

Zeeschildpadden bedreigt door klimaatverandering



Een systematisch literatuuronderzoek om Madagascar Research and Conservation Institute en andere onderzoekers te informeren over onderzoeksmethoden die het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden meten



Evangelin Koorenhof
Diergezondheid & Management
5 April 2021
Almere
Afstudeerdocent, Martinus Tellegen



Zeeschildpadden bedreigt door klimaatverandering

Een systematisch literatuuronderzoek om Madagascar Research and Conservation Institute en andere onderzoekers te informeren over onderzoeksmethoden die het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden meten

Literatuuronderzoek
5 april 2021
Almere

Foto omslag: Groene zeeschildpad Mora Mora, Nosy Komba

Onderzoeker: Evangelin Koorenhof
3020964
Diergezondheid & Management
3020964@aeres.nl

Begeleider: Martinus Tellegen
Afstudeerdocent
AERES Hogeschool
M.tellegen@aeres.nl



DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Dit literatuuronderzoek gaat over het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden en de onderzoeksmethodes uit casestudy's die ingezet worden om dit effect te meten. Het onderzoek is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Diergezondheid & Management aan de AERES Hogeschool te Dronten. Op Madagaskar heb ik van juni tot oktober 2019 zeeschildpadden onderzocht voor het bedrijf Madagascar Research and Conservation Institute. Na deze periode ben ik begonnen met het schrijven van mijn onderzoek.

Graag wil ik allereerst mijn begeleider en afstudeerdocent Martinus Tellegen hartelijk bedanken voor alle ondersteuning, het geduld en de coaching tijdens het schrijven van mijn onderzoek. Het was een prettige samenwerking. Mijn collega's Jennifer Bruyn en Allanag Campbell uit Madagaskar wil ik ook graag bedanken voor de leerzame en gezellige tijd.

Ik wens u veel leesplezier toe,

Evangelin Koorenhof

Inhoudsopgave

Begrippenlijst.....	5
Samenvatting.....	6
Summary.....	7
Hoofdstuk 1. Inleiding	8
1.1.1. Kustontwikkeling	8
1.1.2. Vervuiling & Ziekteverwekkers.....	11
1.1.3. Bijvangst.....	12
1.1.4. Consumptie & Handel	13
1.1.5. Klimaatverandering.....	14
1.2 Instandhoudingsprioriteiten Zeeschildpaden.....	16
Hoofdstuk 2. Materiaal en methode.....	22
Hoofdstuk 3. Resultaten	26
3.1 GEBRUIKTE METHODEN	26
3.1.1. Zeespiegelstijging	26
3.1.2. Weersomstandigheden	28
3.1.3. Temperatuur	29
3.1.4. Tabel onderzoeksmethoden	32
3.2 Benodigde middelen per onderzoeksmethode	33
3.2.1. Zeespiegelstijging	33
3.2.2. Weersomstandigheden	34
3.2.3. Temperatuur	34
Hoofdstuk 4. Discussie	36
Hoofdstuk 5. Conclusies en aanbevelingen.....	39
Literatuurlijst	41
Bijlage 1. Kwalitatieve narratieve synthese	46
Bijlage 2. Schriftelijk rapporteren	61

Begrippenlijst

Fenologie	Invloed van klimaat op plant en dier
Ectotherm dier	Koudbloedig dier
TSD (temperatuur afhankelijke geslachtsbepaling)	Geslacht is afhankelijk van de temperatuur gedurende de embryonale ontwikkeling
Foerageergebied	Regelmatig gebruikt gebied van dier voor voedsel
Incubatietemperatuur	Vereiste temperatuur tijdens de broedperiode van het ei
Vloedlijn	De lijn die het verste bereik van vloed aangeeft
Antropogeen	Ontstaan door menselijke activiteit; gemaakt door mens
Kustgeomorfologie	Landschapsvorm van de kust en het proces van ontstaan
Benthisch milieu/ ecosysteem	Alles dat op of in de zeebodem leeft
Micro-organismen	Levende organismen die niet zichtbaar zijn voor het oog (Voorbeelden: bacteriën, gisten, schimmels en virussen)
Embryo	Ongeboren vrucht van een dier of plant
Oceanografie	Aardwetenschap die fysieke en biologische eigenschappen van de oceaan bestudeert
Organochloorverbinding	Toxische stof van insecticide, familie van pesticides
Foerageergedrag	Gebieden die regelmatig gebruikt worden door dieren om zich te voeden
Zandalbedo	Het weerkaatsende vermogen van zand (op bijvoorbeeld licht)

Samenvatting

Zeeschildpadden populaties zijn de afgelopen jaren sterk gedaald (Wallace, DiMatteo, Bolten, & Chaloupka, 2011). Klimaatverandering is één van de vijf grootste bedreigingen voor zeeschildpadden. Extreme temperaturen, veranderende weersomstandigheden en zeespiegelstijging zijn gevolgen van de klimaatverandering en hebben met name een negatieve invloed op het reproductieproces van zeeschildpadden (Hawkes, L. 2014). Wanneer eieren van zeeschildpadden incuberen onder te hoge temperaturen is het nestsucces lager, zijn de jongen minder vitaal en ontstaat er een onbalans in de geslachtsverhouding (Hawkes, L. et al 2009). Een toename aan extreme weersomstandigheden en zeespiegelstijging kunnen schade aanrichten in de nestgebieden en het nestsucces verminderen (Poloczanska, E.S. 2009).

Om deze bedreigingen in kaart te brengen en data te verzamelen zijn er onderzoeksmethoden nodig die het effect van klimaatverandering op de zeeschildpadden kunnen meten. Op deze wijze ontstaat er een betrouwbaar databestand en kunnen er bijpassende maatregelen getroffen worden om de zeeschildpadden te beschermen. Doordat klimaatverandering een vrij recente bedreiging is voor de zeeschildpadden is het databestand rondom dit probleem minimaal. Tijdens deze studie, is er daarom een systematisch literatuuronderzoek verricht naar de onderzoeksmethoden uit casestudy's die het effect van klimaatverandering op de zeeschildpadden meten. Door een helder en uitgebreid overzicht van de onderzoeksmethoden te creëren kunnen onderzoeksinstanties en onderzoekers geïnformeerd worden over de mogelijkheden op dit gebied. Een voorbeeld van zo'n instantie is Madagascar Research and Conservation Institute (MRCI). MRCI doet onderzoek naar zeeschildpadden in Madagaskar en zijn op dit moment bezig met het monitoren van diverse nestgebieden.

De casestudy's die gebruikt zijn voor het systematische literatuuronderzoek zijn geanalyseerd doormiddel van een kwalitatieve narratieve synthese. Allereerst zijn de casestudy's beoordeeld op relevantie. Vervolgens zijn de relevante stukken tekst gecodeerd. Deze codes zijn ingedeeld op basis van de drie hoofdonderwerpen: Zeespiegelstijging, weersomstandigheden en klimaat. Hierna is er per casestudy omschreven wat voor soort onderzoeksmethoden er zijn toegepast en wat de benodigde middelen zijn om de onderzoeksmethoden uit te voeren. Onderzoeksmethoden om het effect van zeespiegelstijging te meten richten zich op de eigenschappen van het nestgebied. Bij weersomstandigheden ligt de focus op het onderzoeken van het nestsucces en het nestgedrag om het effect van extreme weersomstandigheden te kunnen meten. Onderzoeksmethoden naar het effect van temperatuur richten zich op het nestsucces, incubatietemperaturen, de geslachtsverhoudingen per nest, de nestcondities en fysieke gezondheid van de jonge zeeschildpadden. Per soort onderzoeksmethode zijn er verschillende middelen nodig zoals meetapparatuur en datastations. Hiermee kunnen data verzameld worden van temperatuur, nesten, stormen, regenval of strandprofielen. GIS-software, kwalitatieve scorekaders en RCP-scenario's worden toegepast om de toekomstige effecten van klimaatverandering op zeeschildpadden in te schatten.

Voor MRCI en andere onderzoekers in hetzelfde onderzoeksgebied is het aan te raden onderzoek te doen naar de effecten van klimaatverandering op hun onderzoeksgebied. Dit effect kan namelijk per gebied verschillen en bij eventuele bedreigingen kunnen er maatregelen getroffen worden. Het is daarnaast van belang om de onderzoeksmethoden af te stemmen op het gebied en het soort zeeschildpad. Doordat zeeschildpadden bijvoorbeeld soort specifiek gedrag vertonen worden de richtlijnen in de methoden hier meestal op afgestemd om de betrouwbaarheid van de resultaten te garanderen. Om vroegtijdig de mogelijke bedreigingen in het onderzoeksgebied te identificeren en voorkomen is het handig gebruik te maken van kwalitatieve scorekaders en RCP-scenario's. Deze methoden kunnen op vrijwel elk aspect van klimaatverandering toegepast worden.

Summary

Marine turtle populations have strongly reduced over the past years (Wallace, DiMatteo, Bolten, & Chaloupka, 2011). Climate change is one of the top five threats to Marine turtles. Extreme temperatures, changing weather circumstances and sea level rise are consequences of climate change and have a negative impact on the marine turtles (Hawkes, L. 2014). Especially during the reproduction process. High temperatures during the incubation of the eggs lower the chances of nesting success and can cause skewed sexratios or less vital (newborn) marine turtles (Hawkes, L. et al 2009). An increase of extreme weather events and storms can damage nesting areas and reduce nesting success (Poloczanska, E.S. 2009). Sea level rise also causes a loss of nesting areas and has a negative impact on the nesting success of marine turtles (Hawkes, L. 2014).

To map these threats and collect data, research methods are needed that can measure the effect of climate change on marine turtles. Mapping these threats helps creating a reliable database, so appropriate precautions can be taken to protect the Marine turtles. At the moment this database is minimal since climate change is the most recently identified threat to marine turtles. During this study, a systematic literature review was performed on the research methods from case studies that measure the effect of climate change on the sea turtles. By creating a clear and comprehensive overview of the research methods, research facilities and researchers can be informed about the possibilities in this field. An example of a research facility is Madagascar Research and Conservation Institute (MRCI). MRCI is researching sea turtles in Madagascar and are currently monitoring various nesting areas.

The case studies used for the systematic literature review, have been analyzed by using a qualitative narrative synthesis. First of all, the case studies were assessed for relevance. Then the relevant text parts were coded. These codes are classified according to the three main topics: Sea level rise, weather circumstances and temperature. After this, the research methods per case study were each described even as the required resources that are needed to carry out the research methods. Research methods to measure the effect of sea level rise focus on the conditions of the nesting area. In weather circumstances, the focus is on investigating nesting success and nesting behavior in order to measure the effect of extreme weather events. Research methods into the effect of temperature focus on nesting success, incubation temperatures, sex ratios per nest, nesting conditions and physical health of the newborn marine turtles. Different resources are required for each type of research method, such as measuring equipment and data stations. This can be used to collect data of nesting areas, storms, rainfall, temperature, or beach profiles. GIS software, qualitative scoring frameworks and RCP scenarios are used to estimate the future effects of climate change on sea turtles.

Recommmendations for MRCI and other similar research facilities are to conduct research into the effects of climate change on their research area. This effect can differ per area and in the event of possible threats, precautions can be taken. It is also important to align the research methods to the research area and the species of marine turtle. For example, marine turtles display species-specific behavior. Therefore, guidelines in the research methods are usually adapted to this species-specific behavior in order to guarantee reliability of the results. To identify and prevent possible threats in the research area at an early stage, it is useful to apply qualitative scoring frameworks and RCP scenarios. These methods can be applied to almost any aspect of climate change.

