

De relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart: een cartografische analyse van de regio rond Ensenada

Leeraert Ilke

Thesis voorgedragen tot het behalen
van de graad van
Master in de Nautische Wetenschappen
aan de Hogere Zeevaartschool

Promotor: Geert Potters

Academiejaar 2023-2024

Woord vooraf

Met trotsheid presenteer ik u mijn thesis over de relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart. Dit onderwerp heeft mijn aandacht gegrepen dankzij mijn kotgenote Silke Herckenrath, die vorig jaar haar eigen thesis over de invloed van schepen op walvissen voltooide. Haar passie en betrokkenheid hebben mij aangemoedigd om dieper in dit belangrijke onderwerp te duiken.

Deze thesis onderzoekt de relatie tussen walvisachtigen en de scheepvaartindustrie, en de uitdagingen waarmee deze zeedieren worden geconfronteerd. Ik heb als doel een duidelijk beeld te schetsen van de impact die menselijke activiteiten zoals scheepvaartactiviteiten hebben op het leefgebied van walvisachtigen. Door deze thesis hoop ik het bewustzijn te vergroten over de uitdagingen waarmee walvisachtigen te maken hebben.

Ik zou graag mijn promotor Dr. Geert Potters willen bedanken voor de begeleiding en feedback tijdens het maken van deze literatuurstudie. Hij gaf mij telkens die positieve energie die ik nodig had om verder te schrijven aan deze thesis. Graag wil ik Spire Global bedanken voor het verstrekken van de AIS-data. Zonder hun bijdrage zou ik mijn onderzoek niet hebben kunnen uitvoeren.

Samenvatting

Deze thesis gaat dieper in op de relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart, met de focus op drie aspecten: verstoring van het leefgebied, aanvaringen en geluidsoverlast. Walvisachtigen worden beschouwd als belangrijke spelers in het mariene ecosysteem en zijn tevens waardevol voor het toerisme door het kunnen aanbieden van walvisobservaties. Daarmee komen ze – soms letterlijk – in aanvaring met die andere belangrijke activiteit op zee, de scheepvaart. Scheepvaartactiviteiten verstoren hun leefgebied, met name door watervervuiling, geluidsoverlast en verstoring van migratieroutes. Aanvaringen met schepen leiden regelmatig tot ernstige verwondingen of de dood van walvisachtigen. De toename van antropogeen geluid heeft geleid tot een verhoogde achtergrondruis in de oceanen. Dit heeft negatieve gevolgen voor de communicatie, navigatie, voortplanting en het vinden van eten.

De thesis benadrukt de noodzaak van maatregelen zoals het verlagen van de snelheid van schepen en het invoegen of verplaatsen van vaarroutes om de impact van scheepvaartactiviteiten op walvisachtigen te verminderen. Bestaande oplossingen en potentiële toekomstige maatregelen worden besproken, met als doel het bevorderen van de bescherming van walvisachtigen en het behoud van hun leefgebieden.

Het onderzoek richt zich op de wateren van Ensenada, Mexico, een cruciale habitat voor walvisachtigen, waaronder de grijze walvis, bultrug en blauwe vinvis. Hoewel het oorspronkelijke doel, om een uitgebreide analyse van de relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart in de haven van Ensenada te maken, door een gebrek aan walvisdata niet volledig kon worden vervuld, heeft de analyse van de AIS-data van schepen waardevolle inzichten opgeleverd. Door een cartografische benadering werden verschillende scheepstypes in kaart gebracht en hun gedrag verklaard. Containerschepen, passagiersschepen en visvaartuigen vormen het grootste probleem voor de interactie met walvisachtigen. Een stappenplan beschrijft hoe de AIS-data verwerkt wordt in het programma QGIS tot deze klaar is voor analyse.

Deze thesis is een eerste stap naar de bescherming van walvisachtigen in het gebied van de haven van Ensenada. Het benadrukt het belang van bewustwording en actie om de negatieve impact op deze essentiële mariene dieren te verminderen.

Abstract

This thesis explores the relationship between cetaceans and shipping, focusing on three aspects: habitat disturbance, collisions and noise pollution. Cetaceans are considered important players in the marine ecosystem and are also valuable for tourism by being able to offer whale watching services. In doing so, they collide - sometimes literally - with that other important activity at sea, shipping. Shipping activities disrupt their habitat, particularly through water pollution, noise pollution and disruption of migration routes. Collisions with ships regularly result in serious injuries or death to cetaceans. The increase in anthropogenic noise has led to increased background noise in the oceans. This has negative effects on communication, navigation, reproduction and finding food.

The thesis highlights the need for measures such as reducing ship speed and inserting or relocating shipping lanes to reduce the impact of shipping activities on cetaceans. Existing solutions and potential future measures are discussed, with the goal of promoting cetacean protection and habitat conservation.

The research focuses on the waters of Port Ensenada, Mexico, a crucial habitat for cetaceans, including gray whales, humpback whales and blue whales. Although the original goal of conducting a comprehensive analysis of the relationship between cetaceans and shipping in Ensenada Harbor could not be fully met due to a lack of whale data, the analysis of vessel AIS-data provided valuable insights. Through a mapping approach, different ship types were mapped and their behavior explained. Container ships, passenger ships and fishing vessels pose the greatest problem for interaction with cetaceans. A roadmap describes how the AIS data is processed in the program QGIS until it is ready for analysis.

This thesis is a first step toward protecting cetaceans in the Ensenada Harbor area. It emphasizes the importance of awareness and action to reduce the negative impact on these vital marine animals.

Inhoud

Lijst van figuren	vii
Lijst van tabellen.....	ix
Lijst van afkortingen	x
1 Literatuurstudie.....	1
1.1 Inleiding.....	1
1.2 De walvisachtigen.....	2
1.2.1 Walvisachtigen in de oceanen.....	2
1.2.2 Belang van walvisachtigen	5
1.2.2.1 Ecologische betekenis	5
1.2.2.2 Economische betekenis.....	6
1.3 De relatie tussen walvisachtigen en de scheepvaart	7
1.3.1 Verstoring van het leefgebied	7
1.3.2 Aanvaringen	8
1.3.3 Geluidsoverlast.....	9
1.3.3.1 Geluid geproduceerd door walvisachtigen	10
1.3.3.2 Waar komt het geluid vandaan?	12
1.3.3.3 Gevolgen van geluidsoverlast voor de walvisachtigen	15
1.3.4 Waar ondervinden walvisachtigen de meeste overlast?	16
1.4 Oplossingen	20
1.4.1 Oplossingen die al genomen zijn.....	20
1.4.2 Potentiële oplossingen	22
2 Onderzoek	24
2.1 Doel van het onderzoek	24
2.2 Onderzoeksgebied.....	24
2.3 Walvisachtigen in het onderzoeksgebied	26
2.3.1 Odontoceti.....	27

2.3.2	Mysticeti.....	29
2.4	Materiaal en methode	33
2.4.1	Data	33
2.4.2	Basis van het onderzoek.....	34
2.4.3	Data importeren.....	36
2.4.4	Data per maand.....	37
2.4.5	Data categorisering	38
3	Resultaten en discussie	40
3.1	Onbekende schepen.....	40
3.2	Andere schepen.....	43
3.3	Tankers	46
3.4	Vrachtschepen.....	49
3.5	Tugs	52
3.6	Loodsboten.....	54
3.7	Visvaartuigen.....	56
3.8	Passagiersschepen.....	60
3.9	Pleziervaart.....	62
4	Toekomstperspectieven en toepassingen van de data	66
4.1	Vergelijken van hotspots van walvissen met routes van schepen	66
5	Besluit.....	67
6	Bibliografie	69
7	Bijlagen.....	82

Lijst van figuren

Figuur 1	Bruinvis Berend in de opvang van Ecomare.....	3
Figuur 2	Orka	3
Figuur 3	Volwassen blauwe vinvis.....	4
Figuur 4	Bereik van blauwe vinvis	4
Figuur 5	Walvis op bulb in Mizushima	9
Figuur 6	Echolocatie in orka	10
Figuur 7	De doorgesneden kop van een dolfijn.	11
Figuur 8	Aantal vaartuigen en brutotonnage van schepen in de wereldvloot.	13
Figuur 9	Schema verwerken van data	17
Figuur 10	Topografie van de Helleense kloof.....	18
Figuur 12	Mayflower in Plymouth Sound.....	22
Figuur 13	Kaart van Mexico met Ensenada rood aangeduid	24
Figuur 14	All Saint Bay.....	25
Figuur 15	Gebruikelijke route om walvissen te spotten, vertrekkend vanuit Ensenada	26
Figuur 16	Tuimelaar.....	27
Figuur 17	Pacifische witgestreepte dolfijn	28
Figuur 18	Pantropische gevlekte dolfijn.....	29
Figuur 19	Kaart met blauwe invissen, gekleurd per maand, met de nadruk op seizoensmigratie in en uit de Californische stroom	30
Figuur 20	Bultrug.....	31
Figuur 21	Grijze Walvis.....	32
Figuur 22	Migratieroute naar de San Ignacio-lagune.....	32
Figuur 23	Lijst met gegevens die de data bevat.....	34
Figuur 24	Basis van het onderzoek na het toevoegen van de lagen ‘wereldkaart’ en ‘OpenStreetMap’	35
Figuur 25	Proces voor het importeren van bestanden in QGIS	37
Figuur 26	Lagen samenvoegen.....	38
Figuur 27	Proces bij het invoegen van filters	39
Figuur 28	Data gecategoriseerd per type schip	39
Figuur 29	Verdeling van de ‘Onbekende schepen’ in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	42

Figuur 30	Verdeling van de ‘Andere schepen’ in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	45
Figuur 31	Verdeling van tankers in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	47
Figuur 32	Andere kijk op Figuur 31 (A).....	48
Figuur 33	Andere kijk op Figuur 31 (C).....	48
Figuur 34	Verdeling van vrachtschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	50
Figuur 35	Verdeling van vrachtschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, containerschepen geel gemarkeerd, weergegeven per 3 maanden	51
Figuur 36	Verdeling van tugs in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden.....	53
Figuur 37	Andere kijk op Figuur 36 (D).....	54
Figuur 38	Verdeling van loodsboten in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	55
Figuur 39	Verdeling van visvaartuigen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	57
Figuur 40	Andere kijk op Figuur 39 (D).....	58
Figuur 41	Verdeling van visvaartuigen met een snelheid kleiner dan 7 knopen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	59
Figuur 42	Verdeling van passagiersschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	61
Figuur 43	Verdeling van pleziervaart in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden	64
Figuur 44	Verdeling van pleziervaart in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, zeilschepen grijs gemarkeerd, weergegeven per 3 maanden	65

Lijst van tabellen

Tabel 1	Legende van type schepen	38
---------	--------------------------------	----

Lijst van afkortingen

ACCOBAMS	Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area
AIS	Automatic Identification System
AMMC	Australian Marine Mammal Centre
COG	Course over Ground
GT	Gross Tonnage
IMMA	Important Marine Mammal Area
IMO	International Maritime Organization
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IWC	International Whaling Commission
MAS	Mayflower Autonomous Ship
MMSI	Maritime Mobile Service Identity
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OBS	Ocean Bottom Seismometer
ROT	Rate of Turn
SOG	Speed over Ground
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
TEU	Twenty-Foot Equivalent
WIG	Wing-In-Ground-effect vessel

1 Literatuurstudie

1.1 Inleiding

De walvisachtigen, een diverse groep zeedieren waartoe onder andere orka's, dolfijnen en bruinvissen behoren, staan wereldwijd bekend om hun schoonheid en fascinerende gedrag. Helaas worden deze dieren bedreigd in hun voortbestaan. De afgelopen decennia hebben walvisachtigen te maken gehad met een breed scala aan bedreigingen, variërend van habitatverlies tot walvisjacht en opkomende scheepvaart. Deze problemen hebben geleid tot een alarmerende afname van de populaties over de hele wereld.

Naarmate ons begrip van de ecologische en economische betekenis van walvisachtigen is gegroeid, groeit ook ons besef van de bedreigingen waarmee ze te maken hebben vanuit de scheepvaartindustrie. Het delicate evenwicht tussen walvisachtigen en de scheepvaartindustrie is een steeds urgenter probleem geworden. Dit hoofdstuk duikt in de complexe dynamiek tussen walvisachtigen en de scheepsindustrie en bespreekt maatregelen om hun conflicten te beperken. Door de verstoring van hun leefgebieden, aanvaringen met schepen en het probleem van onderwatergeluidsoverlast te onderzoeken, beoogt dit hoofdstuk inzicht te verschaffen in de uitdagingen waarmee walvisachtigen worden geconfronteerd in het bijzijn van maritieme activiteiten.

Het eerste deel biedt een overzicht van walvisachtigen. Het benadrukt hun ecologische en economische belang. Door hun ecologische betekenis en de cruciale rollen die ze spelen bij het in stand houden van de gezondheid en balans van mariene ecosystemen te verkennen, legt dit hoofdstuk de basis voor het begrijpen waarom de bescherming van populaties van essentieel belang is.

Het tweede deel duikt in de relatie tussen walvisachtigen en de scheepvaartindustrie, waarbij de verschillende aspecten van hun interacties worden onderzocht. Het verkent de verstoring van walvisleefgebieden veroorzaakt door scheepvaartactiviteiten, de aanvaringen tussen walvisachtigen en schepen en het probleem van onderwatergeluidsoverlast. Door de bronnen en gevolgen van onderwatergeluidsoverlast te onderzoeken, heeft dit deel als doel ons begrip van de uitdagingen waar walvisachtigen mee te maken hebben, te verdiepen.

Bestaande oplossingen om de conflicten tussen walvisachtigen en scheepvaart aan te pakken, worden besproken. Mogelijke oplossingen, waaronder het verminderen van de snelheid van

schepen en het verplaatsen of invoegen van scheepvaartroutes, als middelen om de impact op populaties te minimaliseren, worden behandeld.

1.2 De walvisachtigen

1.2.1 Walvisachtigen in de oceanen

Deze thesis beperkt zich tot de walvisachtigen (Cetacea). Als men spreekt over walvissen, dan heeft men het vaak over walvisachtigen, dus alle soorten binnen de orde Cetacea. Deze orde wordt onderverdeeld in drie onderordes: de Archaeoceti, welke reeds uitgestorven zijn (Fordyce, 2009), de tandwalvissen die ook wel Odontoceti worden genoemd en de baleinwalvissen ofwel de Mysticeti. Deze laatste twee bevatten ongeveer 89 bestaande soorten in 14 families.

Zoals de naam het al zegt onderscheidt de tandwalvissen zich van de andere walvissen door het hebben van tanden. Voorbeelden hiervan zijn: dolfijnen, dwergpotvissen, potvissen, bruinvissen en de orka. Baleinwalvissen hebben geen tanden maar wel baleinen in hun bovenkaak hangen. Dit zijn losse hoornplaten van samengeperste haren, een soort kammen waarmee ze kleine prooien uit het water kunnen filteren. Voorbeelden van baleinwalvissen zijn: blauwe vinvis, dwergvinvis, noordse vinvis. Tandwalvissen zijn over het algemeen kleiner dan baleinwalvissen. Een ander verschil tussen deze twee onderordes is het spuitgat. Tandwalvissen hebben één spuitgat in tegenstelling tot Baleinwalvissen, zij hebben er twee (Zhao et al., 2017).

Een voorbeeld van de onderorde Odontoceti is de havenbruinvis (*Phocoena phocoena*, harbour porpoise: Figuur 1). Het is één van de acht bestaande soorten bruinvissen. Deze diersoort vertoeft graag in koudere kustzeeën en is daardoor aanwezig in bijna alle zeeën en kustgebieden op het Noordelijk halfrond. Hun lichaam is aangepast aan het koud Noordelijk klimaat om warmteverlies te beperken, zo hebben ze een rond, kort, gedrongen lichaam. Dankzij zijn driehoekige rugvin en het opvallende gedrag van voorwaarts rollen bij het aan de oppervlakte komen, is deze soort gemakkelijk te herkennen. Een van de meest interessante feiten over bruinvissen is dat ze tot de kleinste walvisachtigen behoren, waarbij sommige soorten slechts ongeveer 1,20 meter lang worden. Ze hebben ook een kenmerkende afgeronde kop, zonder opvallende snavel of snuit, waardoor ze zich onderscheiden van dolfijnen. Een ander kenmerk waardoor ze zich onderscheidt van dolfijnen zijn de spadevormige tanden welke bij dolfijnen conisch zijn (Bjørge & Tolley, 2009).



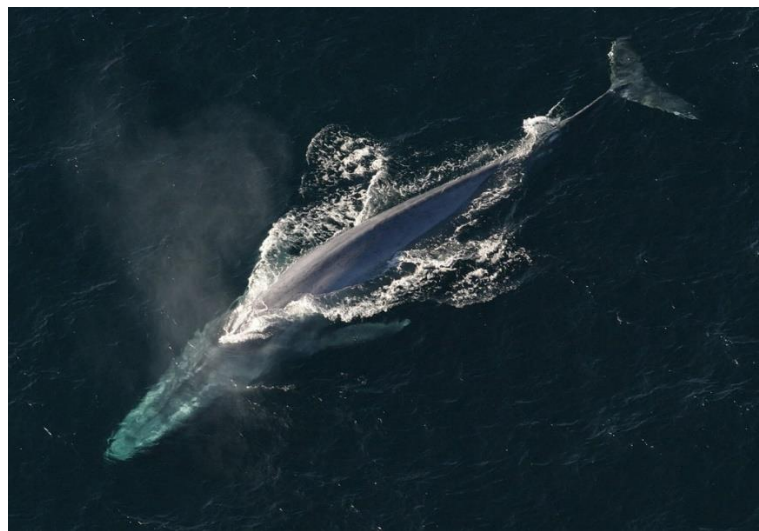
Figuur 1 Bruinvis Berend in de opvang van Ecomare
Bron Wikimedia Commons contributors, (2021)

Een ander voorbeeld is de orka (Figuur 2), ook wel bekend als de 'killer whale' is een van de meest indrukwekkende en krachtige roofdieren van de oceaan. Mannetjes kunnen tot wel negen meter lang worden en meer dan 5.000 kg wegen. Vrouwtjes zijn kleiner en wegen dus ook minder. De orka's hebben een kenmerkend zwart-wit patroon en een opvallende rugvin die tot 1,8 m hoog kan zijn. De mannetjes hebben grotere vinnen dan de vrouwtjes en kunnen tot wel 30 jaar oud worden, terwijl vrouwtjes meer dan 50 jaar oud kunnen worden (Ford, 2009). Hoewel de orka een gevreesde jager is, worden ze ook bedreigd door menselijke activiteiten zoals overbevissing, vervuiling en klimaatverandering. Al met al is de orka een fascinerend dier dat de aandacht trekt van wetenschappers, natuurliefhebbers en toeristen over de hele wereld. Hun intelligentie, kracht en sociale structuur maken ze een belangrijk onderdeel van het ecosysteem van de oceaan, en het is belangrijk dat hun toekomst wordt beschermend en behouden voor toekomstige generaties (Kimber et al., 2021).

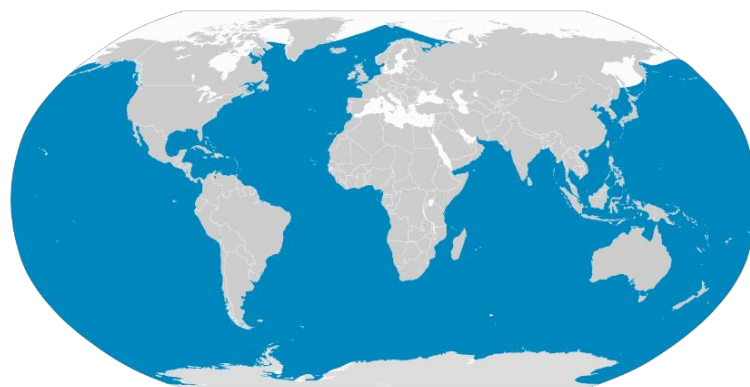


Figuur 2 Orka
Bron Wikimedia Commons contributors, (2023b)

De blauwe vinvis (*Balaenoptera musculus*: Figuur 3) is een voorbeeld van de onderorde Mysticeti, afkomstig uit de familie van de vinvissen. Het is de grootste soort walvisachtigen en tevens het grootste dier dat ooit op aarde heeft geleefd. Ze worden gekenmerkt door hun enorme omvang en blauw-grijze kleur, die vaak vlekkelig is. Blauwe vinvissen zijn meesters in migratie en hebben een uitgebreid bereik (Figuur 4) dat zich uitstrekt van de noordelijke poolgebieden tot de zuidelijke oceanen. Ze zijn voornamelijk te vinden in open water, waar ze zich voeden met kleine kreeftachtigen genaamd krill (Sears & Perrin, 2009). Ze hebben een gigantisch lichaam dat kan groeien tot 30 m lang en een gewicht van meer dan 170.000 kg kan bereiken. Ondanks hun omvang kunnen blauwe vinvissen indrukwekkende snelheden bereiken van wel 50 km/h. Helaas zijn blauwe vinvissen tegenwoordig een bedreigde diersoort (Branch et al., 2007).



Figuur 3 Volwassen blauwe vinvis
Bron Wikimedia Commons contributors, (2023)



Figuur 4 Bereik van blauwe vinvis
Bron Wikimedia Commons contributors, (2020a)

1.2.2 Belang van walvisachtigen

Walvisachtigen leven en voeden zich in bijna elk deel van het mariene milieu, inclusief de grote rivieren, continentaal plat, diepe oceaankloven, tropische oceanen en zelfs te midden van ijs in het Noordpoolgebied (Clarke et al., 2023) of Antarctica. Ze hebben een belangrijke rol gespeeld bij de vormgeven van het mariene ecosysteem. Ook spelen zij een belangrijke rol bij het gezond houden van onze oceanen en de hele planeet.

1.2.2.1 Ecologische betekenis

Er bestaat vaak enige verwarring over het gebruik van 'ecologische rol(len)' en 'ecologisch belang'. Ecologische rollen verwijzen naar de specifieke functies of taken die een bepaalde soort of groep van soorten uitvoert binnen een ecosysteem. Anders gezegd omvatten ecologische rollen van een soort hun positie in de voedselketen, maar ook een groot aantal andere niet-voedende interacties, waaronder gedrag, wijziging van habitat en de verplaatsing van voedingsstoffen binnen en tussen ecosystemen. Zo kan een walvisachtige de rol spelen van het controleren van de populatie van zijn prooi, terwijl een plant de rol kan spelen van het voorzien van voedsel en onderdak voor andere organismen. Het ecologische belang verwijst naar de gevolgen voor de gemeenschap en het ecosysteem door veranderingen (Kiszka et al., 2015).

Cetacea zijn toproofdieren¹ in de oceaan en voeden zich met een verscheidenheid aan organismen zoals vissen, krill, plankton en inktvissen. Door deze organismen te consumeren, helpen ze hun populaties onder controle te houden, wat op zijn beurt helpt om het evenwicht van de voedselketen van de oceaan te behouden.

Naast het controleren van populaties helpen de Cetacea ook bij het recyclen van voedingsstoffen in de oceaan. Ze duiken naar grote diepten om zich te voeden en zwemmen weer naar het oppervlak om te ademen. Aan het oppervlak scheiden ze hun ontlasting uit. De uitwerpselen van deze zoogdieren zijn rijk aan voedingsstoffen zoals ijzer en dienen als voedselbron voor andere mariene organismen. Wanneer ze prooien consumeren, breken ze organisch materiaal af en laten ze de voedingsstoffen terug in het water vrij. Dit stelt andere organismen zoals fytoplankton ofwel plantaardig plankton, die de energiecentrale van de oceaan is, in staat om deze voedingsstoffen op te nemen. Fytoplankton is weer een

¹ Toproofdieren (*apex predators*) kunnen prooipopulaties en ecosystemen 'van bovenaf (*from the top down*)' beïnvloeden door het consumeren en/of veranderen van de eigenschappen van andere soorten (Kiszka et al., 2015).

voedselbron voor dierlijk plankton en krill, wat weer wordt gegeten door grotere vissen, haaien en zeezoogdieren en zo wordt de voedselketen voortgezet. Zonder de Cetacea zouden deze voedingsstoffen niet zo efficiënt worden gerecycled, wat leidt tot een afname van de gehele gezondheid van het mariene ecosysteem (Ratnarajah et al., 2014).

Fytoplankton is niet alleen een voedingsbron maar ze gaan ook de strijd aan tegen de klimaatverandering. Plantaardig plankton zorgt via fotosynthese voor opname van koolstofdioxide en afgifte van zuurstof. Door prooien te consumeren slaan de walvisachtigen ook koolstof op in hun lichaam. Elke grote walvis staat gemiddeld gelijk aan 33 ton koolstofdioxide. Vergelijken we dit met een boom die slechts 22 kg koolstofdioxide absorbeert per jaar, dan kunnen we zeggen dat één walvis gelijk staat aan 1500 bomen. Als een dode walvis niet wordt opgegeten, zinkt deze naar de bodem van de oceaan waar de koolstof voor duizenden tot miljoenen jaren wordt opgeslagen. Hetzelfde gebeurt met dood plankton (Chami et al., 2019).

Kortom, hoewel walvisachtigen koolstof produceren tijdens hun ademhaling, hebben ze ook een belangrijke rol bij het verminderen van koolstof in de atmosfeer, enerzijds door het stimuleren van de groei van fytoplankton via hun uitwerpselen, en anderzijds door koolstof mee te nemen naar de bodem als ze sterven. Dit benadrukt het belang van de bescherming van walvisachtigen en het behoud van hun leefgebieden voor de gezondheid van onze planeet.

1.2.2.2 Economische betekenis

Walvissen en dolfijnen spotten zijn populaire toeristische activiteiten in veel delen van de wereld. Het is een internationale industrie die wereldwijd meer dan 2 miljard dollar waard is en is momenteel de grootste economische activiteit die afhankelijk is van walvisachtigen. Hoewel het een spannende en educatieve ervaring kan zijn, kan het ook gevolgen hebben voor deze zeezoogdieren en hun omgeving (Parsons, 2012). Studies hebben aangetoond dat walvisachtigen gedragsveranderingen vertonen als reactie op scheepvaart om walvissen te spotten. Deze boten kunnen geluid creëren en het natuurlijke gedrag en de communicatie van de walvisachtigen verstoren wat hun vermogen om voedsel te vinden, te paren en voor hun jongen te zorgen, kan beïnvloeden. Sommige studies hebben aangetoond dat herhaalde verstoring door walvissenobservatie kan leiden tot chronische stress bij walvisachtigen, wat negatieve gevolgen kan hebben voor hun gezondheid en overleving (Higham et al., 2014).

Walvisobservaties kunnen ook leiden tot een verhoogde scheepvaart in gevoelige mariene ecosystemen, wat schade kan veroorzaken aan het milieu en andere mariene levensvormen. Zo kan bijvoorbeeld aanvaring tussen vaartuigen en dieren directe sterfte tot gevolg hebben en hun propellers kunnen schade toebrengen aan onderwater habitats zoals zeegrasbedden en koraalriffen.

1.3 De relatie tussen walvisachtigen en de scheepvaart

Zoals hiervoor vermeld zijn walvisachtigen een essentieel onderdeel van het mariene ecosysteem en hebben ze een grote ecologische waarde. Helaas worden ze blootgesteld aan verschillende bedreigingen, waaronder de scheepvaart. Hoewel de scheepvaart een belangrijke rol speelt in de economie en ons dagelijks leven, heeft het ook een negatieve impact op de gezondheid en het welzijn van walvisachtigen. In dit deel zullen we de schade onderzoeken die wordt toegebracht aan walvisachtigen door de scheepvaart en de oorzaken van deze schade onderzoeken.

