



Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2018

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

L.L. IJsseldijk, M.J.L. Kik, & A. Gröne

| WOt-technical report 150



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2018

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

Disclaimer WOt-publicaties

De reeks 'WOt-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOt-technical report 150 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2018

Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken

L.L. IJsseldijk, M.J.L. Kik & A. Gröne

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, mei 2019

WOt-technical report 150

ISSN 2352-2739

DOI: 10.18174/477075

Referaat

IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2019). *Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2018. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR. WOT-technical report 150. 34 blz.; 8 fig.; 3 tab.; 25 ref; 2 Bijlagen.

In dit jaarrapport worden de resultaten gepresenteerd van pathologisch onderzoek aan bruinvissen in 2018. In 2018 zijn 50 dode bruinvissen onderzocht; 32 mannelijke en 18 vrouwelijke, 16 volwassenen, 31 juveniel en 3 neonat. Er werd 1 mannelijke foetus gevonden. De meeste van de onderzochte bruinvissen waren gestorven door infectieziekten en aanvallen van grijze zeehonden (beide 28%), gevolgd door vermoedelijke bijvangst (16%).

Trefwoorden: bruinvissen, stranding, doodsoorzaakonderzoek, bijvangst, pathologie, histologie

Abstract

IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2019). *Post-mortem research on porpoises (Phocoena phocoena) from Dutch waters, 2018. Biological data, health status and causes of death*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical report 150. 34 p.; 8 Figs; 3 Tabs; 25 Refs; 2 Annexes.

This annual report present the results of post-mortem examinations of porpoises (*Phocoena phocoena*) in 2018. In 2018, 50 dead harbour porpoises were examined: 32 males and 18 females, including 16 adults, 31 juveniles and 3 neonates. Most of the harbour porpoises examined died as a result of infectious diseases and grey seal attacks (both 28%), followed by probable bycatch (16%).

Key words: harbour porpoises, stranding, cause of death, bycatch, pathology, histology

Foto omslag: Afdeling Multimedia, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht

© 2019 **Veterinair Pathologisch Diagnostisch Centrum**

Departement Pathobiologie, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht

Yalelaan 1, 3584 CL Utrecht

Tel. (+31) 6 244 556 98; E-mail: L.L.IJsseldijk@uu.nl

www.uu.nl/strandingsonderzoek

De reeks WOT-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research. De publicatie is te downloaden via www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

Onderzoek naar doodsoorzaken van gestrande bruinvissen wordt in Nederland uitgevoerd bij de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht. Naast het doodsoorzaakonderzoek worden tal van weefsels voor aanvullende onderzoeken verzameld, wat resulteert in tal van unieke, lopende onderzoeken aan bruinvissen in Nederland en daarbuiten. Deze rapportage behandelt alleen de in 2018 onderzochte dode bruinvissen die voor de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu zijn bestudeerd. Om dit onderzoek in de toekomst voort te kunnen blijven zetten, zullen wij afhankelijk zijn van het vrijwillige strandingsnetwerk, waarvan we de vrijwilligers heel dankbaar zijn voor hun inzet en enthousiasme in het melden en verzamelen van gestrande bruinvissen. Hierbinnen vallen tal van vrijwilligers, aangesloten bij een tiental organisaties, onder andere (in alfabetische volgorde): Dierenambulances, Ecomare, Eerste Hulp Bij Zeezoogdieren (EHBZ), Gul Egmond, Natuurcentrum Ameland, Stichting Dierenlot, Stichting ReddingsTeam Zeedieren (RTZ), Stichting SOS Dolfijn, Zeehondencentrum Pieterburen, Zeehondenopvang A Seal, Zeezoogdierenhulp kop van Goeree en Stichting Zeehondenopvang Terschelling. Daarnaast hebben gemeentes, strandvonders en politie bijdragen geleverd bij het melden, verzamelen en transporteren van gestrande dieren.

Lonneke IJsseldijk

Inhoud

Woord vooraf	5
Inhoud	7
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
2 Opdracht	15
3 Methoden	17
3.1 Macroscopisch onderzoek	17
3.2 Histologisch onderzoek	17
3.3 Aanvullend onderzoek	18
3.4 Categorieën doodsoorzaak	19
4 Resultaten	21
4.1 Herkomst en biologische gegevens	21
4.2 Doodsoorzaken	22
4.2.1 Infectieziekten	23
4.2.2 Bijvangst	23
4.2.3 Slachtoffer door aanval grijze zeehond	24
4.2.4 Verhongering	25
4.2.5 Vermagering	25
4.2.6 Overig	25
4.3 Aanvullende testen	26
4.3.1 Bacteriologie en mycologie	26
4.3.2 Parasitologie	27
5 Discussie en conclusie	29
Literatuur	33
Verantwoording	35
Glossary	37
Bijlage 1 Categorieën doodsoorzaak	39
Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2018	41

Samenvatting

Postmortaal onderzoek van bruinvissen, en andere gestrande walvisachtigen, vindt sinds december 2008 plaats bij het Veterinair Pathologisch Diagnostisch Centrum (VPDC) van het Departement Pathobiologie, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit is tot stand gekomen als gevolg van het 'Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (ASCOBANS)', dat sinds 1991 van kracht is.

Nederland heeft de verplichting zich in te zetten voor de instandhouding van de bruinvispopulatie in haar wateren. Hierbij hoort de opzet van een efficiënt systeem voor het verzamelen van gestrande dieren en het uitvoeren van volledig postmortaal onderzoek om (indien mogelijk) een doodsoorzaak vast te stellen, weefselmonsters te verzamelen voor verder onderzoek en de voedselsamenstelling te documenteren. Sinds 2016 is het postmortaal onderzoek geborgd in de Wettelijke Onderzoekstaak (WOt) 'Monitor bruinvis'. Monitoring van strandingsaantallen en onderzoek naar doodsoorzaken is noodzakelijk om de kennis te vergroten met betrekking tot de onderliggende factoren die populatie-trends verklaren en kan bijdragen aan het onderzoek naar veranderingen in distributie. Daarnaast worden de biologische gegevens van de onderzochte bruinvissen gedocumenteerd en weefsels veilig gesteld voor aanvullende onderzoeken.

In 2018 zijn 50 dode bruinvissen onderzocht; 32 mannetjes en 18 vrouwtjes, waaronder 16 volwassenen, 31 juveniel en 3 neonaat. Er werd één foetus gevonden. De meeste van de onderzochte bruinvissen waren gestorven door infectieziekten en aanvallen van grijze zeehonden (beide 28%). Longontsteking was de meest voorkomende diagnose. Bijvangst was de vermoedelijke doodsoorzaak van 16% van alle onderzochte bruinvissen, gevolgd door vermagering (10%), verhongering (6%) en (scherp) trauma (6%).

Doodsoorzaken verschilden van 2017, toen het percentage infectieziekte hoger lag (36%) en aanvallen van grijze zeehonden lager (18%), maar kwamen overeen met voorgaande jaren. Het lijkt erop dat vooral het aantal volwassen dieren dat per jaar onderzocht wordt, de verdeling van doodsoorzaken beïnvloedt. Volwassen bruinvissen zijn altijd oververtegenwoordigd geweest in de 'ziekte' categorie, terwijl jongere bruinvissen meer lijken te sterven door bijvangst en aanvallen van een grijze zeehond. Wanneer er dus meer volwassen dieren worden onderzocht, ligt het percentage infectieziekten hoger dan wanneer er minder volwassen dieren worden onderzocht.

Sinds 2015 ligt daarnaast de focus van het postmortaal onderzoek op onderzoek naar voornamelijk (hele) verse bruinvissen. Buitentemperatuur heeft echter een grote invloed op de rottingsstatus van kadavers, waarbij bruinvissen in koude maanden langer 'vers' blijven dan zomers. Hierdoor is het aanbod in de zomermaanden vele malen lager ten opzichte van de wintermaanden, terwijl piek-strandingsaantallen juist in de zomer liggen. Extrapolatie van de onderzoeksbevindingen naar de populatie kunnen dan ook niet betrouwbaar worden gedaan. Desalniettemin is de doodsoorzaak 'bijvangst' bij acht bruinvissen gediagnosticeerd. In 2018 zijn daarnaast drie bruinvissen gevonden die mogelijk stierven door scherp trauma, zoals een schroef: een door mensen geïnduceerde doodsoorzaak die in voorgaande jaren maar enkele keren gesteld werd. ASCOBANS en haar partijen streven ernaar om het percentage van de bruinvispopulatie dat sterft als een resultaat van menselijk handelen terug te krijgen naar 0%; dat wordt nu nog overschreden.

Summary

Since December 2008 the Veterinary Pathology Diagnostic Centre at Utrecht University's Department of Pathobiology has been carrying out post-mortem examinations of harbour porpoises and other stranded cetaceans. These examinations are carried out for the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality under the Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (ASCOBANS), which came into force in 1991.

As a signatory to ASCOBANS, the Netherlands has undertaken to work to achieve a favourable conservation status for harbour porpoises in its national waters. This includes setting up an efficient system for retrieving stranded animals and conducting full post-mortem examinations to establish (if possible) the cause of death, to collect tissue samples for further studies and to collect stomachs for diet analysis. Since 2016 the post-mortem examinations have been conducted under the 'Harbour Porpoise Monitoring' Statutory Research Task. Monitoring of strandings and post-mortem examinations into the causes of death are carried out to improve understanding of the factors underlying population trends. Moreover, the results can be useful for studies into changes in population distributions. The biological data on the animals are recorded and tissue samples archived for further study.

In 2018, 50 harbour porpoises were examined: 32 males and 18 females, of which 16 were adults, 31 juveniles and 3 neonates. One foetus was found. Most of the harbour porpoises examined died from infectious diseases or were killed in attacks by grey seal (both 28%). Pneumonia was the most common diagnosis. Bycatch was the probable cause of death in 16% of all the harbour porpoises examined, followed by emaciation (10%), starvation (6%) and (sharp) trauma (6%).

