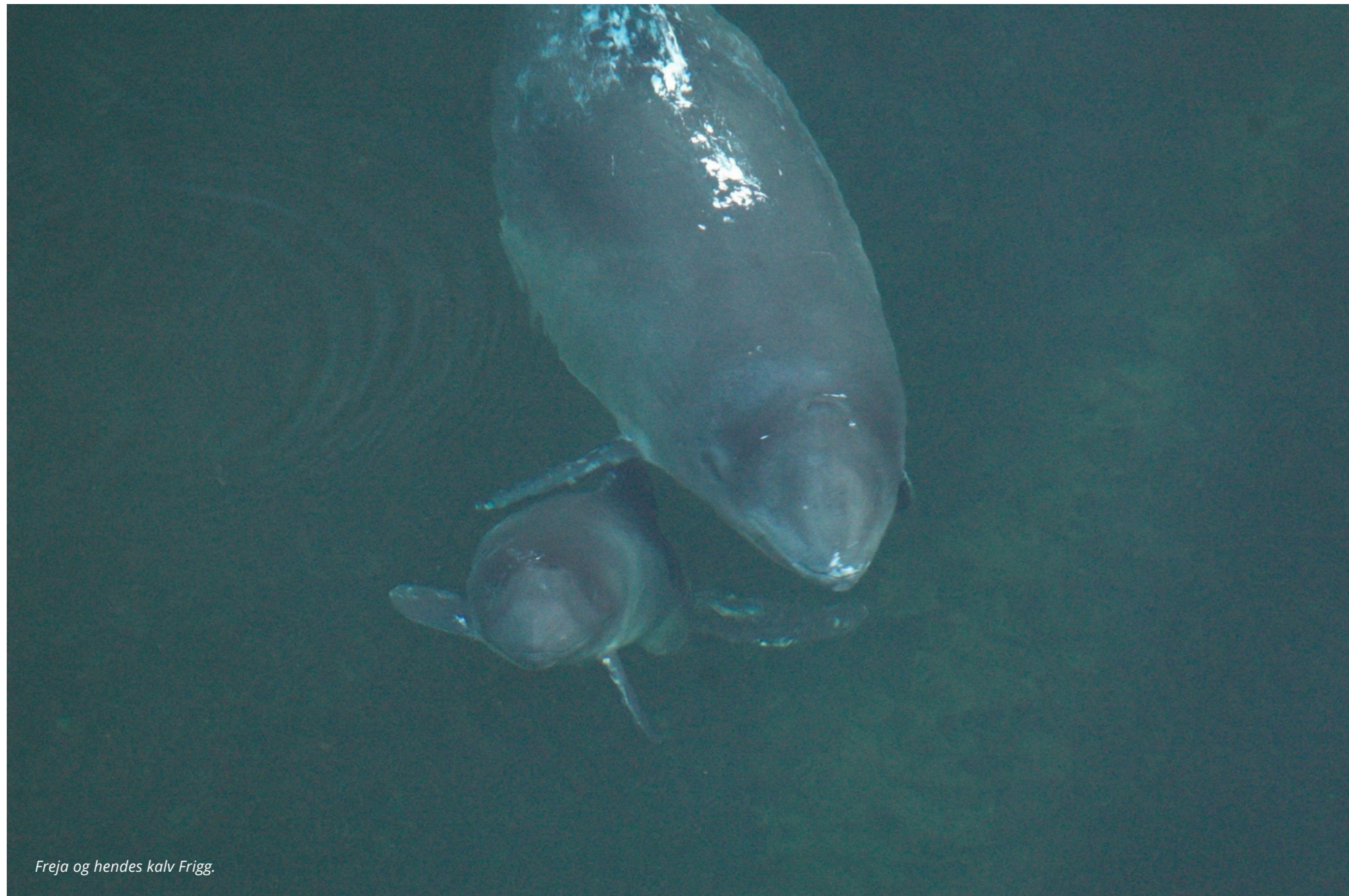
For nylig har Freja deltaget i projekter, der har til formål at udvikle nye, skånsomme metoder til prøvetagning for måling af kortisol. Som beskrevet i Reckendorf et al. 2021 arbejdes der med at måle stresshormonet via en simpel udåndingsprøve fra marsvin.

Det har store potentialer og kan muligvis en dag bruges til prøvetagning på vilde dyr, måske endda via en drone, og dermed give et mere retvisende billede af vilde marsvins stressniveauer og sundhedsstatus.