1.3.1 Verstoring van het leefgebied

Verstoring van de habitat van walvisachtigen door schepen is een belangrijke zorg in de mariene conservatie. Wanneer schepen door walvisgebieden varen, kunnen ze een verstoring veroorzaken in het water die het gedrag, de communicatie en de voeding van de walvisachtigen kan beïnvloeden. Scheepvaart draagt ook bij aan vervuiling van de oceanen, wat op zijn beurt schadelijk kan zijn voor de gezondheid van walvisachtigen. Chemicaliën, plastic en ander afval dat in het water wordt gedumpt, kunnen zich ophopen in het lichaam van walvisachtigen, waardoor hun gezondheid en bevruchtbaarheid worden aangetast (Pirodda et al., 2019).

Het geluid van motoren en propellers kan storend zijn voor walvisachtigen, omdat hun communicatie- en echolocatievermogen vaak wordt belemmerd door het lawaai. Dit kan het moeilijk maken voor walvisachtigen om met elkaar te communiceren en prooi te vinden, wat ernstige gevolgen kan hebben voor hun overleving.

Naast geluidsoverlast vormen aanvaringen met schepen ook een belangrijke bedreiging voor walvisachtigen. Wanneer grote schepen in botsing komen met walvissen, kan dit ernstige verwondingen of zelfs de dood veroorzaken. Dit is zorgwekkend voor bedreigde walvissoorten, die al risico lopen op uitsterven als gevolg van factoren zoals jacht, vervuiling en habitatverlies (Douglas et al., 2008).

Om de verstoring van hun leefgebied door schepen te minimaliseren, worden er maatregelen genomen. Deze worden in 1.4 Oplossingen besproken. Verder bespreken we de verschillende factoren die zorgen voor de verstoring van het leefgebied van de walvisachtigen.

1.3.2 Aanvaringen

Aanvaringen tussen walvisachtigen en schepen, ook gekend als ‘ship strikes’, komen helaas regelmatig voor en kunnen zowel voor de walvisachtigen als voor de schepen ernstige gevolgen hebben. Walvisachtigen hebben vaak moeite om schepen te ontwijken omdat ze niet altijd op de hoogte zijn van de aanwezigheid van het schip. Daarnaast kunnen de geluiden die schepen produceren, zoals scheepsmotoren en sonar, de walvisachtigen in verwarring brengen en ze naar de oppervlakte drijven. Wanneer walvisachtigen worden aangevaren door een schip, kan dit leiden tot ernstige verwondingen of zelfs de dood.

Er zijn tal van redenen voor ship strikes. Vaak zijn ze te wijten aan de hoge snelheid van het schip waardoor walvisachtigen niet snel genoeg of niet doeltreffend kunnen reageren. Of zoals hiervoor vermeld kunnen walvisachtigen zich niet bewust zijn van naderende schepen.

Anderzijds wordt de aanwezigheid van walvisachtigen vaak niet opgemerkt als gevolg van slecht zicht, duisternis, weersomstandigheden, ontbrekende uitkijkpost aan boord of gebrek aan communicatie over walviswaarnemingen tussen schepen (Hauke L. et al., 2007).

Het aantal dodelijke walvisachtigen door scheepsaanvaringen wordt sinds de 19e eeuw geregistreerd en neemt in aantal toe tussen de jaren 1950 en 1970 als gevolg van toenemende scheepsgrootte, snelheid en hoeveelheid. Het documenteren van bedreigingen van walvisachtigen door menselijke activiteiten, inclusief de ontwikkeling van strategieën voor hun instandhouding, maakt deel uit van het werk van de International Whaling Commission (IWC). Ook hebben zij een wereldwijde databank opgericht om zoveel mogelijk ship strikes te archiveren. Er zijn al meer dan 900 incidenten sinds 1820 gearchiveerd. Via IWC kan je dit archief raadplegen. Deze gegevens worden verzameld door middel van vrijwillige meldingen aan de IWC en via beoordelingen van gepubliceerde wetenschappelijke en populaire literatuur en mediakanalen. We moeten ons ervan bewust zijn dat gegevens en resultaten van deze database niet volledig zijn omdat er nog veel gegevens ontbreken. De IWC-databank is niet de enige databank met scheepsaanvaringen. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) in de VS en het Australian Marine Mammal Centre (AMMC) zijn andere regionale databanken (Winkler et al., 2020).

Verwondingen van grote walvisachtigen worden vaak veroorzaakt door grote gemotoriseerde vaartuigen en bij snelheden van 14 knopen of sneller. De kans dat een aanvaring fataal is, neemt toe van 21% tot 79% naarmate de snelheid toeneemt respectievelijk van 8,6 tot 15 knopen. Of een scheepsaanvaring fataal is of niet, hangt af van welk lichaamsdeel van het dier dat geraakt wordt en de ernst van de impact. Gelukkig zijn niet alle aanvaringen fataal (Vanderlaan & Taggart, 2007).

Aanvaringen worden niet altijd direct opgemerkt. Het kan dus gebeuren dat een schip de haven binnenvaart met een walvis op de bulb (Figuur 5). In 2021 kwam het tankerschip de haven van Mizushima in Japan binnengevaren met een soort vinvis op de bulb. Volgens een lokale nieuwssite beweerde de bemanning geen idee te hebben van de aanvaring (*A 10-Meter Whale Was Attached to the Bulb of the Tanker in Japan - News2Sea, 2021*).



Figuur 5 Walvis op bulb in Mizushima
Bron News2Sea, (2021)

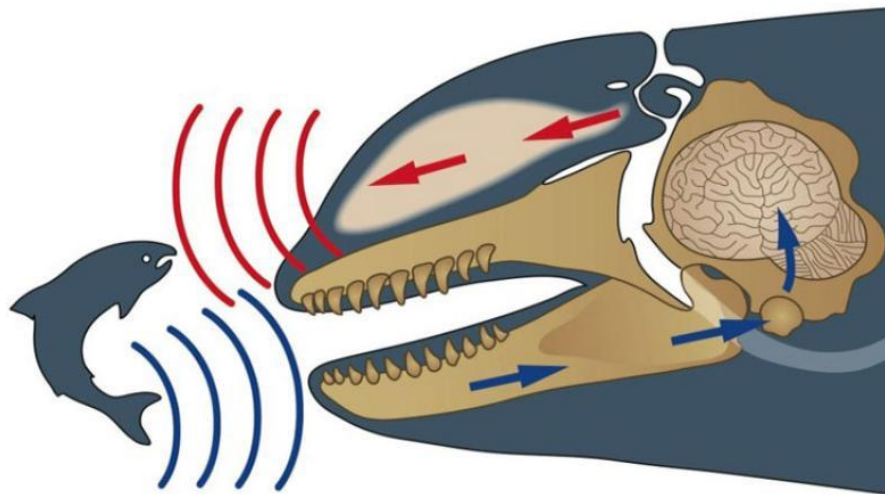
1.3.3 Geluidsoverlast

De oceaan is gevuld met een ongelooflijke reeks aan geluiden. Geluiden afkomstig van zeestroming, golven, aardbevingen, vervorming van ijs of regen (Wilcock et al., 2014). Ook zeedieren leveren hun bijdragen, variërend van het zachte gezoem van plankton tot het luide gezang van walvissen. Helaas heeft de menselijke activiteit echter geleid tot een toenemende vervuiling van de oceanen en één van de meest onderschatte vormen van deze vervuiling is geluidsvervuiling.

1.3.3.1 Geluid geproduceerd door walvisachtigen

Walvisachtigen produceren verschillende soorten geluid, waaronder klikken, fluittonen, pieptonen en gromgeluiden. Deze geluiden worden gebruikt voor verschillende doeleinden zoals het navigeren, het vinden van voedsel, het communiceren met andere walvisachtigen en het vermijden van gevaar.

Veel walvissoorten kunnen prima zien met hun ogen. Maar onderwater is het vaak troebel en donker, waardoor ze slecht kunnen zien. Ook ruiken en voelen is moeilijker onder water dan aan land. Geluid plant zich veel beter voort in water dan in de lucht. Geluid is dus zeer belangrijk voor de walvisachtigen, daarom hebben ze een goed ontwikkeld gehoor stelsel. Met behulp van echolocatie (Figuur 6), ook sonar genoemd, vinden tandwalvissen hun weg in het donker water. Dit betekent dat ze geluiden produceren en luisteren naar de echo's om hun omgeving te verkennen en hun prooi te vinden.

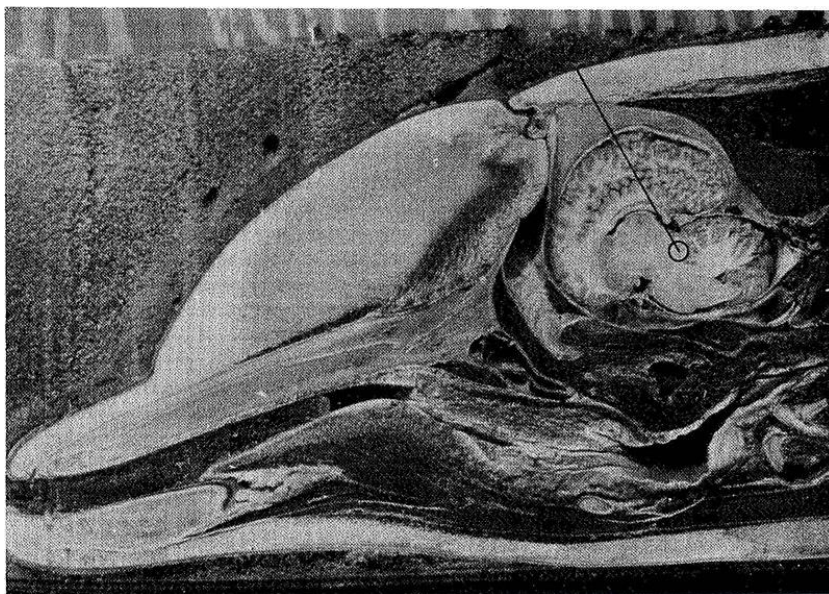


Figuur 6 Echolocatie in orka
Bron Uko Gorter, *Marine Mammal Anatomy*, (z.d.)

Tandwalvissen produceren snelle klikken, die uit hun voorhoofd worden uitgezonden. Deze klikken reizen door het water en wanneer ze een object raken, kaatsen ze terug en worden ze opgevangen door de onderkaak van de tandwalvis. Via de onderkaak gaan deze echo's door naar het oor dat inwendig zit. Door de tijd te meten tussen het uitzenden van de klik en het ontvangen van de echo kan de tandwalvis de afstand tot het object weten. De frequentie van de klikken die worden gebruikt voor echolocatie is zeer hoog en varieert tussen verschillende

soorten tandwalvissen. Het kan variëren van enkele tientallen kHz tot boven de 150 kHz (Schouten, 2021).

Zoals hierboven vermeld, worden kliks vanuit hun voorhoofd uitgezonden, namelijk uit de meloen (Figuur 7). Het is een grote vetmassa die zorgt voor het efficiënt doorgeven van de echolocatie geluiden naar het zeewater. De geluiden die doorgegeven worden aan de meloen worden gecreëerd door lucht doorheen de fonische spleet die gevormd wordt door de fonische lippen ofwel monkey lips, lijkt op een menselijke neuspassage, te laten stromen. Doordat ze twee reeksen fonische lippen hebben, kunnen tandwalvissen behalve de potvis, twee onafhankelijke geluiden tegelijk maken (Kuroda et al., 2020).



*Figuur 7 De doorgesneden kop van een dolfijn. De meloen zit net boven de bovenkaak.
Bron Wikimedia Commons contributors, (2020)*

Buiten het klikken dat gebruikt wordt voor echolocatie, zijn er ook nog andere geluiden zoals fluiten en pulsen. De orka gebruikt deze pulserende geluiden om te communiceren met elkaar als ze bijvoorbeeld aan het jagen zijn op prooi. Tijdens het jagen zijn de dieren vaak ver verwijderd van elkaar en gebruiken daarom pulsen omdat deze ver kunnen reiken. Fluiten wordt gebruikt over korte afstanden voor sociale interacties. Het komt dus het meeste voor wanneer de dieren zich in groep verplaatsen tijdens sociale communicatie (Thomsen et al., 2002).

Een van de meest gekende geluiden van de walvisachtigen is waarschijnlijk het gezang van de baleinwalvissen. Baleinwalvissen maken liederen van verschillende tonen en klanken. Zo zingt gewone vinvis eerder eenvoudige patronen van individuele noten, terwijl dwergvinvissen eerder melodieën voortbrengen die uit grote groepen van noten bestaan (*Wat Is Echolocatie,*

2022). Over het algemeen zijn de geluiden van baleinwalvissen relatief zacht in vergelijking met de geluiden van tandwalvissen. Dit komt omdat baleinwalvissen een ander systeem gebruiken om geluid te produceren dan tandwalvissen. Om deze geluiden te maken, gebruiken baleinwalvissen een speciaal orgaan in hun keel, de 'larynx' of strottenhoofd en hebben ze dus geen fonische lippen zoals de tandwalvis. De larynx bevat spieren die de luchtwegen afsluiten en lucht dwingen door nauwe openingen te gaan, waardoor geluid wordt geproduceerd. Om geluiden te maken, gebruiken ze hun neusholte. Zo duwen ze lucht door hun neusholte. De neusholte is gevuld met weefsels die het geluid versterken. Dit creëert een soort van 'kraken' of 'ploppend' geluid dat ze gebruiken om te jagen. Baleinwalvissen zijn gespecialiseerd in het horen en produceren van lage frequenties. Zij zijn in staat om zeer lage frequenties van 10 Hz tot boven de 100 kHz te creëren en te horen. Door op lage frequenties te communiceren, is het geluid tot honderden kilometers ver hoorbaar (Schouten, 2021).

De geluiden die baleinwalvissen produceren, kunnen worden ingedeeld in twee hoofdcategorieën: liederen en oproepen. Zowel mannetjes als wijfjes maken geluiden, maar liederen worden voornamelijk door volwassen mannelijke bultruggen tijdens het broedseizoen geproduceerd. Het zingen heeft te maken met mannetjes wegjagen en het lokken van een wijfje. De wijfjes raken opgewonden van het walvisgezing (Bannister, 2009). Deze liederen kunnen tien of meer minuten duren en herhaald worden voor urenlang. Oproepen daarentegen zijn kortere en eenvoudigere geluiden die worden gebruikt voor communicatie en echolocatie. Baleinwalvissen gebruiken deze oproepen om prooi te lokaliseren, met andere walvisachtigen te communiceren en te navigeren.

1.3.3.2 Waar komt het geluid vandaan?

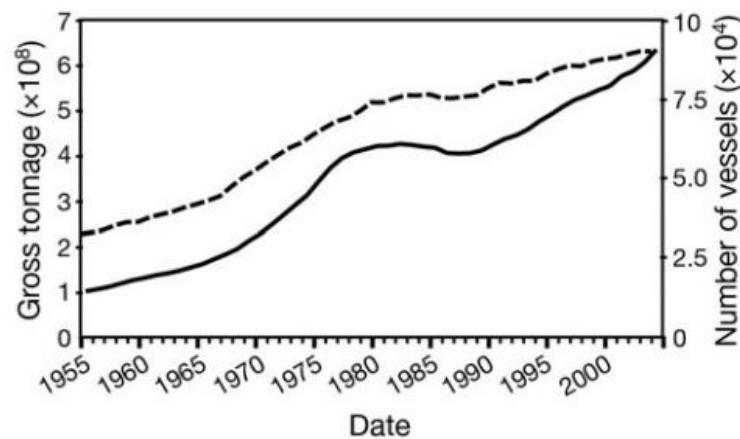
De hoeveelheid kunstmatig lawaai in de oceanen is in de afgelopen decennia sterk toegenomen. Dit komt voornamelijk door activiteiten van mensen op en rond het water. Er zijn steeds meer langdurige lawaaibronnen, zoals scheepvaart en de windmolenparken op zee. Ook veel tijdelijk lawaai door bijvoorbeeld het onschadelijk maken van bommen is een bron van overlast. Al deze lawaaibronnen leveren problemen op voor de walvisachtigen.

We kunnen het geluid van geluidsbronnen opdelen in drie frequentiebanden: hoog (> 25 kHz), midden (500 Hz – 25 kHz) en laag (10 – 500 Hz). Zee geluiden zoals brekende golven, opspattend water, belvorming en instorting en regenval zijn middenfrequent geluiden. Sonar en kleine vaartuigen dragen bij aan ruis in de middenfrequentie. Door grote damping plant deze frequentie zich niet ver voort. Bij hoge frequenties wordt de akoestische damping extreem

zodat alle geluidsbronnen beperkt zijn tot een klein gebied. De dominante geluidsbron boven 60 kHz is het thermisch geruis van de moleculen in het water (Hildebrand, 2009).

Geluiden afkomstig van menselijke oorsprong komen het meeste voor in de laagfrequente band. Laagfrequente geluiden kunnen zich ver voortplanten, omdat ze weinig verzwakking ondervinden. De meest dominante bronnen zijn scheepsvaart en seismische bronnen.

Na de industriële revolutie in de 19^{de} eeuw werd er steeds meer gebruik gemaakt van aangedreven schepen (Figuur 8) in plaats van zeilende schepen. De toename van scheepvaart heeft tegen 2009 al voor een stijging van 12 dB gezorgd aan omgevingsgeluid (Hildebrand, 2009). De afmetingen en snelheden van koopvaardischepen nemen continu toe, wat resulteert in een toename van geluid afkomstig van schepen. Door scheepvaart is rond drukbevaren zeeroutes het achtergrondgeluid continu verhoogd.



Figuur 8 Aantal vaartuigen (stippellijn) en brutotonnage van schepen (doorlopende lijn) in de wereldvloot.
Bron Hildebrand, (2009)

De voortstuwingssystemen en andere machines genereren onderwatergeluid. Uit een analyse van het geluid van schepen blijkt dat hun voortstuwingssystemen een dominante bron zijn van onderwatergeluid bij frequenties <200 Hz (Ross, 1976). Cavitatie aan de uiteinden van de schroefbladen zorgt voor ongeveer 146 dB lawaai (Zhu et al., 2022). Als een schroef met hoge snelheid door het water draait, treedt er aan de voorkant van de schroefbladen drukverlaging op en ontstaan er bellen gevuld met lucht. Komen de bellen dan in een gebied waar de druk hoger is, imploderen ze. De ontploffing en de druk die daarbij vrijkomt, zorgt voor overlast. Cavitatie zorgt voor een probleem bij frequenties onder de 300 Hz. Baleinwalvissen gebruiken frequenties onder de 300 Hz om te communiceren. Door cavitatie is het bereik waarover de baleinwalvissen communiceren veel kleiner dan wanneer er geen schepen zijn (Wittekind &

Schuster, 2016) De stroming langs de scheepsrump genereert ook geluiden. De hoeveelheid geproduceerd geluid is afhankelijk van onder andere scheepstype, grootte, vorm van de romp, snelheid, voorstuwingsysteem.

Zelfs als er geen schip in de buurt is, wordt het achtergrondgeluidsniveau bij lage frequenties gedomineerd door het geluid van verre schepen omdat dit zich ver voortplant. Seismisch onderzoek, waarbij luchtkanonnen worden gebruikt om olie en gas onder de zeebodem te zoeken, kan op sommige locaties ook een belangrijke bijdrage leveren aan de achtergrondgeluidsniveaus bij lage frequenties. De kanonnen laten een luchtvolume vrij onder hoge druk. Door het uitzetten en samentrekken van de vrijgekomen luchtbel ontstaat er een geluidsgolf. Om hoge akoestische intensiteiten te verkrijgen, worden meerdere luchtkanonnen afgevuurd, meestal 12 tot 48 kanonnen (Hildebrand, 2009). De geluidsgolf gaat naar de zeebodem. Een deel van het geluid zal weerkaatsten op de zeebodem, maar een deel dringt door de zeebodem soms tot wel 30 km onder de bodem. De doordrongen geluidsgolven kunnen weerkaatst worden door lagen sediment of gesteente. De gereflecteerde geluiden keren terug naar de oppervlakte waar zij gedetecteerd worden door hydrofoons. Met de tijd die het geluid nodig heeft om terug te keren naar het oppervlak, kan men de dikte van de lagen en hun positie vinden (Saenger et al., 2009). Door meerdere hydrofoons te gebruiken kan men een driedimensionaal beeld maken van de sedimentlagen, wat meer informatie geeft over de samenstelling van de lagen (Vermeer, 2003). Afhankelijk van het type onderzoek bevindt de energiepiek bij dit onderzoek zich in het lage tot zeer hoge frequentiebereik (Debusschere et al., 2017). Seismisch onderzoek kan ook worden gedaan met een instrument op de zeebodem, namelijk een Ocean Bottom Seismometer (OBS) (Mànuel et al., 2012).

Naast seismisch onderzoek is er ook sonar. Militairen sporen vijandelijke duikboten op met sonartoestellen. Deze sonartoestellen maken geluid met een zeer hoge intensiteit bij lage tot middelhoge frequentie. Welke frequentie wordt gebruikt hangt af van het zoekgebied. Laagfrequente sonar worden gebruikt voor grootschalige bewaking tot wel honderden kilometers ver. Middenfrequente sonar worden gebruikt voor het detecteren van onderzeeërs tot op een bereik van 10 km. Niet alleen militaire schepen maar ook koopvaardischepen maken gebruik van sonar. Zij gebruiken het om de diepgang onder het schip te weten. Daarnaast zijn er nog verschillende doeleinden, zoals het in kaart brengen van de zeebodem en het opsporen van zeedieren. Over het algemeen produceren sonar een geluid op lagere niveaus dan militaire sonar, maar vanwege het grote aantal koopvaardischepen die uitgerust zijn met sonar kan het

niveau hoger zijn (Hildebrand, 2009). Sonar werkt op ongeveer hetzelfde principe als bij seismisch onderzoek. Hier zendt ook een zender geluidspulsen recht naar beneden. De pulsen worden weerkaatst tegen objecten zoals de zeebodem, wrakken of zeedieren. Door de tijd te analyseren die de geluidsgolven nodig hebben om terug te kaatsen naar de sonarontvanger van het schip, weet men de afstand tot dat object.

Sinds 2008 (BMM, z.d.) worden windturbines geplaatst voor de Belgische kust. Heien, de methode die gebruikt wordt om de funderingspalen te installeren, geeft telkens een intense klap. De energiepiek bevindt zich in de lagere frequenties, tussen 100 Hz en 1 kHz. De klap die door het slaan op de palen vrijkomt, zorgt voor zowel in het water als in de bodem voor veel lawaai en trillingen (Ainslie et al., 2012). Deze methode wordt ook gebruikt voor de fundering van bruggen en offshore olie- en gasplatformen.

1.3.3.3 Gevolgen van geluidsoverlast voor de walvisachtigen

Menselijke geluiden hebben een grote invloed op de communicatie bij walvisachtigen. De geluiden zijn onder andere afkomstig van de hiervoor genoemde geluidsbronnen. Voor walvisachtigen die over grote afstanden communiceren zoals de blauwe vinvis, kunnen hun laagfrequentie geluiden afgezwakt worden of zelfs verdwijnen. Ze kunnen niet meer communiceren met elkaar, kunnen elkaar kwijt geraken hierdoor en de voortplanting van de dieren kan in gevaar komen (Croll et al., 2002). Verschillende studies onderzoeken de gevolgen van geluidsoverlast. Zo werd er ontdekt dat het geluid van ijsbrekers en het natuurlijk geluid van krakend ijs, het vermogen van de witte dolfijn om soortgenoten te detecteren, verzwakt (Erbe & Farmer, 1998). Een andere gedragsverandering als reactie op meer achtergrondlawaai is het aantal of de lengte van gesprekken verhogen of de frequentie waarop ze communiceren veranderen. Zo blijken blauwe vinvissen meer geluid te maken als er seismisch onderzoek gaande is (Di Iorio & Clark, 2009). Andere effecten die gevolg kunnen zijn van geluidsoverlast zijn: oriëntatie, echolocatie, jagen. Naast deze gevolgen heb je ook fysieke effecten, zoals schade aan het lichaam, tijdelijke en permanente gehoorschade of chronische stress die kan leiden tot verminderde levensvatbaarheid. Gevolgen voor het gedrag omvatten: verstoring van de jacht op prooien, veranderde duik- en ademhalingspatroon, verstoring van het paarsysteem en het vermijden van bepaalde gebieden (Gordon et al., 2003).

Strandingen kunnen ook het gevolg zijn van geluidsoverlast. Er zijn veel oorzaken voor strandingen zoals ziekte, verwondingen, stormen, verstikkingen en zoals eerder al aangehaald, aanvaringen met schepen. Wanneer walvisachtigen dood aanspoelen of dood gaan door de

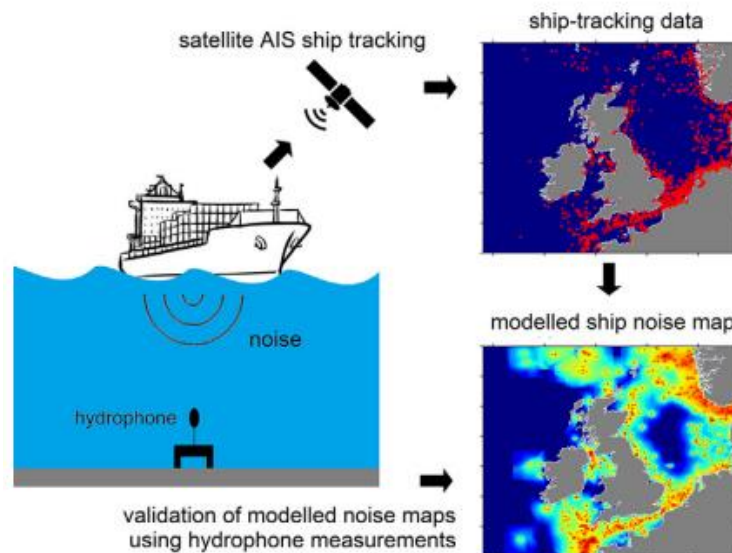
strandings, wordt er meestal onderzoek uitgevoerd op heel het lichaam (Perrin & Geraci, 2009). De oorzaak vaststellen van een stranding kan best lastig zijn omdat de wetenschappers vaak weinig of geen informatie hebben over de geschiedenis van het dier of de omstandigheden voor de stranding. Bij slechts de helft van alle strandingen kan een doodsoorzaak worden vastgesteld (Cordes, 1982). Militaire sonar oefeningen zouden een oorzaak kunnen zijn voor strandingen. Hoewel rapporten van strandingen qua tijd en locatie nauw verband hielden met het gebruik van militaire sonar, is het nog steeds niet vastgesteld of de sonargeluiden de strandingen hebben veroorzaakt (Parsons et al., 2008).

1.3.4 Waar ondervinden walvisachtigen de meeste overlast?

De walvisachtigen worden steeds meer bedreigd. Dit waar ze zich voeden, paren en baren ofwel hun mariene biotopen en langs hun migratieroutes (*Bedreigde walvissen*, 2022). Enkele van de drukste havens en kanalen in de oceanen overlappen belangrijke leefgebieden van de walvisachtigen.