The causes of death differed from 2017, when the percentage of animals dying of infectious diseases was higher (36%) and attacks by grey seal lower (18%), but were similar to previous years. It seems that the distribution of deaths between categories is influenced primarily by the number of adult animals investigated in a year. Adult harbour porpoises have always been over-represented in the 'sick' category, whereas younger porpoises seem more likely to die as a result of bycatch and attacks by grey seal. This means that when more adult animals are examined, the percentage of deaths caused by infectious diseases is higher than when fewer adult animals are examined.

Since 2015 most of the post-mortem examinations have been on recently or freshly dead harbour porpoises. However, ambient temperature has a major influence on the state of decomposition of carcasses, with porpoises remaining 'fresh' for longer in the cold months than in the summer. As a result, the supply of carcasses is much lower in the summer months, and yet this is the period when most animals strand. The post-mortem examination results cannot therefore be extrapolated reliably to the whole population. Nevertheless, 'bycatch' was diagnosed as the cause of death in eight harbour porpoises. In 2018 three harbour porpoises were recovered that may have died as a result of sharp trauma, such as wounding by a propeller: another human-induced cause of death which in previous years was diagnosed in only a few cases. The ASCOBANS Parties endeavour to reduce the percentage of human-induced causes of death among the harbour porpoise population to zero. The current figure is still above this target.

1 Inleiding

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel voorkomende bewoner van de Noordzee (Camphuysen & Peet 2006; Geelhoed *et al.* 2013, Geelhoed & Scheidat 2018) en grootschalige tellingen hebben de aantallen rond de 350.000 individuen geschat (Hammond *et al.* 2002), waarvan – afhankelijk van het seizoen – tussen de 26.000 en 85.000 dieren in het Nederlands deel van de Noordzee voorkomen (Geelhoed *et al.* 2013, Geelhoed & Scheidat 2018). Dit zijn grote aantallen in vergelijking met tientallen jaren geleden en de bruinvis is tussen 1960-1980 zelfs helemaal weggeweest (Camphuysen 2004; Camphuysen 2011; Haelters *et al.* 2011). Waarnemingen begonnen echter vanaf de jaren negentig weer sterk toe te nemen (Camphuysen & Siemensma 2011) en dit ging gepaard met een toename in strandingsaantallen. Nederland kende tot op heden twee piek-strandingsjaren, waarbij in zowel 2011 als 2013 bijna 900 individuen dood gevonden werden, maar gemiddeld telt een jaar zo'n 600 strandingen (Keijl *et al.* 2016).

Bruinvissen zijn beschermd binnen zowel nationale als internationale wetten en verdragen (bijvoorbeeld: ASCOBANS; European Union Habitats Directive; Marine Strategy Framework Directive and Common Fisheries Policy; OSPAR convention). Voor de Habitatrichtlijn en ook binnen de ASCOBANS-overeenkomst heeft Nederland de verplichting om zich in te zetten voor de instandhouding van de bruinvispopulatie in Nederlandse wateren (Richtlijn 92/43/EEG en ASCOBANS Agreement Text, 1992). Binnen ASCOBANS is gesteld dat het percentages 'antropogene verwijdering' <1,7% van de populatie dient te liggen om geen significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te hebben en gestreefd wordt naar 0%. Onder antropogene bedreigingen valt bijvoorbeeld sterfte als gevolg van bijvangst door visserij, maar ook vervuiling. Recentelijk groeit ook de bezorgdheid over de effecten van onderwatergeluid. Met de huidige plannen om de windenergie-sector op zee de komende jaren sterk uit te breiden (Rijkswaterstaat, 2016) zal onderzoek naar de effecten van verstoring en schade door geluid belangrijker worden om deze in kaart te brengen en te mitigeren.

Bruinvissen staan bovenaan de voedselketen in de Noordzee en worden gezien als indicatorsoort voor hun leefgebied (Peltier *et al.* 2013). Veranderingen binnen het leefgebied zullen een effect hebben op individuen en daarmee uiteindelijk de populatie. Door de grote aantallen waarin bruinvissen voorkomen en de grote kans dat gestrande dieren worden gevonden en gerapporteerd, zullen veranderingen in strandingsaantallen en doodsoorzaken mogelijk tijdig worden opgemerkt. Dit geeft de mogelijkheid om spoedig maatregelen te treffen, wanneer bepaalde bedreigingen toenemen of nieuwe bedreigingen ontstaan. Monitoring van strandingsaantallen en onderzoek naar doodsoorzaken is noodzakelijk om de kennis te vergroten voor de onderliggende factoren die populatietrends verklaren en kan bijdragen aan het onderzoek naar veranderingen in distributie. Om die reden is er een efficiënt systeem voor het verzamelen van gestrande dieren en het uitvoeren van volledig postmortaal onderzoek om (indien mogelijk) een doodsoorzaak vast te stellen, weefselmonsters te verzamelen voor verder onderzoek en de voedselsamenstelling te documenteren.

Postmortaal onderzoek van bruinvissen, en andere gestrande walvisachtigen, vindt sinds december 2008 plaats bij het Veterinair Pathologisch Diagnostisch Centrum (VPDC) van het Departement Pathobiologie, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Sinds 2016 behoort het postmortaal onderzoek bij de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research. Van 2016 tot en met 2020 is financiering gegarandeerd, onder toezicht van Wageningen Marine Research (WMR). In dit jaarrapport wordt een overzicht gegeven van het in 2018 uitgevoerde postmortaal onderzoek van bruinvissen.

2 Opdracht

Jaarlijks wordt postmortaal onderzoek verricht naar ongeveer 50 verse gestrande bruinvissen. Het hoofddoel van het onderzoek is het vaststellen van de doodsoorzaken van de onderzochte bruinvissen. Hier rapporteren we ook de biologische gegevens van de bruinvissen (geslacht en leeftijdsklasse) en hun fysieke condities; beide in relatie tot de doodsoorzaak.

Daarnaast worden van de onderzochte bruinvissen weefsels verzameld waarmee aanvullende onderzoeken kunnen worden uitgevoerd. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de maag voor dieetonderzoek en huid, lever, nier en spier voor contaminantenonderzoek (beide onderzoeken worden uitgevoerd in samenwerking met Wageningen Marine Research). Ingevroren stukjes weefsel van (verse) bruinvissen worden in een weefselbank opgeslagen. Weefsels zijn in overleg beschikbaar voor aanvullende onderzoeken.

3 Methoden

Bij een melding van een levende bruinvis die op het strand komt te overlijden, of van een verse dood gevonden bruinvis, neemt het vrijwillige strandingsnetwerk contact op met de Universiteit Utrecht. Transport van het karkas is binnen 24 uur na melding gerealiseerd, zodat de autopsie zo snel als praktisch en logistiek mogelijk kan plaatsvinden. De autopsies zijn uitgevoerd volgens eerder beschreven protocollen en methoden (Kuiken & García-Hartmann 1993; Begeman *et al.* 2014) en bestaan uit een uitwendig en een inwendig onderzoek. Tijdens de autopsies zijn monsters genomen en gefixeerd voor histologisch onderzoek om de doodsoorzaak te bepalen. Tevens zijn monsters voor onder ander bacteriologisch en virologisch onderzoek verzameld om aanvullend onderzoek naar pathogenen uit te voeren.

3.1 Macroscopisch onderzoek

Bruinvissen zijn bij aankomst gewogen en gemeten en het geslacht is bepaald. Dieren zijn ingedeeld in drie leeftijdsklassen op basis van hun totale lengte: neonat <90 cm, juveniel 90-130 cm of volwassen >130 cm. Strandingsgegevens, bestaande uit de locatie en datum, zijn genoteerd. Ieder dier is volledig gefotografeerd. Daarbij is voor ieder dier gecontroleerd of er uitwendige tekenen waren van ziekte (bijvoorbeeld huid laesies), interactie met andere soorten (bijvoorbeeld bijtonden van zeehonden of vossen, cq. Leopold *et al.* 2015 en IJsseldijk & Geelhoed 2016) of kenmerken wijzend op bijvangst (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van netafdrukken; Bernaldo de Quirós *et al.* 2018). Dit is beschreven en fotografisch vastgelegd, en waar nodig bemonsterd.

Bij ieder dier is de staat van ontbinding bepaald. De staat van ontbinding is in vijf categorieën onderverdeeld (Decomposition Condition Code, DCC) met 1 (heel vers) tot en met 5 (in verre gaande staat van ontbinding). Ook is de voedingstoestand bepaald. Voedingstoestand is af te leiden van de blubberdikte en spiermassa, gezamenlijk met de aanwezigheid van inwendig vet. Naar aanleiding van deze metingen en observaties is er een Nutritive Condition Code (NCC) per bruinvis genoteerd, met 1 (zeer goed) tot en met 6 (zeer slecht).

Tijdens het inwendige onderzoek zijn alle aanwezige organen bekeken, beoordeeld, beschreven en bemonsterd (zie: Begeman *et al.* 2014).

3.2 Histologisch onderzoek

Tijdens de autopsie zijn monsters voor histologisch onderzoek verzameld en gefixeerd. De standaard bemonsterde weefsels (indien aanwezig) zijn: huid, rugspier, hersenen, ogen, slokdarm, trachea, thymus, schildklier, longen en bijbehorende lymfeknoop, hart, magen, milt, pancreas, lever, bijnieren, nieren, darm en bijbehorende lymfeknoop, urineblaas, melkklier, geslachtsorgaan en bijbehorende lymfeknoop, en in geval van dracht placenta, navelstreng en organen van de foetus (voor zover mogelijk). Laesies zijn extra bemonsterd.

Formaline gefixeerd materiaal is volgens standaardprocedure in paraffine ingebed en gesneden, waarna de coupes zijn gekleurd met hematoxyline en eosine (H&E). Een erkend veterinaire patholoog beoordeelt de coupes om eventuele afwijkingen op celbasis vast te stellen. Om verdere afwijkingen vast te stellen behoren extra kleuringen (immunohistochemie) en ontkalking van benig materiaal en de beoordeling hiervan tot het histologisch onderzoek.