Hoofdstuk 1. Inleiding

Zeeschildpadden behoren tot de oudste zeezoogdieren ter wereld. Er zijn fossiele bewijzen van circa 900 000 jaar oud (Hawkes, L. 2014). In totaal zijn er zeven verschillende soorten zeeschildpadden die wereldwijd voorkomen in bijna iedere oceaan. Ze spelen een grote rol bij verschillende ecologische processen en vertonen intraspecifieke variaties in populatiegroottes en trends, reproductie en morfologie. De afgelopen jaren zijn de populaties per soort flink gedaald waardoor de zeeschildpad een bedreigde diersoort is geworden en op de rode lijst is gezet door de IUCN, International Union for Conservation of Nature (Wallace, DiMatteo, Bolten, & Chaloupka, 2011). Op dit moment staan de zeeschildpadden op wereldwijde schaal genoteerd als volgt:

Kwetsbaar:

- Onechte karetschildpad, *Caretta caretta* (iucnredlist, 2015)
- Lederschildpad, *Dermochelys Coriacea* (iucnredlist, 2013)
- Warana, *Lepidochelys olivacea* (iucnredlist, 2008)

Bedreigd:

- Groene zeeschildpad, *Chelonia mydas* (iucnredlist, 2004)

Ernstig bedreigd:

- Karetschildpad, *Eretmochelys imbricata* (icunredlist, 2008)
- Kemp's zeeschildpad, *Lepidochelys kempii* (iucnredlist, 2019)

Gegevensgebrek populatiestatus:

- Platrugzeeschildpad, *Natator depressus* (iucnredlist, 1996)

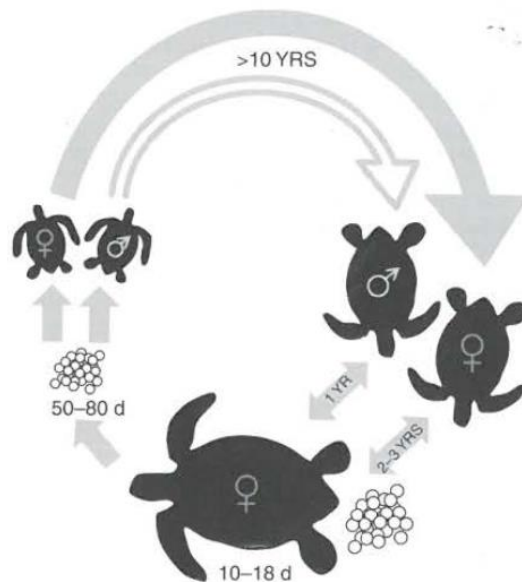
De MTSG, Marine Turtle Specialist Group, is een onderzoeksgroep die valt onder de SSC, Species Survival Commission van de IUCN. In 2005 identificeerde deze groep de vijf belangrijkste bedreigingen op dat moment. Indien deze bedreigingen ongecontroleerd blijven zullen ze leiden tot achteruitgang en lokaal uitsterven van de zeeschildpadden of het herstel van de populaties voorkomen. De bedreigingen zijn 1) kustontwikkeling, 2) vervuiling en ziekteverwekkers, 3) visserij en bijvangst, 4) consumptie en 5) klimaatverandering (ICUN, 2005).

1.1.1. Kustontwikkeling

De kust en het strand dienen als nestgebied voor zeeschildpadden. Het is een belangrijk onderdeel van hun leefgebied omdat het reproductiesucces afhankelijk is van dit gebied. Een geschikt nestgebied moet toegankelijk zijn, een voordelige ligging, specifieke zandeigenschappen en weinig menselijke activiteit hebben (Nelson, K. 2019). Door toename aan menselijke activiteit zijn nestgebieden kleiner geworden en veranderd. Kustontwikkeling zoals bebouwing, kustbeschermende constructies, strandonderhoud, erosie en autoverkeer zijn de belangrijkste antropogene activiteiten die het beschikbare nestgebied beïnvloeden (Mazaris, A.D. 2009). Door het ontstaan van kustontwikkeling kan de strandmorfologie, de beschikbaarheid

aan nestruimte en de incubatiecondities van de eieren in gevaar komen en zo de gehele reproductie van zeeschildpadden negatief beïnvloeden (Nelson, K. 2019).

Over het reproductieproces valt het volgende te vermelden. Allereerst kiezen de vrouwelijke zeeschildpadden hun nestgebied uit. De voorkeur gaat uit naar een strand met een laag zoutgehalte, hoge luchtvochtigheid, consequente getijden, voldoende ventilatie en een locatie waarbij de jongen na het verlaten van het nest gemakkelijk in de juiste stroming van de oceaan terecht kunnen komen. In het nestgebied moet er voldoende ruimte beschikbaar zijn om boven de vloedlijn te kunnen nestelen en voldoende vegetatie om schaduw te creëren. Na het kiezen van de locatie, graaft de zeeschildpad een kuil boven de vloedlijn, legt haar eieren en dekt het nest af met zand. Afhankelijk van het soort, duurt het 50 tot 80 dagen tot de eieren uitkomen. Per nestseizoen kunnen er meerdere nesten gelegd worden. De zeeschildpadden paren en nestelen meestal rond dezelfde stranden waar ze geboren zijn. Veel informatie op dit gebied ontbreekt tot op heden. Daarnaast zijn er veel kleine verschillen in nestgedrag per soort aangezien ze eigen specifiek gedrag vertonen (Hawkes, L. 2014). In Figuur 1. wordt het reproductieproces kort samengevat inclusief een korte omschrijving.



FIGUUR 1. REPRODUCTIEPROCES ZEESCHILDPADDEN (HAWKES, L. 2014)

- Volwassen vrouwelijke zeeschildpadden trekken iedere 2 – 3 jaar naar het nestgebied. Ze leggen 1 – 8 nesten per broedseizoen gedurende intervallen van 10 – 18 dagen. Ieder nest bevat 80 – 140 eieren. Deze aantallen variëren omdat de hoeveelheid afhankelijk is van het soort schildpad.
- Volwassen mannelijke zeeschildpadden keren ieder jaar terug naar het nestgebied waar ze geboren zijn om in de kustwateren te paren.

- De eieren incuberen rond de 50 – 80 dagen. Nadat ze uitgekomen zijn ontwikkelen de jonge zeeschildpadden zich gedurende 10 jaar in gebieden als de open oceaan. Exacte locaties zijn niet bekend.
- Wanneer de jonge zeeschildpadden na ongeveer 10 jaar groot genoeg zijn verblijven ze rond vaste foerageergebieden in de kustwateren totdat ze geslachtsrijp zijn en het voortplantingsproces opnieuw kan beginnen (Hawkes, L. 2014).

Kustbebouwing

Constructies in en rondom het kustgebied hebben een negatieve impact op zeeschildpadden. Met name de constructies die een barrière tussen het strand en de oceaan vormen. Dit zijn zandhekken, recreatieve attributen, gebouwen en kustbepantsering zoals zeeweringen, rots bekledingen en zandzakken. De laatste categorie heeft de grootste impact doordat het sterke constructies zijn die parallel aan de kust liggen. Zeeschildpadden die proberen te nestelen in dit soort gebieden lijken vaker hun nestpogingen op te geven. Vaak is het niet mogelijk voor de vrouwtjes om landinwaarts vanaf de barrière te nestelen. Hierdoor komen de nesten lager dan gewoonlijk te liggen wat ernstige gevolgen kan hebben. De nesten kunnen bijvoorbeeld overspoelen wanneer het vloed is, door zeespiegelstijging of tijdens een storm. Echter is er nog geen volledige kennis over de gevolgen van de barrières, zoals een toename in sterfte van de eieren en de fitheid van de nestelende vrouwtjes. Daarnaast heeft de bepantsering van het strand ook gevolgen voor het nestgebied zelf, zoals toenemende erosie. Hierdoor is het lastig te bepalen welke factoren de meeste impact hebben op het nestpatroon van de zeeschildpadden als gevolg van kustbebouwing (Witherington, B. 2011).

Kustverandering en erosie

Kusten kunnen fysiek veranderen door zanderosie. Als reactie op de erosie kan er bijvoorbeeld zandtransplantatie toegepast worden waarbij de stranden worden aangevuld met extra zand uit andere gebieden. Wanneer er niet aan de juiste voorwaarden gehouden wordt, kan dit een bedreiging vormen voor de zeeschildpadden. De stranden kunnen harder worden waardoor de vrouwelijke zeeschildpad haar poging om een nest te graven eerder kan staken. Het incubatiesucces van de eieren kan verminderen wanneer de korrelgrootte, het vochtgehalte, de dichtheid, schuifweerstand, kleur, gasdiffusiesnelheden en de organische samenstelling van het getransplanteerde zand anders zijn dan het natuurlijke strandzand. Zo kunnen deze kunstmatig gevoede stranden bijvoorbeeld meer vocht vasthouden waardoor de gasuitwisseling in het nest belemmerd wordt inclusief de embryonale ontwikkeling. De gemiddelde zandtemperatuur kan anders zijn op dit soort stranden waardoor de geslachtsverhouding en de incubatietijden veranderen, waardoor er een verhoogd risico op predatie ontstaat. Ten slotte kunnen het gedrag en de motoriek van de zeeschildpadden aangetast worden (Greene, K. 2002).

Kunstmatige verlichting

Kunstmatig licht is belangrijk voor gemeenschappen om ook in het donker te kunnen blijven functioneren. Zeeschildpadden zijn tijdens bepaalde situaties juist erg afhankelijk van de natuurlijke lichtcyclus. Zo zijn ze bijvoorbeeld afhankelijk van natuurlijk licht om de weg naar zee terug te vinden. Dit betekent dat kunstmatig licht dichtbij de nestgebieden de vrouwelijke volwassen en

jonge zeeschildpadden kunnen desoriënteren. Wanneer de jongere zeeschildpadden gedesoriënteerd zijn, brengen ze langere tijd door op het strand. Dit verhoogt de kans op predatie en verspeeld energie die normaliter nodig is voor het migratieproces in de oceaan. Deze energievoorraad halen de jonge zeeschildpadden uit de eidooier en is zeer beperkt. Kunstmatig licht blijkt daarentegen ook de vrouwelijke zeeschildpad te ontmoedigen om in bepaalde gebieden te nestelen. Door de toename van bevolking rond de kustgebieden neemt het aantal natuurlijk belichte (donkere) gebieden af. Wanneer er nog maar een klein gedeelte aan geschikt nestgebied overblijft is de kans groter dat het aantal nestelende zeeschildpadden te hoog wordt binnen dit gebied. Door een gebrek aan ruimte beschadigen de zeeschildpadden elkaars nesten om zelf te kunnen nestelen. Door de verschuiving in nestdistributie kunnen de jonge zeeschildpadden uit de buurt gebracht worden van oceanografische kenmerken die het meest gunstig zijn voor het reproductieproces (Kamrowski et al).

1.1.2. Vervuiling & Ziekteverwekkers

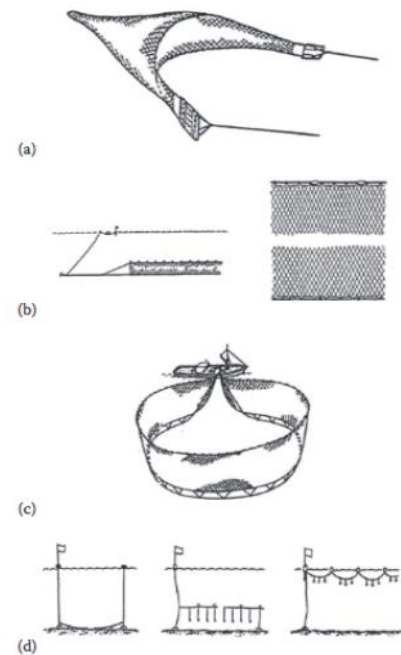
Er zijn verschillende soorten vervuiling die een bedreiging vormen voor zeeschildpadden. Allereerst is er plastic en soortgelijk afval. Wanneer deze producten in de oceaan terecht komen kunnen de zeeschildpadden hierin verstrikt raken of het consumeren. Voorbeelden zijn fragmenten van visnetten, plastic, synthetisch snoer, draad of touw, plastic zakken en andere gebruiksobjecten die na verloop van tijd in de oceaan degraderen in kleinere fragmenten plastic. Wanneer de zeeschildpadden verstrikt raken in dit soort afval bestaat de kans dat ze uiteindelijk verdrinken, uithongeren, roofdieren minder goed kunnen ontwijken, of verwond raken en daardoor infecties krijgen. Op het strand kunnen grotere stukken afval blokkades vormen voor zowel de volwassen als jonge zeeschildpadden en het reproductieproces verstoren of de kans op predatie verhogen. Ingeslikt plastic kan blokkades vormen in de spijsverteringsorganen en deze verwonden. Het hongergevoel kan verminderen en daardoor ook de behoefte om te foerageren. Binnenin het lichaam vormt het plastic een toxische bron. De zeeschildpad kan verzwakken en daardoor kwetsbaarder worden voor ziektes en roofdieren met dood tot gevolg (Hutchinson, J., Simmonds, M. 1991).