Waar veel schepen samenkomen, is er logischerwijs meer lawaai. In de Noordzee is er veel scheepvaart, dus ook veel geluid. In de Noordzee vinden veel menselijke activiteiten plaats zoals commerciële visserij, scheepvaart, olie- en gaswinning en het plaatsen van windmolenparken (WWF, 2021). Het is een intensief gebruikt mariene gebied, maar ook de thuishaven voor bruinvissen, witsnuitdolfijnen en dwergvinvissen (Reijnders & Lankester, 1990).

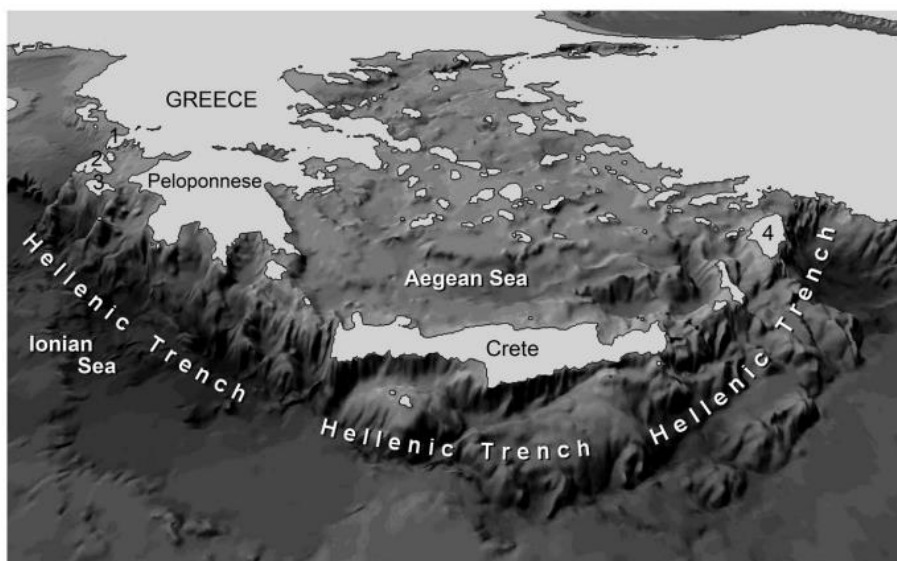
Een studie heeft voor het eerst een kaart gemaakt op grote schaal die het onderwater geluid in de Noordzee weergeeft. Dit door AIS (Automatic Identification System) gegevens, windsnelheidsgegevens en andere omgevingsparameters te valideren aan de hand van veldmetingen op 4 locaties in de Noordzee (Figuur 9). De kaarten die hier uit voortkomen, maken het mogelijk om geluidsoverlast van schepen op te nemen in het marien ruimtelijk plan en zal zo bijdragen aan de ontwikkeling van internationale initiatieven om onderwater geluidsoverlast door scheepvaart aan te pakken (Farcas et al., 2020).



Figuur 9 Schema verwerken van data
Bron Farcas et al., (2020)

De Middellandse Zee is een half ingesloten bekken, verdeeld in een westelijk en een oostelijk bekken, door het Kanaal van Sicilië, dat wordt gekenmerkt door warm, zout en voedselarm water. De oppervlaktecirculatie van de Middellandse Zee omvat de intense westelijke en oostelijke Alboran-gyres, de Lerapetra-draaikolk en de Pelops-anticycloon (Pujol & Larnicol, 2005). Het ingesloten karakter van de Middellandse Zee maakt haar tot een belangrijke scheepsroute die de Atlantische Oceaan via de Straat van Gibraltar verbindt met de Zwarte Zee via de Turkse Straat en de Indische Oceaan via het Suezkanaal. Het wordt beschouwd als één van 's werelds drukste vaarroutes. De potvispopulatie in de Middellandse Zee zijn geclassificeerd als bedreigd door de International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Gkikopoulou, 2013). Hun belangrijkste habitat bevindt zich in de Helleense kloof (Figuur 10) bij Griekenland in het oostelijke Middellandse Zeegebied die twee- tot driehonderd individuen telt (Frantzis et al., 2019). De Helleense kloof strekt zich uit van de Ionische Zee tot het eiland Rhodos. Het bestaat uit een continue continentale helling met kloven, troggen en bassins (Frantzis, Alexiadou, et al., 2014). De Helleense kloof is een van de diepste delen van de Middellandse Zee en bereikt een diepte van meer dan 5.000 m. Het diepste punt in de kloof staat bekend als de Calypso Deep, die tot ongeveer 5.267 m onder de zeespiegel reikt. De dichtheid van de potvissen is het grootste langs de Helleense kloof rond de 1000 m dieptecontour, die typisch binnen 3 - 4 km van de dichtstbijzijnde kust van het eiland of het vasteland ligt. De dichtheid daalde met 74% in beide ondieper en dieper binnen 3 km (Frantzis, Alexiadou, et al., 2014). Zoals in andere gebieden volgt de scheepvaart directe routes rond

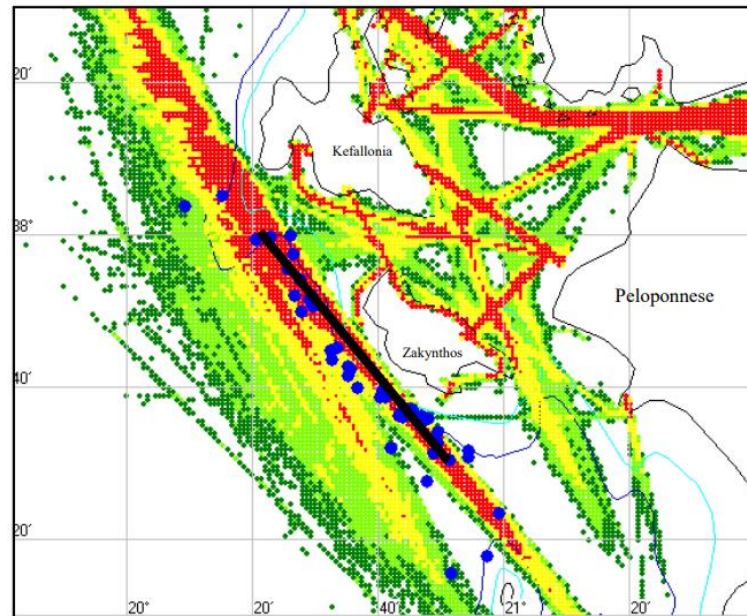
landmassa's en blijft op een veilige afstand van de kust. In de westelijke en zuidwestelijke Helleense kloof ontstaan daardoor belangrijke scheepvaartroutes vaak op of zeer dicht bij de 1000 m dieptecontour. Er ontstaat een klein gebied met hoge concentratie van zowel scheepvaart als potvissen. Het is belangrijk om in zo een gebieden extra maatregelen te nemen voor de walvisachtigen. Het Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area (ACCOBAMS) stelde voor om de kloof een beschermd mariene gebied voor walvisachtigen te laten worden door het regionale belang voor de potvispopulatie. In een rapport van 2007 kreeg dit zeegebied de status van Important Marine Mammal Area (IMMA) op wereldwijde schaal (Frantzis et al., 2019).



Figuur 10 Topografie van de Helleense kloof
 Bron Frantzis, Alexiadou, et al., (2014)

De belangrijkste bedreigingen voor de potvissen zijn aanvaringen met schepen en verstikking in visnetten gevolgd door inslikken van plastic afval, antropogeen geluid, chemische vervuiling en verstoring door walvisspotting-activiteiten (IUCN-MMPATF, 2017). Om te weten waar precies een hoog risico op aanvaring is, werden er tussen 1998 en 2009 twaalf onderzoeksseizoenen lang visuele en akoestische waarnemingen van potvissen vergeleken met de scheepvaartdichtheid afkomstig van AIS-data. Uit het onderzoek kwam een gebied ten westen van Zakynthos als het gebied met het meeste risico op aanvaring daar waar scheepsvaartroutes door of dicht bij de 1000 m contour lopen (Figuur 11). Daarnaast stelden ze vast dat 61% van de gestrande potvissen langs de Griekse kust sporen van aanvaringen met schepen vertoonden. Men besluit dat het risico op aanvaringen aanzienlijk kan worden verminderd door scheepsroutes te verplaatsen (Frantzis, Leaper, et al., 2014). Door scheepsroutes te verplaatsen

en maximaal 11 mijl toe te voegen aan de oorspronkelijke route, verminderde het totale aanvaringsrisico voor potvissen met ongeveer 70% (Frantzis et al., 2018).



Figuur 11 Scheepvaartdichtheid bij Zakynthos. De dichtheden zijn de gemiddelde totale maandelijke afstand afgelegd door alle vaartuigen volgens onderstaande kleurensleutel
 Rood: >20 km afgelegd per km² per maand
 Geel: 10-20 km afgelegd per km² per maand
 Lichtgroen: 5-10 km afgelegd per km² per maand
 Donkergroen: 3-5 km afgelegd per km² per maand
 Blauw: 0.5-3 km afgelegd per km² per maand
 Blauwe stippen: Geven potvis waarnemingen aan
 Dikke zwarte lijn: 'center lijn' van scheepsroute tussen 37°30'N en 38°N.
 Bron Frantzis, Leaper, et al., (2014)

1.4 Oplossingen

1.4.1 Oplossingen die al genomen zijn

Verschillende landen en internationale organisaties hebben regelgeving ingevoerd om geluidsoverlast in mariene omgevingen te beperken en te beheersen.

De International Whaling Commission (IWC) is de wereldwijde instantie die verantwoordelijk is voor het behoud van walvisachtigen en de regulering van de walvisvangst. De IWC heeft als doel de uitputting van populaties van walvisachtigen te voorkomen en hun herstel te bevorderen. Vandaag telt de IWC 88 lidstaten. Het richt zich op drie verschillende soorten walvisvangst: commerciële, inheemse levensonderhoud en speciale vergunningen ofwel wetenschappelijke walvisvangst. In 1982 voerde de IWC een moratorium in op de commerciële walvisvangst, waardoor de jacht op en het doden van walvissen voor commerciële doeleinden werd verboden. Deze beslissing is genomen als reactie op de afnemende populaties en bezorgdheid over de duurzaamheid van de walvisvangst. De IWC erkent de culturele en levensbehoeften van sommige inheemse gemeenschappen die voor hun levensonderhoud altijd al afhankelijk waren van de walvisvangst. Het staat beperkte walvisvangstquota toe voor deze gemeenschappen, onderworpen aan strikte regelgeving en toezicht. De walvisvangst met speciale vergunningen wordt niet gereguleerd door de commissie, maar door nationale regeringen. Momenteel wordt er niet aan deze vorm van walvisvangst gedaan. IWC richt subcommissies en werkgroepen op die zich richten op specifieke kwesties, zoals walvisobservatie, inheemse walvisvangst, bijvangst en beheersplannen voor natuurbehoud. Deze instanties werken aan het ontwikkelen van richtlijnen, strategieën en aanbevelingen om de diverse aspecten van het behoud van walvisachtigen aan te pakken. Het moedigt samenwerking tussen de lidstaten aan om wereldwijde uitdagingen met betrekking tot het behoud van walvisachtigen aan te pakken. Het vergemakkelijkt de uitwisseling van wetenschappelijke gegevens, bevordert uitvoering en ondersteunt capaciteitsopbouw in ontwikkelingslanden (IWC / *International Whaling Commission*, z.d.).

Internationale Maritieme Organisatie (IMO), een gespecialiseerd agentschap van de Verenigde Naties, heeft richtlijnen en voorschriften ontwikkeld om geluidsoverlast onder water door scheepvaartactiviteiten aan te pakken. De IMO heeft richtlijnen opgesteld die specifiek gericht zijn op commerciële scheepvaart. Het gaat om richtlijnen en zijn dus niet verplicht na te leven. Deze bevatten aanbevelingen voor scheepsexploitanten om de geluidsemissies tot een minimum te beperken waaronder, verlaging van de scheepssnelheid in gebieden waar veel

zeezoogdieren voorkomen, wijziging van de vaarroutes om gevoelige habitats te vermijden en toepassing van geluidsbeperkende technologieën. IMO stelt maximaal toelaatbare geluidsniveaus vast voor verschillende ruimten aan boord van schepen, waaronder machineruimten, accommodatieruimten en controlekamers. Door de geluidsemissies te reguleren, beoogt de IMO de impact van scheepsgeluid te minimaliseren. De IMO moedigt aan om bij het ontwerpen en bouwen van schepen rekening te houden met geluidsreductie. Het gaat hierbij om het inbouwen van maatregelen om het onderwatergeluid tijdens het scheepsbouwproces te verminderen, zoals het gebruik van geluidsreducerende materialen, het ontwerpen van efficiënte propellers en rompen voor geluidsreductie en het uitvoeren van geluidbeheersingsmaatregelen in de machinekamers (Pirotta et al., 2019). De IMO werkt samen met andere internationale organisaties en initiatieven om het probleem van geluidsoverlast onder water aan te pakken en het leven in zee te beschermen. Dit omvat samenwerking met de International Whaling Commission (IWC), de International Union for Conservation of Nature (IUCN) en andere relevante instanties om informatie uit te wisselen en gezamenlijke strategieën te ontwikkelen om het effect van scheepvaartlawaai op walvisachtigen te beperken (IMO, 2014). De IMO werkt ook aan het aanpakken van aanvaringen tussen schepen en walvisachtigen, met als doel het risico van dergelijke incidenten te verminderen en hun impact op zowel walvisachtigen als maritieme activiteiten te verminderen. De IMO werkt samen met de lidstaten om verkeersscheidingssystemen op te zetten in drukke scheepvaartgebieden. Deze helpen de doorstroming van het scheepvaartverkeer te regelen en de navigatieveiligheid te verbeteren. Door ze strategisch te ontwerpen en rekening te houden met walvis habitats en migratiepatronen, wil de IMO de kans op aanvaringen tussen schepen en walvisachtigen verminderen (Silber et al., 2012). Ook moedigt de IMO scheepsexploitanten aan om vrijwillige programma's voor snelheidsvermindering van schepen te implementeren in gebieden waarvan bekend is dat het walvis habitats zijn of walvisachtigen er migreren.

Het Mayflower Autonomous Ship (MAS) (Figuur 12) is een innovatief project dat tot doel heeft een volledig autonoom schip te ontwikkelen en in te zetten om de Atlantische Oceaan te doorkruisen waarbij de oorspronkelijke route van het historische Mayflower-schip wordt gevolgd. Het project was een samenwerking tussen de mariene onderzoeksorganisatie ProMare en verschillende partners waaronder IBM. Als onderdeel van zijn missie is het schip uitgerust met geavanceerde technologie om wetenschappelijke gegevens te verzamelen en onderzoek te doen tijdens zijn reis. Een van de opmerkelijke initiatieven was de integratie van een systeem waarmee onderwatergeluiden wordt vastgelegd en geanalyseerd om walvisactiviteit te

detecteren en te volgen. Het doel van het project is om de verspreiding, het gedrag en de migratiepatronen van verschillende walvissoorten beter te begrijpen en om mogelijke bedreigingen en beschermingsbehoeften in te schatten. Door walvisgeluidsgegevens langs de route van het MAS te verzamelen en te analyseren, probeerden wetenschappers inzicht te krijgen in de aanwezigheid van walvisachtigen, hun communicatiepatronen en de impact van antropogene activiteiten op hun akoestische omgeving. De gegevens die zijn verzameld uit het onderzoek dragen bij aan lopende onderzoeksinspanningen gericht op het behoud van walvisachtigen en het verminderen van door de mens veroorzaakte bedreigingen, zoals aanvaringen met schepen, geluidsoverlast onder water en aantasting van leefgebieden. Inzicht in het akoestische gedrag van walvisachtigen kan helpen bij de ontwikkeling van strategieën om verstoringen tot een minimum te beperken en hun kritieke leefgebieden te beschermen (Mayflower Autonomous Ship, z.d.).



Figuur 12 Mayflower in Plymouth Sound
Bron WikimediaCommons contributors, (2022)

1.4.2 Potentiële oplossingen

Het verminderen van de snelheid van schepen speelt een cruciale rol bij het verminderen van aanvaringen tussen schepen en zeezoogdieren. Deze proactieve maatregel kan de veiligheid van zowel schepen als het zeeleven dat ze tegenkomen aanzienlijk verbeteren. De meeste dodelijke of ernstige verwondingen gebeuren wanneer schepen 14 knopen of sneller varen (Laist et al., 2001). Verminderde scheepssnelheden zorgen voor een langere reactietijd voor zowel de walvisachtigen als de scheepsbemanningen. Wanneer schepen met lagere snelheden varen, is er meer tijd voor detectie en reactie, waardoor walvisachtigen met hun langzamere

mobiliteit de naderende schepen beter kunnen waarnemen. Deze extra tijd stelt walvisachtigen in staat te reageren, hun koers aan te passen en potentieel gevaarlijke situaties te vermijden. Lagere scheepssnelheden verminderen ook de ernst van aanvaringen. Bovendien helpen lagere snelheden het geluidsoverlast te verminderen (David et al., 2011). Schepen produceren aanzienlijk onderwatergeluid, wat de communicatie tussen walvisachtigen en het echolocatievermogen kan verstoren. Door hun snelheid te verminderen, verminderen schepen hun geluidsvervuiling, waardoor akoestische interferentie wordt geminimaliseerd en walvisachtigen in staat worden gesteld om naderende schepen effectief te detecteren en erop te reageren (Williams et al., 2019). Deze vermindering van geluidsoverlast draagt ook bij tot het gehele welzijn van het mariene ecosysteem.

Een andere oplossing om schip aanvaringen te verminderen is het verplaatsen van scheepsroutes. Door scheepsroutes te wijzigen, weg van bekende leefgebieden van walvisachtigen of trekroutes, neemt het risico op aanvaringen aanzienlijk af (Williams et al., 2019). Walvisachtigen leven in diverse mariene ecosystemen, waarvan vele al onder aanzienlijke druk staan als gevolg van menselijke activiteiten. Het veranderen van scheepsroutes kan helpen deze habitats te beschermen en te behouden door de impact van het scheepvaartverkeer te verminderen. Door kritieke gebieden te vermijden, waaronder voedselgebieden, broedplaatsen en trekroutes, kunnen walvisachtigen toegang houden tot essentiële hulpbronnen die nodig zijn om te overleven (Hoyt, 2012). Het behoud van hun leefgebieden komt niet alleen de walvisachtigen zelf ten goede, maar helpt ook het evenwicht en de gezondheid van het hele mariene ecosysteem te behouden.

Bovenstaande veranderingen dragen onder andere bij aan het welzijn en de instandhouding van deze zeezoogdieren en zorgen ervoor dat toekomstige generaties kunnen overleven. Door prioriteit te geven aan de bescherming van walvisachtigen en doordachte aanpassingen aan te brengen in de scheepvaart, kunnen we een gebalanceerde relatie tot stand brengen tussen menselijke activiteiten en het behoud van deze ongelooflijke wezens en hun leefgebieden

2 Onderzoek

2.1 Doel van het onderzoek

Dit onderzoek heeft tot doel de scheepvaart- en walvisroutes te analyseren om het risico op aanvaringen en andere verstoringen door schepen te verminderen, en daarmee walvisachtigen te beschermen tegen verwondingen en sterfgevallen als gevolg van deze interacties. Door deze interacties te minimaliseren, wordt gehoopt bij te dragen aan het bestrijden van het uitsterven van walvisachtigen, die door verschillende factoren worden bedreigd, waaronder aanvaringen met schepen.

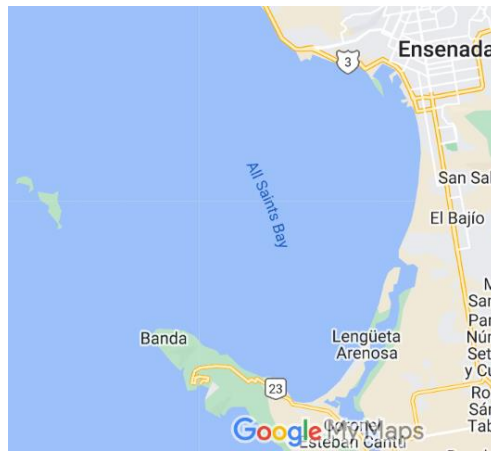
Specifiek richt dit onderzoek zich op de haven van Ensenada, Mexico, om de impact van maritieme activiteiten op de walvispopulaties te onderzoeken. Het doel is om inzicht te krijgen in hoe scheepvaartactiviteiten het leefgebied van walvisachtigen verstoren. Door de AIS-data van schepen te vergelijken met de locaties van walvisachtigen, kunnen risicovolle gebieden en scheepstypen die het grootste gevaar vormen, geïdentificeerd worden. Dit zal bijdragen aan het ontwikkelen van strategieën om aanvaringen te verminderen, zoals invoegen van verkeersscheidingstelsels of opleggen van snelheidsbeperkingen.

2.2 Onderzoeksgebied

Ensenada is een havenstad in de staat Baja California in Mexico, gelegen aan de westkust van het schiereiland Baja California (Figuur 13). Ensenada bevindt zich in de beschutte baai 'Bahia de Todos Santos', ook All Saints Bay (Figuur 14) genaamd. Het is een van de belangrijkste havens van Mexico en speelt een cruciale rol in de handel en het toerisme van de regio.



Figuur 13 Kaart van Mexico met Ensenada rood aangeduid
Bron Wikimedia Commons contributors, (2023c)



Figuur 14 All Saint Bay
Bron Google Maps, (2024)

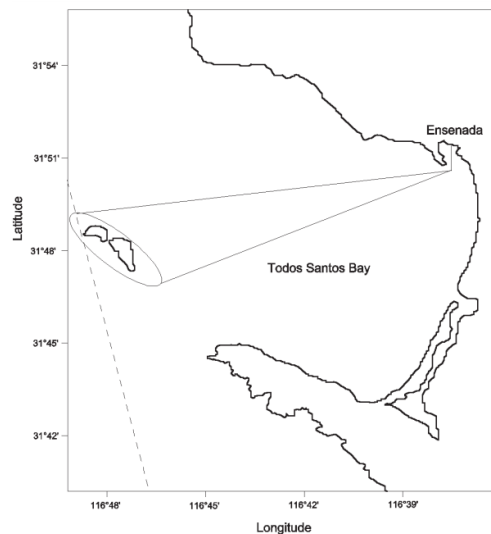
Het is de enige diepwaterhaven in de staat Baja California en met zijn strategische ligging aan de Stille Oceaan fungeert de haven van Ensenada als een belangrijke schakel in de handelsroutes tussen Mexico, de Verenigde Staten en andere landen. Zo is het een belangrijk toegangspunt voor goederen uit Azië waar veel goederen passeren op weg naar andere delen van Noord-Amerika (Vázquez León & Ruiz Ochoa, 2014). Ensenada is een vitale hub voor de import en export van een reeks goederen, variërend van auto's tot petroleumproducten en landbouwproducten.

Naast zijn commerciële activiteiten heeft de haven van Ensenada ook bijgedragen aan de industriële groei van het gebied. Bedrijven die zich bezighouden met elektronica, metaalbewerking, voedselverwerking en scheepsbouw zijn gevestigd in een aantal industriële zones rond de haven (McInturff et al., 2009).

De haven van Ensenada is momenteel de vierde meest aantrekkelijke haven in Mexico voor cruiseschepen. 14 percent van de bezoekers komt van de cruise industrie (Toudert & Bringas-Rábago, 2016). Ensenada staat ook bekend om zijn visindustrie, met dagelijks verse vis die door lokale vissers wordt gevangen (KPD Balakrishnan et al., 2009).

Voor walvisliefhebbers is Ensenada de ideale bestemming om walvisachtigen te spotten. De ligging is niet alleen strategisch voor de handel, maar ook voor het spotten van walvissen aangezien de migratieroute van verschillende walvisachtigen hier ligt. Een troef van Ensenada is de indrukwekkende diversiteit aan walvissoorten die men kan waarnemen, vooral tijdens de migratieperiode tussen december en april (Hoyt & Iñíguez, 2008). Gedurende deze periode worden er geleide walvistochten georganiseerd (Figuur 15). Echter, de toenemende

populariteit van walvistochten en het groeiende scheepvaartverkeer door hun habitat, brengen walvisachtigen in een steeds groter gevaar (Heckel et al., 2001).



*Figuur 15 Gebruikelijke route om walvissen te spotten, vertrekkend vanuit Ensenada
Zwarte lijn: Route boottocht
Gestipte lijn: Migratieroute walvisachtigen
Bron Heckel et al., (2003)*

De haven van Ensenada zet zich ook in voor milieubewuste praktijken. Ze tracht er naar haar ecologische impact te verminderen en tegelijkertijd te streven naar een evenwicht tussen economische groei en milieubescherming (Czitrom et al., 2002).

2.3 Walvisachtigen in het onderzoeksgebied

Baja California en de gebieden daar rond staan bekend om hun diverse populaties van walvisachtigen, die genieten van de overvloed aan voedselbronnen en gunstige oceanografische omstandigheden. Todos Santos Bay, gelegen in de Californische stroom, biedt een vruchtbare habitat voor een verscheidenheid aan zeezoogdieren. De steile en smalle continentale plat buiten de baai, op de 200 meter dieptecontour die slechts 2 kilometer van de kust verwijderd is, draagt bij aan de unieke dynamiek van het gebied (HECKEL et al., 2003).

Het belang van Baja California als kritisch marien habitat wordt verder benadrukt door de aanwezigheid van meer dan 33 soorten walvisachtigen in de wateren voor de kust van Mexico, waaronder migrerende soorten zoals de grijze walvis, bulrugwalvis en blauwe vinvis (IWC, 2024). De walvisachtigen worden aangetrokken tot de voedselrijke wateren en diverse mariene

ecosystemen van de regio, en maken van Baja California een belangrijk tussenstation tijdens hun jaarlijkse migraties.

De warme en beschutte baaien van Baja California dienen niet alleen als voedselgebieden, maar ook als cruciale broed- en kalvergebieden voor walvisachtigen, vooral tijdens de wintermaanden. Deze baaien bieden een veilige omgeving voor de geboorte en opvoeding van jonge walvissen, waardoor ze een essentiële rol spelen in de levenscyclus van de walvisachtigen. Enkele walvisachtigen in het onderzoeksgebied worden verder besproken.

2.3.1 Odontoceti

Tuimelaardolfijnen (*Tursiops truncatus*: Figuur 16) zijn te vinden in oceanen over de hele wereld, van tropische tot gematigd koudere wateren. Ze bewonen kustwateren, baaien, lagunes en open zeeën en zijn vaak te zien in de buurt van kusten en eilanden (Southern California Academy of Sciences, 2014).



Figuur 16 Tuimelaar
Bron Wikimedia Commons contributors, (2023d)

Het leefgebied van de Pacifische witgestreepte dolfijn (*Lagenorhynchus obliquidens*: Figuur 17) wordt beperkt tot de gematigde wateren van de Noordelijke Stille Oceaan en komt niet voor in tropische en Arctische wateren. In het oostelijke deel van de Stille Oceaan worden grote groepen van deze soort vaak gezien in het Californische stroomgebied. De zuidelijke grens van de verspreiding van de Pacifische witgestreepte dolfijn is de Golf van Californië, waar de soort alleen is waargenomen in het zuidwestelijke gebied tijdens het gematigde seizoen van

december tot juni. Ze worden vaak aangetroffen in *offshore*-wateren, maar komen ook vaak voor in kustgebieden, vooral waar sprake is van opwelling en een hoge productiviteit (Salvadeo et al., 2010).