I 2008 var Freja det første marsvin under menneskelig pleje til at fuldføre en graviditet og opfostre en kalv (Blanchet et al. 2008). Dette var en milepæl for holdet af marsvin på verdensplan og et vidnesbyrd om en signifikant forbedring for marsvins velfærd under menneskelig pleje fra tiden før Freja kom ind i 1997.

DYREHOLD I EN FORANDERLIG VERDEN

Zoo-verdenen og hele filosofien omkring at have dyr under menneskelig forvaltning bliver i disse år gået efter i sømmene. Der er sket et skift igennem de seneste to årtier, hvor den almene befolkning er mindre tilbøjelig til blot at acceptere dyr bag tremmer - og det er en god ting. Professionel og saglig håndtering af dyr er alfa og omega, ikke blot dyr under menneskelige pleje, men også i forvaltningen af vilde dyr på verdensplan, for ikke at nævne den formidlingsværdi, der er forbundet med et højt velfærdsniveau og et professionelt forhold til vilde dyr under menneskelig pleje. Det er især hold af havpattedyr i zoo- og



Freja og hendes kalv Frigg.

akvarieverdenen, som i disse år oplever stor kritik. Kritiske røster hævder, at det ikke er muligt at imødekomme dyrevelfærden for de store dyr i bassiner. Det er da heller ingen let opgave at have hvaler under menneskelig pleje. Men Frejas livsfortælling er et vidnesbyrd om, at det kan lade sig gøre. Med den store erfaring, der nu er i de etablerede institutioner på verdensplan, og den omfattende energi der lægges i aktivering og dyretræning, kan det lade sig gøre. Og som med alle andre brancher, så findes der også brodne kar inden for hold af havpattedyr. Derfor er det

vigtigt, at man værner om det videnskabelige grundlag for hold af dyr, uanset dyregruppe. Der foregår megen forskning ude i naturen i dag, så man fristes til at spørge, om forskning foretaget med dyr i fangenskab overhovedet stadig har sin berettigelse. Data fra forskningsforsøg på vilde hvaler kan ikke stå alene, fordi de skal bakkes op af kontrolldata for at have statistisk signifikans, og for at man kan være sikker på, hvad ens data ude fra naturen egentlig betyder. Kontrolldata kan forskerne ikke få andre steder end i et kontrolleret miljø, hvor man kender alle forudsætningerne for

selve dataindsamlingen. Ydermere skal forskningsmetoderne og redskaberne, som bruges i miljøet, også udvikles under kontrollerede forhold, hvor man kan gennemprøve og teste udstyr, inden det sættes ud på vilde dyr. De tags og instrumenter, man bruger på vilde dyr, koster hundredetusindvis af kroner stykket at udvikle, og universiteterne har simpelthen ikke råd til ikke at gennemteste alle tænkelige scenarier, inden de sætter det dyrebare udstyr, på ryggen af et vildt dyr. Så for at forskningen i hvaler overhovedet kan foregå, så er der simpelthen et videnskabeligt behov for at have

”