De tweede bron van vervuiling zijn oliën en dergelijke koolwaterstoffen die in de oceaan terecht komen. Aangezien de nesten van de zeeschildpadden boven de waterlijn liggen is het effect op de nesten minimaal wanneer er olie aanspoelt op het strand. Een enkel gevaar kan voorkomen wanneer de vrouwelijke zeeschildpadden olieresten met zich meedraagt die tijdens het nestelen in het nest terecht komen. Dit kan voor embryonale sterfte zorgen. Grote hoeveelheden olie of teer rond het wateroppervlak kunnen jongere zeeschildpadden in hun eerste levensfase vertragen en uitputten met de dood tot gevolg. Wanneer oliën in contact komen met de huid van de zeeschildpadden verhoogt dit de kans op kanker, parasitisme en ziekte. Vervuiling van de longen kan leiden tot minder aerobe reikwijdte en daarmee de levensvatbaarheid verminderen. Het verkort namelijk de duiktijd en daarmee ook de voedertijd van de zeeschildpadden. Minder voeding betekent daarentegen ook een verminderde groei (Hutchinson, J., Simmonds, M. 1991).

Als laatste zijn er vervuilende chemicaliën als pesticiden en zware metalen die voorkomen in de habitat van de zeeschildpadden. Pesticiden, bestaande uit organochloorverbindingen, kunnen een negatieve rol spelen in het ontstaan en het effect van ziektes. Het effect van zware metalen op zeeschildpadden is onvoldoende onderzocht om conclusies te kunnen trekken. Wel is er aangetoond dat het transport van ionen door de urineblaas bij zoetwaterschildpadden negatief beïnvloed werd wanneer er metalen in het lichaam aanwezig waren (Hutchinson, J., Simmonds, M. 1991).

1.1.3. Bijvangst

De antropogene activiteit die de grootste impact heeft op de zeeschildpadden is bijvangst in de visserij en doelgerichte vangst. Alhoewel dit laatste aspect enkel in bepaalde regio's voorkomt en de zeeschildpadden grotendeels een ongewenst bijproduct zijn van visserijactiviteiten. Er zijn verschillende oorzaken waarom zeeschildpadden als bijvangst eindigen. Foerageergedrag kan de zeeschildpad aanzetten om bijvoorbeeld aashaken te achtervolgen. Trekroutes en verspreiding in de oceaan, zowel in de dieptes als het wateroppervlak omdat de zeeschildpadden duikgedrag vertonen, vergroten de kans om vistuig tegen te komen. Daarnaast worden zeeschildpadden vaker aangetroffen rond gebieden met een hoge productiviteit en daarmee ook meer voedselbronnen. Deze gebieden zijn net als voor de zeeschildpad aantrekkelijk voor de visserij. De impact van visserij is extra hoog omdat er vooral individuen met een hogere leeftijd gedood worden. Dit komt doordat zeeschildpadden een vertraagde seksuele volwassenheid hebben (9-30 jaar). Waardoor de volwassen zeeschildpadden een hogere reproductieve waarde hebben dan de jongere zeeschildpadden. Net als bij de distributie van schildpadden, verschuift de visserijactiviteit door de jaren heen, vaak als reactie op dezelfde oceanografische kenmerken die schildpadden aantrekken. Hierdoor blijft het risico op bijvangst bestaan (Lewison, R. et al 2013).



FIGUUR 2. (A) TRAWLERS, (B) KIEUWNETTEN, (C) RINGNETTEN, (D) SLEEPLIJNEN & HENGELS (LEWISON, R. ET AL 2013)

Het vistuig waarin de zeeschildpadden als bijvangst kunnen eindigen verschilt. De visserijen gebruiken trawlers (trechtervormige netten, ook wel sleepnet genoemd), kieuwnetten, zegennetten, pondnetten, beuglijnen en velen andere materialen. De vier voornaamste vistuigen waarin zeeschildpadden terecht kunnen komen zijn de trawlers, kieuwnetten, ringnetten, sleeplijnen en hengels. Deze zijn ook terug te zien in figuur 2. De percentages aan bijvangst zijn variabel binnen de soorten vistuigen en regio's waar ze gebruikt worden. Bij sommige vistuigen komen zeeschildpadden na verstrikking of vangst te overlijden terwijl er bij andere licht tot geen

letsel wordt opgelopen en de zeeschildpad weer vrijgelaten kan worden. Over het algemeen zijn sterfteschattingen hoger in vistuigen met netten dan in beuglijnen (Lewison, R. et al 2013).

1.1.4 Consumptie & Handel

De consumptie van zeeschildpadden is tot op heden de grootste doodsoorzaak. De schilden en de huid worden gebruikt als decoratie of materialen voor souvenirs en sierraden. Het vlees en de eieren als voedselbron. In veel landen is de jacht op zeeschildpadden inmiddels afgeschaft. Toch hebben Recente studies aangetoond dat de mortaliteit als gevolg van jacht nog steeds erg hoog ligt (Mancini, A. 2009). Dit komt doordat de zeeschildpad nog steeds als belangrijke inkomsten of voedselbron dient voor bepaalde gemeenschappen. De jacht op zeeschildpadden heeft bijgedragen aan een wereldwijde daling. Plaatsen waar vermoedelijk nog steeds doelbewuste consumptie en handel van zeeschildpadden en eieren voorkomt zijn Australië, het Caribisch gebied, de Indische oceaan, Papua nieuw Guinea, Filipijnen, Centraal en Zuid-Amerika, Mexico, Egypte, Vietnam en Madagaskar. Kustgemeenschappen die zeeschildpadden consumeren gebruiken bij ieder onderdeel van het lichaam. Organen worden gebruikt als voedsel, Olie wordt gewonnen uit het vet als remedie tegen luchtwegaandoeningen en het bloed wordt geconsumeerd als remedie tegen astma en bloedarmoede. De eieren dienen als voedsel en afrodisiacum (Alonso, A. et al 2006).

Doordat de zeeschildpad een migrerende diersoort is komen ze in verschillende delen van de wereld voor. Wat ook betekent dat ze zich in meerdere nationale rechtsgebieden begeven. Hoewel de zeeschildpadden inmiddels op de rode lijst staan en officieel beschermd worden door internationale verdragen en binnenlandse wetgeving, is het beheer van maatregelen tegen de bedreigingen niet overal hetzelfde. Dit komt doordat de link tussen de mens en de zeeschildpadden in ieder lands anders is. In sommige landen bestaat er een sterke culturele relatie tussen de mens en de zeeschildpad. In deze landen zijn tradities, rituelen, gebruiken of gewoontes van bepaalde bevolkingsgroepen nauw verbonden met de zeeschildpadden. De waarde die de mens hecht aan een zeeschildpad en de beweegreden hiertoe wordt door een sociale, economische of culturele achtergrond beïnvloed. Deze verschillen tussen landen of regio's bepalen in hoeverre instandhoudingsinitiatieven voor zeeschildpadden geaccepteerd of ondersteund worden. In regio's met veel armoede, worden de zeeschildpadden bijvoorbeeld als voedselbron gezien. Het vlees is een belangrijke bron van proteïnen voor deze mensen. Westerse landen daarentegen met een verschillende economische drijfveer, zijn eerder tegen het consumeren en zijn juist voor het beschermen van de zeeschildpad (Barrios-Garrido, H. 2019).

1.1.5. Klimaatverandering

Klimaatverandering is een bedreiging voor de biodiversiteit en heeft invloed op de verspreiding, fysiologie, fenologie, het gedrag en de reproductie van diersoorten (Fuentes, Pike, Dimatteo, & Wallace, 2013). Gebaseerd op meteorologische data, heeft de luchttemperatuur sinds 1850 hoogtes bereikt die eerder niet frequent voorkwamen. De gemiddelde wereldwijde temperatuur is sinds 1980 steeds meer gaan stijgen en de afgelopen 18 jaar waren de warmste jaren op rij. Dit is ook terug te zien in figuur 3, afkomstig van het IPCC. Door klimaatverandering is ook de temperatuur van de oceaan 0,7 °C warmer dan de afgelopen 420 000 jaar. De mens speelt een grote rol in klimaatverandering is tot nu toe

verantwoordelijk voor een gemiddelde wereldwijde stijging van de luchttemperatuur met 1°C. Er wordt verwacht dat deze stijging zal blijven toenemen en dat 80% van de warmte uiteindelijk geabsorbeerd wordt door de oceaan. Hierdoor ontstaat thermische expansie en zal de zeespiegel laten stijgen met 18 tot 60 cm vóór het jaar 2100 (Hawkes, L 2009).

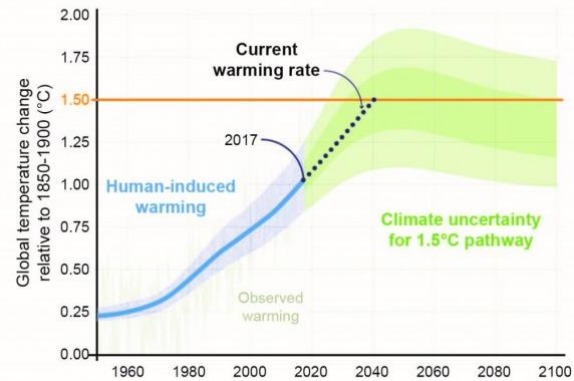
Hoewel klimaatverandering een wereldwijd verschijnsel is, varieert de mate van impact per gebied. Gebieden rondt de midden breedtegraad van de aarde kunnen de meest extreme temperatuurverschillen ervaren (IPPC, 2020). Deze variatie is ook terug te zien in de leefgebieden van de zeeschildpadden omdat het een migrerende diersoort is en ze wereldwijd verspreid zijn (Almpanidou, V. 2019). Zeeschildpadden zijn ectotherme dieren en daardoor sterk afhankelijk van omgevingstemperaturen. Dit geldt ook voor foerageergedrag, migratie en het broedsucces. Zeespiegelstijging, temperatuurstijging en veranderde weersomstandigheden zijn de drie meest voorkomende bedreigingen voor zeeschildpadden die veroorzaakt zijn door klimaatverandering (Hawkes, L. 2014). De oorzaken en het effect van deze bedreigingen worden in deze paragraaf verder toegelicht.

Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging vormt een gevaar voor het nestgebied van zeeschildpadden. Normaliter, in natuurlijke kustlijnstelsels, eroderen stranden niet alleen maar groeit de hoeveelheid zand ook weer op een andere plek in de kust. Dit verschijnsel is millennia lang doorgegaan waardoor kustgebieden beschikbaar werden voor zeeschildpadden om te nestelen. Door een plotselinge zeespiegelstijging raakt dit natuurlijke proces uit balans en vertraagt het proces waardoor er meer erosie ontstaat. Dit komt voor op lagergelegen smallere kustgebieden, eilanden en

FAQ1.2: How close are we to 1.5°C?

Human-induced warming reached approximately 1°C above pre-industrial levels in 2017



FIGUUR 3. WERELDWIJDE KLIMAATVERANDERING 1850-1900 (IPPC, 2017)

gebieden met veel kustontwikkeling. Door de zeespiegelstijging komt de vloedlijn hoger te liggen waardoor het beschikbare nestgebied krimpt. Enkele voorbeelden zijn casestudy's uit Barbados, Bonaire, Griekenland en Hawaï waarbij tot en met 50% van de nestgebieden verloren is gegaan. Toekomstvoorspellingen geven aan dat bij een verdere stijging tot 0,9m nog eens 40% van deze kustgebieden verloren zal gaan (Hawkes, L. 2014).

Door zeespiegelstijging kunnen ook de nestselectiecriteria van zeeschildpadden beïnvloed worden. Zeeschildpadden nestelen tussen de vloedlijn en de aangrenzende kustvegetatie. Iedere soort heeft zijn eigen selectiecriteria. Lederrugschildpadden leggen bijvoorbeeld in korte, steile nestgebieden zodat de afstand van de oceaan tot aan de nestplaats zo kort mogelijk is. Karetschildpadden kiezen juist voor vlakke gebieden en een grotere afstand tot de oceaan om zo dichtmogelijk tegen de kustvegetatie aan te nestelen. Door de variatie kustgebieden zal de mate van impact door zeespiegelstijging in ieder gebied verschillen. Steile kusten zullen minder snel gebied verliezen dan vlakke laaggelegen kusten. Veel onderzoeksgegevens op dit gebied ontbreken nog waardoor er nog niet beoordeeld kan worden of deze invloed negatief of positief is (Hawkes, L. 2014).

Temperatuurstijging

Zeeschildpadden zijn gevoelig voor temperatuursveranderingen. Incubatie condities van de eieren en geslachtsratio's zijn sterk afhankelijk van temperatuur. De eieren kunnen alleen incuberen tussen de 25 en 35°C. Embryo's die incuberen op hoge temperaturen worden vrouwelijk en bij lagere temperaturen mannelijk. Een 50% range van beide geslachten kan alleen geproduceerd worden bij een centrale temperatuur, exact tussen de 28 en 31°C. Wanneer de nesttemperatuur schommelt zal de geslachtsverhouding verschillen. Door temperatuurstijging in de toekomst kunnen de geslachtsverhoudingen en succesratio's van nesten veranderen. Ondanks studies naar de geslachtsverhoudingen van zeeschildpadden, zijn er nog veel onduidelijkheden op dit gebied. Dit komt mede door een gebrek aan (betrouwbare) onderzoeksgegevens (Hawkes, L. et al 2009).