Figuur 17 Pacifische witgestreepte dolfijn
Bron Wikimedia Commons contributors, (2024)

Er zijn twee tropische soorten gevlekte dolfijnen, die sterk verschillen in hun habitats, uiterlijk en gedragingen. De Pantropische gevlekte dolfijnen (*Stenella attenuata*: Figuur 18) worden gevonden in de Atlantische, Stille en Indische Oceaan, evenals in de Perzische Golf en de Rode Zee. Aan de andere kant zijn de Atlantische gevlekte dolfijnen (*Stenella frontalis*) beperkt tot de warmwatergebieden van de Atlantische Oceaan.

Pantropische gevlekte dolfijnen worden doorgaans aangetroffen in diepe wateren voor de kust, maar ze kunnen ook worden waargenomen rond oceanische eilanden of andere kustlijnen waar diep water nabij is, zoals in Midden-Amerika en Mexico, de Hawaïaanse eilanden, Taiwan en de Filipijnen. De Atlantische gevlekte dolfijnen daarentegen komen alleen voor in de warmwatergebieden van de Atlantische Oceaan (WDC, z.d.).

De Pantropische gevlekte dolfijnen zijn verder onderverdeeld in twee ondersoorten: de Offshore gevlekte dolfijn (*S. attenuata*), met een wereldwijde verspreiding, en de Kust gevlekte dolfijn (*S. graffmani*), die groter en gedrongener is met een dikkere snavel en uitgebreidere vlekken dan de Offshore gevlekte dolfijn (Jefferson et al., 2008). Deze komt enkel voor langs de Pacifische kust van Mexico en Midden-Amerika. Deze dolfijnen zijn nauw verwant aan andere soorten in hun leefgebied en vormen vaak grote gemengde groepen.

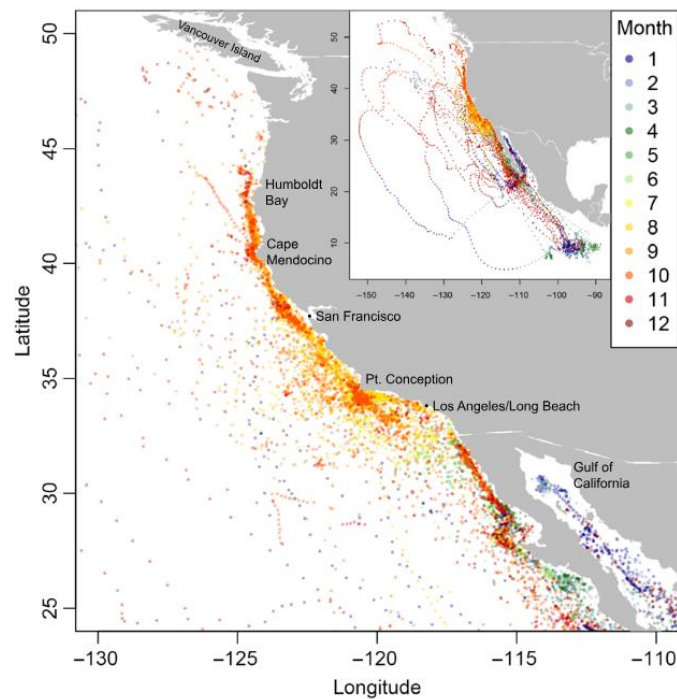


Figuur 18 Pantropische gevlekte dolfijn
Bron iNaturalist, (z.d.)

2.3.2 Mysticeti

Blauwe vinvis (*Balaenoptera musculus*: Figuur 3) staan bekend om hun seizoensgebonden migraties, die cruciaal zijn om zowel voedings- als broedgebieden te bereiken. In de oostelijke noordelijke Stille Oceaan leggen ze een lange reis af. Ze verplaatsen zich tussen de Californische stroom of voedingsgebieden op hoge breedtegraden, zoals de Golf van Alaska, en broedgebieden op lagere breedtegraden, waaronder de wateren voor de kust van Baja California, Mexico. Deze migraties vinden plaats in het voorjaar en de vroege zomer als de walvissen naar voedingsgebieden trekken, en in de late herfst en winter als ze terugkeren naar broedgebieden. De Californische stroom dient als een essentieel corridor voor deze migraties, waarbij ze voedzame wateren biedt die de blauwe walvissen tijdens hun reis in stand houden. Figuur 19 geeft de aanwezigheid van Blauwe invissen per maand weer in de Californische stroom (Hazen et al., 2017).

Om de menselijke impact op Blauwe walvissen te helpen verminderen, heeft NOAA Fisheries het project 'WhaleWatch' opgericht. WhaleWatch geeft *realtime* informatie over waar de walvissen voorkomen en dus waar walvissen het grootste risico lopen door bedreigingen, zoals scheepsaanvaringen, visnetten en onderwatergeluiden. Dit kan door kapiteins worden gebruikt om de hotspots van walvissen te identificeren en te vermijden (Fisheries, 2023).



Figuur 19 Kaart met blauwe vinvissen, gekleurd per maand, met de nadruk op seizoensmigratie in en uit de Californische stroom
Bron Hazen et al., (2017)

De Bultrugwalvis of kortweg Bultrug (*Megaptera novaeangliae*; Figuur 20) die voorkomt in Baja California is een van de drie subpopulaties in de noordelijke Stille Oceaan, namelijk de oostelijke noordelijke Stille Oceaanpopulatie. Deze overwintert in de wateren van Mexico en Midden-Amerika en zomert in Californië, Oregon, Washington, Brits-Columbia en Alaska (Lagerquist et al., 2008).

Tijdens hun migratie langs de Stille Oceaan van Noord-Amerika, passeren ze de wateren voor Baja California. Het dient als een cruciale migratiecorridor en voedingsgebied voor bultrugwalvissen. Bultruggen zijn vaak actief waardoor ze gemakkelijk te spotten zijn. Ze springen uit het water en slaan met hun vinnen of staart op het water.



Figuur 20 Bultrug
Bron Wikimedia Commons contributors, (2022)

Grijze walvissen (*Eschrichtius robustus*: Figuur 21) bevinden zich in de kustwateren van de noordelijke Stille Oceaan met de grootste concentraties langs de westkust van Canada, de Verenigde Staten en Mexico. Jaarlijks worden er ook kleine aantallen waargenomen in de kustwateren van Oost-Rusland en Japan.

De noordelijke Stille Oceaan heeft twee geografische verspreidingsgebieden waar grijze walvissen worden aangetroffen, namelijk de oostelijke Noord-Pacifische populatie, die langs de westkust van Noord-Amerika te vinden is, en de westelijke Noord-Pacifische populatie, die voornamelijk langs de kust van Oost-Azië voorkomt.

Grijze walvissen vertoeven hoofdzakelijk in ondiepe kustwateren, hoewel ze tijdens hun migratie soms diepere wateren ver van de kust oversteken. Gedurende de zomer voeden de meeste grijze walvissen in het oostelijke deel van de noordelijke Stille Oceaan zich in de noordelijke Bering- en Tsjoeektsjenzee. Sommige zoeken voedsel langs de Pacifische kust, in de wateren voor de kust van Zuidoost-Alaska, British Columbia, Washington, Oregon en Noord-Californië.

In de herfst migreren de grijze walvissen in het oostelijke deel van de Stille Oceaan van hun zomer voedselgebied naar het zuiden langs de kust van Noord-Amerika om de winter door te brengen in hun overwinterings- en afkalfggebieden voor de kust van Baja California, Mexico. Kalveren worden geboren tijdens de trek of in de ondiepe lagunes en baaien van Mexico van begin januari tot half februari. Van half februari tot mei migreren grijze walvissen in het oostelijke deel van de noordelijke Stille Oceaan naar het noorden langs de Amerikaanse

westkust (Jones & Swartz, 2009). Figuur 22 geeft de migratie lang de Amerikaanse westkust weer.



Figuur 21 Grijze Walvis
Bron Wikimedia Commons contributors, (2020c)



Figuur 22 Migratieroute naar de San Ignacio-lagune
Rode lijn: Zuidelijke migratieroute
Zwarte lijn: Noordelijke migratieroute
Donker blauw: Voedingsgebieden
Zwarte stip: Kalving lagunes
Bron Baja Ecotours, (2024)

2.4 Materiaal en methode

2.4.1 Data

De AIS-data van de schepen in Ensenada werden verkregen via Spire Global, een bedrijf dat gespecialiseerd is in het verzamelen en analyseren van data vanuit de ruimte en deze omzet in bruikbare inzichten voor verschillende industrieën.

De data die gebruikt zijn, stammen uit 2019. Er is bewust voor dit jaar gekozen omdat dit het jaar was voordat de COVID-19 pandemie uitbrak. De pandemie zou afwijkende resultaten veroorzaken in dit onderzoek, waardoor 2019 een representatiever jaar is voor de beoogde analyses. In bijlage 1 kan de data gevonden worden in de vorm van een ZIP bestand.

De data bevatten veel gegevens die voor dit onderzoek niet allemaal nuttig zijn. Een overzicht van de verschillende gegevens wordt weergegeven in Figuur 23.

Maritime Mobile Service Identity (MMSI), *International Maritime Organization (IMO)*, scheepsnaam en *callsign* zijn gegevens waarmee het schip geïdentificeerd kan worden. Het negencijferige MMSI-nummer en IMO-nummer zijn beide een uniek identificatienummer die worden toegewezen aan schepen. Het IMO-nummer bestaat uit 3 letters 'IMO' gevolgd door een zevencijferig getal. Andere informatie over de identiteit van het schip kan gevonden worden bij de vlaggenstaat en vlag code. De vlaggenstaat van een schip verwijst naar het land waar het schip is geregistreerd en waarvan het de vlag voert.

Belangrijk in dit onderzoek is het type schip. Het type schip is onderverdeeld in verschillende categorieën: *vessel type*, *vessel type code*, *vessel type cargo*, *vessel class*, *vessel type main* en *vessel type sub*. Nog belangrijker is de positie van het schip. Het WGS84 referentie systeem wordt gebruikt om de positie te beschrijven. Latitude en longitude worden uitgedrukt in decimale graden. Verder is er informatie over de status van het schip: *navigational Status*, *navigational status code*, *heading*, *Rate of Turn (ROT)*, *Course over Ground (COG)*, *Speed over Ground (SOG)*. Bij elke navigatiestatus hoort een navigatiecode, zoals hier bij *under way using engines* navigatiecode 0 hoort. De voorligging wordt gegeven in graden, ROT in graden/minuut, COG in graden en SOG heeft als eenheid knopen.

Om te weten hoe groot de invloed is van een schip wordt er beroep gedaan op de dimensie ervan. Lengte, diepte en diepgang worden gegeven in meter.

Natuurlijk is ook de datum en tijd gegeven van het laatste statische AIS bericht in UTC: TS_STATIC_UTC en DT_STATIC_UTC, respectievelijk weergegeven als: jaar, maand, dag, uur,

minuut, seconde, in de vorm YYYYMMDDHHmmSS en YYYY-MM-DD HH24:MI:SS. Zo is er ook TS_INSERT_UTC en DT_INSERT_UTC, Datum en tijd van laatste invoeging in UTC. Meer informatie over hoe de AIS-data is verkregen, wordt gevonden bij *source* of bron. Dit kan zijn door: Satelliet AIS (S-AIS), Terrestrische AIS (T-AIS) of Vessel AIS (V-AIS)

Ten laatste is er informatie over de bestemming en Estimated Time of Arrival (ETA). De ETA wordt uitgedrukt in de vorm: MMDDHHmm.

OBJECTID	1	longitude	-116,7
FID	247aca5b-f455-4c04-9c5a-10c406576457	latitude	31,79
mmsi	210562000	sog	10
imo	9719862	cog	73
vessel_name	CAPE CHRONOS	rot	0
callsign	5BGL4	heading	0
vessel_type	Cargo	nav_status	Under Way Using Engine
vessel_type_code	70	nav_status_code	0
vessel_type_cargo	NULL	source	S-AIS
vessel_class	A	ts_pos_utc	20190101204307
length	271	ts_static_utc	20190101191941
width	43	dt_pos_utc	2019-01-01 20:43:07
flag_country	Cyprus	dt_static_utc	2019-01-01 19:19:41
flag_code	210	vessel_type_main	Container Ship
destination	MX ESE	vessel_type_sub	NULL
eta	1012100	message_type	27
draught	13,4	layer	1/1
		path	:4326&spatialIndex=no&subsetIndex=no&watchFile=no

Figuur 23 Lijst met gegevens die de data bevat
Bron Eigen werk

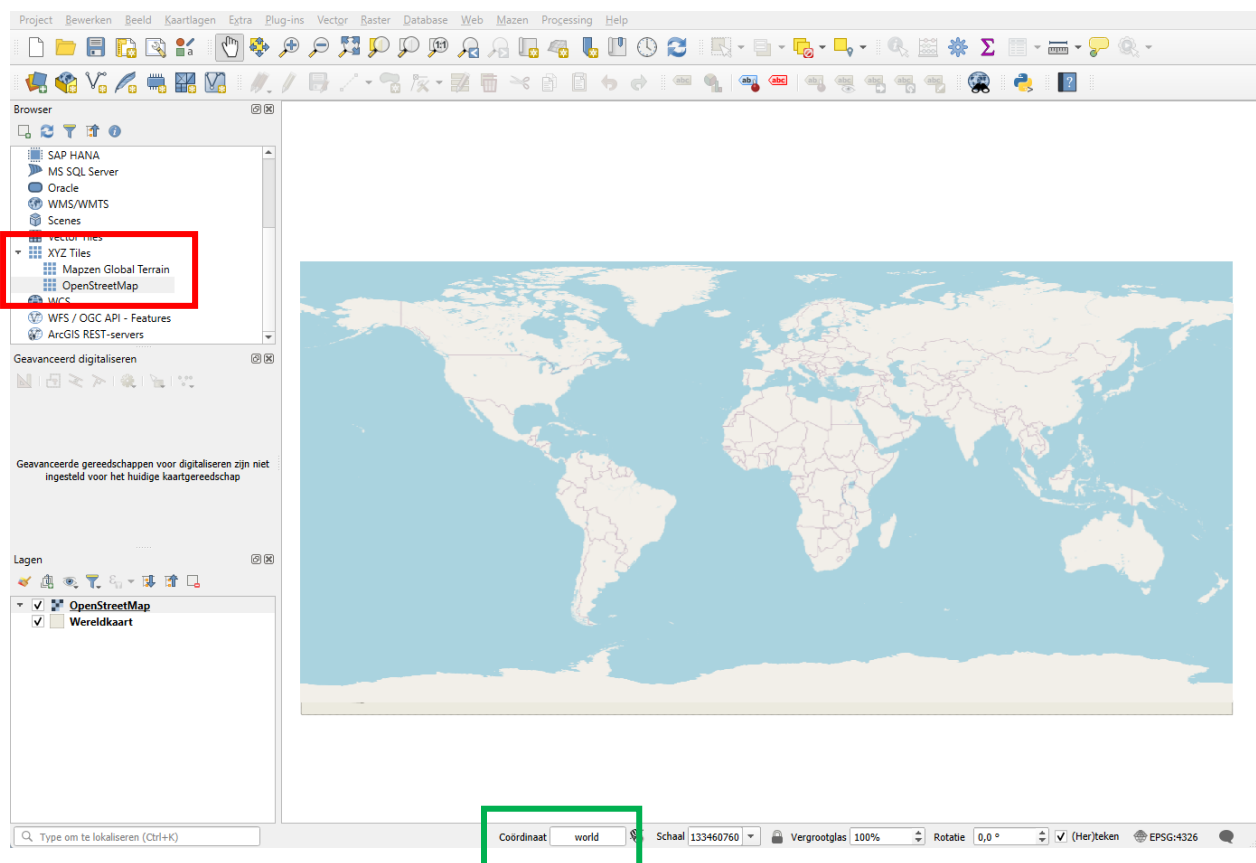
2.4.2 Basis van het onderzoek

QGIS is een *open-source* geografisch informatiesysteem dat wordt gebruikt voor het analyseren, visualiseren en beheren van ruimtelijke gegevens. Met QGIS kunnen verschillende soorten geografische gegevens ingeladen worden, waaronder *shapefiles*, rasterafbeeldingen en GPS-gegevens.

Het gebruik van QGIS biedt diverse voordelen. Allereerst is het een *open-source* programma, wat betekent dat het gratis beschikbaar is voor iedereen om te gebruiken en aan te passen. Bovendien heeft QGIS een actieve gemeenschap van gebruikers en ontwikkelaars die continu werken aan het verbeteren van de software en het toevoegen van nieuwe functionaliteiten (QGIS, 2024).

QGIS is een essentiële tool in dit onderzoek om de AIS-data van schepen te visualiseren en te analyseren. Met deze software kon de geografische informatie van schepen in kaart gebracht worden en gaf zo inzicht in de scheepvaartroutes, -patronen en -dichtheden.

Als basis volstaat een wereldkaart met accurate contour. Deze was gemakkelijk te verkrijgen aangezien deze standaard in QGIS beschikbaar is. Door in het coördinaat vak, aangeduid met een groene rechthoek in Figuur 24, het woord 'world' te typen, verscheen de wereld met een simplistische contour. Dit was niet voldoende aangezien er nu alleen nog maar contouren zijn zonder invulling. Om meer detail te krijgen, werd een tweede laag toegevoegd, namelijk *Open Street Maps*. De database van *Open Street Maps* bestaat uit straten, lokale gegevens en polygonen en is geïntegreerd in QGIS (QGIS, 2024). Deze laag werd toegevoegd door in de browser onder XYZ Tiles 'OpenStreetMap' te selecteren, aangeduid in Figuur 24 met een rode rechthoek. Deze twee lagen zijn voldoende als basis voor dit onderzoek.



Figuur 24 Basis van het onderzoek na het toevoegen van de lagen 'wereldkaart' en 'OpenStreetMap'

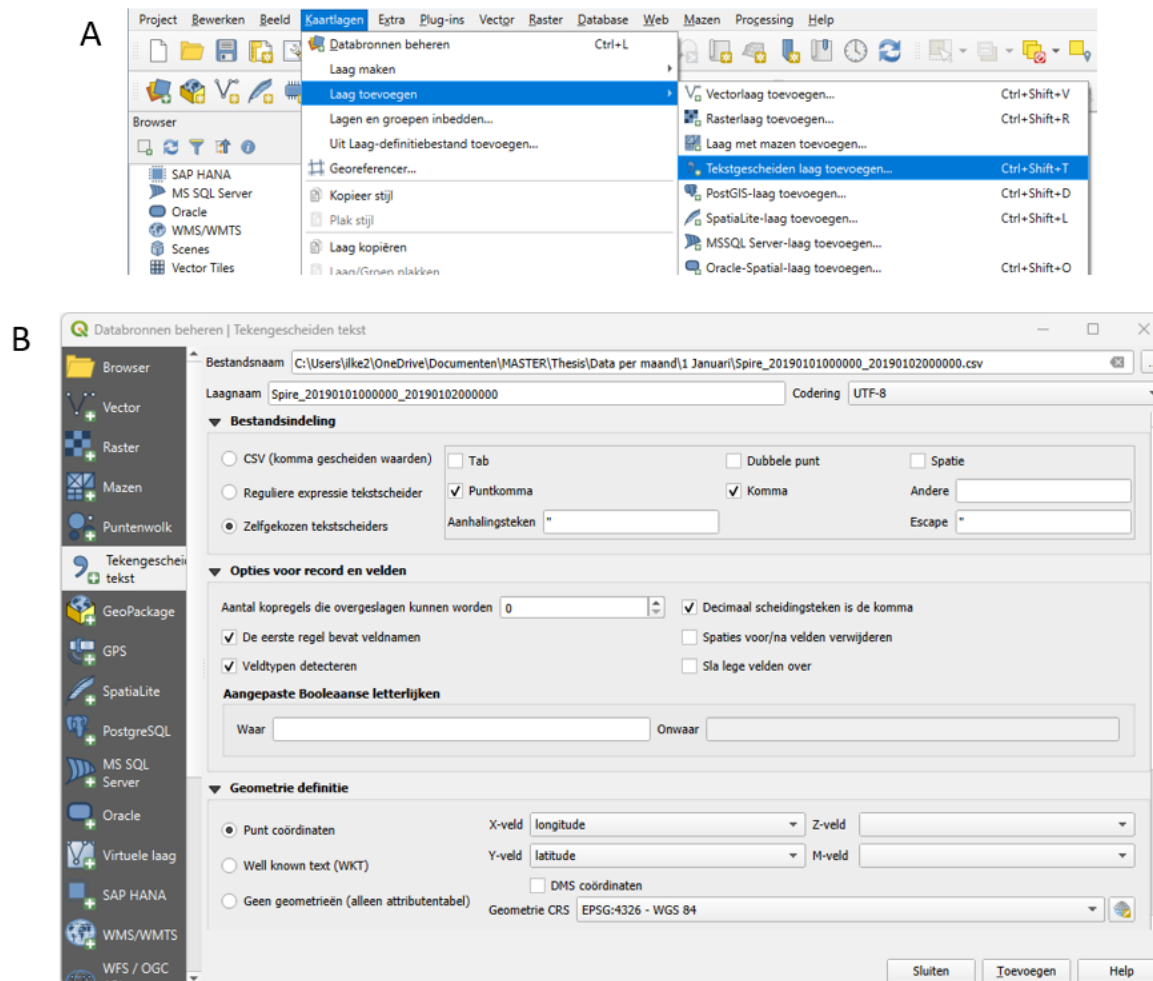
Groene rechthoek: Duidt het coördinaten vak

Rode rechthoek: Duidt waar Open Street Maps gevonden kan worden in de browser

Bron Eigen werk

2.4.3 Data importeren

Toegang tot de AIS-data werd gegeven door Spire Global via S3 Browser. De databestanden stonden direct in de correcte vorm om ze te importeren in QGIS, namelijk als CSV-bestanden. Een bestand toevoegen kon via 'Kaartlagen' in de werkbalk menu, dan 'Laag toevoegen' en vervolgens 'Tekstgescheiden laag toevoegen', weergegeven in Figuur 25 (A). Na het volgen van deze stappen, opende een venster waar effectief het bestand geüpload kon worden zoals in Figuur 25 (B). Het up te loaden bestand kon gekozen worden in de eerste balk bij 'Bestandsnaam'. Voor het uploaden moesten er eerst nog enkel instellingen aangepast worden. Eerst werd bij 'Bestandsindeling' gekozen voor puntkomma en komma als scheidingsteken. Als tweede werden de instellingen onder 'Opties voor record en velden' aangepast. 'De eerste regel bevat veldnamen', 'Veldtypen detecteren' en 'Decimaal scheidingsteken is de komma' werden aangevinkt. Voor 'Aantal kopregels die overgeslagen kunnen worden' werd nul genomen. Bij 'Geometrie definitie' werd 'Punt coördinaten' gekozen met X-veld als longitude en Y-veld als latitude. De laatste instelling was 'EPSG:4326 – WGS 84' kiezen bij 'Geometrie CRS'. Eens deze instellingen aangepast waren, kon het bestand geüpload worden.

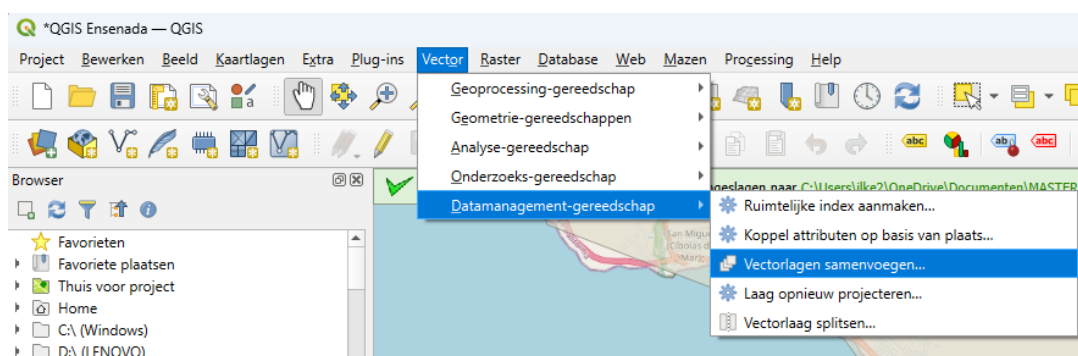


*Figuur 25 Proces voor het importeren van bestanden in QGIS
(A): Instructies bij het openen Databronnen beheren
(B): Weergaven van de juist instellingen
Bron Eigen werk*

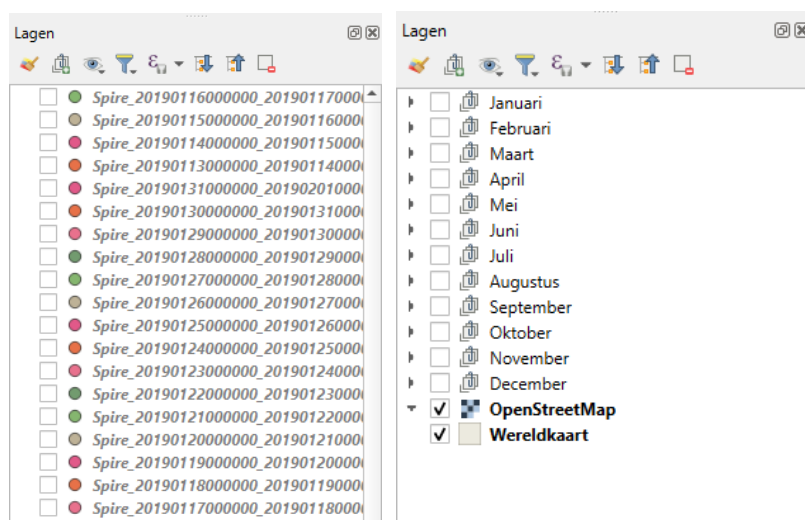
2.4.4 Data per maand

Om een beter overzicht te krijgen na het uploaden van de 365 bestanden, voor elke dag 1 bestand, werden ze gegroepeerd per maand. Dit werd bekomen door in de werkbalk menu via 'Vector' dan 'Datamanagement-gereedschap' en vervolgens 'Vectorlagen Samenvoegen' te kiezen. Alle stappen worden geïllustreerd in Figuur 26 (A). Een venster opende zich waarin de lagen die samengevoegd moeten worden, geselecteerd konden worden. Zoals te zien in Figuur 26 (B) is er een beter overzicht na het groeperen.

A



B



Figuur 26 Lagen samenvoegen

(A): Proces voor het samenvoegen van lagen

(B): Verschil voor en na het samenvoegen per maand

Bron Eigen Werk

2.4.5 Data categorisering

Door gebruik te maken van filters, wordt het gemakkelijker om de impact van de verschillende soorten schepen op walvissen te analyseren. Om enige uniformiteit te bekomen in de kaarten, werden kleuren per categorie gekozen zoals weergegeven in Tabel 1.