3.3 Aanvullend onderzoek

Wanneer er aan de hand van het histologisch onderzoek een verdenking van een bacteriologische, virologische of mycotische infectie ziekten is, is per casus beoordeeld of aanvullend onderzoek noodzakelijk en mogelijk is om de etiologische agent verder te typeren. Wanneer infecties geassocieerde pathologie hebben die direct gerelateerd is aan de doodsoorzaak, is aanvullend onderzoek ingesteld. Daarnaast is er van een aantal afwijkingen die meermaals gediagnosticeerd worden, zoals bijvoorbeeld bepaalde huidontstekingen, aanvullend onderzoek ingezet om de oorzaak te achterhalen. Deze afwijkingen waren op zichzelf staand geen doodsoorzaak, maar wel een teken van een verminderde gezondheidsstatus van het dier. In de volgende paragrafen volgt een beschrijving van het bacteriologisch, mycologisch en virologisch onderzoek. Een overzicht van geteste dieren is te vinden in Tabel 1. Daarnaast is tijdens de autopsie de mate van parasitaire infectie gedocumenteerd, alsmede de prevalentie en ernst van deze infectie.

Tabel 1: Aanvullende testen na histologisch onderzoek

Onderzoek	Organen	Aantal dieren
Bacteriologisch	Long	5
	Lever	5
	Huid	5
	Milt	4
	Maag	3
	Brein	2
	Darm	2
	Nier	2
	Hart	1
	Lymfe knoop	1
Mycologisch	Long	2
	Brein	1

Bacteriologie

Voor bacteriologisch onderzoek is het verzamelde materiaal op twee bloedagarplaten en één MacConkeyagarplaat gesmeerd. Eén bloedagarplaat is anaeroob bebroed (2x24h bij 37°C), de andere bloedagarplaat en MacConkeyplaat zijn aeroob bebroed (2x24h bij 37°C). Bij hersen- en longweefsel is daarnaast een extra plaat ingezet (zgn. chocoladeplaat); deze is microaërofiel 2x48h bij 37°C bebroed. Bij darminhoud is ook een zogenoemde BGA-plaat ingezet voor onderzoek op Salmonella. Alle platen zijn dagelijks beoordeeld op bacteriegroei door een erkend microbioloog. Verdachte kolonies zijn geïdentificeerd met behulp van MALDI-TOF. Bacteriologisch onderzoek is uitgevoerd bij het Veterinair Microbiologisch Diagnostisch Centrum van de Faculteit Diergeneeskunde (VDMC).

Daarnaast is aandacht besteed aan het identificeren van bacteriële zoönosen. Brucellosis is een bacteriële infectie die steeds vaker wordt gevonden in zeezoogdieren. Sommige *Brucella spp.* zijn onder andere in staat om zoönotische infecties bij mensen te veroorzaken en abortus in vee te induceren. *Brucella ceti* in bruinvissen is eerder geïsoleerd uit verschillende organen, waaronder long, verschillende lymfeknopen en geslachtsorganen, maar ook uit longwormen verzameld uit de luchtwegen van bruinvissen (o.a. Dagleish *et al.* 2008; Maio *et al.* 2014; IJsseldijk *et al.* 2017). In een studie naar het voorkomen van *Brucella spp.* infectie in bruinvissen gestrand in Nederland tussen 2008-2011 is een prevalentie van 6,3% vastgesteld (Maio *et al.* 2014). Door de potentieel zoönotische aard van deze infectie en het contact tussen (levend) gestrande bruinvissen en strandgangers, evenals vrijwilligers van het strandingsnetwerk, is bij verdenking van deze infectie extra onderzoek ingesteld.

Mycologie

Voor mycologisch onderzoek is het verzamelde materiaal op een Sabouraud Agar en een Maltagarplaat gesmeerd. Deze zijn maximaal tien dagen bebroed bij 30°C. De platen zijn om de dag beoordeeld op schimmelgroei door een erkend microbioloog. Verdachte kolonies zijn geïdentificeerd op basis van fenotypische kenmerken en microscopisch onderzoek. Mycologisch onderzoek is uitgevoerd bij het Veterinair Microbiologisch Diagnostisch Centrum van de Faculteit Diergeneeskunde.

Parasitologie

Parasieten zijn veel voorkomend in bruinvissen, vooral naarmate dieren ouder worden, met een zeer hoge prevalentie in volwassen dieren (Ten Doeschate *et al.* 2017). Het voorkomen van parasieten in longen, lever, maag en oren is standaard gedocumenteerd op semi-kwantitatieve schaal: geen, mild, middelmatig en ernstig. De aan- of afwezigheid van externe parasieten op de huid, of in huidplooiën (o.a. wonden en genitale opening) is tevens standaard gedocumenteerd. De beoordeling van de geassocieerde pathologie in de longen, de lever en de magen is onderdeel van het histologisch onderzoek.

3.4 Categorieën doodsoorzaak

De combinatie van alle uitwendige en inwendige bevindingen, resultaten van het histopathologisch onderzoek en het eventueel uitgevoerde aanvullend onderzoek resulteert per casus in een conclusie en het vaststellen van een waarschijnlijke doodsoorzaakcategorie. Daarnaast worden hier relevante additionele bevindingen gerapporteerd. Om vergelijking met voorgaande jaren te kunnen maken, is gebruik gemaakt van verschillende categorieën, gebaseerd op de opgedane kennis in voorgaande jaren: bijvangst, slachtoffer door aanval van grijze zeehond, infectie ziekten, verhongering, vermagering, overig en onbekend. De volledige omschrijving van deze categorieën doodsoorzaak staat in Bijlage 1.

4 Resultaten

4.1 Herkomst en biologische gegevens

Uit alle kustprovincies van Nederland zijn bruinvissen ontvangen, met de meeste dieren uit Zeeland (n=19), Noord-Holland (n=12) en Zuid-Holland (n=10). Van de Waddeneilanden zijn 7 bruinvissen onderzocht (waarvan 3 van Texel, 3 van Terschelling en 1 van Ameland). Van het vasteland van Friesland kwamen twee dieren (Figuur 1, Bijlage 2).



Figuur 1: Herkomst onderzochte bruinvissen 2018 (n=50)

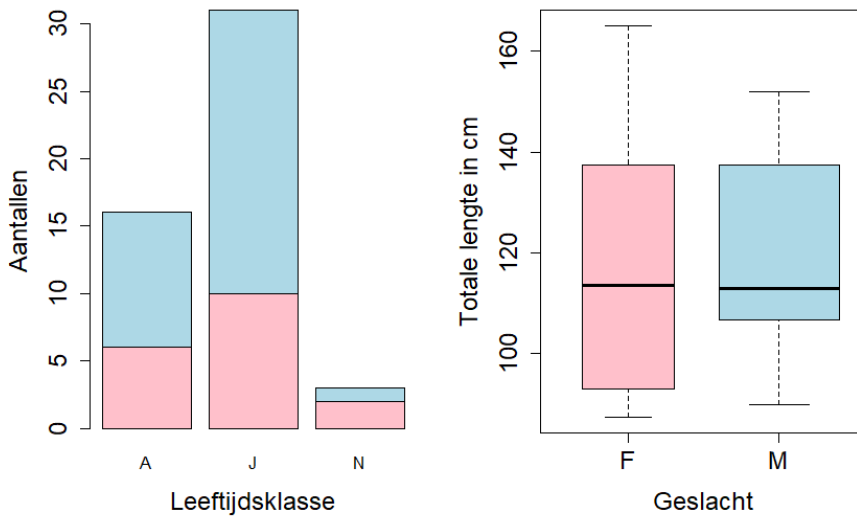
Het grootste deel van de onderzochte dieren werd niet ingevroren voorafgaand aan de autopsie (84%) en bestond uit zeer vers (DCC1, 10%) en verse (DCC2, 54%) bruinvissen. De overige (36%) waren minder verse dieren, waarbij histopathologie dan ook beperkt mogelijk was. De lichaamsconditie (NCC) varieerde van NCC1-NCC6 en hing vaak samen met de doodsoorzaken van dieren (Bijlage 2).

In totaal zijn 16 volwassen bruinvissen onderzocht, 31 juveniele dieren en 3 neonaten. De verdeling naar geslacht was 32 man en 18 vrouw. De verdeling man/vrouw binnen de verschillende leeftijds-klasse is niet geheel gelijk: er zijn meer mannelijke juveniele dieren gevonden (Figuur 2 & 3).

De neonaten (n=3) zijn gevonden in juni en juli, waren gemiddeld 89 cm lang en gemiddeld 10,4 kg zwaar. Juveniele en volwassen dieren zijn gedurende het hele jaar gevonden. Juveniele dieren (n=31)

hadden een gemiddelde totale lengte van 109 cm. De maximale totale lengte in de groep juvenielen was een vrouwelijk dier van 130,5 cm. Volwassen vrouwtjes (n=6) waren gemiddeld 148,8 cm lang en mannelijke dieren (n=10) waren kleiner, met 144 cm. Eén volwassen vrouwelijke bruinvis was drachtig en de foetus, gevonden in de maand december was een man, 31 cm lang.