Het is onduidelijk of zeeschildpadden hun gedrag of fysiologie kunnen aanpassen om feminisering van hun nageslacht tegen te gaan. Net als de vraag of het fysiologische mechanisme dat het geslacht bepaalt aan de hand van temperatuur kan veranderen. Aangezien onderzoeksresultaten altijd stabiel zijn gebleven op dit gebied wordt hier niet vanuit gegaan. Als er gelet wordt op gedrag, zouden zeeschildpad kunnen kiezen om koelere nestlocaties te gebruiken of tijdens koelere periodes te nestelen. De kans op deze gedragsverandering is groter doordat zeeschildpadden tegenwoordig door opwarming van de oceaan, vaker op ongebruikelijke tijdstippen zijn gaan nestelen. Of de zeeschildpadden genoeg capaciteit hebben om zich in een snel tempo aan te passen aan de veranderende omgevingstemperaturen blijft voorlopig een vraag. Eerder zijn de schildpadden onder langzaam veranderende klimaatomstandigheden geëvolueerd. Terwijl de voorspellingen voor de komende 100 jaar aangeven dat het tempo van de klimaatverandering een stuk hoger ligt (Hawkes, L. et al 2009).

De embryonale groei van de jonge zeeschildpadden hangt af van de incubatietemperatuur. Onder de 25°C en boven de 35 °C kunnen de eieren niet incuberen. Door de stijgende temperaturen kunnen de nesttemperaturen langere tijd boven de 35°C blijven wat het nestgebied tijdelijk ongeschikt maakt. Daarnaast heeft de incubatietemperatuur ook invloed op de fysieke eigenschappen en het gedrag van de jonge zeeschildpadden. Recent onderzoek heeft aangetoond dat zeeschildpadden die ontwikkelen bij een hogere incubatietemperatuur dan gemiddeld, kleiner zijn en langzamer zwemmen dan andere jonge zeeschildpadden. Hierdoor is de kans op predatie hoger. Klimaatverandering is een verschijnsel dat op kortere termijn voorkomt. Hierdoor zijn er meer studies nodig om de impact op langer termijn te begrijpen en vast te leggen (Hawkes, L. et al 2009).

Weersomstandigheden

De afgelopen decennia is er een verband te zien tussen stijgende atmosferische CO₂ niveaus en de hoeveelheid neerslag. Rond het noordelijk halfrond worden de tropen en subtropen droger en rond het zuidelijk halfrond vochtiger. Verwacht wordt, dat de regenseizoenen natter zullen worden en stormen of cyclonen intenser rond de middelste breedtegraad van de aarde. Bij een toename aan intense regenval, neemt het risico op overstromingen in deze gebieden ook toe. Zeeschildpadden leggen hun nesten boven de vloedlijn, maar door cyclonen, stormvloed en hevige neerslag kunnen de nesten overspoelen of zandduinen eroderen. Dit leidt tot een verlies van nest en eieren (Poloczanska, E.S. 2009).

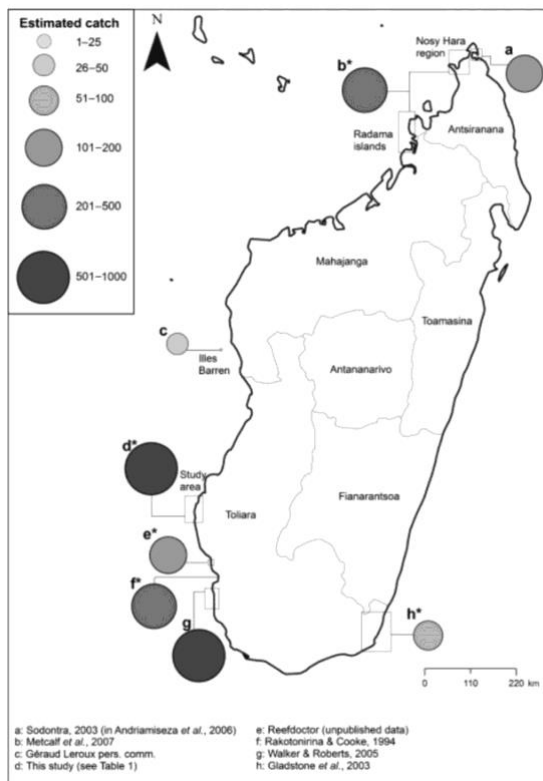
1.2 Instandhoudingsprioriteiten Zeeschildpadden

Door de groeiende interesse in het behoud van de zeeschildpadden zijn er vanuit overheidsinstanties en NGO's instandhoudingsprioriteiten opgesteld. Met als doel het uitsterven van de diersoort tegen te gaan, genetische diversiteit te behouden, lange termijn data te verzamelen en de behoeftes van de zeeschildpadden te onderzoeken. Echter is de mate van impact per bedreiging in ieder gebied verschillend (Wallace, DiMatteo, Bolten, & Chaloupka, 2011). Zoals eerder aangegeven, is het daarom belangrijk om eerst genoeg data en kennis te verzamelen over een gebied voordat er actie ondernomen kan worden.

MRCI Madagaskar

MRCI, Madagascar Research and Conservation Institute is een NGO die zich inzet voor de instandhouding van zeeschildpadden in de Noordelijke regio van Madagaskar (MRCI, 2020). In Madagaskar worden zeeschildpadden volledig beschermd tegen uitbuiting door nationale regelgeving in combinatie met multilaterale overeenkomsten. Toch wordt deze wetgeving vaak niet begrepen en correct toegepast waardoor veel zeeschildpadden alsnog bejaagd worden of als bijvangst in de visserij eindigen. Een voorbeeld hiervan zijn de lokale traditionele vissers, genaamd Vezo. De Vezo's bejagen zeeschildpadden niet alleen om te consumeren, maar ook vanuit cultureel oogpunt aangezien het een onderdeel is van voorouderverering. De lokale bevolking maakt naast de reguliere wetgeving ook gebruik van de 'Dina'. Dit is een sociale code die als gemeenschapswet wordt beschouwd binnen Madagaskar. Oftewel een collectieve

overeenkomst die vrij aangenomen is door de meerderheid van de gemeenschap genaamd Fokonolona. De Fokonolona zijn achttien jaar en ouder, of, indien van toepassing, speciaal aangewezen vertegenwoordigers. Eind jaren negentig heeft de regering de Dina met de overheidswetten samengevoegd. Het ministerie van Milieu en Bossen heeft toentertijd gezorgd dat lokale gemeenschappen een nieuwe Dina oprichtte om land, bossen en mangroves te beheren en beschermen. Mariene gebieden werden terzijde gelaten en zijn hierdoor lange tijd onbeheerd gebleven (Humber, F. 2015).



FIGUUR 4. GESCHATTE AANTAL ZEESCHILDPADDEN GEVANGEN VOOR CONSUMPTIE PER REGIO (HUMBER, F. ET AL 2010)

De afgelopen jaren zijn er voor het eerst wetten aan de Dina toegevoegd voor mariene gebieden. Hierdoor zijn sommige gebieden beschermd verklaard door Velondriake Locally Managed Marine Area (LMMA). Deze nieuwe wetten van de Dina vermelden sindsdien dat zeeschildpadden beschermd zijn en niet bejaagd mogen worden. Toch ontkrachten andere wetten uit de Dina deze uitspraken weer omdat er uitzonderingen toegepast worden. Dit komt door de hoge culturele waarde van schildpadvisserij voor bepaalde gemeenschappen. Handhaving van de nationale wetgeving, die ook binnen Madagaskar geldt, wordt door deze gemeenschappen zeer klein geacht. Hoewel er wetgeving bestaat om zeeschildpadden in Madagaskar te beschermen tegen overbevissing e.d. wordt deze genegeerd vanwege gebrek aan kennis, inzet, handhavingsbronnen en het feit dat de wetgeving niet genoeg verenigd is met de lokale gemeenschapsbelangen en de bijbehorende Dina (Humber, F. 2015).

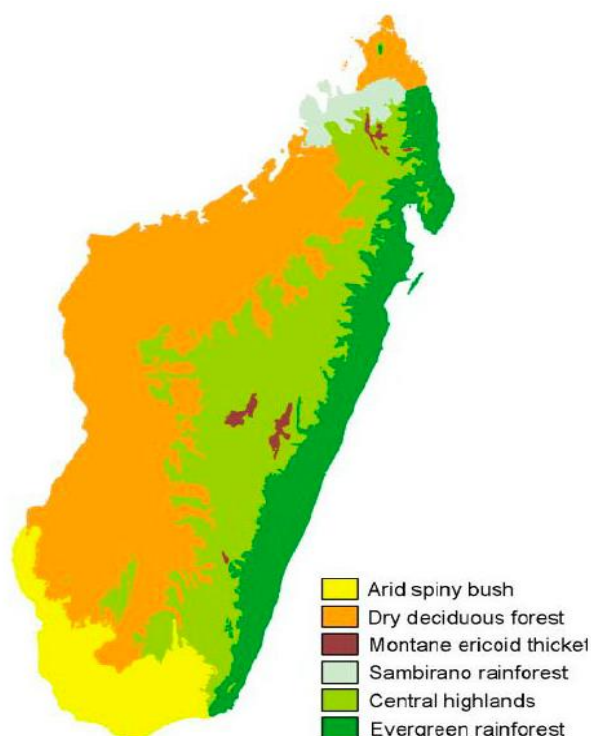
De meeste nestgebieden voor zeeschildpadden in Madagaskar bevinden zich aan de westkust, met de hoogste concentraties nestgebieden op eilanden in het Noordwesten. Tegen het einde van de twintigste eeuw zijn nestpercentages in Madagaskar gedaald. Voorheen nestelde de olijfschildpadden (*Iepidochelys olivacea*) bijvoorbeeld ook in de regio, maar sinds deze daling niet meer (Humber, F. et al 2016). Veel specifieke kengetallen en informatie over de zeeschildpadden in Madagaskar ontbreken. Zoals hierboven aangegeven is het van belang onderzoek te verrichten om bedreigingen in een gebied te kunnen analyseren en maatregelen te ondernemen.

De afgelopen dertig jaar hebben de status van de zeeschildpadden en het belang voor bescherming interesse gewekt bij overheidsinstanties, Niet gouvernementele organisaties en het

wereldwijde publiek. Deze interesse is mede ontstaan door het toenemende aantal onderzoeken dat zich richt op de biologie en het behoud van de zeeschildpadden. Omdat de zeeschildpadden tijdens hun levensgeschiedenis met veel bedreigingen geconfronteerd worden is er veel informatie nodig om deze bedreigingen volledig in kaart te brengen en behorende maatregelen in te kunnen zetten (Hammann et al. 2010). MRCI is een NGO in Madagaskar die zich hiervoor inzet. Ze hebben diverse programma's opgezet om onderzoek te doen naar terrestrische en mariene gebieden. Naast het onderzoek, biedt MRCI de mogelijkheid aan mensen om tegen een bijdrage deel te nemen aan één van de onderzoeksprojecten. Deze mensen, of zogenoemde vrijwilligers draaien twee weken of langer mee om kennis op te doen en indien mogelijk mee te helpen tijdens het uitvoeren van onderzoek. Doordat de

vrijwilligers een financiële bijdrage leveren kunnen de onderzoeksprojecten van MRCI gefinancierd worden. Sinds 2018 is MRCI begonnen met het monitoren van zeeschildpadden rondom het nestgebied en foerageergebied van het eiland Nosy Komba en Ampoagna. Ampoagna is een kustplaats op het vaste land van Madagaskar waar MRCI sinds kort een tweede onderzoek locatie heeft geopend (MRCI, 2020). Beide plaatsen zijn gelegen in de Sambriano regio van Madagaskar die grenst aan de Indische oceaan. De SWOT, State of the World's Sea Turtles database, heeft vastgesteld dat er in deze regio officieel 5 verschillende soorten zeeschildpadden voorkomen (SWOT, 2019). Hiervan nestelen enkel de groene zeeschildpad en de karetschildpad aan de Noordwestelijke kust (Metcalf, J. et al 2007). Daarom zijn enkel deze twee soorten zeeschildpadden betrokken bij het onderzoek van MRCI.