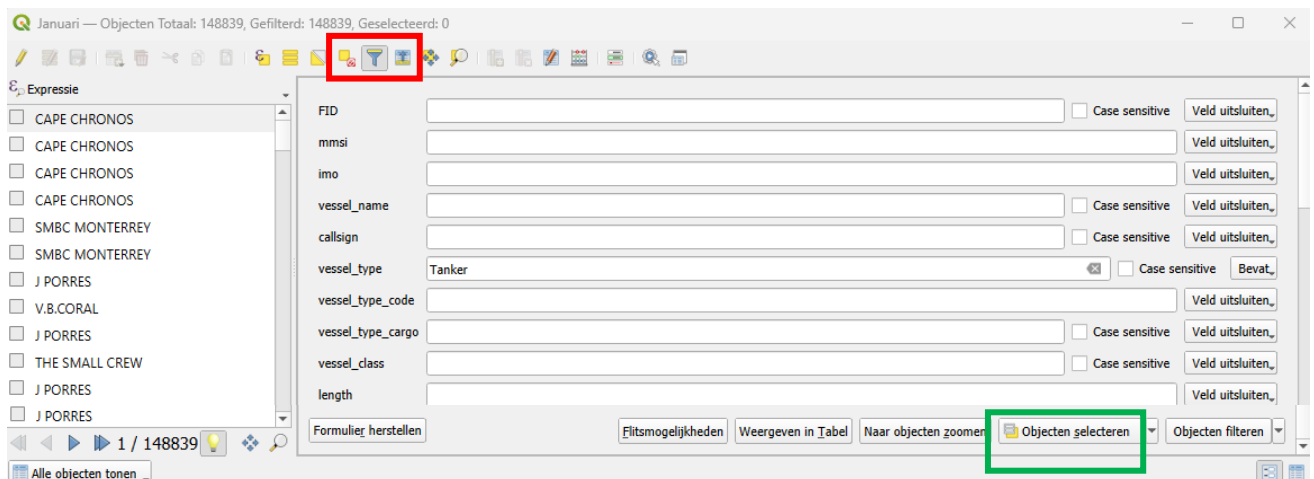
Tabel 1 Legende van type schepen

Bron Eigen werk

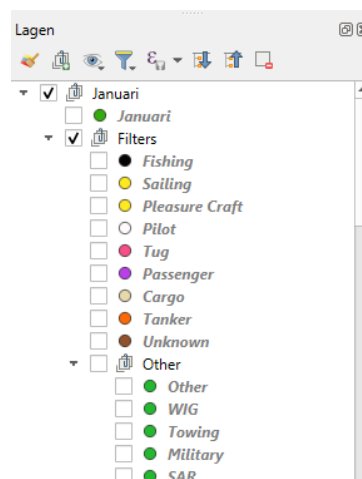
Type schip	Kleur
Visvaartuigen	Zwart
Pleziervaart	Geel
Loodsboten	Wit
<i>Tugs</i>	Roos
Passagiersschepen	Paars
Vrachtschepen	Beige
Tankers	Oranje
Onbekende schepen	Bruin
Andere schepen	Groen

Het invoegen van filters kon als volgt gedaan worden. Eerst werd de attributentabel geopend met een rechter muisklik op de gewenste maand. Klikken op het filtersymbool (weergegeven met een rode rechthoek in Figuur 27) selecteerde de data gekoppeld aan het gekozen type schip (gekozen bij 'vessel_type'), bijvoorbeeld 'Tankers'. Na te klikken op de knop 'Objecten selecteren' (groene rechthoek in Figuur 27), werden alle tankers aangeduid in gele bollen. De geselecteerde gele bollen werden opgeslagen als een nieuwe laag 'Tankers'. Het opslaan van een filter als nieuwe laag kon worden gedaan door rechts te klikken op de maand, vervolgens 'Exporteren' dan 'Geselecteerde objecten opslaan als' te kiezen.

Na het doorlopen van de stappen besproken in 2.4.4 en 2.4.5, zag het resultaat er uit zoals in Figuur 28. Nu is de data duidelijk gecategoriseerd en klaar voor analyse.



*Figuur 27 Proces bij het invoegen van filters
Rode rechthoek: Symbool objecten met behulp van formulier selecteren/filteren
Groene rechthoek: Duid waar je de objecten kunt selecteren
Bron Eigen werk*



*Figuur 28 Data gecategoriseerd per type schip
Bron Eigen werk*

3 Resultaten en discussie

3.1 Onbekende schepen

De eerste categorie die besproken wordt is ‘Onbekende schepen’, met als doel deze bij de gepaste categorie te zetten indien mogelijk. Deze categorie omvat schepen die niet adequaat zijn geclassificeerd volgens de bestaande parameters van de gegevensverzameling. Doordat van elk schip het MMSI-nummer geweten is, kunnen deze schepen opgezocht worden op de site van Marine Traffic en vervolgens onder de juiste categorie geplaatst worden.

Kaarten worden per drie maand getoond (Figuur 29) en besproken. In de maanden januari, februari en maart worden in totaal negen schepen gevonden onder de categorie ‘Onbekende schepen’. Formaso, Gitana, Pendana en One Life zijn pleziervaartuigen. Van One Life is enkel het MMSI-nummer en lengte geweten. Door deze twee gegevens wordt geconcludeerd dat dit het schip ‘One Life’ is. Een visvaartuig wordt waargenomen, namelijk Gulf Prowler. V.B.Coral en SMBC Rosarito zijn *tugs*². Verder is er US Warship 8 wat voor zich sprekend een militair schip is en bij de categorie ‘Andere schepen’ komt te staan. MLB101 is een *Search & rescue vessels* en wordt ook gecategoriseerd onder ‘Andere schepen’.

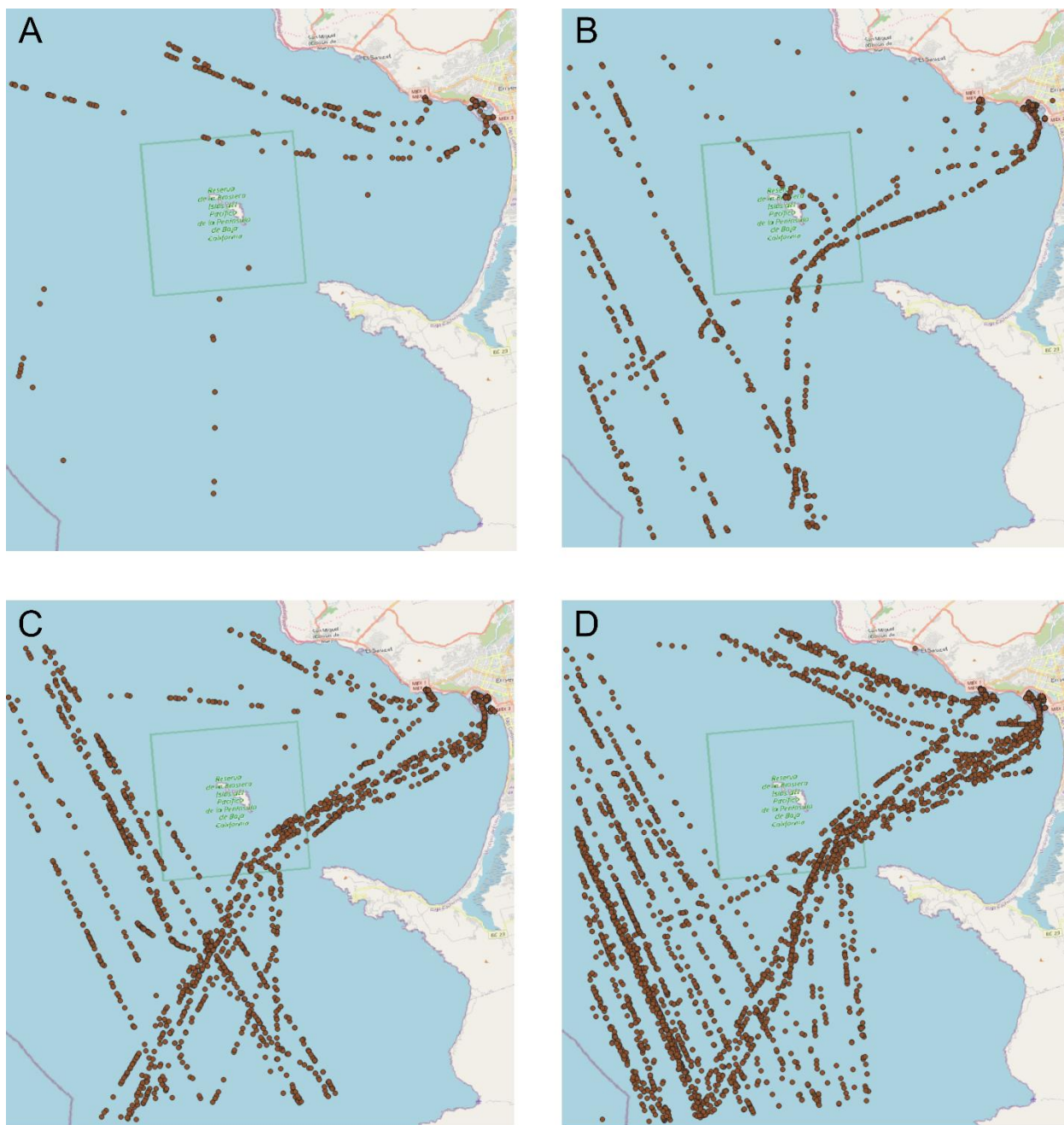
De meeste schepen in Figuur 29 (B) zijn zeilschepen, namelijk Celtic Song, Pearl, Sea Dragon, Maya, Pterridae en SV Grace. El Rey en Socorro Vortex zijn pleziervaartuigen. Zowel zeilschepen als pleziervaartuigen worden onder dezelfde categorie ‘Pleziervaart’ geplaatst. Het passagiersschip Oosterdam en *Towing vessel* SMBC Mexicali worden waargenomen. CMM Mariachi is een *tug*. Dos Bocas I is ook een *tug*, maar is van naam gewijzigd waardoor deze lastiger te vinden was. Thetis is een *bulk carrier* en wordt gecategoriseerd onder ‘Vrachtschepen’. Laura is een *High Speed Crafts* en behoort tot ‘Andere schepen’. Ook in de maanden april, mei en juni wordt het visvaartuig Gulf Prowler waargenomen.

Figuur 29 (C) geeft de verdeling van de categorie ‘Onbekende schepen’ weer voor de maanden juli, augustus en september. Last Arrow en Why Knot zijn pleziervaartuigen. Solana is een *tug*. San Vicente is een *supply vessel* en wordt gecategoriseerd onder ‘Andere schepen’. Verder is er nogmaals een schip waarvan haar naam gewijzigd is van MSC Algeciras naar MSC Nairobi X. Dit

² Om geen verwarring te veroorzaken, wordt in deze tekst gebruik gemaakt van de termen *tug* en *towing vessel*, die in het Nederlands allebei met “sleepboot” zouden moeten worden aangeduid.

is een containerschip dat onder de categorie 'Vrachtschepen' komt. Gulf Prowler, Maya, Socorro Vortex en Dos Bocas I worden ook weer waargenomen.

In het laatste trimester worden er twintig schepen gevonden onder de categorie 'Onbekende schepen'. Hiervan zijn tien schepen al besproken, van de overige tien zijn er vijf pleziervaartuigen en twee zeilvaartuigen. Kure, Suzaku en Voyager zijn de overige schepen. Kure is een containerschip en Suzaku is een *bulk carrier*, dus komen bij de categorie 'Vrachtschepen'. Van Voyager kan er geen type schip gevonden worden op Marine Traffic, wel is haar lengte en breedte gekend, respectievelijk 22 en 6 meter. Van haar afmetingen kan worden afgeleid dat het waarschijnlijk een zeilvaartuig of pleziervaartuig is. Dit wordt bevestigd met haar route. Voyager komt de haven binnen en gaat naar de ligplaatsen voor zeilschepen en pleziervaartschepen. Na enkele dagen verlaat ze Ensenada.



Figuur 29 Verdeling van de 'Onbekende schepen' in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van de 'Onbekende schepen' gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van de 'Onbekende schepen' gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van de 'Onbekende schepen' gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van de 'Onbekende schepen' gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

3.2 Andere schepen

Net zoals bij de categorie 'Onbekende schepen' in 3.1 wordt er eerst nagegaan of schepen een meer geschikte categorie kunnen krijgen.

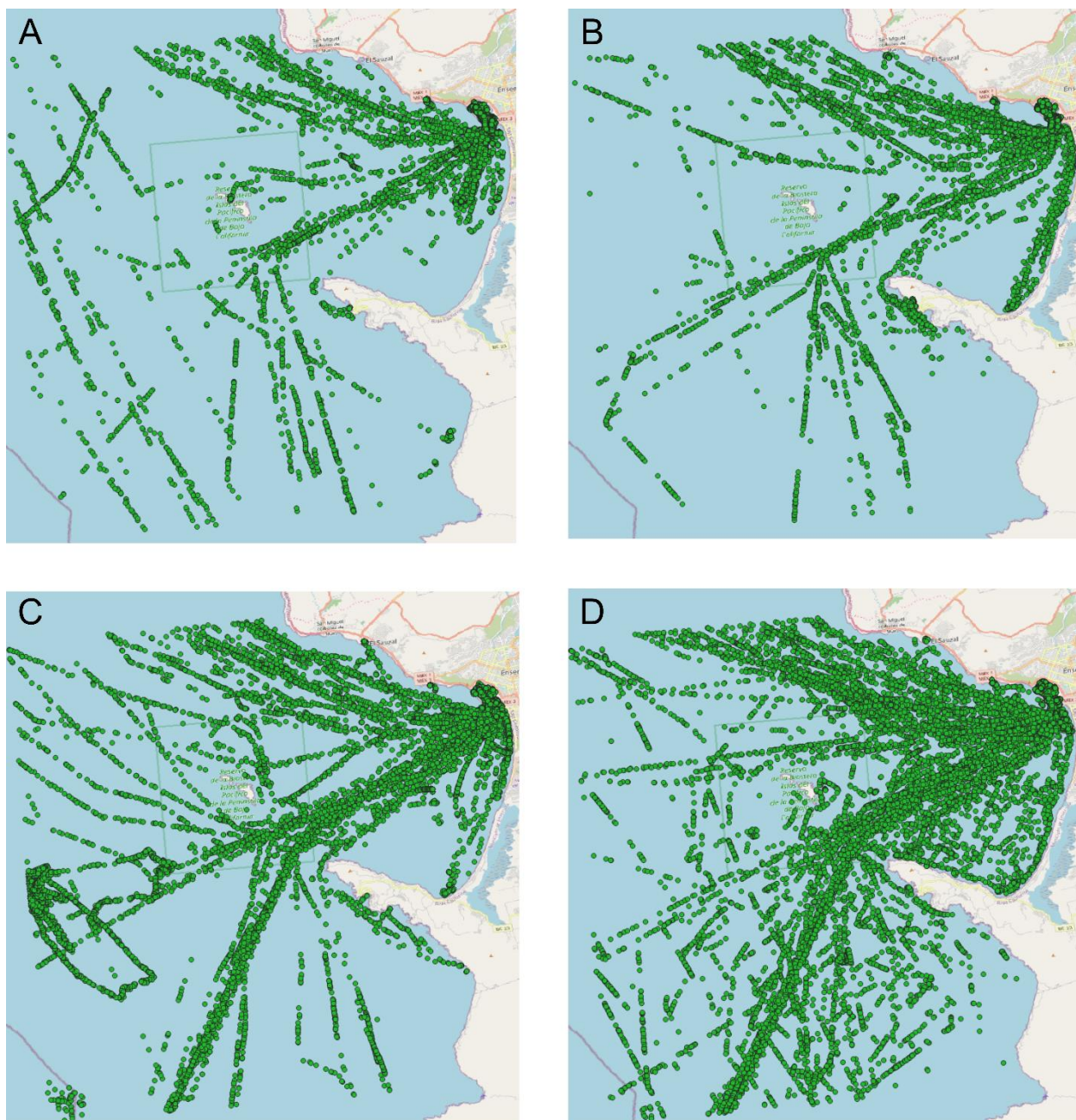
Figuur 30 (A) bevat 6 schepen: Anticipation, Daybreak, M/Y Undaunted, V.B.Coral, Nautilus en Hidalgo. De eerste drie zijn pleziervaartuigen en worden dus onder 'Pleziervaart' gecategoriseerd. Van V.B.Coral is al geweten dat het een *tug* is. Nautilus is een onderzoeksschip dat onder 'Andere schepen' blijft staan. Van Hidalgo wordt het type schip niet gevonden op Marine Traffic. Wel geweten is haar lengte en breedte, respectievelijk 73 m en 17 m. Ze vaart onder de Mexicaanse vlag. Vanuit de AIS-data is te zien dat ze één keer de haven buiten- en binnenvaart op dezelfde dag. Omdat het scheepstype niet gevonden kan worden, wordt ze onder de categorie 'Onbekende schepen' geplaatst.

In de maanden april, mei en juni worden V.B.Coral en Nautilus opnieuw waargenomen. Ook worden er weer fout gecategoriseerde pleziervaartuigen waargenomen, namelijk Satisfaction en Komokwa. Verder komen er vijf andere schepen voor, waaronder Carnival Inspiration, Carnival Imagination, NYK Lyra, DR Jorge Carranza en Carn Inspiration. Carnival Inspiration en Carnival Imagination zijn passagiersschepen. NYK Lyra is een containership en gecategoriseerd onder 'Vrachtschepen'. DR Jorge Carranza is een visvaartuig. Als laatste wordt Carn Inspiration T7 waargenomen. Deze wordt bij Marine Traffic ook als onbekend gelabeld. Ze vaart onder de vlag van de Bahamas. Door dat ze aanmeert bij de terminal van de passagiersschepen, doet dat vermoeden dat ze een passagiersschip is, maar wetende dat haar lengte en breedte 10 m en 3 m zijn, is dit hoogstwaarschijnlijk mis. Door het patroon van het schip kan een visvaartuig uitgesloten worden. Vermoedelijk is het pleziervaart.

Voor de volgende drie maanden worden er zeven schepen gevonden gecategoriseerd als 'Andere schepen'. Five Star en Tortuga zijn pleziervaartuigen. Er wordt ook een *offshore supply vessel* getroffen, namelijk GEO Explorer, zij blijft onder de categorie 'Andere schepen'. Haar route is deze te zien in Figuur 30 (C) links centraal. Marianna wordt onder 'Vrachtschepen' geplaatst aangezien zij een *bulk carrier* is. Verder wordt de Tiger Spirit waargenomen met een lengte van 24 m en breedte 6 m. Het scheepstype wordt niet gevonden bij Marine Traffic. Aan de hand van de positie kan worden uitgesloten dat het een visvaartuig is, maar geconcludeerd worden dat het pleziervaart is en deze te categoriseren onder 'Pleziervaart'. Ook NYK Lyra en V.B.Coral worden opnieuw waargenomen.

Schepen die in de maanden oktober, november en december zijn waargenomen zijn: Carn Inspiration, Carn Imagination, NYK Lyra, Tortuga, V.B.Coral, Nautilus, M/Y Undaunted, Domani, Ile De Sein, RIB 45 en CS Recorder. De laatste vier zijn nog niet besproken. Domani en RIB 45 zijn pleziervaartuigen. Ile De Sein en CS Recorder zijn kabelleggers en blijven gecategoriseerd onder 'Andere schepen'.

Andere subcategorieën die onder 'Andere schepen' behoren zijn: ekranoplans ofwel *wing-in-ground-effect vessels* (WIG), *towing vessels*, vaartuigen bezig met duikoperaties, militaire vaartuigen, *Search & rescue vessels*, *High Speed Crafts*, *service vessels* en onderzoeksschepen.



Figuur 30 Verdeling van de 'Andere schepen' in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van de 'Andere schepen' gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van de 'Andere schepen' gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van de 'Andere schepen' gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van de 'Andere schepen' gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

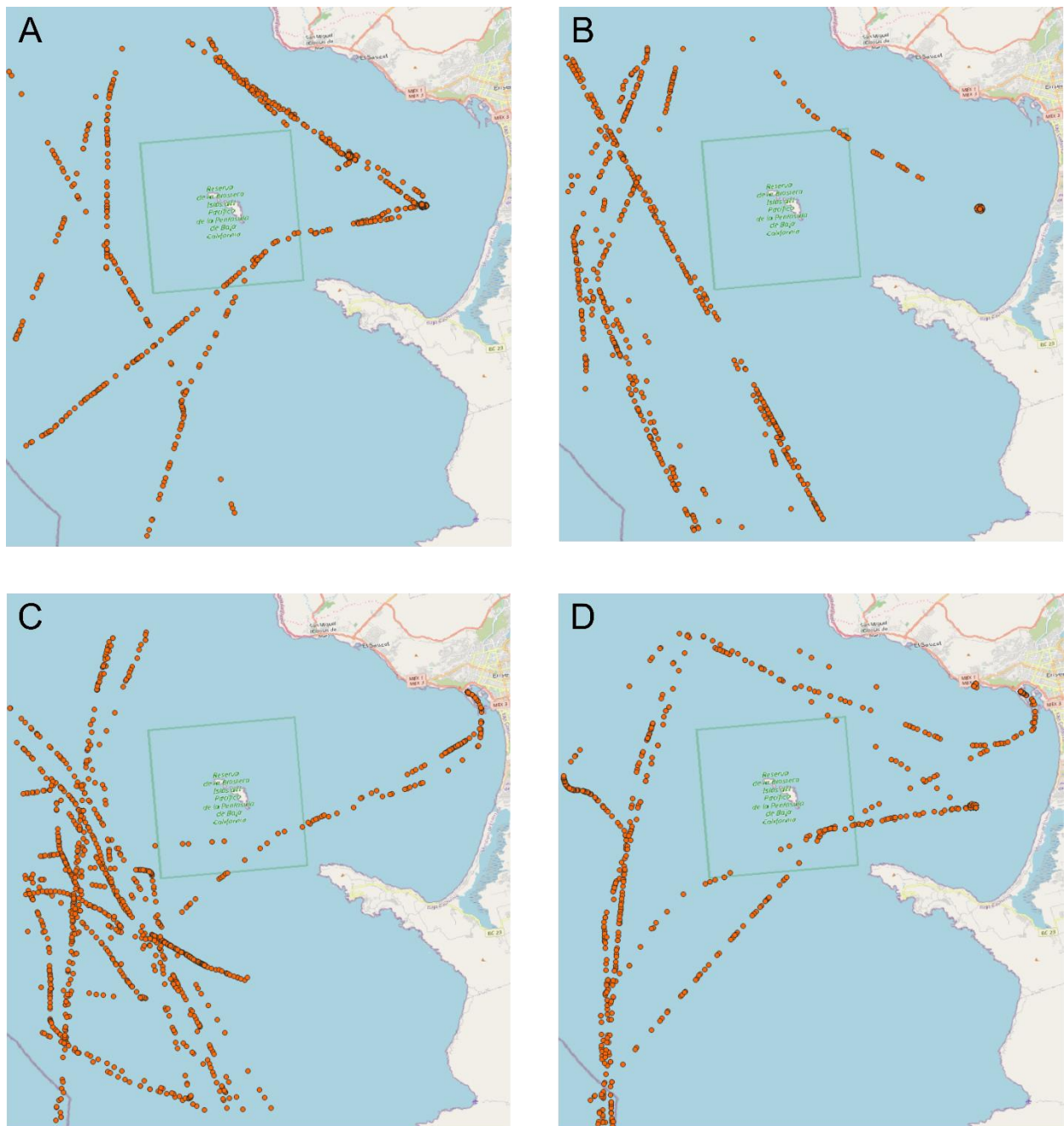
3.3 Tankers

In Figuur 31 is duidelijk te zien dat Ensenada geen ‘tankerhaven’ is. In Figuur 31 (A, B) komt geen enkele tanker tot in de haven van Ensenada. Figuur 32 geeft twee schepen weer, namelijk Jenny N (donkerblauw) en Vincente Guerrero II (lichtblauw). Vincente Guerrero II vaart door het onderzoeksgebied met als bestemming Rosarito. Jenny N vaart zuidelijk het onderzoeksgebied binnen en gaat ten anker. Na drie dagen voor anker te liggen, zet ze haar route verder en vaart noordelijk uit het onderzoeksgebied. Na 2 dagen vaart ze terug in het onderzoeksgebied. Uit de data blijkt haar bestemming Ensenada te zijn, maar vermoedelijk was Jenny haar bestemming Energía Costa Azul. Energía Costa Azul omvat een terminal die is ontworpen voor meerdere doeleinden. Het hoofddoel van deze faciliteit is om LNG te ontvangen, op te slaan en vervolgens terug om te zetten naar gasvorm voor distributie naar lokale markten en export. Deze infrastructuur speelt een cruciale rol in de energie-infrastructuur van Mexico en de bredere regio, doordat het bijdraagt aan de diversificatie van energiebronnen en de versterking van de energievoorziening. Naast de regasificatiefaciliteiten heeft Energía Costa Azul ook het potentieel om te fungeren als een belangrijke exportterminal voor LNG. Door zijn strategische ligging aan de westkust van Mexico kan het een belangrijk knooppunt worden voor de handel in LNG tussen Noord-Amerikaanse producenten en Aziatische markten (ECA LNG, 2024). In Figuur 31 (D) doet een gelijkaardig driehoekpatroon zich voor zoals die van Jenny N.

In Figuur 31 (C, D) wordt er wel tot in de haven gevaren. Meer bepaald in de maand augustus en december. Het gaat om twee verschillende tankers die telkens naar dezelfde kade varen.

Opmerkelijk is de concentratie groter in de maanden juli, augustus en september. Dit is te danken aan het schip ‘Tula’ (Grijs gemarkeerd in Figuur 33). Gedurende twaalf dagen vaart zij door het onderzoeksgebied. De vreemde route van haar kan worden verklaard door haar navigatie status die op dat moment *‘not under command’* is.

Uitsluitend de twee schepen die Ensenada bezoeken, wijst de analyse uit dat de bezoeken in het onderzoeksgebied meer gerelateerd zijn aan Energía Costa Azul of andere nabije havens.