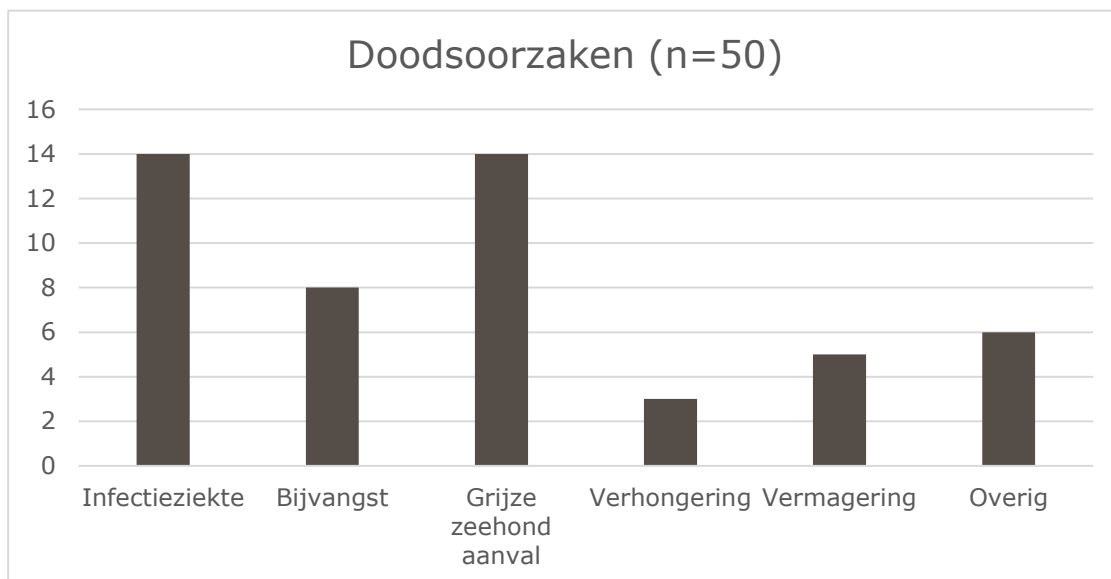
Leeftijds- en geslachtsverdeling



Figuur 2: Leeftijds- en geslachtsverdeling (links) en lengte per geslacht (rechts). A=volwassen, J=juveniel, N=neonaat, F=vrouwelijk, M=mannelijk. De roze kolommen zijn de vrouwelijke dieren; de blauwe kolommen zijn de mannelijke dieren. Kolom dikte van de boxplot representeert de monstergrootte.

4.2 Doodsoorzaken

Postmortaal onderzoek in 2018 van 50 casussen heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren gestorven waren door een infectieziekten (28%) en aanvallen van grijze zeehonden (28%), gevolgd door bijvangst (16%) (Figuur 3).



Figuur 3: Categorieën doodsoorzaak van onderzochte bruinvissen (n=50) in 2018.

4.2.1 Infectieziekten

Veertien bruinvissen (28%) vallen in de categorie infectieziekten. Dit waren acht volwassen dieren (50% van alle onderzochte volwassen bruinvissen) en zes juveniele dieren (19% van alle onderzochte juveniele bruinvissen).

De meest voorkomende diagnose in deze categorie was longontsteking: bij dertien bruinvissen is dit gerelateerd aan de strandings/doodsoorzaak (UT1645, UT1646, UT1650, UT1651, UT1659, UT1703, UT1704, UT1707, UT1710, UT1715, UT1721, UT1723, 1724), waarbij in alle casussen parasieten aanwezig waren, soms in combinatie met een bacteriële of mycotische infectie (n=5; UT1645 UT1646, UT1704, UT1710 en UT1715). Eén dier had ook een longvliesontsteking (UT1646).

Huidontstekingen werden in acht casussen gediagnosticeerd (UT1645, UT1650, UT1651, UT1704, UT1710, UT1715, UT1717, UT1721), waarbij etiologie bij zes casussen vermoedelijk viraal was en bij de twee andere bacterieel (UT1717 en UT1650). Daarnaast zijn bij zeven bruinvissen uitwendige tekenen van eerdere aanvallen van grijze zeehonden gezien, maar wonden waren compleet geheeld (littetekens) of van vermoedelijk zeer geringe significantie (UT1645, UT1646, UT1651, UT1703, UT1707, UT1715, UT1717). Significante ontstekingen zijn verder gevonden in lever van drie bruinvissen (UT1645, UT1646 en UT1659), van gedeeltelijk parasitaire en bacteriële aard; in hartspier van één casus (UT1717) door een bacteriële infectie en in brein van één casus (UT1703) door een schimmelinfectie. Verder zijn ontstekingen in mond, slokdarm en maag aangetroffen bij vier bruinvissen (UT1651, UT1704, UT1710 en UT1721). UT1651 had tevens een gebroken kaak en bij UT1650 zijn tevens tekenen van acute verhogering gevonden (vervetting van de lever), mogelijk gerelateerd aan een tandvleesontsteking die het dier had.

4.2.2 Bijvangst

Acht bruinvissen (16%) vallen in de categorie bijvangst, met: hoogstwaarschijnlijk bijvangst (n=6; UT1652, UT1653 UT1687, UT1694, UT1705 en UT1711), waarschijnlijk bijvangst (n=2, UT1657 en UT1683) en mogelijk bijvangst (geen cases in 2018). Dit waren vijf juveniele dieren en drie volwassenen, waaronder zes mannen en twee vrouwen. Dieren zijn gevonden in de maanden maart (n=3), juli (n=2), augustus (n=2) en september (n=1).

Bij de bruinvissen in de categorie 'hoogstwaarschijnlijk bijvangst' zijn duidelijke en overtuigende externe kenmerken van bijvangst waargenomen. In de magen van deze dieren zat inhoud¹, o.a. (deels) onverteerde vis (UT1652, UT1653, UT1705), otolieten (UT1687) of melk (UT1694), met uitzondering van UT1711, die een op het oog lege maag had. Bij deze casussen zijn geen andere significante andere afwijkingen gevonden en dus geen andere waarschijnlijke doodsoorzaak op basis van macroscopisch en microscopisch onderzoek. Daarnaast waren alle casussen in goede tot middelmatige voedingstoestand (op basis van blubber diktes). Additionele bevindingen bij deze casussen waren (gedeeltelijk) parasitaire long ontstekingen (UT1652, UT1653, UT1705, UT1711) en huidontstekingen vermoedelijk als gevolg van virale infecties (UT1653, UT1711). Daarnaast zijn littetekens, vermoedelijk als gevolg van een eerdere ontsnapping aan een grijze zeehond gezien bij drie cases (UT1652, UT1653 en UT1705). Hierbij zijn geen geassocieerde ontstekingen gevonden.

UT1657 was beschadigd (door o.a. aaseters) waardoor externe beoordeling van netafdrukken bemoeilijkt werd. Er zijn geen tekenen van ziekte gevonden en het dier leek verder gezond. Daarnaast had het zeer recent nog gegeten. Deze bevindingen passen bij de diagnose 'bijvangst', maar omdat externe kenmerken niet meer konden worden beoordeeld viel deze bruinvis in de categorie 'waarschijnlijk bijvangst'. UT1683 is met een net om zijn staart aangetroffen (Figuur 4) maar verkeerde in verdere staat van ontbinding waardoor aanvullend onderzoek (o.a. histologisch) niet mogelijk was en andere oorzaken, zoals ziekte, niet konden worden uitgesloten. Ook dit dier viel in de categorie 'waarschijnlijk bijvangst'.

¹ Gerapporteerde bevindingen zijn op basis van observaties tijdens de autopsies. Uitgebreid dieetonderzoek wordt uitgevoerd door Dr. M.F. Leopold (Wageningen Marine Research) en elders gerapporteerd.



Figuur 4: UT1683 op de sectietafel met visnet om staartvin

4.2.3 Slachtoffer door aanval grijze zeehond

Veertien bruinvissen (28%) vielen in de categorie 'slachtoffer door aanval grijze zeehond'. Deze categorie kan worden opgesplitst in twee groepen: bruinvissen die acuut overlijden door een aanval van een grijze zeehond en bruinvissen die later als gevolg van bijtonden stierven (zogenoemde 'chronisch'). De acute gevallen tonen grote mutilaties met bijtonden. In 2018 kwamen de externe wonden bij acht dieren overeen met wonden die veroorzaakt worden door een grijze zeehond in een predatie-aanval (UT1655, UT1656, UT1665, UT1720, UT1722, UT1731, UT1732, UT1733, zie ook Leopold *et al.* 2015). Dieren waren in goede tot middelmatige voedingstoestand en zijn in december (n=5) en maart (n=2) en juli (n=1) gevonden. Het waren zeven juveniele dieren en één volwassen; vijf mannen en drie vrouwen. Eén casus daarvan (UT1656) had naast acute verwondingen, ook chronische, ontstoken bijtonden met histologisch necrose van het weefsel (UT1656). Dit dier is vermoedelijk eerder door een grijze zeehond gebeten, had deze aanval overleefd, maar is later nogmaals door een zeehond aangevallen met fatale afloop (Figuur 5).



Figuur 5: Gestrande bruinvis met kenmerkende scherpe mutilaties, passend bij een aanval door een grijze zeehond, en chronische bijtonden op staartstuk, aangegeven met de pijlen (zie ook: Leopold *et al.* 2015) (UT1656).

Zes andere bruinvissen stierven als gevolg van bijtonden (subacuut; UT1648, UT1662, UT1693, UT1709, UT1714 en UT1716). Deze dieren overleden door infectie van de bijtwond of als gevolg van de beet, of door vermagering (zie Bijlage 1 en beschrijving in Leopold *et al.* 2015). Dit waren alle zes juveniele dieren, vier mannelijk en twee vrouwelijk. Alle zes hadden ernstige huidontstekingen,

daarnaast ook longontsteking (UT1648, UT1662, UT1714, UT1716), ontstekingen in slokdarm en maag (UT1693, UT1709), ontstekingen in brein (UT1648, UT1716), ontstekingen in hartspier (UT1648) en lever (UT1716). Aanvullende bevindingen bij deze casussen waren leververvetting als indicatie voor acute verhogering en calcificaties in urineleiders (UT1709) en huidontstekingen door mogelijk virale oorzaak (UT1693, UT1709, UT1714). UT1716 had een vergroeide borstvin als gevolg van een ontstoken bijtwond, met onderliggend ernstige botwoekering en ontsteking (Figuur 6).



Figuur 6: Bruinvis met verdikking in linker borstvin als gevolg van een eerdere bijtwond, met uitgebreide botwoekering en ontsteking (UT1716).

4.2.4 Verhogering

Drie bruinvissen waren verhogerd (6%, UT1692, UT1695 en UT1706). Eén dier was een neonaat, gevonden in de maand juli. Histologische vervetting van de lever was een indicatie voor acute verhogering bij dit dier. De andere twee casussen in deze categorie waren juveniele dieren gevonden in de maand augustus. Beide hadden goede blubberdiktes (respectievelijk gemiddeld 19 en 14 mm), maar stierven door acute verhogering. Bij één bruinvis kwam dit vermoedelijk door een kaakfractuur (UT1695) en bij de andere door ontstekingen in de slokdarm en maag (UT1706). Ook hier was histologische leververvetting de indicatie voor acute verhogering als doodsoorzaak.