De onderzoeksmethodes die MRCI op dit moment gebruiken zijn: Active Turtle surveys, Nest surveys en Turtle watch. Het doel van deze onderzoeken is om data te verzamelen over de populaties en nestgebieden. Het hele jaar door wordt er onderzoek verricht rond de foerageergebieden. De nestgebieden worden enkel onderzocht tijdens het nestseizoen van de groene zeeschildpad en karetschildpad. Naast onderzoeksmethodes maakt MRCI gebruik van een aantal managementstrategieën om de zeeschildpadden in het gebied te ondersteunen. De onderzoeksmethodes van MRCI worden hieronder omschreven in tabel 1 en de managementstrategieën in tabel 2.



FIGUUR 5. REGIOVERDELING MADAGASKAR, SAMBRIANO REGIO GRIJS GEKLEURD. (YODER, A. 2016)

TABEL 1.
Onderzoeksmethoden MRCI

Soort onderzoek:	Data verzameling:	Doel onderzoek:
Neststrand grondonderzoek	Identificatie soort Aantal: Oude/Uitgekomen nesten Nieuwe nesten Nestpogingen Locatie nest (gps)	Kengetallen verzamelen over: - Nestactiviteit - Nestpogingen - Soorten zeeschildpadden Beheren en beschermen van nieuwe nesten Nestverplaatsing indien van toepassing
Live Nestonderzoek (Volwassen zeeschildpad)	Tijdstip Locatie (gps) Identificatie soort Eerder geïdentificeerd? (Ja/Nee) (a.d.h.v. foto of tag?) Indien geen tag: Tag plaatsen Indien geen foto: Foto maken Aantal gelegde eieren tellen Lengte/breedte schild volwassen schildpad opmeten (na de leg)	Kengetallen verzamelen nestactiviteit Specifieke identificatie Nestgegevens om de succesratio van het nest te kunnen berekenen Nestverplaatsing indien van toepassing
Live Nestonderzoek (Jonge, pasgeboren zeeschildpadden)	Tijdstip Locatie (gps) Identificatie soort Tijdens uitkomst nest: - Aantal levende schildpadden tellen - Totaalgewicht wegen van 10 zeeschildpadden, daarna per schildpad lengte en breedte van de schild opmeten Na uitkomst: Aantal onbevuchte eieren Aantal bevruchte (niet uitgekomen) eieren Aantal lege (kapotte) eierschalen Aantal gestorven (uitgekomen) zeeschildpadden	Succesratio berekenen van het nest Algemene data verzamelen (kengetallen) Specifieke eigenschappen verzamelen van jonge zeeschildpadden per nest Bescherming bieden tegen roofdieren en andere soorten gevaren
Zeeschildpad activiteit onderzoek (Foerageergebied)	Tijdstip (Enkel tijdens vloed) Locatie (foerageergebied Nosy Komba of Ampoagna) Per 30 min.: Aantal zeeschildpadden zichtbaar aan het wateroppervlak	Gemiddelde activiteit zeeschildpadden rond foerageergebied bereken Verband tussen de activiteit van de zeeschildpadden en het aantal boten in het gebied

	Grootte schild: Klein (0-30cm), middelmatig (30-60cm) groot (60-90cm) of extra groot (>90cm) Aantal boten rondom foerageergebied	
--	--	--

(A. Campbell, persoonlijke communicatie, 8 juni 2019)

TABEL 2.

Managementstrategieën MRCI

Strategie	Activiteit	Doel
Nestverplaatsing	(Indien ongeschikte locatie nest) Binnen 24 uur na de leg: Opgraven eieren Nieuwe nestplek graven Eieren verplaatsen Nieuwe nestlocatie vastleggen Aantal eieren tellen	Succesratio nest verhogen Bescherming tegen gevaren veroorzaakt door: Mens Roofdieren Zeespiegelstijging (vloed)
Educatie lokale bevolking	Aan de hand van boeken, presentaties, posters en plaatjes: Uitleg geven over verschillende soorten zeeschildpadden en bedreigingen Ecologisch nut van de zeeschildpadden uitleggen Aanbevelingen geven om de zeeschildpadden te beschermen	Bewustwording creëren onder lokale bevolking om zeeschildpadden te beschermen Algemene kennis verbeteren Waardering creëren voor zeeschildpadden
Optimalisatie Nestgebied	Blokkades op stranden weghalen (stenen, hout, vervuiling etc.) Plastic/afval weghalen Aangelegde (niet-oorspronkelijke) vegetatie weghalen (indien toestemming verkregen) Nieuwe strandvegetatie planten die van origine in het gebied voorkomt	Meer nestruimte creëren Erosie van zand verminderen en nestbeschutting creëren door oorspronkelijke strandvegetatie terug te brengen Voorkomen dat de zeeschildpadden verstrikt raken in vuilnis e.d. attributen

(A. Campbell, persoonlijke communicatie, 8 juni 2019)

Het onderzoeksprogramma van MRCI voor de zeeschildpadden is vrij nieuw, waardoor er nog veel ruimte is om het programma vorm te geven. Het implementeren van nieuwe onderzoeksmethodes vereist kennis en kost tijd en voorbereiding. Gekwalificeerd personeel is nodig om deze taken uit te voeren. MRCI heeft per onderzoeksgebied, dus ook voor de zeeschildpadden, één gekwalificeerde projectmanager die verantwoordelijk is voor de uitvoering

van het onderzoek, managementstrategieën en begeleiden en trainen van vrijwilligers die deelnemen aan het project voor zeeschildpadden. De taken worden altijd uitgevoerd in aanwezigheid van de projectmanager zelf. Hierdoor blijft er naast de dagelijkse werkzaamheden weinig tot geen tijd over om wetenschappelijk onderzoek te doen of nieuwe onderzoeksmethodes te implementeren (J. Bruyn, persoonlijke communicatie, 12 juni 2019).

Zoals terug te zien in tabel 1. Onderzoeksmethodes, verzamelt MRCI op dit moment alleen gegevens met betrekking op het nestgedrag, de nestactiviteit en de populatiegrootte van zeeschildpadden in het gebied. De vijf meest voorkomende bedreigingen voor zeeschildpadden worden op dit moment niet betrokken in het onderzoek. Aangezien deze bedreigingen een negatieve impact kunnen hebben op de zeeschildpadden en populaties, is het belangrijk om hier meer op te focussen. Klimaatverandering is een van de bedreigingen die MRCI kan betrekken in het onderzoeksprogramma (A. Campbell, persoonlijke communicatie, 12 juni 2019). Zoals beschreven staat in het gedeelte over klimaatverandering, hebben temperatuurstijging, zeespiegelstijging en veranderende weersomstandigheden een negatieve impact op het nestgebied en het reproductieproces van de zeeschildpadden. Aangezien MRCI op dit moment onderzoek verricht in de nestgebieden van de regio, is er een goede mogelijkheid om deze drie aspecten van klimaatverandering hierbij te betrekken. Om vast te kunnen stellen dat klimaatverandering een potentiële bedreiging vormt voor de zeeschildpadden, is het namelijk van belang zoveel mogelijk data te verzamelen via onderzoek (Hawkes, L. A. 2009). Daarnaast ontstaat er de mogelijkheid om eventuele maatregelen te kunnen nemen om de populaties te beschermen tegen de effecten van klimaatverandering.

Om MRCI te ondersteunen op het gebied van onderzoeksmethodes naar het effect van klimaatverandering op de zeeschildpadden luidt de hoofdvraag als volgt: "Welke onderzoeksmethoden en benodigde middelen zijn er om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten?" Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn er twee deelvragen opgesteld die hierbij helpen:

- Wat voor onderzoeksmethoden worden er gebruikt in de casestudy's om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten?
- Welke middelen worden er gebruikt om de onderzoeksmethoden in de wereldwijde casestudy's uit te kunnen voeren?

De verwachting is dat MRCI en andere onderzoeksinstanties na dit literatuuronderzoek een uitgebreid en informatief overzicht hebben van de onderzoeksmethoden die het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden kunnen meten en welke middelen er nodig zijn om het onderzoek uit te kunnen voeren. Wanneer MRCI meer theoretische kennis opdoet in dit onderzoeksgebied kan er sneller gestart worden met het implementeren van nieuwe onderzoeksmethoden in het programma. Zo ontstaat er de mogelijkheid om eventuele maatregelen te nemen wanneer klimaatverandering een bedreiging blijkt te vormen voor de zeeschildpadden en hun leefgebied. Dit is van cruciaal belang om de zeeschildpadden in het gebied te kunnen beschermen.

Hoofdstuk 2. Materiaal en methode

Tijdens dit onderzoek is literatuur verzameld en geanalyseerd om MRCI op de hoogte te brengen van onderzoeksmethoden die gebruikt zijn in wereldwijde casestudy's om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten. De casestudy's zijn verzameld uit verschillende databases. In deze casestudy's wordt het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden en de leefomgeving van de zeeschildpadden onderzocht en geëvalueerd aan de hand van een bepaalde onderzoeksmethode. Om deze casestudy's te analyseren is er gebruik gemaakt van een systematisch literatuuronderzoek. Het is een kwalitatief onderzoek aangezien de onderzoeksmethoden uit de casestudy's enkel beschreven en toegelicht zijn in de resultaten (scribbr, zd). Per deelvraag is aangegeven welke methoden er gebruikt zijn om de casestudy's te analyseren.

Allereerst waren er voldoende bronnen nodig om het literatuuronderzoek uit te kunnen voeren. In het literatuurlogboek hieronder staan bronnen vermeld die betrekking hebben op klimaatverandering, zeeschildpadden en het leefgebied van de zeeschildpadden. Deze bronnen zijn gebruikt om zoveel mogelijk casestudy's te verzamelen en antwoord te geven op deelvraag 1 en 2. Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te garanderen is er enkel gebruik gemaakt van wetenschappelijke (peer-reviewed) bronnen uit online databanken. SCI-HUB is gebruikt om bronnen te kunnen lezen die via andere databanken niet voor iedereen toegankelijk zijn. Dit zijn de gebruikte databanken:

- Researchgate
- ScienceDirect
- SWOT Map database
- IUCN-SSC
- Google Scholar
- JSTOR
- SCI-HUB

TABEL 3
Het literatuurlogboek

Bron	Zoekterm	Auteur	Databese	Resultaat
1	Climate change and marine turtles	L.A. Hawkes et al	Research gate	Toekomstvoorspellingen en onderzoeksprioriteiten aan de hand van klimaatverandering en het effect op zeeschildpadden
2	Climate change and marine turtles	E.S. Poloczanska et al	ScienceDirect en SCI-HUB	Instandhoudingsprioriteiten stellen voor zeeschildpadden aan de hand van effect klimaatverandering en informeren van onderzoeksinstanties
3	Sea turtles and climate change	N. Butt et al	ScienceDirect	Informatie over de gevolgen van klimaatverandering voor bep. Soorten zeeschildpadden en mogelijke strategieën om ze te beschermen
4	Sand temperature and nesting marine turtles	J. Laloë et al	ScienceDirect	Temperatuurstijging veroorzaakt onbalans in de sexratio's van zeeschildpadden
5	Sea level rise and sea turtles	M.R. Fish et al	ScienceDirect	Door klimaatverandering en zeespiegelstijging verliest Barbados nestgebied van zeeschildpadden

6	Marine turtle climate change	M. Fuentes et al	Google Scholar en SCI-HUB	Hulpmiddel om klimaatverandering te beoordelen m.b.t.o. zeeschildpadden zodat instandhoudingsprioriteiten gesteld kunnen worden
7	Marine turtle reproduction	L.A. Hawkes et al	Researchgate	Informeren doelgroep over effect klimaatverandering op reproductieproces van zeeschildpadden
8	Climate change marine turtles	E. Abella Perez et al	Sciadirect	A.d.h.v. een kwalitatief kader blijken zeeschildpadden in Kaapverdië veerkrachtig tegen de bedreigingen van klimaatverandering
9	Sea turtles climate change	V. Almpandou et al	Sciadirect	Adaptatie vermogen van migratie en zeeschildpadden aan klimaatverandering is niet duidelijk te voorspellen
10	Climate change and hatchlings	M.N. Staines et al	Sciadirect	Klimaatverandering heeft onder verschillende omstandigheden effect op de nest omstandigheden van zeeschildpadden
11	Impacts climate change sea turtle	M.J. Witt et al	Google Scholar, SCI-HUB en Researchgate	Toekomstvoorspelling en potentieel effect van klimaatverandering op de onechte karetschildpad
12	Marine turtles and sex ratio	W.J. Fuller et al	Researchgate	Doormiddel van stijgende temperaturen zijn er in Cyprus een minderheid aan mannelijke zeeschildpadden
13	Marine turtles and sex ratio	I. Jribi et al	Researchgate	Stijgende temperaturen zorgen voor een verschil in geslachtsverhouding rondom nestgebieden in de mediterrane
14	Sea erosion monitoring	S.P. Leatherman et al	Researchgate	Monitor technieken voor zeespiegelstijging en kusterosie door klimaatverandering
15	Changing coastline turtle	E. Varela-Acevedo et al	Google Scholar	Evaluatieproces om het effect van klimaatverandering op de kustgebieden en leefgebieden van diersoorten te evalueren
16	Sea turtles storm	K.S. van Houtan	Researchgate	Observaties, inundatie gegevens en stormintensiteit zijn gebruikt om het effect van cyclonen op het nestsucces van zeeschildpadden te onderzoeken
17	Sea turtles cyclones	D.A. Pike	Researchgate	Verschillende nestgedragingen van zeeschildpadden hebben effect op het nestsucces gedurende verschillende weersomstandigheden
18	Sea turtles hurricane	J.P. Ross	Google Scholar	Nestgebieden en het nestsucces worden vergeleken met gebieden waar wel of geen sprake is geweest van stormactiviteit
19	Sea turtles storm	R.E. Martin	Google Scholar	Het nestsucces van een seizoen met extreme weersomstandigheden wordt vergeleken met een seizoen met normale weersomstandigheden

Analysen en classificeren

Deelvraag 1. Wat voor onderzoeksmethoden worden er gebruikt in de casestudy's om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten?