Figuur 31 Verdeling van tankers in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

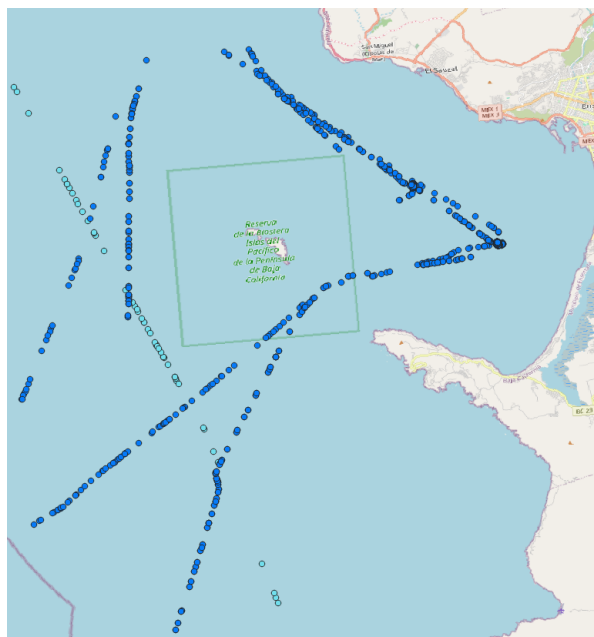
(A): Verdeling van 'Tankers' gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van 'Tankers' gedurende de maanden april, mei en juni

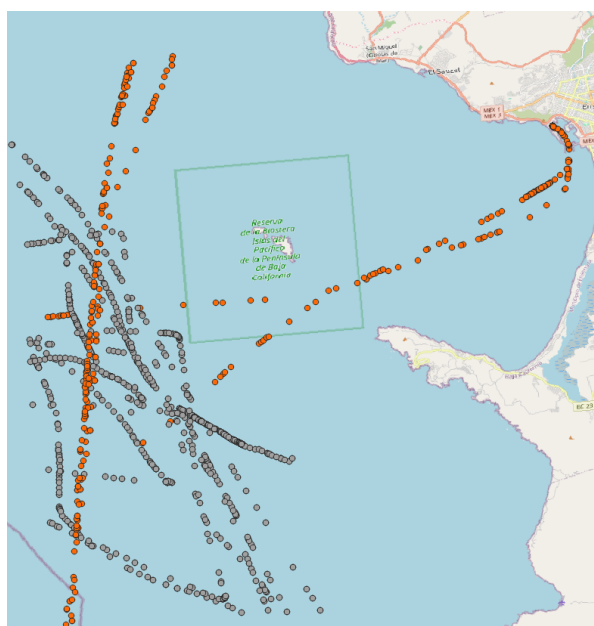
(C): Verdeling van 'Tankers' gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van 'Tankers' gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk



Figuur 32 Andere kijk op Figuur 31 (A), schaal 1:118000
 Lichtblauw: Vincente Guerrero II
 Donkerblauw: Jenny N
 Bron Eigen werk



Figuur 33 Andere kijk op Figuur 31 (C), schaal 1:118000
 Oranje: Andere tankers
 Grijs: Tula
 Bron Eigen werk

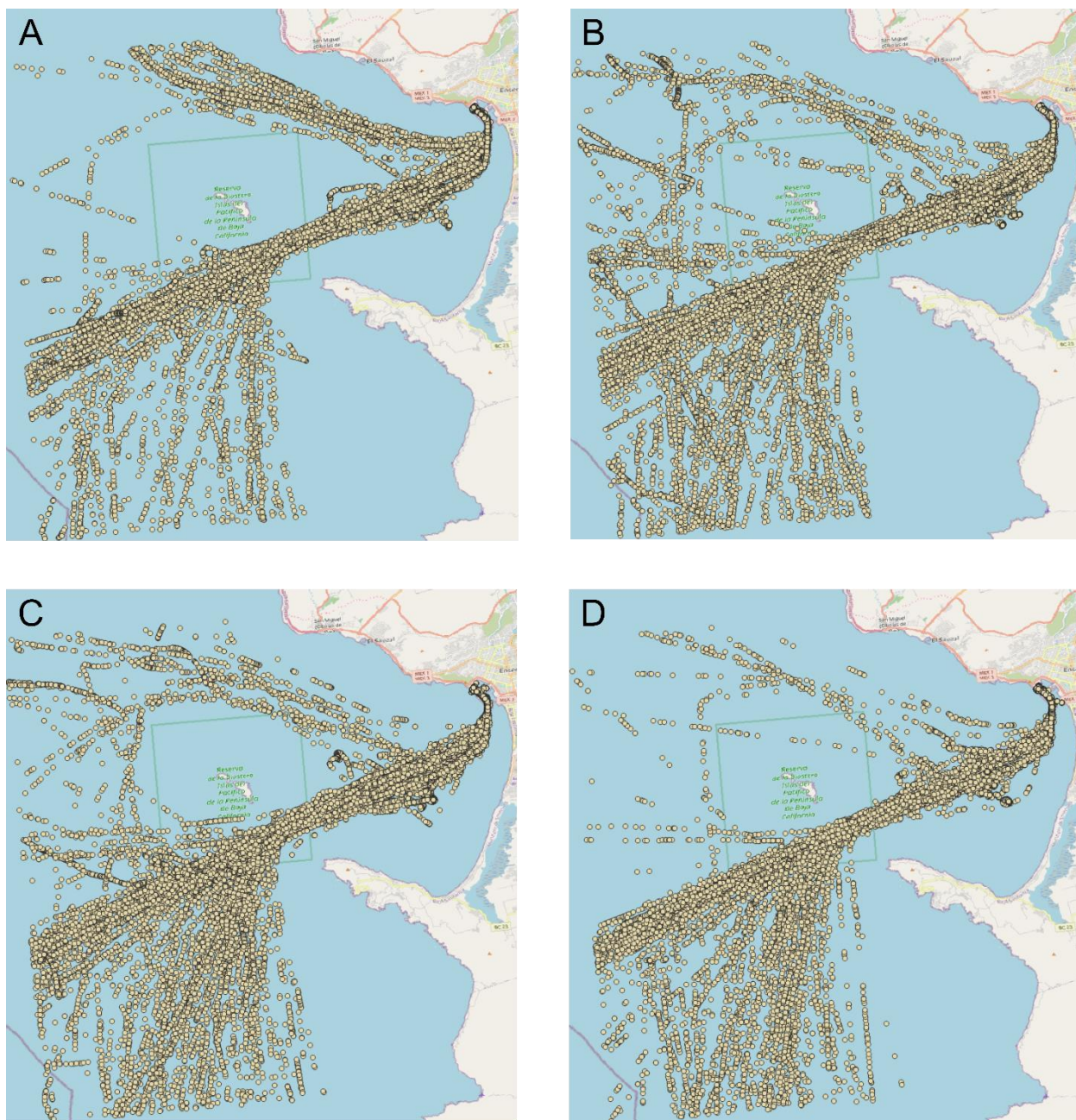
3.4 Vrachtschepen

Het volgende scheepstype in de data is *cargo ships*, vertaald als vrachtschepen. Bij nader kijken naar de data bevat deze categorie meerdere subcategorieën, namelijk *general cargo ships*, *bulk carriers*, *RoRo cargo ships*, containerschepen, gespecialiseerde vrachtschepen en andere tankers. Uiteraard behoort deze laatste tot de categorie 'Tankers'.

Bij het bekijken van Figuur 34 valt op dat de haven van Ensenada een populaire bestemming is voor vrachtschepen. De haven van Ensenada is een van de enige diep water haven in de directe omgeving, wat betekent dat ze als enige, grote schepen kan ontvangen en behandelen. Ook heeft Ensenada een gunstige locatie voor vrachtschepen die handel drijven tussen Noord- en Zuid-Amerika. Het is ook relatief dicht bij de westkust van de Verenigde Staten, wat het een aantrekkelijke tussenstop maakt voor schepen die de kust van Californië bedienen.

De haven van Ensenada staat vooral bekend als container- en cruisehaven. Het containerverkeer bedroeg in 2018 194.431 TEU (*Twenty-Foot Equivalent*) en was de vijfde haven in Mexico met het hoogste containerverkeer. De terminal heeft sinds 2018 een groei doorgemaakt, van 194.431 TEU naar 444.000 TEU in 2022.

Dat het een containerhaven is, wordt bevestigd in Figuur 35. Het grootste deel van de vrachtschepen zijn containerschepen (geel gemarkeerd in Figuur 35). Na 2019 is de bedreiging voor walvisachtigen aanzienlijk toegenomen, voornamelijk als gevolg van de uitvoering van de uitbreidingsplannen voor de haven. Deze uitbreiding heeft als doel de haven van Ensenada te transformeren tot een belangrijk knooppunt voor internationale handel, met verbeterde faciliteiten en capaciteiten om te voldoen aan de groeiende vraag naar vrachtvervoer in de regio. Deze werken zullen het mogelijk maken schepen met een lengte van meer dan 350 m en een grotere diepgang te ontvangen, wat leidt tot een toename van de marktkansen, wat een positieve impact heeft op de industrie van de regio. Er zal een verandering in de route van de schepen plaatsvinden. Zo zullen meer schepen ten anker wachten. Als de ligplaats bezet is zal het schip moeten wachten, anders ging deze direct naar de ligplaats (López-González et al., 2020). De voorspelde veranderingen zijn inmiddels gerealiseerd, wat heeft geleid tot een toename van scheepvaartverkeer en mogelijke verstoring van de leefgebieden van walvisachtigen.



Figuur 34 Verdeling van vrachtschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

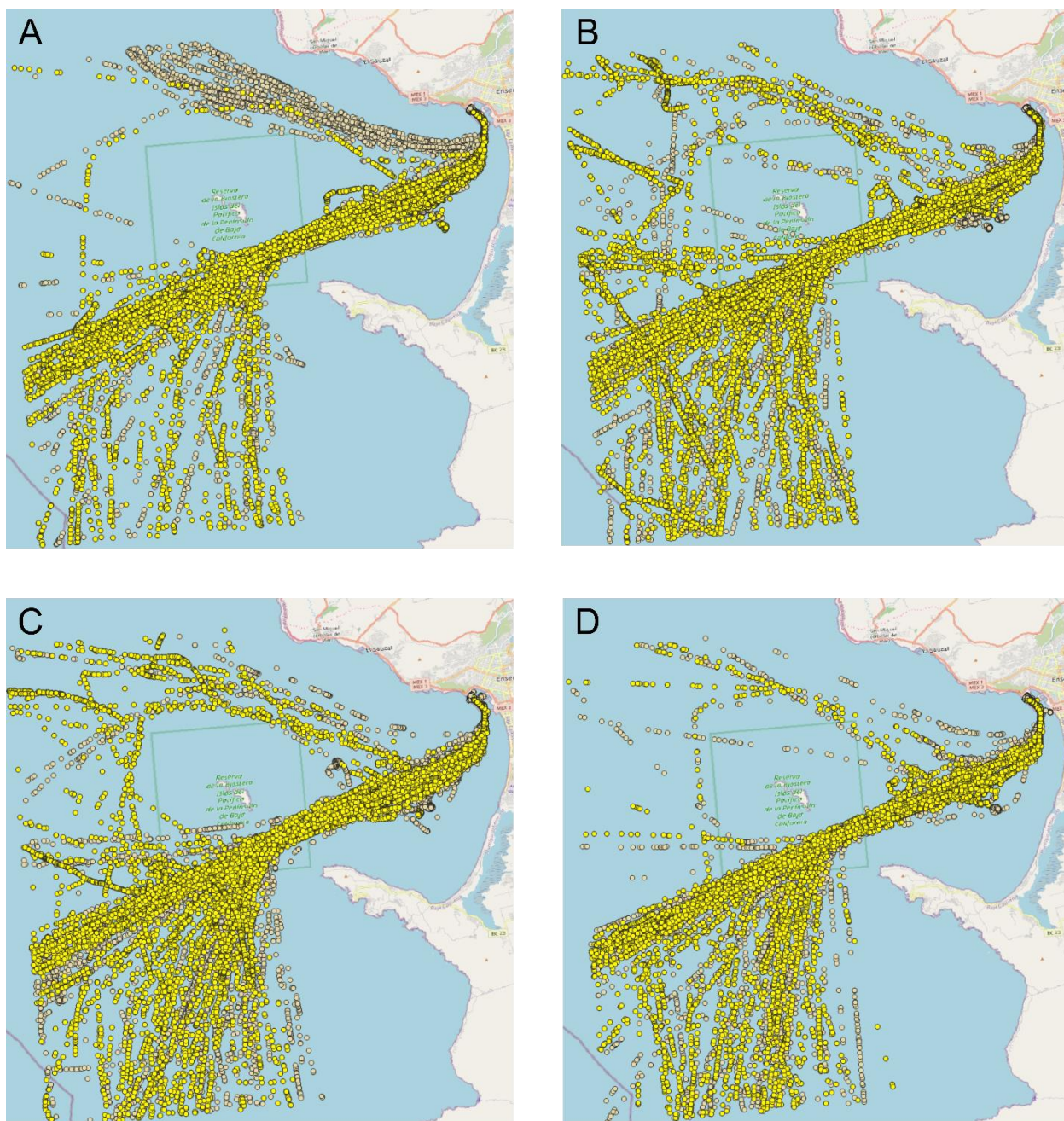
(A): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk



Figuur 35 Verdeling van vrachtschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, containerschepen geel gemarkeerd, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van vrachtschepen gedurende de maanden oktober, november en december

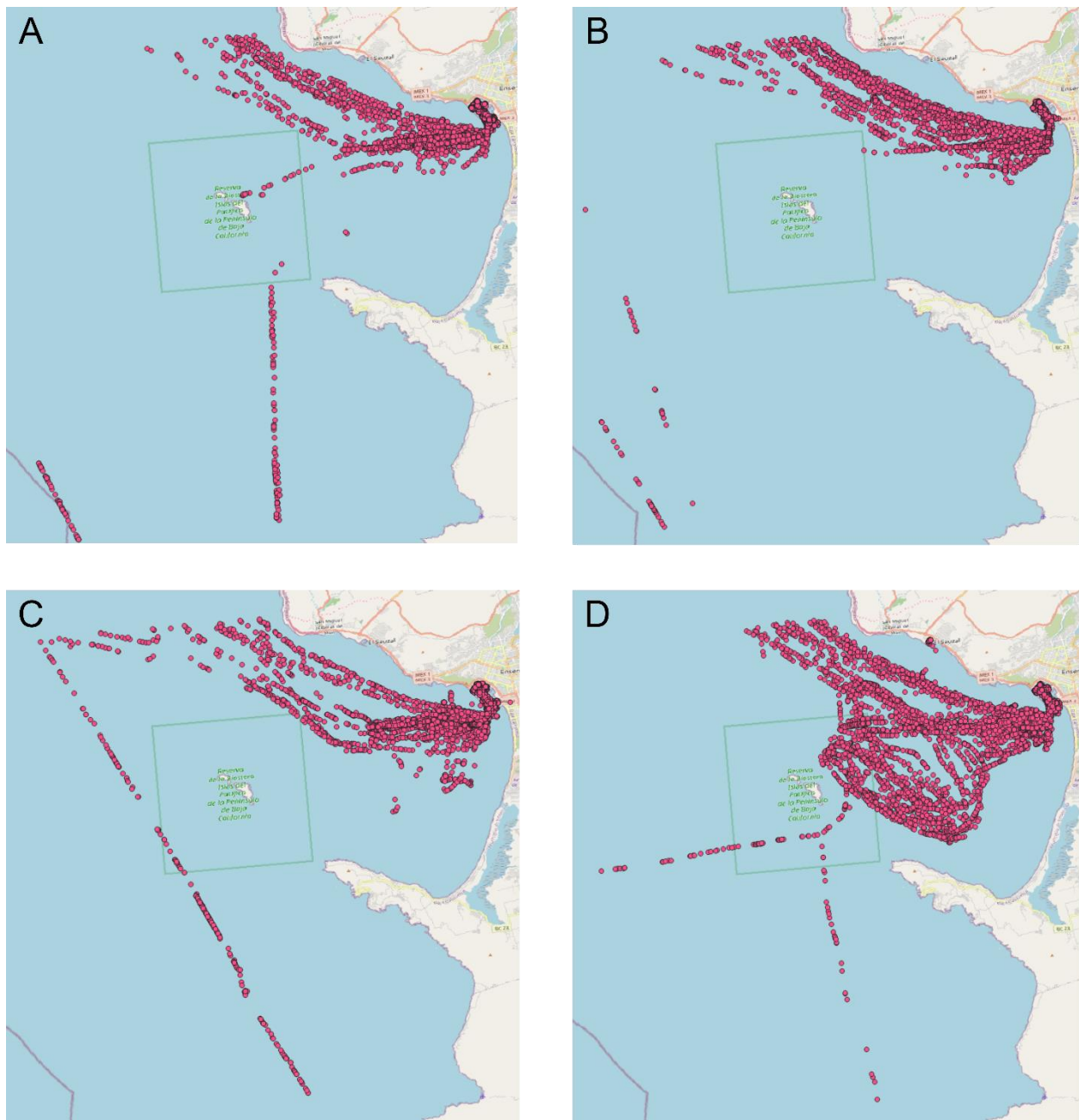
Bron Eigen werk

3.5 Tugs

Bij het bekijken van Figuur 36 valt op dat de maanden oktober, november en december een grotere dichtheid hebben dan de andere maanden. Bij het nader bekijken van Figuur 36 (D) blijkt dit te komen door 1 *tug*, namelijk Pacific Freedom. In Figuur 37 is duidelijk te zien dat Pacific Freedom (grijs gemarkeerd) de oorzaak is van de grote dichtheid. Het aantal *tugs* per trimester is ongeveer gelijk. Enkel het eerste trimester heeft drie of vier *tugs* minder dan de andere trimesters.

Een observatie die gemaakt wordt is hetzelfde patroon dat zich verhaalt in alle trimesters. *Tugs* verlaten de haven van Ensenada en varen vervolgens noordelijk en vice versa. *Tugs* varen tussen verschillende havens. Een verklaring hiervoor kan zijn dat dezelfde *tugs* gebruikt worden voor verschillende havens. Enkele andere bestemmingen van de *tugs* zijn: Rosarito, Energía Costa Azul, Long Beach en San Diego.

Enkele *tugs* bevinden zich buiten de baai. De *tug* links onderaan Figuur 36 (A) heeft als bestemming Balboa Panama. De *tug* centraal onderaan is VB Yucatan. Zij komt 28 maart toe in Ensenada en is sindsdien gebleven. Soms vaart ze enkel in Ensenada, andere momenten vaart ze ook tussen verschillende havens. Op dezelfde figuur is de *tug* 'SMBC Mexicali' heen en weer gevaren naar het eiland 'Isla Todos Santos'. In Figuur 36 (B) zijn er twee routes ver buiten de baai. De routes zijn alle twee van Edward Brusco, die op 15 mei door het onderzoeksgebied vaart met bestemming Balboa Panama en op 14 juni terug passeert met bestemming Seattle. De *tug* die in Figuur 36 (C) diagonaal vaart, is onderweg naar Balboa Panama.



Figuur 36 Verdeling van tugs in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

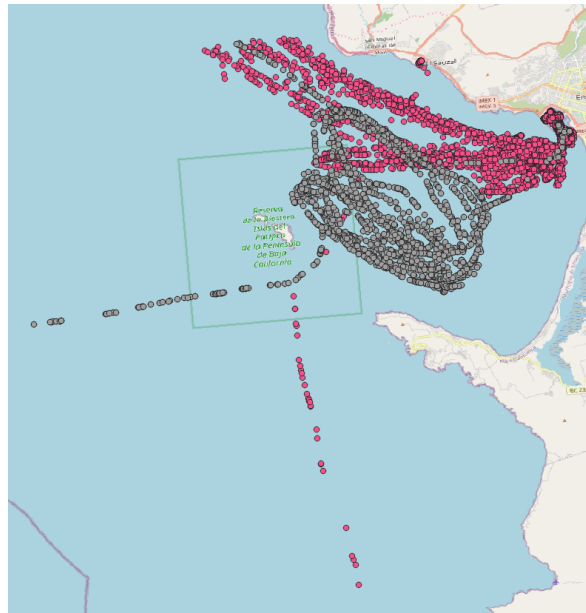
(A): Verdeling van tugs gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van tugs gedurende de maanden april, mei en juni

(D): Verdeling van tugs gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van tugs gedurende de maanden oktober, november en december

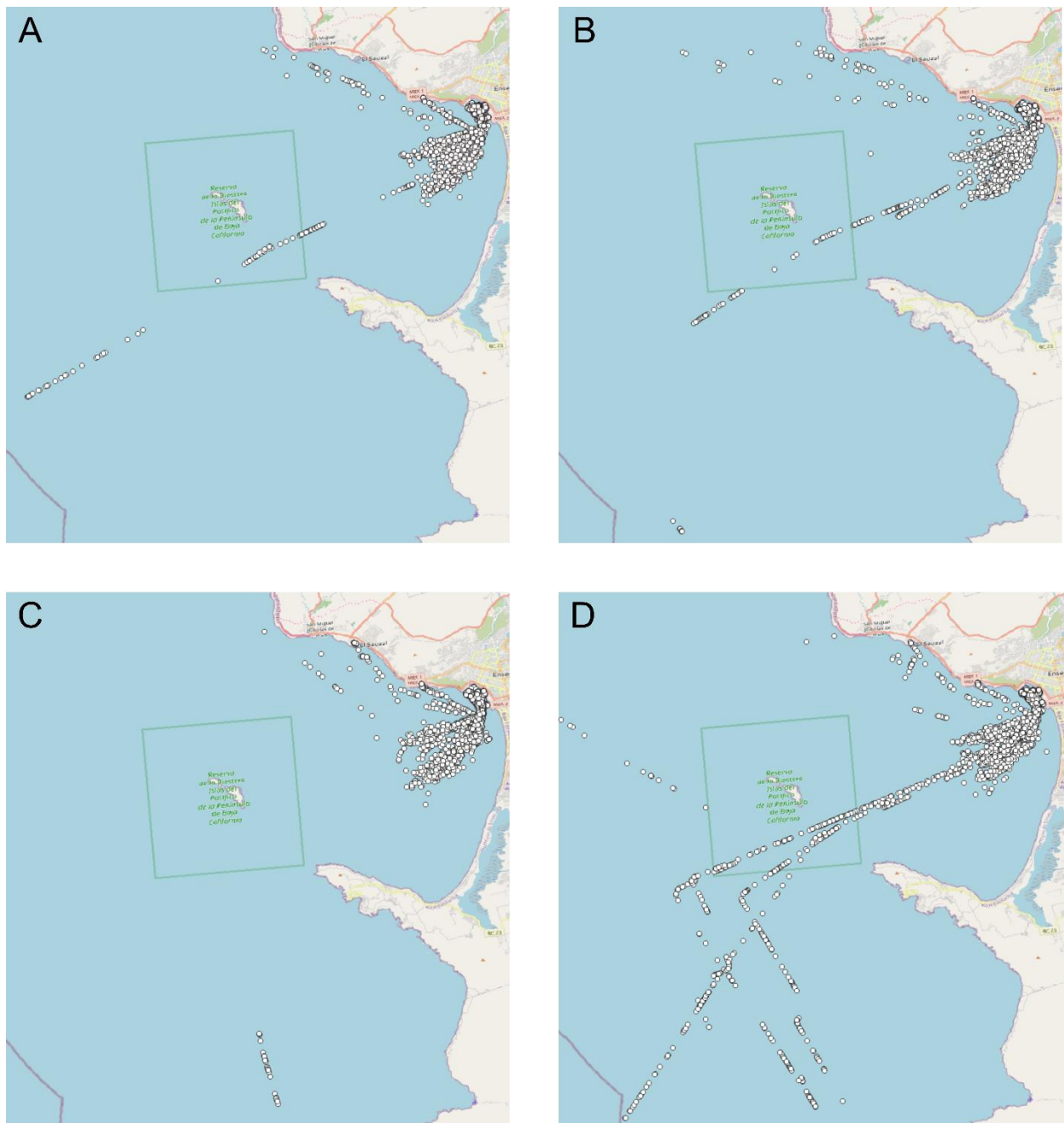
Bron Eigen werk



Figuur 37 Andere kijk op Figuur 36 (D), schaal 1:118000
 Roos: Andere tugs
 Grijs: Pacific Freedom
 Bron: Eigen werk

3.6 Loodsboten

Figuur 38 toont een te verwachten patroon voor loodsboten, geconcentreerd rond de haven. De meeste loodsboten zijn geconcentreerd rond het *leading light* die je de haven binnen loodsen. Zo te zien worden loodsboten hier ook gebruikt voor meerdere havens zoals bij 3.5 *Tugs*. Dit is mogelijk omdat de havens kort bij elkaar liggen. Hoogstwaarschijnlijk gaan de loodsboten die noordelijk uit het onderzoeksgebied varen naar de Energía Costa Azul terminal. Vijf verschillende loodsboten opereren in het onderzoeksgebied, namelijk Panchita, Pilot Boat Polaris, Pilot Boat Pilot III, Piloto V, Pilotos II. In Figuur 38 varen enkele routes uit of in de open Oceaan. Deze routes zijn allemaal van dezelfde loodsboot Piloto V. Ze is actief in de maanden maart, mei, juli, oktober en december. Piloto V heeft een afwijkende route in vergelijking met de andere loodsboten. Zo komt zij maar drie keer tot in de haven van Ensenada. Met haar naam en IMO nummer wordt er geen schip gevonden via Marine Traffic. Met haar MMSI nummer wordt een *tug* genaamd Cortintio gevonden. Er kan vanuit gegaan worden dat dit niet de loodsboot is, aangezien de afmetingen van de schepen niet overeen komen. De reden van haar routes zijn onbekend.



Figuur 38 Verdeling van loodsbotten in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van loodsbotten gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van loodsbotten gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van loodsbotten gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van loodsbotten gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

3.7 Visvaartuigen

Figuur 39 geeft de visvaartuigen weer actief in het onderzoeksgebied. Het aantal visvaartuigen per trimester is min of meer gelijk, ondanks dat dit niet zo lijkt. Twaalf schepen worden geteld voor zowel het eerste en tweede trimester. Voor de laatste twee trimesters worden er telkens 14 schepen geteld. Er zijn maar twee schepen die elk trimester opnieuw worden waargenomen.

Op Figuur 39 (A, B) zijn er minder visvaartuigen actief dan op Figuur 39 (C, D). Het valt op dat de activiteit van de visvaartuigen toe neemt gedurende het jaar. Een verklaring hiervoor kan gevonden worden in de verschillende weersomstandigheden tijdens de verschillende seizoenen. Een andere verklaring kan de variëteit in de vissoorten zijn. De lente, van maart tot juni, biedt een mix van soorten, waaronder witte zeebaars, heilbot en geelstaart. De zomermaanden zijn uitstekend geschikt voor het vangen van tonijn, dorado, geelstaart en marlijn. In de wintermaanden kan er onder anderen gejaagd worden op roodbaars en lingcod (Mendoza-Carranza & Rosales-Casian, 2000).

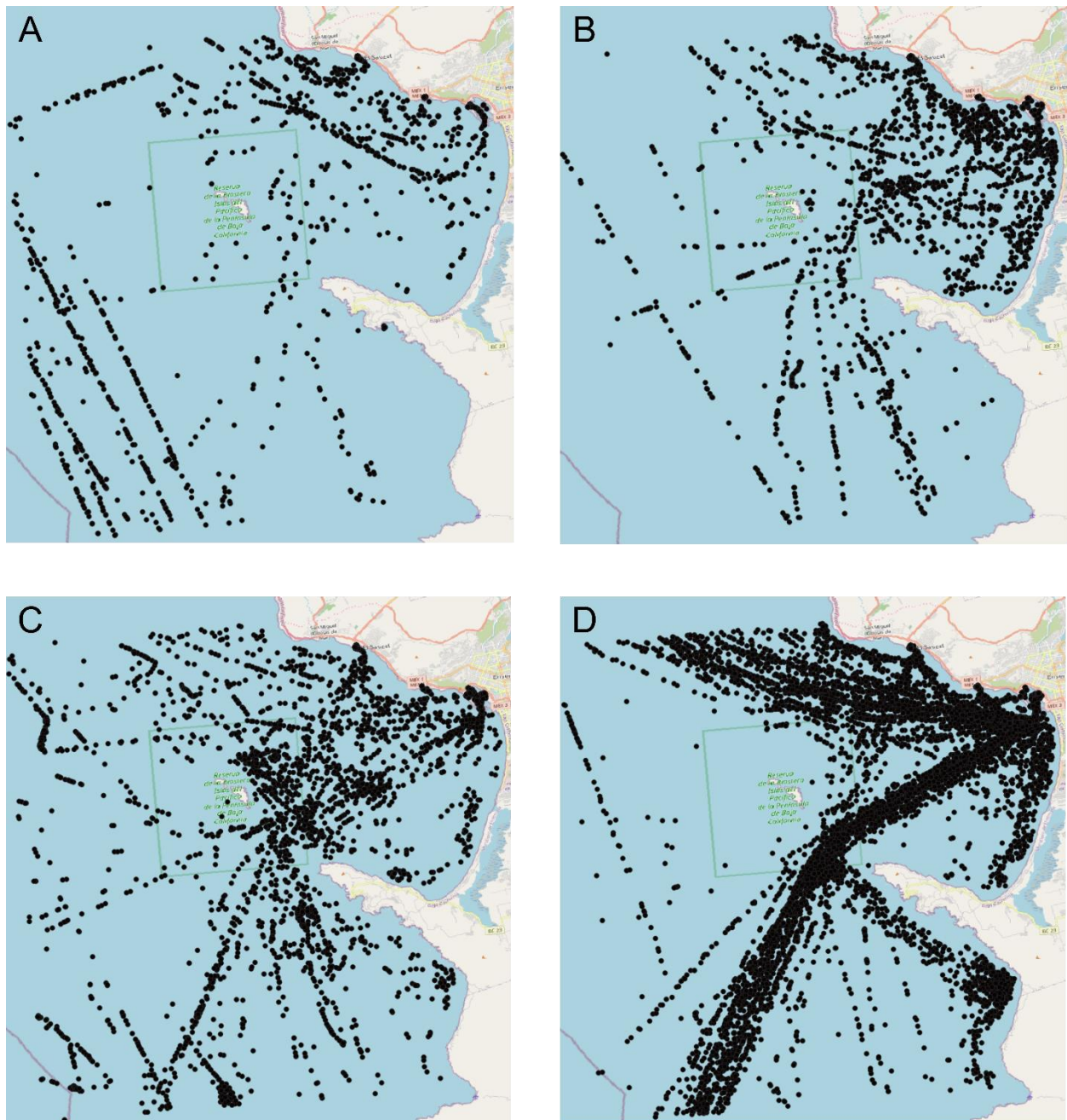
Bij het observeren van Figuur 39 (D) heeft deze duidelijk een grotere dichtheid dan de andere figuren. Bij het nader kijken naar die figuur, wordt gevonden dat een deel van de grotere dichtheid te danken is aan twee visvaartuigen. Figuur 40 geeft in het grijs de twee schepen weer, namelijk Apolo en Shogun. Een verklaring voor hun gelijkaardige route kan zijn dat zij beiden dezelfde vis vangen.