4.2.5 Vermagering

Vijf bruinvissen waren ernstig vermagerd maar de oorzaak van de vermagering bleef onbekend (10%, UT1654, UT1660, UT1664, UT1708, UT1725). Casussen zijn gevonden in maart (n=2), juli (n=1) en augustus (n=2). Er zijn macroscopisch en histologisch geen significante tekenen van infectieziekten gevonden. Wel hadden drie casussen ulceraties in de slokdarm (UT1654) en maag (UT1660 en UT1708), wat eten pijnlijk kan hebben gemaakt en daarmee mogelijk bijgedragen kan hebben aan de vermagering. Gemiddelde blubberdiktes van deze dieren lagen tussen de 4 en 11 mm.

4.2.6 Overig

Zes dieren konden niet in bovenstaande categorieën worden ingedeeld (12%). Dit waren twee levend gestrande, geëthanaseerde² dieren (UT1647, UT1658). Levend stranden is voor walvisachtigen veelal fataal, waarbij ze vrij snel spierschade oplopen doordat ze in het water de zwaartekracht niet gewend zijn waarmee ze te maken krijgen wanneer ze op het strand liggen (Herráez *et al.* 2013). Bij UT1647 is geen indicatie gevonden waarom het dier levend strandde. Het was een juveniel, mannelijk dier in goede voedingstoestand dat in februari op Texel strandde. UT1658 had een kaakfractuur en bloedingen in het ruggenmerg en de grote hersenen, wat duidt op stomp trauma.

Bij drie andere dieren binnen deze categorie (UT1661, UT1712, UT1713) zijn indicaties van scherp trauma gevonden waarbij blubber, orgaanweefsel en botweefsel beschadigd waren (Figuur 7). Er zijn geen bijtonden op deze dieren aangetroffen. Bij twee dieren kon door middel van histologie worden bevestigd dat scherp trauma de doodsoorzaak was (UT1661 en UT1713), bij één dier bleef dat onduidelijk (UT1712) maar is geen andere doodsoorzaak gediagnosticeerd.

²Euthanasie van gestrande bruinvissen wordt uitgevoerd door een dierenarts na consult bij Stichting SOS Dolfijn. De auteurs van deze rapportage hebben geen rol bij deze besluitvorming.

De doodsoorzaak van één volwassen mannelijk dier die al in staat van ontbinding verkeerde (DCC4), bleef onbekend.



Figuur 7. Scherpe wond door huid, spierweefsel en ruggenwervels van UT1661, waarbij je rechts het snijvlak rond de wond ziet met in het midden van de blubber laag bloeditstortingen (aangegeven met de witte pijlen).

4.3 Aanvullende testen

4.3.1 Bacteriologie en mycologie

Aanvullend onderzoek naar pathogenen toonde vijftien verschillende bacteriesoorten (Tabel 2). Er zijn geen schimmels gekweekt. Gekweekte organen waaruit deze bacteriën kwamen, hadden geassocieerde pathologie en waren daarmee gerelateerd aan de doodsoorzaak. *Salmonella sp.* en *Brucella sp.* hebben een zoönotische potentie.

Tabel 2: Uitslagen bacteriologisch- en mycologisch onderzoek 2018

Micro-organisme	Orgaan	Aantal dieren
<i>Actinomyces sp.</i>	Huid	1
<i>Arcanobacterium sp.</i>	Huid	2
<i>Bacillus sp.</i>	Huid	1
	Lever	1
	Long	1
<i>Brucella ceti</i>	Long	1
<i>Clostridium sp.</i>	Long	2
<i>Corynebacterium sp.</i>	Long	1
<i>Edwardsiella tarda</i>	Blubber	1
<i>Moellerella wisconsensis</i>	Huid	1
<i>Nocardia farcinica</i>	Darm	1
	Hersenen	1
	Maag	1
<i>Salmonella sp.</i>	Long	2
<i>Serratia liquefaciens</i>	Huid	1
<i>Staphylococcus sp.</i>	Hart	1
	Long	1
	Milt	1
<i>Streptococcus sp.</i>	Huid	1
	Long	1
<i>Vibrio sp.</i>	Long	4

4.3.2 Parasitologie

In Tabel 3 is een overzicht te vinden van de parasietenbelasting in juveniele en volwassen bruinvissen. De meeste parasieten zijn gevonden in de oren en gehoorgangen, wat voorkwam bij 77% (24/31), met middelmatige tot ernstige hoeveelheden in 54% daarvan (13/24). Daarna volgende infectie van de longen, met aanwezigheid van nematoden in 64% (31/50), met middelmatige tot ernstige hoeveelheden in 58% daarvan (18/31). Parasieten in de maag(wand) en lever kwamen minder vaak voor (41% en 15% respectievelijk), met lage hoeveelheden. Bij één casus is een lintworm aangetroffen (UT1662). Walvisluizen zijn in vijf casussen aangetroffen (UT1648, UT1705, UT1706, UT1709 en UT1711); alle in actieve, ontstoken huidlaesies.

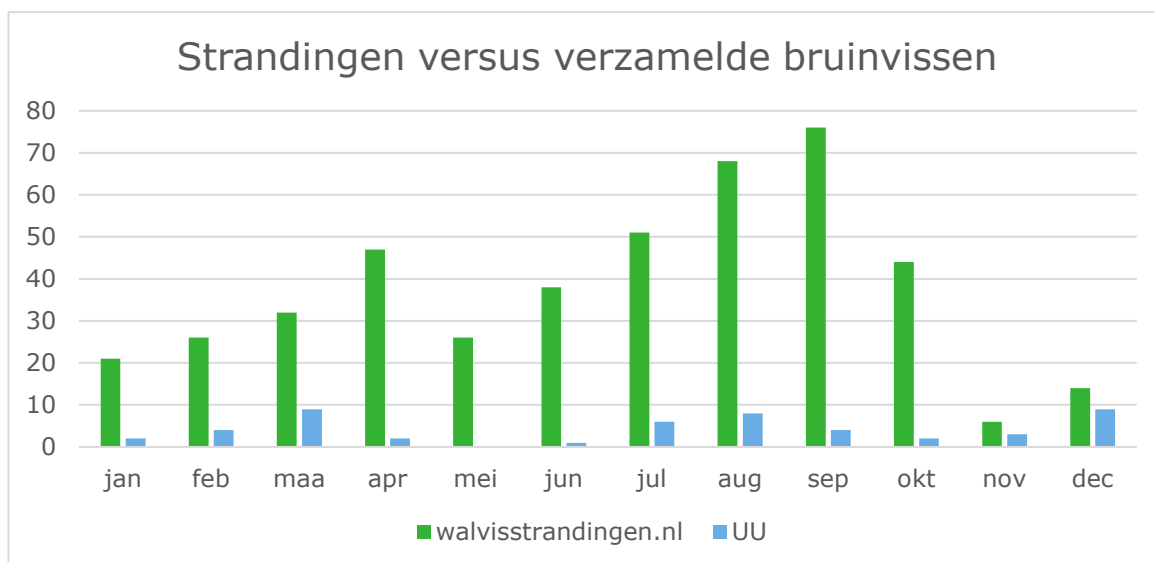
Tabel 3: Parasieten in bruinvissen 2018

Infectie	Maag (n=49)	Longen (n=50)	Lever (n=50)	Oor en gehoorgang (n=31)
Geen	29	18	42	7
Mild	9	14	6	11
Middelmatig	8	11	2	7
Ernstige	3	7	0	6

5 Discussie en conclusie

Postmortaal onderzoek in 2018 van 50 bruinvissen heeft uitgewezen dat de meeste van de onderzochte dieren gestorven waren door een infectieziekten en aanvallen van grijze zeehonden (beide 28%), gevolgd door bijvangst (16%). Daarnaast stierven drie bruinvissen als gevolg van vermagering (10%), verhongering (6%) en trauma (6%). Twee bruinvissen waren geëuthanaseerd (4%) en de doodsoorzaak van één bruinvis bleef onbekend.

Het jaar 2018 telde een totaal van 449 gestrande, dode bruinvissen, wat het een relatief rustig jaar maakt. Guido Keijl (Naturalis, Leiden) houdt strandingsaantallen bij op www.walvisstrandings.nl. Door de grote aantallen waarin bruinvissen voorkomen en de grote kans dat gestrande dieren worden gevonden en gerapporteerd, kunnen veranderingen in strandingsaantallen tijdig worden opgemerkt. In 2018 zijn voornamelijk in de maanden januari tot en met maart opvallend weinig gestrande bruinvissen gevonden en ook november was opmerkelijk rustig. Het aantal verzamelde bruinvissen voor postmortaal onderzoek varieerde van maandelijks geen (in mei) dieren tot maximaal negen dieren (in maart en december), en besloeg een maandelijks percentage tot maximaal 64% van het totaal aantal gestrande bruinvissen. Dit percentage lag zoals gebruikelijk vele malen hoger in de koudere maanden, wanneer kadavers minder snel ontbinden, dan 's zomers (Figuur 8). Er is in figuur 8 zichtbaar dat in 2018 de piekstrandings in de latere zomermaanden lagen, met in september 76 bruinvisstrandings. In de zomerperiode worden voornamelijk rotte kadavers gevonden, maar een verklaring voor deze periode van massasterfte ontbreekt nog (Keijl *et al.* 2016). In vergelijking met voorgaande jaren (Keijl *et al.* 2016) kunnen we wel concluderen dat de piekmaanden in 2018 later in het jaar vielen: april in plaats van maart en augustus/september in plaats van juli/augustus. November is in vergelijking met 2017 een groot verschil: van 58 bruinvisstrandings in 2017 naar maar zes dit jaar. In eerdere jaren was het gemiddelde dertig in deze maand.



Figuur 8. Gestrande en onderzochte bruinvissen 2018. Het aantal gestrande bruinvissen komt van www.walvisstrandings.nl ($n = 449$). Het aantal verzamelde en onderzochte dieren zijn de bruinvissen die zijn onderzocht voor het postmortaal onderzoek op de Universiteit Utrecht (UU) ($n = 50$).