Door systematisch literatuuronderzoek toe te passen op casestudy's is er een overzicht gecreëerd van de onderzoeksmethoden die zijn gebruikt om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten. Systematisch literatuuronderzoek is een proces van systematisch lokaliseren, waarden en synthetiseren van wetenschappelijk onderzoek. Door deze methode toe te passen op de casestudy's, konden grote hoeveelheden informatie met betrekking tot de onderzoeksmethoden samengevat worden en is er een helder en betrouwbaar overzicht ontstaan van de onderzoeksmethoden. De bronnen van de casestudy's die zijn verzameld voor

het systematisch literatuuronderzoek staan hierboven in tabel 3, Het Literatuurlogboek. Per bron is aangegeven van welke databank deze afkomstig is. De zoektermen staan in de eerste kolom. Dit zijn de termen die gebruikt zijn op het internet en in de databanken om de bronnen te vinden en te verzamelen. Aangezien de onderzoeksvraag zich richt op de methoden die gebruikt zijn om het effect van klimaatverandering op schildpadden te meten, zijn de zoektermen op dit thema gericht. In hoofdstuk 1, paragraaf 1.5 uit het vooronderzoek wordt dit thema beschreven. De zoektermen zijn daarom voornamelijk gebaseerd op de verschillende onderwerpen die in deze paragraaf staan beschreven.

Vervolgens is er gekeken naar de waarde en relevantie van de gevonden casestudy's voor dit onderzoek. De relevantie is voornamelijk bepaald door het onderzoeksonderwerp en de onderzoeksvraag. Hierbij konden de volgende vragen met een 'ja' beantwoord worden:

- Was het doel van de casestudy, (indirect) om de invloed van klimaatverandering op zeeschildpadden te kunnen meten/voorspellen?
- Was er sprake van één of meerdere onderzoeksmethoden die gebruikt zijn om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten?
- Was de informatie uit de casestudy gebaseerd op andere onderzoeken/bronnen?

De casestudy's die relevant bevonden waren voor het onderzoek zijn vervolgens gebruikt voor de volgende stap in het literatuuronderzoek: Coderen. Tijdens het coderen zijn de relevante stukken tekst uit de casestudy's gemarkeerd. Aan deze stukken tekst is vervolgens een specifieke code gekoppeld. De gemarkeerde teksten en de codes zijn allen verzameld vanuit de casestudy's en bij elkaar gevoegd in een Excel bestand. Hieronder volgt een voorbeeld van twee codes en de werkwijze die is toegepast tijdens het coderen van bronnen.

Tekstcitatie:	Code:
Er wordt een methode beschreven in de geciteerde tekst om de zandtemperatuur van een schildpaddennest te berekenen	Zandtemperatuur
Er wordt een methode beschreven in de geciteerde tekst om de intensiteit van een storm te kunnen meten of achterhalen	Stormintensiteit

Na het analyseren en coderen van de casestudy's, was de volgende stap synthetiseren. Voor het synthetiseren is een specifieke onderzoekssynthese toegepast om te kunnen bepalen en formuleren wat voor soort onderzoeksmethoden (met betrekking op klimaatverandering) er zijn toegepast in de casestudy's. Het uiteindelijke doel van deze onderzoekssynthese is om een overzicht te creëren van de onderzoeksmethoden zodat MRCI en andere onderzoekers hier gebruik van kunnen maken en het effect van klimaatverandering kunnen meten. Om deze reden, is er een kwalitatieve narratieve synthese toegepast. Deze synthese past een beschrijvende doelstelling toe, waardoor alle onderzoeksmethoden uit de casestudy's samengevat zijn en op verhalende wijze toegelicht worden. Om het overzichtelijk te houden zijn de onderzoeksmethoden gerangschikt aan de hand van drie hoofdonderwerpen: Temperatuur, weersomstandigheden en zeespiegelstijging (Weber, M. 2011). Na het beschrijven van de

onderzoeksmethoden uit de casestudy's, is het soort onderzoeksmethode per casestudy geïdentificeerd en toegevoegd aan de analyse. Voor het verzamelen van data zijn er veel soorten onderzoeksmethoden en kunnen er per onderzoek meerdere soorten methoden toegepast worden. Vanuit de analyse komen de volgende vijf soorten onderzoeksmethoden naar voren:

- Longitudinaal onderzoek
- Vergelijkend onderzoek
- Experimenteel onderzoek
- Toetsend onderzoek
- Veldonderzoek (Scribbr. Z.D.).

Deelvraag 2. Welke middelen worden er gebruikt om de onderzoeksmethoden in de wereldwijde casestudy's uit te kunnen voeren?

Om onderzoeksmethoden uit te kunnen voeren zijn er bepaalde middelen nodig zoals apparatuur, datagegevens of bepaalde onderzoeksgebieden. Om deelvraag 2 te beantwoorden zijn de resultaten van deelvraag 1 en de narratieve synthese, nader geanalyseerd. Per hoofdonderwerp; temperatuur, weersomstandigheden en zeespiegelstijging is beschreven welke middelen er gebruikt zijn om de onderzoeksmethoden uit te voeren. Aan de hand van de resultaten uit de narratieve synthese is deze informatie vervolgens verzameld en ingedeeld aan de hand van drie categorieën: 1) De materialen en apparatuur die nodig zijn per onderzoeksmethode, 2) De soorten data die nodig zijn per onderzoeksmethode en 3) De tijdsduur die nodig is per onderzoeksmethode. Waarvan de tijdsduur omschreven wordt als lang of kort termijn. Deze informatie kan van belang zijn voor MRCI en andere onderzoekers bij de overweging van een bepaalde onderzoeksmethode. Zo kan er vooraf bepaald worden of een onderzoeksmethode haalbaar is voor de onderzoeksinstantie en onderzoeker.

Hoofdstuk 3. Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de deelvragen uit hoofdstuk 2 beantwoord worden. Eerst zullen de gebruikte methoden toegelicht worden. Deze zijn aan de hand van de systematische analyse ingedeeld onder zeespiegelstijging, weersomstandigheden of temperatuur. Een overzicht van de analyse waarin de kwalitatieve narratieve synthese is toegepast, is terug te vinden in bijlage 1. In het tweede en laatste deel van de resultaten zal er besproken worden wat de benodigde middelen zijn per onderzoeksmethode.

3.1 GEBRUIKTE METHODEN

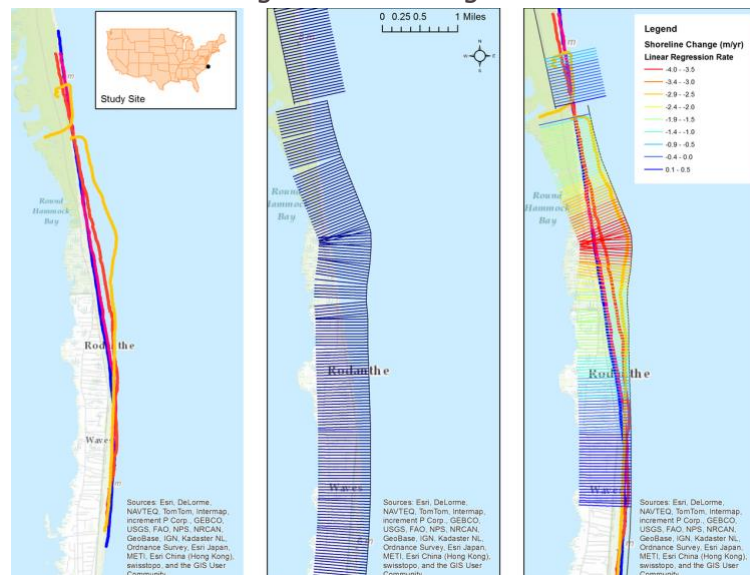
3.1.1. Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging vormt een bedreiging voor de nestgebieden van de zeeschildpadden. Kusten eroderen sneller waardoor de ligging van de kust lager wordt of korter terwijl het zeeniveau stijgt. Hierdoor worden de nestgebieden van zeeschildpadden regelmatig overspoeld door zeewater of ze verdwijnen langzaam (Hawkes, L. 2004). Om het effect van zeespiegelstijging op de zeeschildpadden te kunnen meten zijn er verschillende methoden uit het literatuuronderzoek naar voren gekomen. Deze methoden zijn afkomstig van drie casestudy's uit het literatuurlogboek en focussen zich voornamelijk op kustmorfologie (de fysieke eigenschappen van de kust), overstromingsrisico van het kustgebied, diverse scenariobeschrijvingen en een kwalitatief kader.

Kustmorfologie

De kustmorfologie definieert de fysieke eigenschappen van een kustgebied. Dit geldt ook voor de ligging ten opzichte van het zeeniveau. Dit is een kritiek punt voor de zeeschildpadden aangezien het belangrijk is dat de nesten van de zeeschildpad niet regelmatig overspoeld worden met zeewater. Om de fysieke eigenschappen van een kustgebied in kaart te brengen kunnen verschillende middelen ingezet worden. Om de gemiddelde hoogte vast te stellen van

een kustgebied, kan er gebruik gemaakt worden van Shuttle Radar Topography Mission data uit het Jet Propulsion Lab van NASA. Deze hebben radargegevens van allerlei soorten gebieden. De resolutie van deze data was 30m x 30m. Data van Smartline kan gebruikt worden om kustgebieden op basis van profiel in kaart te brengen. Denk hierbij aan vlaktes, middelmatige hellingen, steile hellingen of hoge kliffen die in het gebied aanwezig kunnen zijn (Butt, N. et al 2016). Metingen van het strandprofiel kunnen daarnaast ook met meetlint en standaardmeettechnieken uitgevoerd worden ten opzichte van de vloedlijn.



Hierbij kunnen de coördinaten in kaart gebracht worden d.m.v. een handheld Global Positioning System (GPS-systeem). De verzamelde gegevens van strandprofielen kunnen vervolgens verwerkt worden in digitale modellen zoals GIS-software. Deze digitale modellen helpen bij het creëren van een visueel overzicht van het kustgebied, strandprofiel en dus ook het nestgebied van de zeeschildpadden (Fish, M.R. et al 2008).

Overstromingsrisico

Om het risico op overstroming van een nestgebied vast te stellen of te kunnen voorspellen, wordt er gebruik gemaakt van een meetinstrument. Een voorbeeld van zo'n meetinstrument is de CANUTE 2.0. Dit instrument combineert de frequentie van een stormvloed en de voorspellingen (in dit geval van het IPPC) over zeespiegelstijging. Aan de hand van deze gegevens kan er berekend worden of het overstromingsrisico van zo'n gebied in de toekomst laag, gemiddeld, hoog of extra hoog is (Butt, N. et al 2016).