Een andere waarneming is dat visvaartuigen in het onderzoeksgebied uit varen vanuit de haven van Ensenada zelf, maar ook vanuit nabijgelegen havens langs de kust zoals El Sauzal.

Hoewel vissersvaartuigen kleiner zijn dan containerschepen of tankers, mag de impact er van op walvisachtigen in de wateren rond Ensenada niet onderschat worden. De manoeuvres van vissersvaartuigen zijn vaak onvoorspelbaar en willekeurig, waardoor walvisachtigen daarop moeilijker kunnen anticiperen. De visnetten en geluidsoverlast kunnen een bedreiging zijn voor de walvisachtigen. Bovendien kan overbevissing indirecte effecten hebben op het voedselaanbod van walvissen. Om deze redenen worden de vissersvaartuigen niet buiten beschouwing gelaten ondanks hun kleine omvang.

Het is belangrijk om precies te weten waar er gevestigd wordt, zodat duidelijk is waar de meeste overlast veroorzaakt wordt. Het is echter niet mogelijk om een vaste route voor visvaartuigen vast te stellen. Figuur 41 toont de visvaartuigen met een snelheid van minder dan 7 knopen. Uit

deze figuur blijkt dat de visvaartuigen zich over de gehele kust en baai verspreiden, en er dus niet één of twee gebieden zijn waar intensief gevist wordt.



Figuur 39 Verdeling van visvaartuigen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden
Alle figuren hebben schaal 1:118000

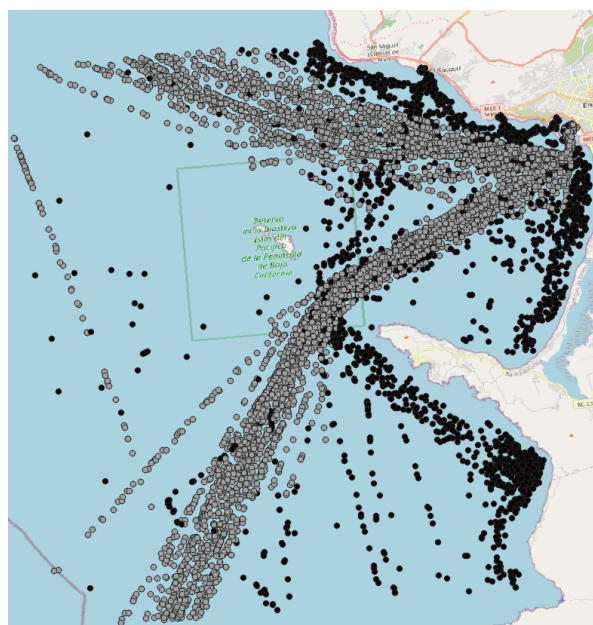
(A): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden oktober, november en december

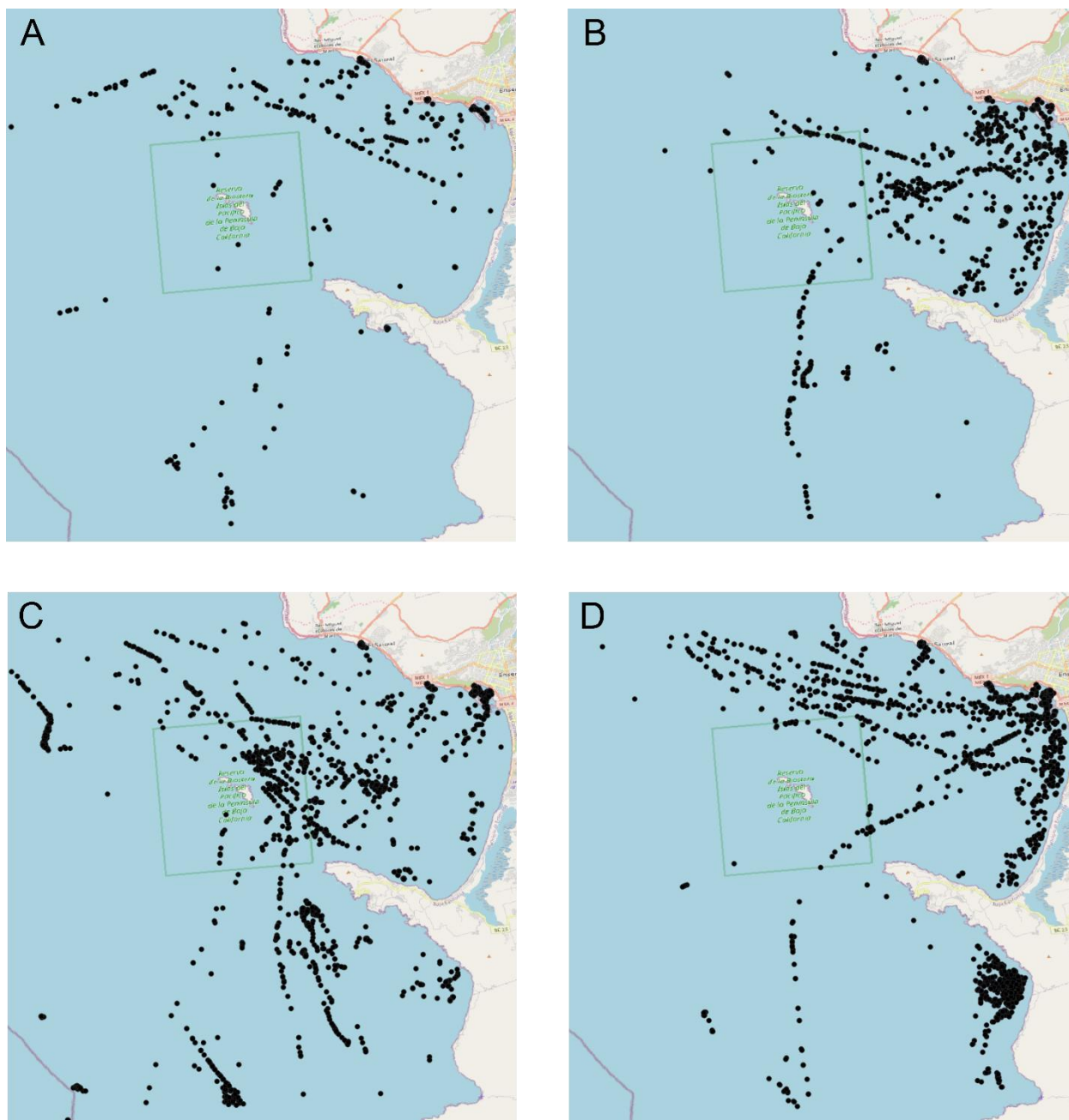
Bron Eigen werk



Figuur 40 Andere kijk op Figuur 39 (D)

Zwart: Andere visvaartuigen

Grijs: Apolo en Shogun



Figuur 41 Verdeling van visvaartuigen met een snelheid kleiner dan 7 knopen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van visvaartuigen gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

3.8 Passagiersschepen

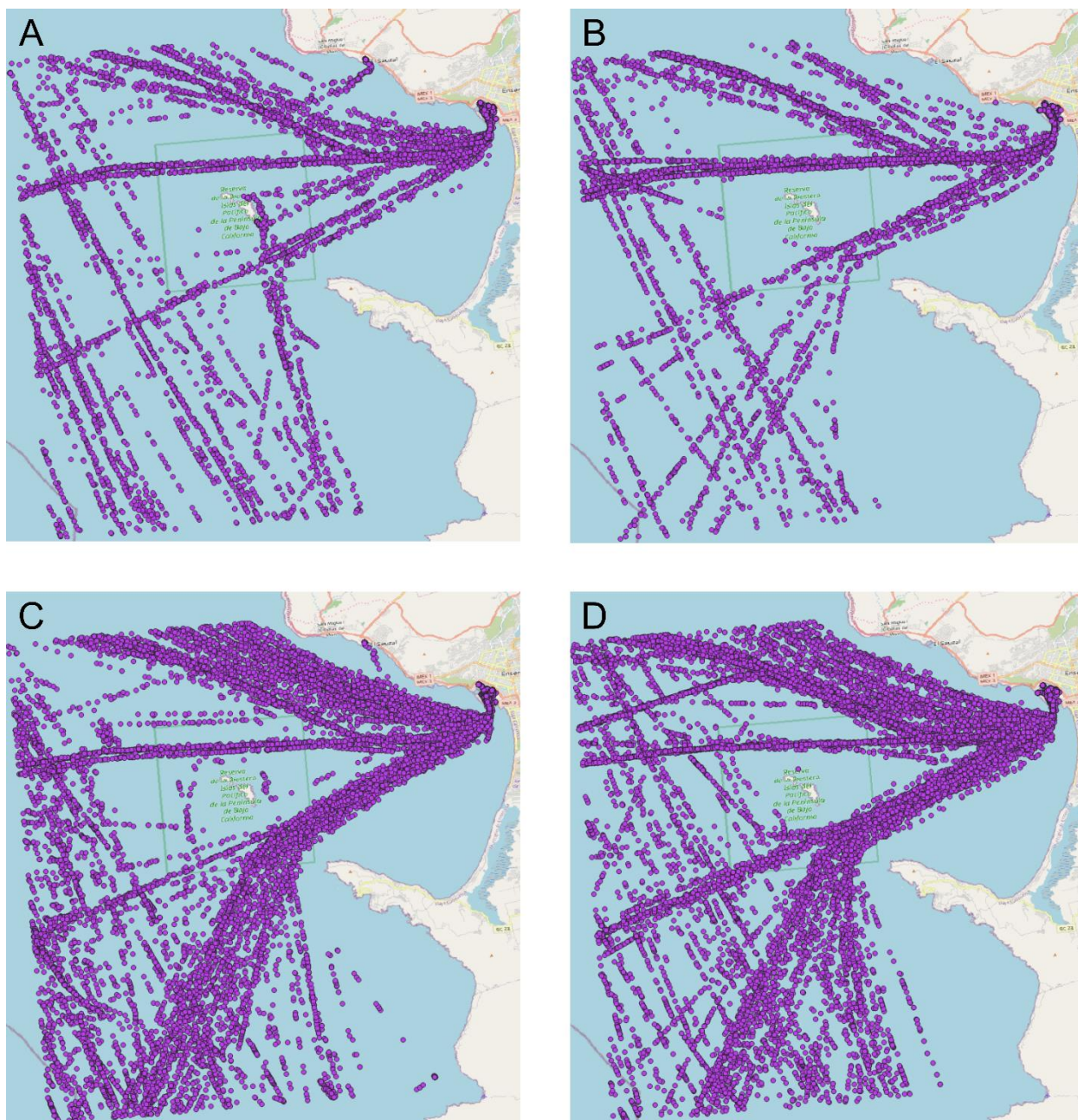
Ensenada is een populaire bestemming voor cruiseschepen. De havenfaciliteiten zijn goed uitgerust om grote cruiseschepen te ontvangen. Ensenada heeft een cruiseterminal die minstens twee cruiseschepen tegelijkertijd kan afhandelen. Schepen van grote cruisemaatschappijen zoals Carnival en Royal Caribbean bezoeken regelmatig Ensenada. Cruiseschepen maken een stop in Ensenada en vertrekken vervolgens naar hun volgende bestemming, zoals Long Beach, Los Angeles, San Diego, San Francisco en Santa Rosa.

In Figuur 42 (C, D) is te zien dat de maanden juli tot en met december een grotere dichtheid hebben. Voor Figuur 42 (C) kan deze grotere dichtheid verklaard worden door het klimaat. Het is dan zomer, wat een populaire periode is om op cruise te gaan. Echter, voor Figuur 42 (D) kunnen we deze verklaring niet volgen, want het regenseizoen loopt van november tot en met april (Gómez-Balmaceda et al., 2020). Dit roept de vraag op waarom er in Figuur 42 (D) toch een grote dichtheid wordt waargenomen, ondanks dat het dan het regenseizoen is. Een mogelijke interpretatie zou kunnen zijn dat andere factoren een grotere invloed hebben op de dichtheid in deze periode, ondanks de weersomstandigheden. Zo zouden bijvoorbeeld toeristische activiteiten of evenementen die in die periode plaatsvinden een verklaring kunnen zijn voor de grotere dichtheid.

Afwijkende routes in Figuur 42 zijn deze bij het eiland 'Isla Todos Santos'. Deze blijken afkomstig te zijn van fout gecategoriseerde schepen. De schepen die in Figuur 42 (A) nabij het eiland varen, zijn Royal Polaris en Spirit Of Adventure, beide visvaartuigen. Via Marine Traffic wordt gevonden dat Spirit Of Adventure een schip is voor hobby vissers. De schepen in Figuur 42 (C, D) zijn ook visvaartuigen, namelijk Searcher en nogmaals Spirit Of Adventure.

Twee routes gaan naar de haven El Sauzal. Één daarvan is van Navatek 1. Navatek 1 vaart voor Atlantis Navatek Cruises en organiseren korte cruises met diner. De tweede route komt van een kleiner passagiersschip, namelijk Nautilus Explorer.

Er wordt gewerkt aan een veerbootverbinding tussen San Diego en Ensenada. Tot op heden lijkt deze echter nog steeds niet in werking te zijn. De komst van deze veerboot zal zorgen voor meer verkeer in Ensenada. Passagiersschepen vormen zeker een bedreiging voor walvisachtigen, aangezien deze schepen zeer groot kunnen zijn en een diepe diepgang hebben.



Figuur 42 Verdeling van passagiersschepen in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden
Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van passagiersschepen gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van passagiersschepen gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van passagiersschepen gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van passagiersschepen gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

3.9 Pleziervaart

Ensenada is een populaire bestemming voor zeilers en pleziervaartuigen, zowel lokaal als internationaal. Voor pleziervaarders biedt Ensenada een scala aan voorzieningen en services, waaronder jachthavens, aanlegsteigers, reparatiewerven en charterdiensten.

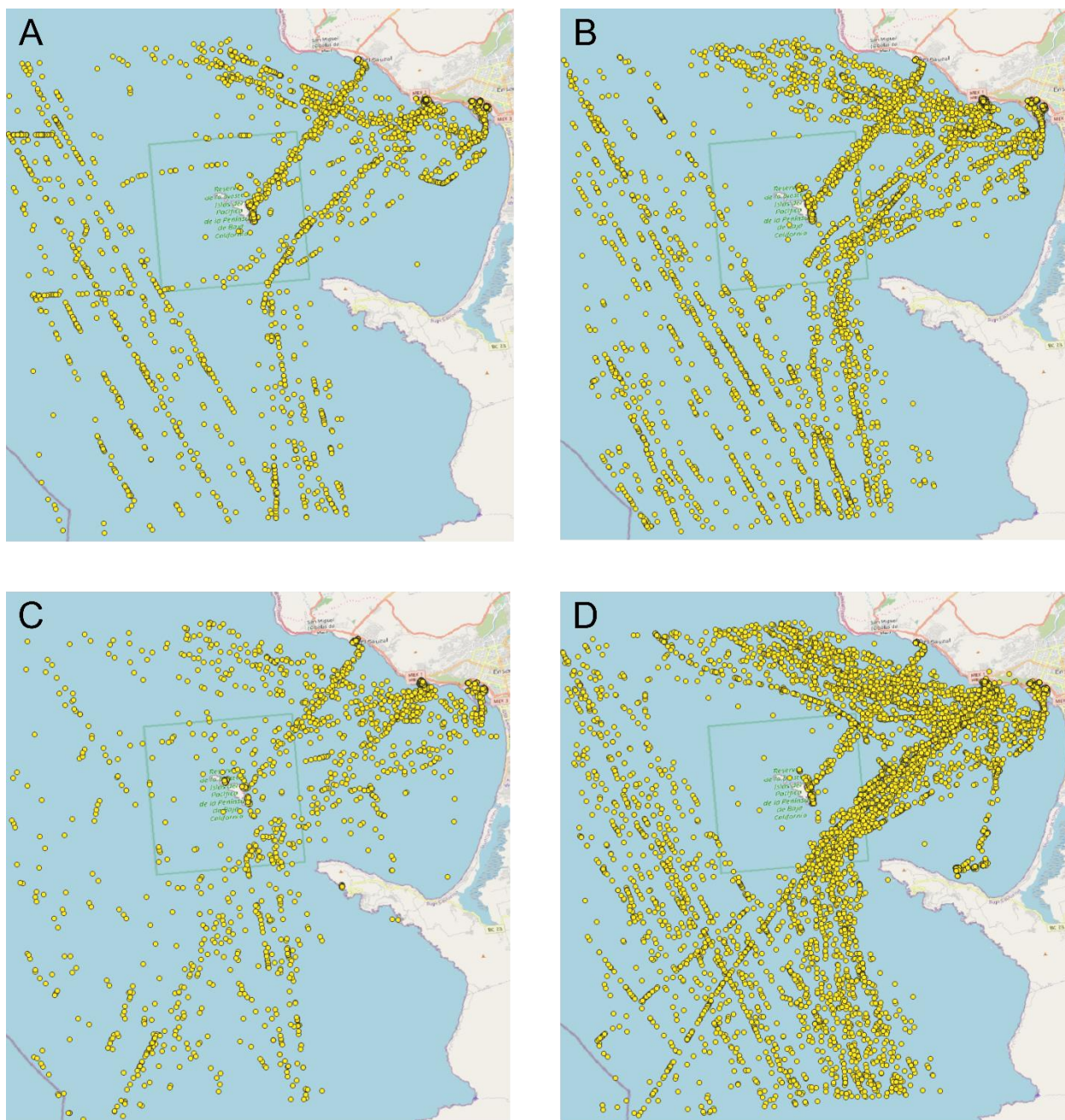
De term ‘pleziervaart’ omvat zeilschepen, kleine motorboten en jachten. In Figuur 43 zijn duidelijke de verschillende soorten pleziervaarders terug te vinden. Zo zijn de routes van deze die kiezen voor een dagtocht langs de kustlijn te zien. Pleziervaartuigen die kiezen voor verdere bestemmingen varen door het onderzoeksgebied. Sommige nemen Ensenada als tussenstop. Daarnaast zijn er boten die dagtochten maken naar het eiland Isla Todos Santos. Dit eiland, gelegen net buiten de kust van Ensenada, is een populaire bestemming voor dagtochten vanwege zijn natuurlijke schoonheid en uitstekende surfmogelijkheden.

Elk jaar worden er zeilwedstrijden georganiseerd in Ensenada. Één daarvan is ‘Newport to Ensenada International Yacht Race’. Deze begint in Newport Beach Californië en eindigt in Ensenada (N2E, z.d.). Hoewel er geweten is dat er zeilwedstrijden plaatsvinden, wordt dit niet waargenomen in Figuur 44. Figuur 44 toont grijs gemarkeerd de zeilschepen in het onderzoeksgebied.

Ook zijn er boten die excursies aanbieden, zoals tochten naar Isla Todos Santos en walvisspot tours. Er zou verwacht worden dat deze boten waarneembaar zijn in Figuur 43, maar dit is echter niet het geval. Deze boten maken typisch een rondje rond het eiland (Figuur 15) en gaan langs bij La Bufadora, een natuurlijk blaasgat dat zeewater tot 30 meter de lucht in spuit. Aangezien deze typische routes niet te zien zijn, rijst de vraag waarom dit zo is. Een mogelijke verklaring is dat deze boten niet AIS-plichtig zijn, waardoor hun bewegingen niet worden geregistreerd in de datasets die zijn gebruikt voor dit onderzoek. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) hoofdstuk V voorschrijft 19.2.4 zegt het volgende: Alle schepen van 300 GT of meer die internationale reizen maken en vrachtschepen van 500 GT en meer die niet worden ingezet op internationale reizen en passagiersschepen, ongeacht hun grootte, moeten zijn uitgerust met AIS. Nu rest de vraag: is de SOLAS van toepassing op deze schepen? Algemeen is de SOLAS conventie van toepassing op vrachtschepen van 500 GT (*gross tonnage*) of meer en passagiersschepen op internationale reizen (*SOLAS Chapter V, Regulation 19, z.d.*). In het geval hier gaat het niet om internationale reizen en kan er geconcludeerd worden dat dit geen SOLAS schepen zijn. De verklaring dat deze schepen niet AIS-plichtig zijn, wordt hierdoor ondersteund.

In de laatste drie maanden van het jaar, namelijk oktober, november en december, is er een duidelijke toename van pleziervaart te zien in Figuur 43. Een exacte oorzaak hiervoor is niet geweten. Een mogelijke redenering kan zijn dat tijdens deze perioden meer mensen de gelegenheid hebben om aan pleziervaart deel te nemen.

Dit type schip, met name de motorboten, dient echter niet buiten beschouwing te blijven als het aankomt op de invloed op walvisachtigen. Ondanks dat het kleine schepen zijn, kan het geluid van hun motoren het gedrag en de communicatie van walvissen verstoren, wat de motorboten betreft.



Figuur 43 Verdeling van pleziervaart in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

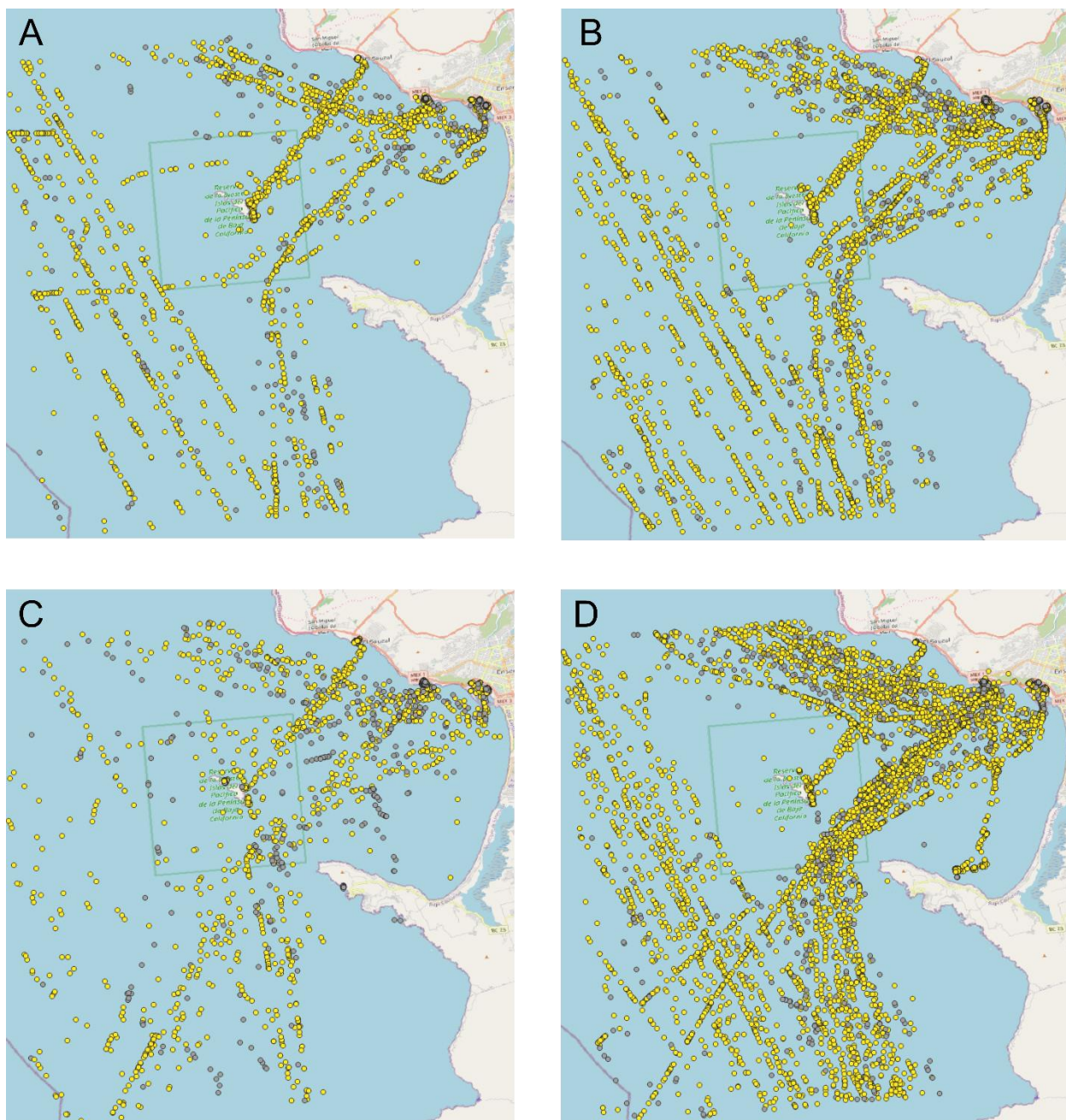
(A): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk



Figuur 44 Verdeling van pleziervaart in het gebied van Ensenada in het jaar 2019, zeilschepen grijs gemarkeerd, weergegeven per 3 maanden

Alle figuren hebben schaal 1:118000

(A): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden januari, februari en maart

(B): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden april, mei en juni

(C): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden juli, augustus en september

(D): Verdeling van pleziervaart gedurende de maanden oktober, november en december

Bron Eigen werk

4 Toekomstperspectieven en toepassingen van de data

4.1 Vergelijken van hotspots van walvissen met routes van schepen

Het volgende zou zijn om de gegevens van de walvisachtigen te verzamelen en te plaatsen op een kaart. Zo zou duidelijk worden waar de walvissen zich bevinden in het onderzoeksgebied. Eens deze gegevens in kaart gebracht zijn, zouden deze vergeleken worden met de routes van de schepen, uitgebreid besproken in dit onderzoek. Op dit moment is het echter niet mogelijk om de walvis-data te vergelijken met de routes van de schepen, aangezien The Great Whale Conservancy de walvis-data nog niet heeft kunnen leveren. Desondanks kan er verondersteld worden dat de schepen die hoogstwaarschijnlijk voor het grootste probleem gaan zorgen, degene zijn die verspreid zijn over het gehele gebied en deze met een grote omvang, zoals containerschepen, passagiersschepen en visvaartuigen.