In 2018 zijn relatief weinig neonaten onderzocht binnen de wettelijke taak. Dit komt niet omdat er weinig neonaten strandden, maar omdat er binnen Kaderrichtlijn mariene strategie (KRM) momenteel een project loopt naar contaminanten in neonaten, onder leiding van WMR. Voor dit project is beoogd om in 2018 en 2019 zoveel mogelijk neonaten te verzamelen en bemonsteren. Hiervoor zijn, naast de drie neonaten waar in dit rapport over gerapporteerd is, nog acht andere neonaten die in 2018 strandden verzameld en onderzocht. Gegevens en resultaten van deze jonge bruinvissen zullen apart gerapporteerd worden. Het aantal juveniele dieren domineert zoals ieder jaar en ook zien we in 2018,

net zoals in 2016 en de onderzoekjaren daarvoor, dat er meer juveniele mannen dan vrouwen zijn onderzocht. Ten opzichte van 2017 zijn wel minder volwassen bruinvissen onderzocht: 22 in 2017 versus 16 in 2018.

In 2018 viel 28% van alle onderzochte dieren in zowel de categorie infectieziekten als 'slachtoffer door aanval grijze zeehond': goed voor een gedeelde eerste plaats wat betreft doodsoorzaken. In 2017 viel 36% van alle bruinvissen in de categorie infectieziekten. Dit was een veel hoger percentage dan in voorgaande jaren. In de onderzoeksperiode 2008-2013 was het percentage bruinvissen die stierven door ziekte 18% van het totaal aantal onderzochte dieren, wat hoger was in 2015, 2016 en nu 2018 (28/29%). Dit kunnen we voornamelijk verklaren door sterfte onder de volwassen dieren. Het lijkt erop dat de volwassen bruinvissen relatief meer in de categorie infectieziekten vallen, wat erin resulteert dat hoe meer volwassen dieren gevonden en onderzocht worden, hoe groter deze categorie per onderzoekjaar. Naast de categorie infectieziekten, vallen ook zieke en verzwakte bruinvissen binnen de groep 'subacuut' van de categorie 'slachtoffer door aanval grijze zeehond'; dieren die stierven als gevolg van een eerdere aanval, maar zonder grote mutilaties. Dit waren nog eens zes individuen in 2018 (12%).

Het percentage sterfte door aanvallen van grijze zeehond (hier acuut en subacuut samen genomen: 28%) is ongeveer gelijk aan de percentages uit 2015/2016 (~30%), maar ligt boven het gerapporteerde percentage uit de periode 2008-2013 en vorig jaar (18% in 2017, 20% in 2008-2013). De categorie 'bijvangst' is daarentegen kleiner dan in 2017 (16% versus 20%), maar gelijk aan eerder gerapporteerde percentages (2008-2013: 20%, 2015: 18%) (Begeman *et al.* 2014; IJsseldijk & Gröne 2015; IJsseldijk *et al.* 2016, 2017, 2018). Hoewel er dus wat fluctuatie lijkt tussen de jaren, liggen percentages over het algemeen redelijk gelijk voor deze twee belangrijke categorieën doodsoorzaak.

De trauma categorie binnen de groep 'overig' is jaarlijks een minder grote categorie, waar in 2018 vier casussen onder vielen. Eén dier, die levend strandde en geëuthanaseerd werd, is verdacht van stomp trauma, met bloedingen in het brein en ruggenmerg en een gebroken kaak. Oorzaken voor stomp trauma kunnen (inter)specifieke interacties of botsingen met voorwerpen zijn, zoals met een getijdenturbine of schip, of als gevolg van bijvangst (Leopold & Scholl 2017). Drie andere casussen toonden duidelijk een scherp trauma, bij twee bruinvissen kon aangetoond worden dat dit de doodsoorzaak was. De rug van één van deze bruinvissen was door midden geknapt met subcutaan en in de blubberlaag duidelijk aanwijzingen van bloeditstortingen (zie Figuur 7). Bloeditstortingen zijn ook in het extern letsel bij de tweede bruinvis gevonden. Het derde dier had botfracturen en extern letsel, maar er kon niet worden bevestigd dat dit in het leven was toegebracht. Een andere doodsoorzaak is echter niet gevonden en de dikke speklaag van dit dier wijst op acute sterfte. Hoewel het onmogelijk is om de precieze oorzaak van dergelijk scherp trauma als bij deze drie casussen vast te stellen, is het duidelijk dat het met grote kracht moet hebben plaatsgevonden waarbij botfracturen het gevolg waren. Men kan bijvoorbeeld denken aan contact met een schroef van een schip.

Monsters en data van het langdurige postmortale onderzoek leren ons meer over de bedreigingen waarmee bruinvissen worden geconfronteerd en daarbij de kennis over de populatie. De constante mogelijkheid van het uitvoeren van autopsies gedurende het jaar geeft de mogelijkheid om op jaarbasis patronen en veranderingen hierbinnen te ontdekken, om hier adequaat op te kunnen reageren. Met inmiddels ruim tien jaar aan gegevens en doodsoorzaak-onderzoek aan bruinvissen wordt het mogelijk om trends en veranderingen hierbinnen te onderzoeken. Hoewel we in jaarrapportage zoals deze alleen rapporteren over de casussen die in dat jaar zijn onderzocht, trachten we de aantallen te vergelijken met voorgaande jaren. Echter, om dit goed en volledig te doen zal in 2019/2020 extra aandacht worden besteed aan multivariabele temporale analyses, om vragen als: zijn er leeftijds-, seizoens- en/of locatie specifieke doodsoorzaken te kunnen beantwoorden, waarbij tevens gelet wordt op de representativiteit van de steekproef van verzamelde dieren die jaarlijks wordt genomen en overtijd verschillend is geweest.

Om onderzoek naar bruinvisstrandings in de toekomst voort te kunnen blijven zetten, zullen wij afhankelijk blijven van het vrijwillige strandingsnetwerk, waar momenteel geen vergoeding/ financiering voor gerealiseerd is.

Literatuur

- ASCOBANS (1992). Agreement on the conservation of small cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas. Toegang via: <http://www.ascobans.org/es/documents/agreement-text>.
- Begeman L, IJsseldijk LL, Gröne A (2014). Postmortaal onderzoek van bruinvissen uit Nederlandse wateren 2009 – 2013. Intern rapport Utrecht Universiteit.
- Bernaldo de Quirós YB, Hartwick M, Rotstein DS, Garner MM, Bogomolni A, Greer W, & Moore M (2018). Discrimination between bycatch and other causes of cetacean and pinniped stranding. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(2), 83-95.
- Bleijswijk, J. D. van, Begeman, L., Witte, H. J., IJsseldijk, L. L., Brasseur, S. M., Gröne, A., & Leopold, M. F. (2014). Detection of grey seal *Halichoerus grypus* DNA in attack wounds on stranded harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Marine Ecology Progress Series*, 513, 277-281.
- Camphuysen CJ (2004). The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch coastal waters. *Lutra* 47(2), 113-122.
- Camphuysen CJ (2011). Recent trends and spatial patterns in nearshore sightings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Netherlands (Southern Bight, North Sea), 1990-2010. *Lutra*, 54(1), 37-44.
- Camphuysen CJ & Peet G (2006). Whales and Dolphins of the North Sea. Fontaine Uitgevers.
- Camphuysen CJ & Siemensma ML (2011). Conservation plan for the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 183 pp.
- Dagleish MP, Barley J, Finlayson J, Reid RJ, Foster G (2008). *Brucella ceti* associated pathology in the testicle of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Journal of Comparative Pathology* 139(1), 54-59.
- Geelhoed SCV, Scheidat M, Bemmelen van RSA & Aarts G (2013). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010-March 2011. *Lutra* 56(1): 45-57.
- Geelhoed SCV & Scheidat M (2018). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. *Lutra* 61(1), 127-136.
- Haelters J, Kerckhof F, Jacques TG & Degraer S (2011). The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. *Belgian Journal of Zoology* 141(2), 75-84.
- Hammond PS, Berggren P, Benke H, Borchers DL, Collet A, Heide-Jørgensen MP, & Øien N (2002). Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39(2), 361-376.
- Herráez P, De Los Monteros AE, Fernández A, Edwards JF, Sacchini S, & Sierra E (2013). Capture myopathy in live-stranded cetaceans. *The Veterinary Journal*, 196(2), 181-188.
- IJsseldijk LL & Gröne A (2015). Postmortaal onderzoek van bruinvissen uit Nederlandse wateren 2014. Intern rapport Utrecht Universiteit.
- IJsseldijk LL & Geelhoed SCV (2016). Fox scavenging mutilations on dead harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). IMARES Wageningen WUR, rapport C036/16.
- IJsseldijk LL, Kik MJL & Gröne A (2016). Postmortaal onderzoek van bruinvissen uit Nederlandse wateren 2015. Intern rapport Utrecht Universiteit.
- IJsseldijk LL, Kik MJL, Solé L & Gröne A (2017). Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2016. WOT-technical report 96. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). Postmortaal onderzoek van bruinvissen (*Phocoena phocoena*) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken. WOT Natuur & Milieu, WUR. WOT-technical report 116. WOT Natuur & Milieu, WUR, Wageningen.
- Keijl GO, Begeman L, Hiemstra S, IJsseldijk LL, Kamminga P & Seal Centre Pieterburen (2016). Cetaceans stranded in the Netherlands in 2008-2014. *Lutra* 59(1-2), 75-107.