Scenariobeschrijvingen

Nadat er een digitaal model van het kustgebied en strandprofiel is gemaakt, kan er een scenariobeschrijving toegepast worden op dit model. De scenariobeschrijving geeft weer wat de mogelijke gevolgen van zeespiegelstijging op een nestgebied zijn. Deze gevolgen hangen af van een aantal factoren. Allereerst het strandprofiel en daarmee dus de ligging van de kust. Bij welke stijging in zeespiegel zal een gebied overspoeld kunnen raken en is er de mogelijkheid tot strandrecessie. Strandrecessie is een natuurlijk proces waarbij het kustgebied landinwaarts kan trekken wanneer de zeespiegel stijgt. De kustlijn verplaatst zichzelf als het ware. Strandrecessie is niet mogelijk wanneer constructies aanwezig zijn in het kustgebied. Deze vormen een onnatuurlijke blokkade. Om strandrecessie (R) van een kustgebied in te kunnen schatten in meters kan het basismodel Bruun gebruikt worden. Deze berekening gaat als volgt: $R1/41S \tan q$. Hierbij is Q de helling van de kust en S de stijging van de zeespiegel (in meters). Tijdens het analyseren van de scenariobeschrijving wordt het percentage kustgebied dat door bijvoorbeeld constructies en/of zeespiegelstijging verloren gaat berekend en hoeveel gebied daarvan de voorkeur zou hebben voor de zeeschildpadden (Fish, M.R. et al 2008).

Kwalitatief Scoringskader

Om de bedreiging van zeespiegelstijging op een nestgebied in te schatten kan een kwalitatief scoringskader toegepast worden. Dit kader koppelt een score aan de bedreiging. Factoren die hierbij meespelen zijn de hoogte van het kustgebied en de aanwezigheid van structuren of constructies. Een score nul kan gegeven worden als de hoogte van het gebied amper boven zeeniveau ligt. Dit betekent dat het gebied gemakkelijk overstroomt kan worden wanneer er sprake is van zeespiegelstijging. Wanneer er veel constructies in het gebied aanwezig zijn wordt er ook een lage score gegeven. Dit komt doordat de constructies een blokkade vormen tussen het landelijke gebied en het kustgebied. Hierdoor kan er geen strandrecessie plaatsvinden. Een score van honderd, staat voor een kustgebied waarbij zeespiegelstijging amper tot geen bedreiging vormt door een gunstige ligging. Daarnaast moet het gebied vrij zijn van constructies zodat strandrecessie mogelijk is. Om een kwalitatief kader toe te passen moet eerst de kustmorfologie in kaart gebracht zijn. In onderstaande tabel staat een scorekader die gebruikt is voor de bedreiging zeespiegelstijging (Abella Perez, E. et al 2016).

Criterion	Detail	Unit	Bad 0	25	50	75	Good 100
5. Sea level rise	Elevation of land behind beach	m (a.s.l.)	0	< 2 m	< 4 m	< 6 m	> 6 m
	Coastal squeeze	% of land	Beach entirely backed by hard structures	25% of land behind the beach free of hard structures	50% of land behind the beach free of hard structures	75% of land behind the beach free of hard structures	No hard structures behind beach

FIGUUR 7. SCORINGSKADER VOOR DE WEERBAARHEID VAN KLIMAATVERANDERING (ZEESPIEGELSTIJGING) VOOR ZEESCHILDPADDEN (ABELLA PEREZ, E. ET AL 2016)

3.1.2. Weersomstandigheden

Onderzoeksmethoden naar de impact van weersomstandigheden op zeeschildpadden worden toegepast in het nestgebied. Weersomstandigheden kunnen namelijk invloed hebben op het nestgebied en het nestsucces. Zo kan langdurige regenval het nestsucces beïnvloeden en tijdens extreme weersomstandigheden als cyclonen of orkanen kunnen de nesten zelfs compleet wegspoelen. Bij onderzoek naar weersomstandigheden zijn locatie, ligging en nestgegevens essentiële gegevens. Weersomstandigheden zoals stormen worden met name onderzocht op intensiteit. De impact van deze stormen op de nesten, kan vervolgens berekend worden met de bovengenoemde gegevens en zullen hieronder verder toegelicht worden. De onderzoeksmethoden zijn afkomstig van vijf casestudy's uit het literatuurlogboek.

Nestgebied

Om aan te kunnen tonen hoeveel nesten er in een nestgebied verloren of beschadigd zijn door een storm worden er meerdere gegevens verzameld. Er moet bekend zijn welke nesten voor of tijdens de storm zijn gelegd en welke nesten na de storm (het tijdstip). De gemiddelde hoeveelheid eieren per legsel voor de storm en na de storm. Dit gemiddelde moet vergeleken worden met het standaard gemiddelde van de soort zeeschildpad. De locaties van de nesten ten opzichte van elkaar moeten bekend zijn, evenals het aantal eieren per legsel dat door het gevolg van de storm verloren is gegaan (Perran Ross, J. 2005). Daarnaast kan er ook gekeken worden naar soort specifiek nestgedrag. Bij iedere soort zeeschildpad zit er namelijk verschil in nestgedrag. Zo heeft elke soort een specifieke voorkeur voor de ligging van het nest ten opzichte van de kustlijn en voor de diepte van het nest dat ze graven. Deze informatie kan handig zijn bij het bepalen van de impact van een storm op een bepaald nestgebied. Wanneer een nest namelijk ver van de vloedlijn afligt en diep onder de grond ligt, kan dit bescherming bieden wanneer een kustgebied overstroomt door een storm (Pike, D.A. et al 2007).

Stormen

Stormvloedgegevens zijn nodig om te bepalen met wat voor weersomstandigheden het onderzoeksgebied te maken heeft. Er zijn online databases die deze data verzamelen. Een voorbeeld hiervan is de National Oceanic and Atmospheric Administration. Tropische stormen staan bekend om windkrachten tussen de 62,8km en 119km per uur. Orkanen hebben windkrachten van boven de 119km per uur. De locatie waar er werkelijk sprake is van storm moet ook aangeduid kunnen worden (Pike, D.A. et al 2007). Andere weersomstandigheden als regenval zijn ook te verkrijgen via datastations (Laloë, J. et al 2016). Factoren waar rekening

mee gehouden dient te worden, is waar de storm aan land komt in een getroffen gebied, waar het nestgebied zich bevindt en hoe zwaar de windstoten precies waren (Martin, R.E. 1996).

Stormimpact

Om de impact van een storm op een nestgebied te kunnen beoordelen wordt er gebruikt gemaakt van verschillende soorten data. Hieronder vallen ook de gegevens die hierboven beschreven worden onder de koppen; stormen en nestgebied. Het reproductiesucces wordt bepaald door het nestsucces van de zeeschildpadden. Dit nestsucces is een percentage van het aantal uitgekomen eieren in het nest van een zeeschildpad. Indien er tijdens het broedseizoen stormen zijn voorgekomen, kan het gemiddelde nestsucces van dat broedseizoen vergeleken worden met het gemiddelde nestsucces van een broedseizoen zonder stormen. Aan de hand daarvan kun je zien of het nestsucces lager is door de storm. (Martin, R.E. 1996). Als het nestsucces lager is en er schade is geleden door een storm kan er vervolgens vastgelegd worden wat de intensiteit van de storm was en de inundatiegegevens. Zo wordt er meer duidelijkheid gecreëerd in welke mate de storm het nestsucces verstoord heeft (K.S. van Houtan, 2004).

3.1.3. Temperatuur

Op het gebied van temperatuur zijn er meerdere onderzoeksmethoden nodig om het effect van temperatuurstijging op zeeschildpadden te kunnen meten. Allereerst is het van belang temperatuurgegevens te verzamelen van het onderzoeksgebied. Temperatuur heeft invloed op aspecten als nestsucces, nestlocatie, geslachtsverhouding en de lichamelijke conditie van pasgeboren zeeschildpadden. Bij te hoge temperaturen kan de balans in geslachtsverhouding verstoord raken wat problemen kan opleveren bij de voortplanting van de zeeschildpadden. Wanneer temperaturen verschillen van het standaard gemiddelde kan dit ook het succes van een nest verlagen of invloed hebben op de conditie van de pasgeboren zeeschildpadden. Verschillende methoden hieronder beschrijven hoe deze gegevens verzameld of gemeten kunnen worden. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van methoden als een kwalitatief kader om de invloed van temperatuur te scoren. Scenariobeschrijvingen worden toegepast om eventuele toekomstige invloed van temperaturomstandigheden in te schatten. De onderzoeksmethoden zijn afkomstig van 6 casestudy's uit het literatuurlogboek.

Luchttemperatuur & Zeeoppervlaktetemperatuur

Luchttemperatuur en zee-oppervlaktetemperatuur gegevens worden vaak opgenomen in het uitvoeren van de onderzoeksmethode. Dit komt omdat temperatuur een kritische klimaatvariabele is voor zeeschildpadden. Zeeschildpadden hebben namelijk een maximale en minimale ontwikkelingstemperatuur tijdens het incubatieproces. Bij een te lage of hoge temperatuur bestaat de kans dat de embryo's in de eieren zich niet kunnen ontwikkelen. Ook het geslacht van de zeeschildpadden hangt af van de gemiddelde temperatuur waarbij de eieren incuberen. De klimaatgegevens worden verkregen via weerstations, een voorbeeld is het ICOADS (Butt, N. et al 2016). In sommige onderzoeksmethoden kunnen er ook scenariobeschrijvingen van temperatuur toegepast worden op bestaande nestdata van zeeschildpadden. Deze scenario's zijn gebaseerd op klimaatmodellen van instanties als het IPCC en geven aan hoe het klimaat zich zal ontwikkelen in bepaalde regio's onder invloed van klimaatopwarming in de toekomst. Zo kan er getoetst worden wat voor effect deze verandering in de toekomst heeft op iedere soort zeeschildpad (Laloë, J. et al 2016).

Zandtemperatuur & Zandalbedo

Zandtemperatuur en zandalbedo hangen nauw samen met de nesttemperatuur van zeeschildpaddennesten. Om deze temperatuur te meten wordt er gebruik gemaakt van temperatuurloggers (Staines, M.N. et al 2019). De temperatuurloggers kunnen op twee locaties geplaatst worden. In het midden van het nest (legsel) op het moment dat de zeeschildpad haar eieren legt. Zo wordt het natuurlijke proces niet verstoord. Een tweede mogelijkheid is dat de temperatuurlogger op dezelfde diepte naast het nest begraven wordt of op een oude nestplek die niet in gebruik is. De gemiddelde nestdiepte van het soort zeeschildpad dat onderzocht wordt kan bij het plaatsen van de logger aangehouden worden (Laloë, J. et al 2016). Deze laatste methode kan ook worden toegepast om het verschil in metabole verwarming van het nest en de plek zonder nest te vergelijken (Abella Perez, E. et al 2016). Albedo van het zand op de plek waar de logger begraven ligt kan gemeten worden om te beoordelen in welke mate dit invloed heeft op de zandtemperatuur. De albedo is de reflectie van het zand. Wanneer de albedo van het zand erg hoog is, kan dit ervoor zorgen dat het nest koeler is. Albedo wordt gemeten met een fotografische lichtmeter (Laloë, J. et al 2016). Afhankelijk van het soort temperatuurlogger, wordt de temperatuur ieder half uur of uur geregistreerd gedurende de incubatieperiode van de eieren. Aan de hand van deze gegevens kan de gemiddelde nesttemperatuur tijdens de incubatie berekend worden (Staines, M.N. et al 2019).

Nestsucces

Wanneer het nest van de zeeschildpadden uitkomt, kan het nestsucces berekend worden. Zo kan er uiteindelijk geconstateerd worden of dit succes en de temperatuur van het zand, het nest of de lucht invloed hebben op elkaar. Nestsucces kan op twee manieren bekeken worden. Allereerst kan er berekend worden hoeveel eieren van het totaal zijn uitgekomen. Het totaalaantal eieren van het legsel is meestal aan het begin van de incubatieperiode al bekend (genoteerd). Na uitkomst van het nest wordt er geteld hoeveel uitgekomen eieren (lege eierschalen) er zijn, hoeveel eieren er niet zijn uitgekomen of hoeveel onontwikkelde eieren er zijn. Deze

hoeveelheden worden van elkaar afgetrokken en daarvan wordt het percentage berekend. Als tweede kan nestsucces gezien worden als het aantal jonge zeeschildpadden dat daadwerkelijk het nest heeft verlaten. Hierbij geldt dezelfde berekening maar worden ook het aantal levende en dode (uitgekomen) zeeschildpadden die zich nog in het nest bevinden tijdens het opgraven, van het totaalaantal eieren afgetrokken (Staines, M.N. et al 2019). Deze zeeschildpadden hadden onder natuurlijke omstandigheden namelijk nooit het nest uit zichzelf kunnen verlaten en zouden uiteindelijk allen bezwijken (Peters, A. 2015). Een risico kader is een methode die gebruikt kan worden om een bepaalde score aan het nestsucces van zeeschildpadden te koppelen. Hierbij betekent een score: 0, dat het nestsucces een percentage van nul procent is:



FIGUUR 8. UITGEGRAVEN NESTOVERBLIJFSELEN VOOR ANALYSE (GNARALOO, 2018)

Geen van de eieren zijn uitgekomen. Score 100, kan gegeven worden als alle eieren uit het nest zijn uitgekomen. In dat geval is het nestsucces honderd procent (Abella Perez, E. et al 2016).