Als schepen varen op plaatsen waar vaak walvisachtigen voorkomen, moet daar een oplossing voor geboden worden. Indien mogelijk kunnen verkeersscheidingsstelsels worden ingevoegd om overlapping met walvisroutes te minimaliseren. Dit kan echter logistieke uitdagingen met zich meebrengen en moet zorgvuldig worden overwogen in overleg met de scheepvaartindustrie. Een andere oplossing is het implementeren van snelheidsbeperkingen. Eerder in alinea 1.3.2 Aanvaringen, werd aangehaald dat de kans dat een aanvaring fataal is, toe neemt van 21% tot 79% naarmate de snelheid toeneemt respectievelijk van 8,6 tot 15 knopen. Een snelheidsbeperking tussen de 8 en 10 knopen, zou de kans op fatale aanvaringen aanzienlijk verminderen en zo de veiligheid van walvisachtigen verbeteren.

5 Besluit

Deze thesis heeft zich gericht op het onderzoeken van de impact van scheepvaartactiviteiten op walvisachtigen, met speciale aandacht voor verstoring van hun leefgebied, aanvaringen en geluidsoverlast. Uit de literatuurstudie blijkt dat de relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart wordt gekenmerkt door ernstige problemen. De verstoring van hun leefgebied door menselijke activiteiten heeft aanzienlijke invloed op hun voedselvoorziening, communicatie, echolocatie, navigatie en gedrag. Bovendien vormen aanvaringen met schepen een aanzienlijk gevaar voor walvisachtigen, met mogelijke fatale gevolgen. De noodzaak van preventieve maatregelen, zoals het verplaatsen van scheepsroutes en het verlagen van vaarsnelheden, wordt benadrukt om deze incidenten te verminderen. Geluidsoverlast door scheepvaart heeft ook negatieve effecten op hun communicatie- en oriëntatievermogen, met potentieel ernstige gevolgen voor voortplanting en overleving. Het belang van walvisachtigen, zowel ecologisch als economisch, is benadrukt. Hun behoud is van vitaal belang voor mariene koolstofopslag bevorderen

Het oorspronkelijke doel van deze thesis, namelijk een uitgebreide analyse van de relatie tussen walvisachtigen en scheepvaart in de haven van Ensenada, kon door een gebrek aan walvisdata helaas niet volledig worden vervuld. Desondanks heeft de analyse van de AIS-data van schepen waardevolle inzichten opgeleverd. Door middel van een cartografische benadering, zijn de verschillende scheepstypes in kaart gebracht en hun gedrag verklaard. Deze analyse heeft aangetoond dat bepaalde scheepstypes, met name containerschepen, passagiersschepen en visvaartuigen, het grootste probleem vormen voor de interactie met walvisachtigen.

Containerschepen en passagiersschepen vormen een groot risico omdat ze in grote aantallen voorkomen en vaak grote schepen zijn met een behoorlijke diepgang. Visvaartuigen vormen een risico omdat de manoeuvres van vissersvaartuigen vaak onvoorspelbaar en willekeurig zijn, waardoor walvisachtigen daarop moeilijker kunnen anticiperen. De visnetten kunnen ook een bedreiging zijn voor de walvisachtigen. De andere schepen, zoals tankers, sleepboten, loodsboten, andere schepen, *tugs* en pleziervaart, vormen een kleiner risico omdat ze in mindere aantallen aanwezig zijn in het onderzoeksgebied of een kleinere omvang hebben. Potentiële oplossingen zijn het invoegen van verkeersscheidingssystemen en het opleggen van snelheidsbeperkingen.

Daarnaast biedt deze thesis een stappenplan voor het in kaart brengen van de AIS-data van schepen, dat wereldwijd toepasbaar is. Met dit stappenplan is het mogelijk om risicovolle

scheepstypes en -routes te identificeren en zo bij te dragen aan het ontwikkelen van effectieve maatregelen om de impact van scheepvaart op walvisachtigen te minimaliseren.

Deze thesis legt de basis voor toekomstig onderzoek en beleidsvorming gericht op het beschermen van walvisachtigen tegen de negatieve effecten van scheepvaart in de haven van Ensenada.

6 Bibliografie

A 10-meter whale was attached to the bulb of the tanker in Japan—News2Sea. (2021,

september 23). <https://www.news2sea.com/a-10-meter-whale-was-attached-to-the-bulb-of-the-tanker-in-japan/>

Ainslie, M. A., de Jong, C. A. F., Robinson, S. P., & Lepper, P. A. (2012). What is the Source Level of Pile-Driving Noise in Water? In A. N. Popper & A. Hawkins (Red.), *The Effects of Noise on Aquatic Life* (pp. 445-448). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7311-5_100

Baja Ecotours. (2024). *Migratiepad naar de San Ignacio-lagune.*

<https://www.bajaecotours.com/map-of-the-gray-whale-migration/>

Bannister, J. L. (2009). Baleen Whales (Mysticetes). In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M.

Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 80-89).

Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00024-9>

Bedreigde walvissen: Hun blauwe corridors steeds riskanter om te navigeren. (2022, februari

16). WWF België. <https://wwf.be/nl/actualiteit/bedreigde-walvissen-hun-blauwe-corridors-steeds-riskanter-om-te-navigeren>

Bjørge, A., & Tolley, K. A. (2009). Harbor Porpoise: *Phocoena phocoena*. In W. F. Perrin, B.

Würsig, & J. G. M. Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)*

(pp. 530-533). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00125-5>

BMM. (z.d.). Geraadpleegd 1 mei 2023, van

<https://odnature.naturalsciences.be/mumm/nl/windfarms/>

Branch, T. A., Stafford, K. M., Palacios, D. M., Allison, C., Bannister, J. L., Burton, C. L. K.,

Cabrera, E., Carlson, C. A., Galletti Vernazzani, B., Gill, P. C., Huckle-Gaete, R., Jenner, K.

C. S., Jenner, M.-N. M., Matsuoka, K., Mikhalev, Y. A., Miyashita, T., Morrice, M. G.,

Nishiwaki, S., Sturrock, V. J., ... Warneke, R. M. (2007). Past and present distribution,

- densities and movements of blue whales *Balaenoptera musculus* in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. *Mammal Review*, 37(2), 116-175.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00106.x>
- Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C., & Oztosun, S. (2019). A strategy to protect whales can limit greenhouse gases and global warming. *IMF F&D*.
<https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/12/natures-solution-to-climate-change-chami>
- Clarke, J. T., Ferguson, M. C., Brower, A. A., Fujioka, E., & Deland, S. (2023). Biologically important areas II for cetaceans in U.S. and adjacent waters—Arctic region. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2023.1040123>
- Cordes, D. O. (1982). The causes of whale strandings. *New Zealand Veterinary Journal*, 30(3), 21-24. <https://doi.org/10.1080/00480169.1982.34865>
- Croll, D. A., Clark, C. W., Acevedo, A., Tershy, B., Flores, S., Gedamke, J., & Urban, J. (2002). Only male fin whales sing loud songs. *Nature*, 417(6891), 809.
<https://doi.org/10.1038/417809a>
- Czitrom, S., Núñez, I., & Ramírez, I. (2002). Innovative Uses of Wave Power: Environmental Management of the Port of Ensenada, Mexico. *Marine Technology Society Journal*, 36(4), 74-84. <https://doi.org/10.4031/002533202787908743>
- David, L., Alleaume, S., & Guinet, C. (2011). Evaluation of the potential of collision between fin whales and maritime traffic in the north-western Mediterranean Sea in summer, and mitigation solutions. *J Mar Anim Ecol*, 4, 17-28.
- Debusschere, E., De Coensel, B., & Haelters, J. (2017, september). Hoe lawaaierig is de Oceaan? *De grote Rede*, 46, 14-18.
- Di Iorio, L., & Clark, C. W. (2009). Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biology Letters*, 6(1), 51-54. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0651>

- Douglas, A. B., Calambokidis, J., Raverty, S., Jeffries, S. J., Lambourn, D. M., & Norman, S. A. (2008). Incidence of ship strikes of large whales in Washington State. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6), 1121-1132.
<https://doi.org/10.1017/S0025315408000295>
- ECA LNG. (2024). Sempra Infrastructure. <https://semprainfrastructure.com/what-we-do/lng-net-zero-solutions/eca-lng>
- Erbe, C., & Farmer, D. M. (1998). Masked hearing thresholds of a beluga whale (*Delphinapterus leucas*) in icebreaker noise. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 45(7), 1373-1388. [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(98\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(98)00027-7)
- Farcas, A., Powell, C. F., Brookes, K. L., & Merchant, N. D. (2020). Validated shipping noise maps of the Northeast Atlantic. *Science of The Total Environment*, 735, 139509.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139509>
- Fisheries, N. (2023, april 1). *WhaleWatch | NOAA Fisheries* (West Coast). NOAA.
<https://www.fisheries.noaa.gov/west-coast/marine-mammal-protection/whalewatch>
- Ford, J. K. B. (2009). Killer Whale. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 650-657). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00150-4>
- Fordyce, R. E. (2009). Neoceti. In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M. Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 758-763). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00178-4>
- Frantzis, A., Alexiadou, P., & Gkikopoulou, K. C. (2014). Sperm whale occurrence, site fidelity and population structure along the Hellenic Trench (Greece, Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(S1), 83-102.
<https://doi.org/10.1002/aqc.2435>
- Frantzis, A., Leaper, R., Alexiadou, P., Prospathopoulos, A., & Lekkas, D. (2018). *Hellenic Trench AIS data* [dataset]. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/57040>

- Frantzis, A., Leaper, R., Alexiadou, P., Prospathopoulos, A., & Lekkas, D. (2019). Shipping routes through core habitat of endangered sperm whales along the Hellenic Trench, Greece: Can we reduce collision risks? *PLOS ONE*, 14(2), e0212016.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212016>
- Frantzis, A., Leaper, R., Paraskevi, A., & Lekkas, D. (2014). *Distribution patterns of sperm whales in relation to shipping density in the Hellenic Trench, Greece* (pp. 12-24). IWC Scientific Committee, Bled, Slovenia,.
<http://www.pelagosinstitute.gr/gr/pelagos/pdfs/Frantzis%20et%20al.%202014%20IWC%20SC%2065b%20HIM07.pdf>
- Gámez-Balmaceda, E., López-Ramos, A., Martínez-Acosta, L., Medrano-Barboza, J. P., Remolina López, J. F., Seingier, G., Daesslé, L. W., & López-Lambraño, A. A. (2020). Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationship. Case Study: Depth-Duration Ratio in a Semi-Arid Zone in Mexico. *Hydrology*, 7(4), Article 4.
<https://doi.org/10.3390/hydrology7040078>
- Gkikopoulou, K. C. (2013). *Distribution and abundance estimation of sperm whales (Physeter macrocephalus) along the Hellenic Trench in eastern Mediterranean* [Thesis, University of St Andrews]. <https://research-repository.st-andrews.ac.uk/handle/10023/3818>
- Google Maps. (2024). *All Saint Bay*.
https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1GzOUW39BrIOmreah4FRdcd5D-yA&hl=en_US&ll=31.795361699999997%2C-116.6789163&z=11
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M., Swift, R., & Thompson, D. (2003). A Review of The Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals. *Marine Technology Society Journal*, 37, 16-34. <https://doi.org/10.4031/002533203787536998>

Gorter, U. (z.d.). *Echolocation in a Killer Whale, Orcinus orca*. Geraadpleegd 1 mei 2023, van <https://www.ukogorter.com/portfolio/marineMammals/anatomy/orca-ecolocation.html>

Hauke L., Kite-Powell, Knowlton, A., & Brown, M. (2007). *Modeling the Effect of Vessel Speed on Right Whale Ship Strike Risk* (NA04NMF47202394). New England Aquarium Edgerton Research Laboratory. <https://tethys.pnnl.gov/publications/modeling-effect-vessel-speed-right-whale-ship-strike-risk>

Hazen, E. L., Palacios, D. M., Forney, K. A., Howell, E. A., Becker, E., Hoover, A. L., Irvine, L., DeAngelis, M., Bograd, S. J., Mate, B. R., & Bailey, H. (2017). WhaleWatch: A dynamic management tool for predicting blue whale density in the California Current. *Journal of Applied Ecology*, 54(5), 1415-1428. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12820>

Heckel, G., Espejel, I., & Fischer, D. W. (2003). *Issue Definition and Planning for Whalewatching Management Strategies in Ensenada, Mexico*. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08920750390198504>

HECKEL, G., Espejel, I., & Fischer, D. W. (2003). Issue Definition and Planning for Whalewatching Management Strategies in Ensenada, Mexico. *Coastal Management*, 31(3), 277-296. <https://doi.org/10.1080/08920750390198504>

Heckel, G., Reilly, S. B., Sumich, J. L., & Espejel, I. (2001). The influence of whalewatching on the behaviour of migrating gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Todos Santos Bay and surrounding waters, Baja California, Mexico. *J. Cetacean Res. Manage.*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.47536/jcrm.v3i3.875>

Higham, J., Bejder, L., & Williams, R. (2014). *Whale-watching: Sustainable Tourism and Ecological Management*. Cambridge University Press.

Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 5-20. <https://doi.org/10.3354/meps08353>

Hoyt, E. (2012). *Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: A World Handbook for Cetacean Habitat Conservation and Planning*. Routledge.

https://books.google.be/books?hl=nl&lr=&id=QiEK_7D0e08C&oi=fnd&pg=PP2&dq=protect+cetacean+habitat&ots=GsfyNSCUxc&sig=XyX151PR1Za5u68IMmImP-kJqJY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Hoyt, E., & Iñíguez, M. (2008). *The State of Whale Watching in Latin America*.

<https://uk.whales.org/wp-content/uploads/sites/6/2018/08/whale-watching-latin-america.pdf>

IMO. (2014). *Guidelines for the reduction of underwater noise from commercial shipping to address adverse impacts on marine life*.

<https://cetsound.noaa.gov/Assets/cetsound/documents/MEPC.1-Circ%20883%20Noise%20Guidelines%20April%202014.pdf>

iNaturalist. (z.d.). *Stenella attenuata*.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.inaturalist.org%2Ftaxa%2F41500-Stenella-attenuata&psig=AOvVaw0eGwCMp-b-k5wZMlf_fU-U&ust=1713364879214000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBiQjRxqFwoTCMjPysn7xoUDFQAAAAAdAAAAABAE

IUCN-MMPATF. (2017). *Hellenic Trench Important Marine Mammal Area – IMMA*.

<https://www.marinemammalhabitat.org/portfolio-item/hellenic-trench/>

IWC. (2024, april 16). *Mexico* (<https://wwhandbook.iwc.int/en/>) [Text/html]. Whale Watching Handbook; Whale Watching Handbook. <https://wwhandbook.iwc.int/en/country-profiles/mexico>

IWC | *International Whaling Commission*. (z.d.). Geraadpleegd 16 mei 2023, van

<https://iwc.int/en/>

- Jefferson, T., Webber, M., & Pitman, R. L. (2008). Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification. *Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383853-7.X5001-X>
- Jones, M. L., & Swartz, S. L. (2009). Gray Whale: *Eschrichtius robustus*. In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M. Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 503-511). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00119-X>
- Kimber, B., Harlacher, J., Braen, E., & Berchok, C. (2021). Tracking killer whale movements in the Alaskan Arctic relative to a loss of sea ice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 150(4_Supplement), A284. <https://doi.org/10.1121/10.0008306>
- Kiszka, J. J., Heithaus, M. R., & Wirsing, A. J. (2015). Behavioural drivers of the ecological roles and importance of marine mammals. *Marine Ecology Progress Series*, 523, 267-281. <https://doi.org/10.3354/meps11180>
- KPD Balakrishnan, B., Md.Shuaib, A., & Marmaya, N. (2009). *The Impact of Brand Personality on Brand Preference and Loyalty: A Study on Malaysian's Perception on Foreign Brand Coffee Outlets*.
- Kuroda, M., Miki, N., & Matsuishi, T. F. (2020). Determinants of echolocation click frequency characteristics in small toothed whales: Recent advances from anatomical information. *Mammal Review*, 50(4), 413-425. <https://doi.org/10.1111/mam.12212>
- Lagerquist, B. A., Mate, B. R., Ortega-Ortiz, J. G., Winsor, M., & Urbán-Ramirez, J. (2008). Migratory movements and surfacing rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) satellite tagged at Socorro Island, Mexico. *Marine Mammal Science*, 24(4), 815-830. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2008.00217.x>

- Laist, D. W., Knowlton, A. R., Mead, J. G., Collet, A. S., & Podesta, M. (2001). Collisions Between Ships and Whales. *Marine Mammal Science*, 17(1), 35-75.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2001.tb00980.x>
- López-González, A., Medina León, S., González-Angeles, A., Mendoza-Muñoz, I., & Gil-Samaniego, M. (2020). Assessment of a container terminal expansion using simulation. *DYNA*, 87, 129-138. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.82822>
- Mànuel, A., Roset, X., Rio, J. D., Toma, D. M., Carreras, N., Panahi, S. S., Garcia-Benadí, A., Owen, T., & Cadena, J. (2012). Ocean Bottom Seismometer: Design and Test of a Measurement System for Marine Seismology. *Sensors*, 12(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3390/s120303693>
- Mayflower Autonomous Ship*. (z.d.). Geraadpleegd 16 mei 2023, van <https://mas400.com/ocean>
- McInturff, P., Garcia, J. L., Parmar, T., California State University, S. B., & William and Barbara Leonard Transportation Center at California State University San Bernardino. (2009). *Transportation and Distribution Systems in the Inland Empire: The Impact of the Port Ensenada Proposal : Phase I*. <https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/34402>
- Mendoza-Carranza, M., & Rosales-Casian, J. A. (2000). *THE FEEDING HABITS OF SPOILED SAND BASS (PARALABRAXMACULATOFASCIATUS) IN PUNTA BANDA ESTUARY, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO*. 41.
- N2E. (z.d.). Newport to Ensenada International Yacht Race. Geraadpleegd 16 mei 2024, van <https://nosa.org/>
- Parsons, E. C. M. (2012). The Negative Impacts of Whale-Watching. *Journal of Marine Sciences*, 2012, e807294. <https://doi.org/10.1155/2012/807294>

- Parsons, E. C. M., Dolman, S. J., Wright, A. J., Rose, N. A., & Burns, W. C. G. (2008). Navy sonar and cetaceans: Just how much does the gun need to smoke before we act? *Marine Pollution Bulletin*, 56(7), 1248-1257. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.04.025>
- Perrin, W. F., & Geraci, J. R. (2009). Stranding. In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M. Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 1118-1123). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00256-X>
- Pirotta, V., Grech, A., Jonsen, I. D., Laurance, W. F., & Harcourt, R. G. (2019). Consequences of global shipping traffic for marine giants. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(1), 39-47. <https://doi.org/10.1002/fee.1987>
- Pujol, M.-I., & Larnicol, G. (2005). Mediterranean sea eddy kinetic energy variability from 11 years of altimetric data. *Journal of Marine Systems*, 58(3), 121-142. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2005.07.005>
- QGIS. (2024, april 23). <https://qgis.org/nl/site/>
- Ratnarajah, L., Bowie, A., & Hodgson-Johnston, I. (2014, augustus 4). Bottoms up: How whale poop helps feed the ocean. *The Conversation*. <https://theconversation.com/bottoms-up-how-whale-poop-helps-feed-the-ocean-27913>
- Reijnders, P. J. H., & Lankester, K. (1990). Status of marine mammals in the North sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26(2), 427-435. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(90\)90098-2](https://doi.org/10.1016/0077-7579(90)90098-2)
- Ross, D. (1976). *MECHANICS OF UNDERWATER NOISE*. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA075101.pdf>
- Saenger, E. H., Schmalholz, S. M., Lambert, M.-A., Nguyen, T. T., Torres, A., Metzger, S., Habiger, R. M., Müller, T., Rentsch, S., & Méndez-Hernández, E. (2009). A passive seismic survey over a gas field: Analysis of low-frequency anomalies. *Geophysics*, 74(2), O29-O40. <https://doi.org/10.1190/1.3078402>

- Salvadeo, C. J., Lluch-Belda, D., Gómez-Gallardo, A., Urbán-Ramírez, J., & MacLeod, C. D. (2010). Climate change and a poleward shift in the distribution of the Pacific white-sided dolphin in the northeastern Pacific. *Endangered Species Research*, 11(1), 13-19.
<https://doi.org/10.3354/esr00252>
- Schouten, S. (2021). Determinatiegids voor het determineren van periotica van tandwalvissen (Odonticeti) uit Nederland. *Cranium*, 38(2), 43-55.
- Sears, R., & Perrin, W. F. (2009). Blue Whale: *Balaenoptera musculus*. In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M. Thewissen (Red.), *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)* (pp. 120-124). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00033-X>
- Silber, G. K., Vanderlaan, A. S. M., Tejedor Arceredillo, A., Johnson, L., Taggart, C. T., Brown, M. W., Bettridge, S., & Sagarminaga, R. (2012). The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness. *Marine Policy*, 36(6), 1221-1233.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.03.008>
- SOLAS Chapter V, Regulation 19. (z.d.). Navigational Center.
<https://www.navcen.uscg.gov/sites/default/files/pdf/AIS/SOLAS.V.19.2.1-5.pdf>
- Southern California Academy of Sciences. (2014). *Coastal Range and Movements of Common Bottlenose Dolphins off California and Baja California, Mexico*.
https://www.researchgate.net/publication/270041323_Coastal_Range_and_Movements_of_Common_Bottlenose_Dolphins_off_California_and_Baja_California_Mexico
- Thomsen, F., Franck, D., & Ford, J. K. (2002). On the communicative significance of whistles in wild killer whales (*Orcinus orca*). *Naturwissenschaften*, 89(9), 404-407.
<https://doi.org/10.1007/s00114-002-0351-x>

- Toudert, D., & Bringas-Rábago, N. L. (2016). Impact of the destination image on cruise repeater's experience and intention at the visited port of call. *Ocean & Coastal Management*, 130, 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.018>
- Vanderlaan, A. S. M., & Taggart, C. T. (2007). Vessel Collisions with Whales: The Probability of Lethal Injury Based on Vessel Speed. *Marine Mammal Science*, 23(1), 144-156. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2006.00098.x>
- Vázquez León, C. I., & Ruiz Ochoa, W. (2014). Port competitiveness in the Mexican Pacific Ocean, with special reference to Ensenada, Baja California. *Estudios Fronterizos*, 15(30), 155-179.
- Vermeer, G. J. O. (2003). 3D seismic survey design optimization. *The Leading Edge*, 22(10), 934-941. <https://doi.org/10.1190/1.1623633>
- Wat is echolocatie*. (2022, augustus 17). <https://nlvragen.com/wat-is-echolocatie/>
- WDC. (z.d.). *Pantropical spotted dolphin*. Whale & Dolphin Conservation USA. Geraadpleegd 16 april 2024, van <https://us.whales.org/whales-dolphins/species-guide/pantropical-spotted-dolphin/>
- Wikimedia Commons contributors. (2020a). *File:Cypron-Range Balaenoptera musculus.svg*. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Cypron-Range_Balaenoptera_musculus.svg&oldid=467454435
- Wikimedia Commons contributors. (2020b). *File:Dolphin head bisected.jpg*. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Dolphin_head_bisected.jpg&oldid=491121721
- Wikimedia Commons contributors. (2020c). *Grijze walvis*. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Graywhale_MMC.jpg&oldid=403893762

Wikimedia Commons contributors. (2021). *File:Ecomare—Bruinvis Berend (berend3).jpg*.

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Ecomare_-_bruinvis_Berend_\(berend3\).jpg&oldid=565350390](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Ecomare_-_bruinvis_Berend_(berend3).jpg&oldid=565350390)

Wikimedia Commons contributors. (2022). *File:Want to play—Flickr—Christopher.Michel.jpg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Want_to_play_-_Flickr_-_Christopher.Michel.jpg&oldid=706797483

Wikimedia Commons contributors. (2023a). *File:Anim1754—Flickr—NOAA Photo Library.jpg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Anim1754_-_Flickr_-_NOAA_Photo_Library.jpg&oldid=747893361

Wikimedia Commons contributors. (2023b). *File:Killerwhales jumping.jpg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Killerwhales_jumping.jpg&oldid=741456347

Wikimedia Commons contributors. (2023c). *File:Mexico location map.svg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mexico_location_map.svg&oldid=825113277

Wikimedia Commons contributors. (2023d). *File:Tursiops truncatus 01-cropped.jpg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Tursiops_truncatus_01-cropped.jpg&oldid=825489750

Wikimedia Commons contributors. (2024). *File:Pacific white-sided dolphins NOAA.jpg*.

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Pacific_white-sided_dolphins_\(Lagenorhynchus_obliquidens\)_NOAA.jpg&oldid=486526744](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Pacific_white-sided_dolphins_(Lagenorhynchus_obliquidens)_NOAA.jpg&oldid=486526744)

Wikimedia Commons contributors. (2022). *File:Mayflower Autonomous Ship inside Plymouth Sound.jpg*.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Mayflower_Autonomous_Ship_inside_Plymouth_Sound.jpg&oldid=675176688

- Wilcock, W. S. D., Stafford, K. M., Andrew, R. K., & Odom, R. I. (2014). Sounds in the Ocean at 1–100 Hz. *Annual Review of Marine Science*, 6(1), 117-140.
<https://doi.org/10.1146/annurev-marine-121211-172423>
- Williams, R., Veirs, S., Veirs, V., Ashe, E., & Mastick, N. (2019). Approaches to reduce noise from ships operating in important killer whale habitats. *Marine Pollution Bulletin*, 139, 459-469. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.015>
- Winkler, C., Panigada, S., Murphy, S., & Ritter, F. (2020). *Global Numbers of Ship Strikes: An Assessment of Collisions Between Vessels and Cetaceans Using Available Data in the IWC Ship Strike Database. Report to the International Whaling Commission, IWC/68B/SC HIM09. 33pp.*
- Wittekind, D., & Schuster, M. (2016). Propeller cavitation noise and background noise in the sea. *Ocean Engineering*, 120, 116-121. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.12.060>
- WWF. (2021). *Shipping and underwater noise – a growing risk to marine life worldwide*. The WWF Arctic Programme and WWF Protecting Whales & Dolphins Initiative.
<https://www.wwf.nl/globalassets/pdf/nieuws/wwf-shipping-and-underwater-noise-report-2021.pdf>
- Zhao, L., Zhou, X., Rokas, A., & Cone, R. D. (2017). Functional variants of the melanocortin-4 receptor associated with the Odontoceti and Mysticeti suborders of cetaceans. *Scientific Reports*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05962-1>
- Zhu S., Xiao G., He Y., Liu G., Song S., & Jiahua S. (2022). Tip vortex cavitation of propeller bionic noise reduction surface based on precision abrasive belt grinding. *Journal of Advanced Manufacturing Science and Technology*, 2(1), 2022003-2022003.
<https://doi.org/10.51393/j.jamst.2022003>

7 Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 1 zijn de Excel-bestanden met alle gegevens gebruikt voor de data-analyse. In deze bestanden zijn alle verzamelde Ensenada AIS-gegevens van Spire Global voor het jaar 2019 opgenomen. De bestanden worden samengevoegd in een Zip bestand.