-
- Kuiken T & Garcia-Hartmann M (1993). Proceedings of the first ECS workshop on cetacean pathology: dissection techniques and tissue sampling, Leiden, The Netherlands. ECS Newsletter 17: 1-39.
- Leopold MF, Begeman L, Bleijswijk JDL van, IJsseldijk LL, Witte H & Gröne A (2015). Exposing the grey seal as a major predator of harbour porpoises. Proceedings of the Royal Society Biology 282: 20142429.
- Leopold M & Scholl M. (eds.) (2017). Monitoring getijdenturbines Oosterscheldekering. Jaarrapportage 2017. Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C061/17, 43 blz.
- Maio, E, Begeman L, Bisselink Y, van Tulden P, Wiersma L, Hiemstra S, ..& van der Giessen J (2014). Identification and typing of *Brucella spp.* in stranded harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch coast. Veterinary Microbiology 173(1-2), 118-124.
- Peltier H, Baagøe HJ, Camphuysen CJ, Czeck P, Dabín W, Daniel P, ... & Ridoux V (2013). The stranding anomaly as population indicator: the case of harbour porpoise *Phocoena phocoena* in North-Western Europe. PLoS ONE 8(4), e62180.
- Rijkswaterstaat (2016). Offshore wind energy ecological programme (Wozep) Monitoring and research programme 2017-2021. <https://www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie/wind-zee-ecologisch/@166963/offshore-wind-energy/>
- Ten Doeschate MT, IJsseldijk LL, Hiemstra S, de Jong EA, Strijkstra A, Gröne A & Begeman L (2017). Quantifying parasite presence in relation to biological parameters of harbour porpoises *Phocoena phocoena* stranded on the Dutch coast. Diseases of Aquatic Organisms 127(1), 49-56.

Verantwoording

Dit project is uitgevoerd door Lonneke IJsseldijk (MSc) en Prof. Andrea Gröne (Universiteit Utrecht).

De werkwijze is afgestemd met de opdrachtgever van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, en de projectleider van Wageningen Marine Research. Het pathologisch onderzoek is uitgevoerd volgens internationaal gestandaardiseerde methoden en de betrokken patholoog, Dr. Marja Kik, is een erkend veterinaire specialist. De faculteit Diergeneeskunde, afdeling Pathobiologie heeft een ontheffing voor het vervoeren, afleveren en onder zich hebben van beschermde inheemse zoogdieren (Mammalia), vogels (Aves), reptielen (Reptiles) en amfibieën (Amphibia) en producten van beschermde uitheemse diersoorten, onder artikel 13, lid 1 van de Flora- en Faunawet met kenmerk FF/75A/2013/056 en einddatum 2 februari 2019 ten behoeve van onderzoek en onderwijs.

Naast Anne-Marie Svoboda (ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) en Steve Geelhoed (Wageningen Marine Research) heeft Anne Schmidt, themaleider Informatievoorziening Natuur bij de WOT Natuur & Milieu deze rapportage beoordeeld.

De auteurs bedanken alle betrokkenen voor hun bijdrage aan het tot stand komen van deze rapportage.

Glossary

Antropogeen: door mensen teweeg gebracht

Etiologie: oorzaak leer

Etiologische agent: de veroorzaker (hier vooral: een bepaalde micro-organisme)

Hematoom: plaatselijke ophoping van (gestold) bloed, ook wel: bloeditstorting

Histologie: weefselleer, ook wel: microscopie

Hypothermie: onderkoeling

Immunosuppressief: onderdrukking van het immuunsysteem

In situ: ter plekke (letterlijk, hier vooral: bestuderen van een fenomeen daar waar het optreedt)

(Inter)specifieke interacties: interacties tussen soortgenoten, en tussen soorten

Mycologie: onderzoek naar schimmels (fungi)

Necrose: eindstadium van celdood

Nematoden: rondwormen

Neonaat: pasgeborene

Pathologie: ziekte leer

Postmortaal: na de dood

Rostrum: snuit bij zoogdieren

Bijlage 1 Categorieën doodsoorzaak

Op alfabetische volgorde:

Bijvangst

De categorie bijvangst wordt onderverdeeld in vier subcategorieën: zekere bijvangst, zeer waarschijnlijk bijvangst, waarschijnlijk bijvangst en mogelijk bijvangst, om de mate van onzekerheid aan te kunnen geven. Het gebruik van de categorie 'zekere bijvangst' wordt uitsluitend gebruikt voor dieren waarvan bekend is dat ze door vissers uit een net gehaald zijn en waarbij de autopsie heeft kunnen aantonen dat de bijvangst hoogstwaarschijnlijk de doodsoorzaak was. De feitelijke doodsoorzaak in de categorie bijvangst is verstikking in visnetten. Bijvangst is altijd een diagnose die gesteld wordt door onder andere het uitsluiten van andere doodsoorzaken, maar of dit mogelijk is, hangt af van de rottingsstaat van het dier. De aanwezigheid van afdrucken van netten (vaak als inkepingen op de vinnen) is een aanwijzing voor bijvangst. Daarnaast wijst een goede voedingstoestand en onverteerde prooi in de maag op een acute dood, waar bijvangst er één van is. Een andere aanwijzing voor verstikking is aanwezigheid van ernstig longoedeem. Dit laatste is zeer specifiek en komt bij veel andere doodsoorzaken ook voor. Bij de diagnoses bijvangst is eveneens gebruik gemaakt van de 'Review of the Criteria for the Diagnosis of Bycatch' (Kuiken & García Hartmann 1993). De gerapporteerde 'maaginhoud'-bevindingen in deze rapportage zijn tijdens macroscopisch onderzoek geobserveerd. Uitgebreid dieetonderzoek wordt uitgevoerd door Dr. M.F. Leopold (WMR) en elders gerapporteerd.

Grijze zeehond slachtoffers

De categorie 'slachtoffers door aanval van grijze zeehond' is in 2013 toegevoegd naar aanleiding van het vinden van DNA van grijze zeehond in bijtonden van drie dood gevonden maar hele verse, gemutileerde bruinvissen (Van Bleijswijk *et al.* 2014). Histologisch onderzoek naar de bijtonden heeft aangetoond dat deze wonden zijn aangericht terwijl de bruinvis nog in leven was. Naar aanleiding van de karakteristieken van deze wonden is retrospectief gekeken naar de fotodatabase (Leopold *et al.* 2015). Bruinvissen met soortelijke verwondingen zijn met de vernieuwde kennis op het gebied van deze interactie tussen twee toppredators, opnieuw geëvalueerd. Op basis daarvan is met terugwerkende kracht de doodsoorzaak van de dieren met vergelijkbare wonden veranderd in aanval door grijze zeehond. De categorie 'slachtoffer door aanval grijze zeehond' wordt ingedeeld in twee subcategorieën: 'acuut' en 'subacuut/chronisch'. De eerste omvat alle bruinvissen die direct aan de aanval overleden; die met grote mutilaties en waarbij de wondranden en bijtonden in het leven zijn aangebracht en geen tekenen van heling tonen. De groep 'subacuut/chronisch' bestaat uit alle bruinvissen die geen grote mutilaties hebben, maar bijtonden hebben die gekenmerkt worden door tekenen van heling of ontsteking. Deze groep heeft de directe aanval overleefd, maar is alsnog overleden ten gevolgen van de wonden, e.g. door bloedvergiftiging of moeilijkheden met zwemmen veroorzaakt door de wond.

Infectieziekten

Qua ziekteverwekkers kan men denken aan parasieten, bacteriën en schimmels, en virussen. Wanneer ontstekingen gevonden worden in organen die ernstig genoeg zijn om de doodsoorzaak te kunnen verklaren, wordt de doodsoorzaak geclassificeerd als 'infectieus'. Vervolgens zal worden geprobeerd om de ziekteverwekker aan te tonen met aanvullend onderzoek, zoals bijvoorbeeld bacterie- of schimmelkweek.

Overig

Deze categorie is toegevoegd voor de doodsoorzaken anders dan die binnen de andere categorieën passen. Deze doodsoorzaken kwamen veel kleinschaliger voor en zijn daarom samengevoegd in deze categorie. Traumadieren (zowel stomptrauma als trauma door bijvoorbeeld vermoedelijk scheepsschroeven) vallen onder deze categorie.

Vermagering

Vermagering is het proces van langere tijd (dagen/weken tot maanden) niet genoeg voedsel vinden, waardoor dieren ernstig vermageren. De diagnose vermagering vormt een diagnostische uitdaging, omdat bij deze dieren vaak geen duidelijke aanwijzingen is voor de exacte doodsoorzaak. Er wordt aangenomen dat bij een blubberdikte van minder dan één centimeter een bruinvis zeer vermagerd is. Hier kunnen bruinvissen aan sterven, bijvoorbeeld door hypothermie (onderkoeling). Vermagering wordt dus toegewezen aan dieren met een zeer dunne blubberlaag, waarbij andere doodsoorzaken onwaarschijnlijk of onvindbaar waren.

(Peri-) neonatale sterfte en verhongering

Pasgeborenen zijn het meest gevoelig voor acute verhongering. Ze hebben een groot lichaamsoppervlakte ten opzichte van hun lichaamsinhoud, en zijn nog immatuur qua metabolisme. Verhongering van pasgeborenen kan veroorzaakt worden door een moeder die te weinig melk produceert, of omdat pasgeborenen en moeder van elkaar zijn gescheiden, bijvoorbeeld door een verstoring in het habitat. Daarnaast is een kenmerkende bevindingen binnen deze categorie perinatale asfyxie (zuurstofgebrek bij geboorte).