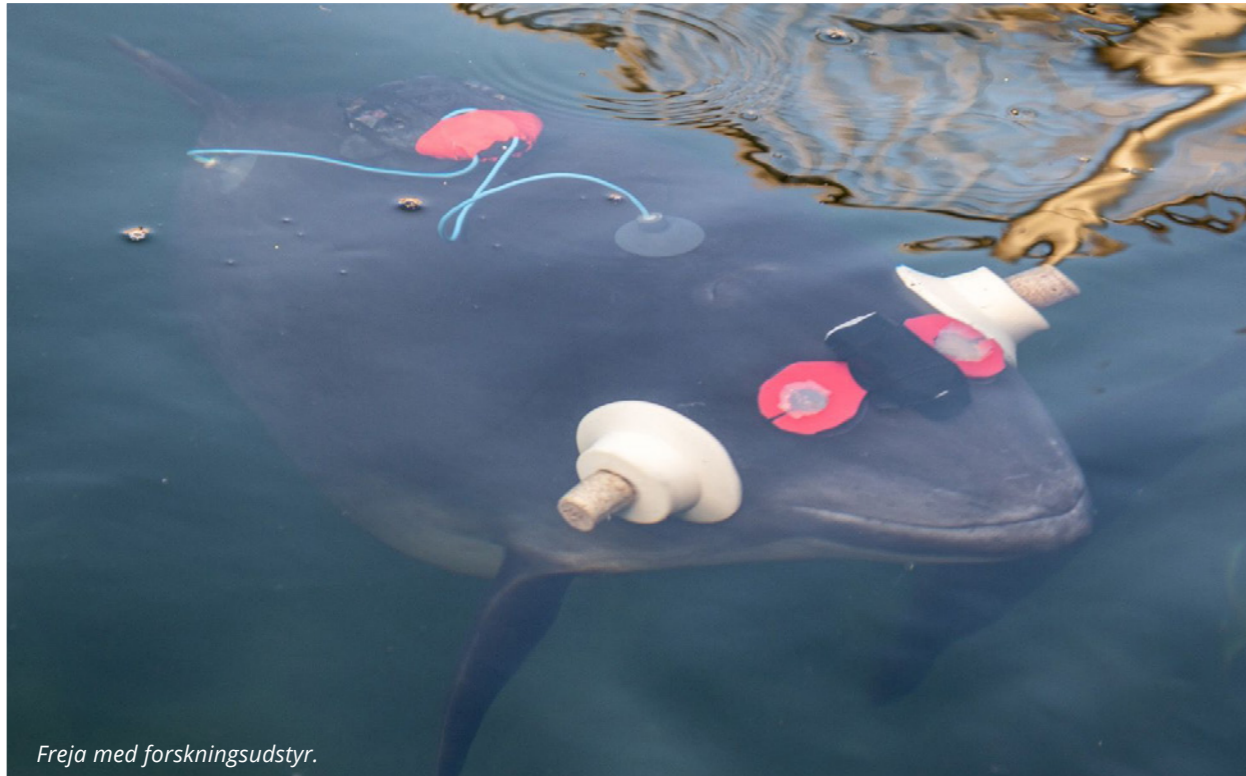
“Med den teknologiske udvikling vi i dag gennemlever, oplever vi lige nu et kvantespring i hvalforskningen. Vi er først lige begyndt at kunne høste de videnskabelige frugter af droneteknologi og udvikling af mini-computere, men behovet for kontrol-data og udvikling af nye redskaber og metoder vil altid bestå. Og her er dyrene i bassinerne i Kerteminde uundværlige.”

enkelte individer i fangenskab. Det kan ikke diskuteres. Man kan selvfølgelig diskutere, om forskningen så er nødvendig eller ej. Og her skulle man mene, at det bør være et videnskabeligt fundament, man bruger til at sætte dagsordenen for, hvad vi mennesker kan tillade os at udsætte naturen og dyrene for.

EFTER 25 ÅR I AKTIV TJENESTE - HAR FREJA IKKE FORTJENT ET OTIUM?

Frejas livshistorie er intet mindre end sensationel. Hver dag sætter hun aldersrekord, og hun er netop nu ved at blive optaget i Guinness World of Records som værende verdens ældste marsvin. Noget af det mest bemærkelsesværdige for Frejas høje alder er, at der i det daglige endnu ikke viser sig noget synlige aldringstegn i hverken hendes fysik eller adfærd. Hun er stærk og robust som altid. Hun opretholder en høj muskelmasse, og hun justerer sin vægt (spæklag), som hun skal, over året. Hendes biosonar er så præcis, som den altid har været, og hendes syn og hørelse er også uændret til trods for hendes høje alder. Alle disse typiske aldringstegn oplever vi ikke ved Freja. Og måske mest bemærkelsesværdigt af alt er hendes evige motivation og indvilligelse i at deltage i træningen og diverse projekter.

Der er ingen tvivl om, at Frejas aktive liv og hendes fortsatte aktivering igennem hendes omfattende træning er en af årsagerne til



Freja med forskningsudstyr.



Det er da heller ingen let opgave at have hvaler under menneskelig pleje. Men Frejas livsfortælling er om noget et vidnesbyrd om, at det kan lade sig gøre.

hendes fantastiske fysiske tilstand. Hvis man stoppede med dette arbejde, og man sendte Freja på en pension, der ikke omfattede den daglige træning, så ville man utvivlsomt gøre hende en bjørnetjeneste.