Bijlage 2 Basisgegevens bruinvissen 2018

UT	Datum	Locatie	Leeftijdsklasse	Sex	DCC (1-5)	NCC (1-6)	Lengte (cm)
1645	20-1-2018	Vlissingen	Volwassen	Vrouw	2	4	157
1646	30-1-2018	Zoutelande	Volwassen	Man	2	1	146
1647	4-2-2018	Texel Krassekeet	Juveniel	Man	1	1	112
1648	14-2-2018	Zoutelande	Juveniel	Man	2	3	115
1650	16-2-2018	Texel paal 27	Volwassen	Man	2	3	140
1651	26-2-2018	Nieuwvliet-Bad	Juveniel	Man	2	5	113
1652	4-3-2018	Heemskerk	Juveniel	Man	3	2	113
1653	8-3-2018	Borssele	Juveniel	Man	2	1	100
1654	18-3-2018	Zandvoort	Juveniel	Vrouw	2	6	109
1655	18-3-2018	Bergen aan zee	Juveniel	Vrouw	2	1	116
1656	18-3-2018	Bergen aan zee	Volwassen	Man	2	1	~150
1657	18-3-2018	Egmond aan Zee	Juveniel	Man	3	1	112
1658	26-3-2018	Oosterbierum	Juveniel	Vrouw	1	2	110
1659	27-3-2018	Bloemendaal aan Zee	Juveniel	Vrouw	2	2	111
1660	31-3-2018	Langevelderslag Noordwijk	Juveniel	Man	3	6	104
1661	16-4-2018	Dishoek	Juveniel	Vrouw	2	1	~91
1662	25-4-2018	St Maartenszee	Juveniel	Vrouw	1	3	102
1664	9-7-2018	Ouddorp	Neonaat	Vrouw	2	5	92
1665	11-7-2018	Brouwersdam	Juveniel	Vrouw	2	3	119
1680	20-6-2018	Wijk aan Zee	Volwassen	Man	4		149,5
1683	5-7-2018	Bereneiland Rotterdam	Volwassen	Vrouw	4		137,5
1687	9-7-2018	Ijmuiden paal 4	Volwassen	Vrouw	3	3	149
1692	25-7-2018	Kats	Neonaat	Man	1	3	90
1693	20-7-2018	Ameland paal 12.200	Juveniel	Man	2	6	116
1694	5-8-2018	Den Haag	Juveniel	Man	2	1	96
1695	12-8-2018	Terschelling havendam	Juveniel	Vrouw	2	2	93
1703	14-8-2018	Burg-Haamstede	Juveniel	Man	2	5	107
1704	15-8-2018	Egmond aan zee	Juveniel	Man	2	3	96,5
1705	22-8-2018	Hansweert	Juveniel	Man	3	3	111,5
1706	23-8-2018	Vlissingen	Juveniel	Man	3	3	93
1707	17-9-2018	Maasvlakte	Volwassen	Man	3	3	135
1708	31-8-2018	Nieuw Haamstede	Neonaat	Vrouw	3	6	87,5
1709	19-9-2018	Oostkapelle	Juveniel	Man	2	4	95
1710	23-9-2018	Oostkapelle	Volwassen	Vrouw	3	6	135
1711	25-9-2018	Petten	Volwassen	Man	2	2	146
1712	4-10-2018	Dishoek	Juveniel	Man	3	2	124,5
1713	29-10-2018	Het Bildt	Volwassen	Man	2	4	141
1714	15-11-2018	Egmond aan Zee	Juveniel	Vrouw	2	6	130,5
1715	25-11-2018	Katwijk boulevard	Juveniel	Man	1	5	123
1716	25-12-2018	Domburg	Juveniel	Man	2	3	124

UT	Datum	Locatie	Leeftijdsklasse	Sex	DCC (1-5)	NCC (1-6)	Lengte (cm)
1717	31-12-2018	Den Helder	Volwassen	Vrouw	2	5	149
1720	27-12-2018	Texel paal 23,5	Volwassen	Vrouw	3	1	~165
1721	18-12-2018	Kamperland	Juveniel	Vrouw	2	5	91,5
1722	27-12-2018	Burgh-Haamstede	Juveniel	Man	2	1	106,5
1723	30-11-2018	Terschelling	Volwassen	Man	3	5	148,5
1724	29-12-2018	Kijkduin	Volwassen	Man	3	5	132
1725	23-8-2018	Zoutelande	Volwassen	Man	3	5	152
1731	27-12-2018	Terschelling	Juveniel	Man	3		~111
1732	26-12-2018	Scheveningen	Juveniel	Man	2	1	111,5
1733	10-12-2018	Maasvlakte 2	Juveniel	Man	3	2	

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2018

WOT-technical reports zijn te downloaden via de website www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

113	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018</i>	125	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders & D.A. Kamphorst (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Methodiek, indicatoren en ervaring met pilot en nulmeting.</i>
114	Bos-Groenendijk, G.I. en C.A.M. van Swaay (2018). <i>Standaard Data Formulieren Natura 2000-gebieden; Aanvullingen vanwege wijzigingen in Natura 2000-aanwijzingsbesluiten</i>	126	Beltman, W.H.J., M.M.S. ter Horst, P.I. Adriaanse & A. de Jong (2018). <i>Manual for FOCUS_TOXSWA v5.5.3 and for expert use of TOXSWA kernel v3.3; User's Guide version 5</i>
115	Vonk, J. , S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018.) <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH4, NH3, N2O, NOx, PM10, PM2.5 and CO2 with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i>	127	Van der Heide, C.M. & M.M.M. Overbeek (2018). <i>Natuurinclusief handelen en ondernemen. Scopingstudie 'Bedrijven, economie en natuur'</i>
116	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	128	Langers, F. (2018). <i>Recreatie in groenblauwe gebieden; Actualisatie van CLO-indicator 1258 (Bezoek aan groenblauwe gebieden) op basis van data van het Continu Vrijetijdsonderzoek uit 2015</i>
117	Mattijssen, T.J.M. & I.J. Terluin (2018). <i>Ecologische citizen science; een weg naar grotere maatschappelijke betrokkenheid bij de natuur?</i>	129	Glorius, S.T., I.Y.M. Tulp, A. Meijboom, L.J. Bolle and C. Chen (2018). <i>Developments in benthos and fish in gullies in an area closed for human use in the Wadden Sea; 2002-2016</i>
118	Aalbers, C.B.E.M., D. A. Kamphorst & F. Langers (2018). <i>Bedrijfs- en burgerinitiatieven in stedelijke natuur. Hun succesfactoren en knelpunten en hoe de lokale overheid ze kan helpen slagen.</i>	130	Kamphorst, D.A & T.J.M. Mattijssen (2018). <i>Scopingstudie Vermaatschappelijking van natuur. Een overzicht van onderzoek bij Wageningen Universiteit & Research voor het Planbureau voor de Leefomgeving en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit</i>
119	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA</i>	131	Breman, B.C., T.J.M. Mattijssen & T.M. Stevens (2018). <i>Natuur 2.0. Het natuurdebat op social media.</i>
120	Sanders, M.E., F. Langers, R.J.H.G. Henkens, J.L.M. Donders, R.I. van Dam, T.J.M. Mattijssen & A.E. Buijs (2018). <i>Maatschappelijke initiatieven voor natuur en biodiversiteit; Een schets van de reikwijdte en ecologische effecten en potenties van maatschappelijke initiatieven voor natuur in feiten en cijfers</i>	132	Vries, S. de & W. Nieuwenhuizen (2018) <i>HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik, deel II</i>
121	Farjon, J.M.J., A.L. Gerritsen, J.L.M. Donders, F. Langers & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Conditie voor natuurinclusief handelen. Analyse van vier praktijken van natuurinclusief ondernemen</i>	133	Kistenkas, F.H., W. Nieuwenhuizen, D.A. Kamphorst & M.E.A. Broekmeyer (2018). <i>Natuur- en landschap in de Omgevingswet.</i>
122	Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Instrumenten voor maatschappelijke betrokkenheid. Overzicht en analyse van vier cases</i>	134	Michels, R, V. Diogo, W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister (2018). <i>Instrumentarium Kosten Natuurbeleid 2018 - Status A; IKN versie 3.0</i>
123	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders, D.A. Kamphorst, H. Kramer & S. de Vries (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Analyse van de resultaten van een pilot en nulmeting in vier gemeenten</i>	135	Sanders, M.E. (2018). <i>Voortgang realisatie natuurnetwerk. Technische achtergronden bij de digitale Balans van de Leefomgeving 2018</i>
124	Boonstra, F.G., Th.C.P. Melman, W. Nieuwenhuizen & A. Gerritsen (2018). <i>Aanpak evaluatie stelselvernieuwing agrarisch natuurbeheer; Uitgangspunten en opties voor een beleidsevaluatie</i>	136	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, K. Oosterbeek & J. Postma (2018). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2017</i>
		137	Egmond, F.M. van, S. van der Veeke, M. Knotters, R.L. Koomans, D. Walvoort, J. Limburg (2018). <i>Mapping soil texture with a gamma-ray spectrometer: comparison between UAV and proximal measurements and traditional sampling; Validation study</i>
		138	Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2017.</i>

139	Berg, F. van den, A. Tiktak, D.W.G. van Kraalingen, J.G. Groenwold & J.J.T.I. Boesten (2018). <i>User manual for GeoPEARL version 4.4.4.</i>
140	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2018). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2017/2018</i>
141	Muskens G.J.D.M., M.J.J. La Haye, R.J.M. van Kats & A.T. Kuiters (2018). <i>Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg. Stand van zaken voorjaar 2018</i>
142	Glorius, S.T. (2018). <i>Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum; Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017).</i>
143	Brouwer, F., F. de Vries en D.J.J. Walvoort (2018). <i>Basisregistratie Ondergrond (BRO); Actualisatie bodemkaart: herkartering van de bodem in Flevoland</i>
144	Knotters, M. en F.M. van Egmond (2018). <i>Selectie van inwinningstechnieken voor bodemdata; Selecteren vanuit de (onderzoeks)vraag</i>
145	Stuyt, L.C.P.M., M. Knotters, D.J.J. Walvoort, F. Brouwer & H.T.L. Massop (2018). <i>Basisregistratie Ondergrond - Gd-kartering Laag-Nederland 2018; Provincie Flevoland</i>
146	Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2019). <i>Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019</i>
148	Lagerwerf, L.A., A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, NMVOC, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA) – update 2019.</i>
149	Bakker, G., M. Heinen, H.P.A. Gooren, W.J.M. de Groot, F.B.T. Assinck & E.W.J. Hummelink (2019). <i>Hydrofysische gegevens van de bodem in de Basisregistratie Ondergrond (BRO) en het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS); Update 2018.</i>
150	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2019). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2018. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>
152	Bikker, P., L.B. Šebek, C. van Bruggen & O. Oenema (2019). <i>Stikstof- en fosfaatexcretie van gangbaar en biologisch gehouden landbouwhuisdieren. Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2019.</i>



Thema Informatievoorziening Natuur
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

ISSN 2352-2739

www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