Så Frejas aktive liv fortsætter, frem til det en dag får en ende. Så længe hun udviser velvilje og interesse i at deltage i forskningsprojekterne, vil hendes bidrag til den samlede beskyttelse af hvaler på verdensplan fortsætte. Hun har rørt mange mennesker igennem årene, og hendes bidrag til videnskaben har resulteret i lovændringer både nationalt og internationalt. Nu er det lovpligtigt inden for EU at bruge støjskærmende tiltag som eksempelvis "Bubble curtains", når man laver store undervandsprojekter som olieboringer,

pæleramning, seismiske sprængninger og militære øvelser. De grænseværdier for støj, som nu indgår i diverse lovgivning, kunne ikke fastsættes, hvis ikke Freja og de øvrige marsvin ved Fjord&Bælt i årevis havde fungeret som ambassadører for deres artsfæller på den anden side af bassinettet. Vi lærer hele tiden nyt omkring dyrene i havet, men vores menneskelige aktiviteter på verdenshavene er også i konstant udvikling og forandring. Jo mere vi fylder i den naturlige verden, jo mere er vi også forpligtet til at finde løsninger, hvorved vi kan eksistere sammen med de øvrige beboere på planeten. Og hvis vi nogen sinde skal blive bedre naboer, så må vi fortsat lære at forstå hinanden. Hvor er det godt, at Freja kan hjælpe os med den opgave.

REFERENCER :

- DeRuiter, S. L., Bahr, A., Blanchet, M. A., Hansen, S. F., Kristensen, J. H., Madsen, P. T., ... & Wahlberg, M. (2009). Acoustic behaviour of echolocating porpoises during prey capture. *Journal of Experimental Biology*, 212(19), 3100-3107.
- Desportes, G., Buholzer, L., Anderson-Hansen, K., Blanchet, M. A., Acquarone, M., Shephard, G., ... & Siebert, U. (2007). Decrease stress; train your animals: the effect of handling methods on cortisol levels in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) under human care. *Aquatic Mammals*, 33(3), 286.
- Elmegaard, S. L., Johnson, M., Madsen, P. T., & McDonald, B. I. (2016). Cognitive control of heart rate in diving harbor porpoises. *Current Biology*, 26(22), R1175-R1176.
- Gross, S., Claus, P., Wohlsein, P., Kesselring, T., Lakemeyer, J., Reckendorf, A., ... & Siebert, U. (2020). Indication of lethal interactions between a solitary bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in the German Baltic Sea. *BMC zoology*, 5(1), 1-9.
- Koblitz, J. C., Wahlberg, M., Stilz, P., Madsen, P. T., Beedholm, K., & Schnitzler, H. U. (2012). Asymmetry and dynamics of a narrow sonar beam in an echolocating harbor porpoise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(3), 2315-2324.
- Larsen, F., Kindt-Larsen, L., Sørensen, T.K. & Glemarec, G. (2021) 'Bycatch of marine mammals and seabirds. Occurrence and mitigation', DTU Aqua Report no. 389-2021. National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark, pp. 69.
- Linnenschmidt, M., Wahlberg, M., & Damsgaard Hansen, J. (2013). The modulation rate transfer function of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Journal of Comparative Physiology A*, 199(2), 115-126.
- Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A., & Blanchet, M. A. (2009). Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6), 4060-4070.
- McDonald, B. I., Johnson, M., & Madsen, P. T. (2018). Dive heart rate in harbour porpoises is influenced by exercise and expectations. *Journal of Experimental Biology*, 221(1), jeb168740.
- Miller, L. (2008). Prey capture by harbor porpoises. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124(4), 2482-2482.
- Schaffeld, T., Ruser, A., Woelfing, B., Baltzer, J., Kristensen, J. H., Larsson, J., ... & Siebert, U. (2019). The use of seal scarers as a protective mitigation measure can induce hearing impairment in harbour porpoises. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(6), 4288-4298.
- Smith, A. B., Madsen, P. T., Johnson, M., Tyack, P., & Wahlberg, M. (2021). Toothed whale auditory brainstem responses measured with a non-invasive, on-animal tag. *JASA Express Letters*, 1(9), 091201.
- Teilmann, J., Tougaard, J., Miller, L. A., Kirketerp, T., Hansen, K., & Brando, S. (2006). Reactions of captive harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) to pinger-like sounds. *Marine Mammal Science*, 22(2), 240-260.
- Wahlberg, M., Linnenschmidt, M., Madsen, P. T., Wisniewska, D. M., & Miller, L. A. (2015). The acoustic world of harbor porpoises. *American Scientist*, 103(1), 36-53.
- Wahlberg, M., Delgado-García, L., & Kristensen, J. H. (2017). Precocious hearing in harbour porpoise neonates A Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology.
- Wisniewska, D. M., Ratcliffe, J. M., Beedholm, K., Christensen, C. B., Johnson, M., Koblitz, J. C., ... & Madsen, P. T. (2015). Range-dependent flexibility in the acoustic field of view of echolocating porpoises (*Phocoena phocoena*). *Elife*, 4, e05651