Geslachtsverhouding

De geslachtsverhouding van een nest zeeschildpadden wordt bepaald tijdens de incubatieperiode. Het aantal mannelijke of vrouwelijke zeeschildpadden is afhankelijk van de gemiddelde nesttemperatuur. De methode is om vast te stellen wat de pivotale temperatuur is van het soort zeeschildpad. Hierbij worden er exact 50% mannelijke en 50% vrouwelijke zeeschildpadden van dat soort geboren in het nest. Wanneer deze temperatuur vergeleken wordt met de gemiddelde nesttemperatuur kun je de geslachtsverhouding bepalen (Butt, N. et al 2016). Bij het onderzoeken van geslachtsverhoudingen kan er ook een kwalitatief kader of scenariobeschrijving toegepast worden. Het kwalitatief kader scoort de geslachtsverhouding van een nest. Een hoge score telt wanneer er zowel mannelijke als vrouwelijke zeeschildpadden in een nest geboren worden. Een lage score als er enkel vrouwelijke zeeschildpadden geboren worden. Scenariobeschrijvingen zijn gericht op toekomstige voorspellingen over temperatuurstijging. Deze temperatuurstijgingen worden verrekend met de gemiddelde nesttemperaturen en de daaruit ontstane geslachtsverhoudingen (Abella Perez, E. et al 2016).

Relocatie Nest

Een experimentele onderzoeksmethode gebaseerd op temperatuur is de relocatie van nesten. Voor dit soort onderzoek moet vooraf wel ethische goedkeuring gegeven worden door een daarvoor gekwalificeerde instelling. Nadat de zeeschildpad haar nest heeft gelegd, worden de eieren binnen een tijdsbestek van twee uur opgegraven en naar een nieuwe nestlocatie gebracht. Deze nestlocaties zijn met de hand op de juiste nestdiepte gegraven. Iedere locatie is



FIGUUR 9. NEST RELOCATIE (AL, 2010)

op natuurlijke wijze zo ingericht dat deze invloed kan hebben op de nesttemperatuur. Voorbeelden van zo'n inrichting zijn een nestlocatie op een zandduin met schaduw of zonder schaduw en met of zonder bodem bedekkende vegetatie. Tijdens het verplaatsen van het nest, worden er in het midden van het legsel temperatuurloggers geplaatst zodat de gemiddelde nesttemperatuur geregistreerd kan worden. Als alle temperatuurgemiddelden van de locaties bekend zijn kan er beoordeeld worden welke inrichting koelere nesttemperaturen kan creëren (Staines, M.N. et al 2019).

Lichamelijke Conditie Zeeschildpad

Deze experimentele onderzoeksmethode legt een verband tussen de nesttemperatuur en fysieke eigenschappen van de pasgeboren zeeschildpadden. Zodra een nest uitgekomen is, worden er onwillekeurig 10 jongen geselecteerd. Deze krijgen ieder een eigen markering. Voordat de gemarkeerde zeeschildpadden getest worden, moeten ze allen dezelfde lichaamstemperatuur hebben. Deze temperatuur wordt gemeten met een infraroodmeter. Vervolgens worden kruipsnelheid en het draaivermogen (wanneer de zeeschildpadden op hun rug liggen) getest.

Kruipsnelheid kan gemeten worden a.d.h.v. de methode van Read et al. (2013). Het draaivermogen aan de hand van de methode Booth et al (2013). De resultaten worden uiteindelijk per nest en daarbij horende temperaturomstandigheden vergeleken (Staines, M.N. et al 2019).

Klimaatrefugium

Een methode om het klimaatrefugium van een nestgebied te onderzoeken of beoordelen is het toepassen van een kwalitatief scoringskader. Er kan sprake zijn van een ruimtelijk of tijdelijk klimaatrefugium, en deze worden beide in verschillende kaders gescoord. Bij een tijdelijk klimaatrefugium, kan er gekeken worden in welke periode van het jaar de zeeschildpadden broeden. Indien zeeschildpadden nestelen tijdens het koelste deel van het jaar, wordt er een score: 0, gegeven. Dit komt omdat de zeeschildpad geen mogelijkheid meer heeft, koelere nestomstandigheden te benutten. Score: 100, zou betekenen dat de zeeschildpad in het warmste gedeelte van het jaar nestelt. Ruimtelijke klimaatrefugium geldt voor het specifieke gebied in de kust waar de zeeschildpadden nestelen. Indien dit het warmste gedeelte van de kust is, kan er een score: 100, gegeven worden. Aangezien de zeeschildpadden dan de mogelijkheid hebben om naar koelere locaties te trekken. Nestelen de zeeschildpadden al in het koelste gedeelte van de kust, dan betekent dit een score: 0 (Abella Perez, E. et al 2016).

3.1.4. Tabel onderzoeksmethoden

Om een helder overzicht te creëren van de beschreven onderzoeksmethoden, zijn de resultaten samengevat in een tabel. Het onderzoeksgebied is ingedeeld aan de hand van de hoofdonderwerpen zeespiegelstijging, weersomstandigheden of temperatuur. Per onderzoeksgebied wordt vervolgens aangegeven welke onderzoeksmethoden er toegepast kunnen worden.

TABEL 4.
Onderzoeksmethoden

Onderzoeksgebied	Methode	Materiaal
Zeespiegelstijging		
Kustmorphologie	Veldonderzoek: Gemiddelde hoogte kustgebied	Data Shuttle Radar Topography Mission NASA
	Veldonderzoek: Strandprofiel meting (Vlaktes, hellingen en kliffen kustgebied)	Data Smartline Standaardmeettechnieken: Meetlint Handheld Global Positioning System
	Kwalitatief toetsend onderzoek: Digitaal model strandprofiel	GIS-software
Overstromingsrisico kustgebied	Kwalitatief toetsend onderzoek: Berekening van stormvloedgegevens in combinatie met voorspellingen (geanalyseerde scenario's)	Zeeniveau Calculator: CANUTE 2.0
Gevolgen en bedreigingen van zeespiegelstijging voor het kustgebied	Kwalitatief toetsend onderzoek: Scenariobeschrijving toepassen op het desbetreffende nestgebied	Digitaal model strandprofiel Data strandrecessie: Basismodel Bruun
	Toetsend onderzoek: Kwalitatief Scoringskader	Data: Kustmorphologie Aanwezigheid van constructies in het kustgebied

Weersomstandigheden		
Nestgebied	Longitudinaal onderzoek: Nestsucces	Data nestgegevens (voor, tijdens en na de storm)
	Vergelijkend en Veldonderzoek: Soort specifiek gedrag	Data nestgedrag en nesteigenschappen gerelateerd aan het soort zeeschildpad
Stormen	Veldonderzoek: Stormvloedgegevens nestgebied	Data: Stormintensiteit Regenval
	Longitudinaal en vergelijkend onderzoek: Stormimpact	Stormvloedgegevens nestgebied Nestsucces
Temperatuur		
Klimaat nestgebied	Longitudinaal en veldonderzoek: Data Luchttemperatuur en zee-oppervlaktetemperatuur	Weerstations
	Longitudinaal en experimenteel onderzoek: Data Zandtemperatuur en zandalbedo	Temperatuurloggers Fotografische lichtmeter
	Longitudinaal onderzoek: Nestsucces	Data nestgegevens
	Toetsend onderzoek: Kwalitatief scorekader	Data nestsucces
Geslachtsverhouding	Longitudinaal en experimenteel onderzoek: Gemiddelde nesttemperatuur	Temperatuurloggers Fotografische lichtmeter
	Toetsend onderzoek: Kwalitatief scorekader	Data geslachtsverhoudingen nesten
	Kwalitatief toetsend onderzoek: Scenariobeschrijving	Toekomstige temperatuur voorspellingen Data geslachtsverhoudingen nesten
Nestlocatie	Experimenteel onderzoek: Relocatie van nesten	Ethische goedkeuring Benodigdheden voor de relocatie
Lichamelijke conditie zeeschildpad	Experimenteel onderzoek: Conditie pasgeboren zeeschildpadden	Infraroodmeter Materialen: Methode Read et al (2013) Methode Booth et al (2013)
Klimaatrefugium	Toetsend onderzoek: Kwalitatief scoringskader	Data klimaat nestgebied Data nestgedrag

3.2 Benodigde middelen per onderzoeksmethode

In deze paragraaf zal er samengevat worden wat de benodigde middelen zijn om de onderzoeksmethoden die in 3.1 beschreven zijn, uit te kunnen voeren. Deze benodigdheden zijn meerdere malen omschreven of aangehaald in de onderzoeksmethoden. In de kwalitatieve narratieve synthese is gebleken dat specifieke onderzoeksmaterialen en apparatuur, datagegevens en tijdsduur een belangrijke rol spelen tijdens de uitvoering van de onderzoeksmethoden. Deze zullen per hoofdonderwerp nader toegelicht worden. Dit soort informatie kan relevant zijn voor MRCI en andere onderzoeksinstanties bij het implementeren van een nieuwe onderzoeksmethode en om de haalbaarheid van het onderzoek te bepalen.

3.2.1. Zeespiegelstijging

Om de met betrekking op zeespiegelstijging uit te kunnen voeren zijn de volgende materialen nodig: Meetlint, Global Positioning System, GIS-software, en een meetinstrument dat overstromingsrisico voor een bepaald gebied kan berekenen. Om het strandprofiel in kaart te brengen kan er gebruik gemaakt worden van data afkomstig van het Shuttle Radar Topography Mission station of van Smartline. Deze data moet overigens wel aangevraagd (kunnen) worden voor het specifieke onderzoeksgebied. Een gekwalificeerde onderzoeker is nodig om de instrumenten correct te gebruiken. Kennis is van belang om de methoden toe te passen.

Bijvoorbeeld bij het opstellen van de digitale modellen met GIS-software of het toepassen van een kwalitatief kader en scenariobeschrijvingen. Tabel 5 geeft een overzicht weer van de benodigdheden per onderzoeksmethode.

TABEL 5. BENODIGDHEDEN ONDERZOEKSMETHODEN ZEESPIEGELSTIJGING

Methode	Materiaal/ Apparatuur	Soorten data	Onderzoeks- termijn
Veldonderzoek: Gemiddelde hoogte kustgebied	-	Topografische Data kustgebied (NASA)	Kort
Veldonderzoek: Strandprofiel meting (Vlaktes, hellingen en kliffen kustgebied)	Meetlint Handheld Global Positioning System	Online data strandprofielen	Kort
Toetsend onderzoek: Digitaal model strandprofiel	GIS-software		Kort
Toetsend onderzoek: Berekening van stormvloedgegevens in combinatie met voorspellingen (geanalyseerde scenario's)	Zeeniveau Calculator: CANUTE 2.0	IPCC-scenario	Kort
Toetsend onderzoek: Scenariobeschrijving toepassen op het desbetreffende nestgebied	Digitaal model strandprofiel (GIS)	Data kustbebouwing Basismodel Bruun	Kort
Toetsend onderzoek: Kwalitatief Scoringskader	-	Data kustbebouwing	Kort

3.2.2 Weersomstandigheden

De impact van extreme weersomstandigheden op zeeschildpadden kan enkel gemeten worden in de nestgebieden van zeeschildpadden. De gekwalificeerde onderzoeker moet kennis hebben van de methoden om nestgegevens van de zeeschildpadden te verzamelen. Daarnaast zijn er datastations nodig met informatie over de stormgegevens (zoals stormintensiteit en regenval) in het gebied. Als laatste is het van belang dat er nestgegevens beschikbaar zijn van de periode waarin een storm heeft plaats gevonden en nestgegevens van een of meerdere periodes waarin er geen stormen zijn voorgekomen. Tabel 6 geeft een overzicht weer van de benodigdheden per onderzoeksmethode.

TABEL 6. BENODIGDHEDEN ONDERZOEKSMETHODEN WEERSOMSTANDIGHEDEN

Methode	Materiaal/ Apparatuur	Soorten data	Onderzoeks- termijn
Longitudinaal onderzoek: Nestsucces	-	Nestgegevens	Lang
Vergelijkend en Veldonderzoek: Soort specifiek gedrag	-	Nestgedrag	Kort
Veldonderzoek: Stormvloedgegevens nestgebied	-	Stormintensiteit Regenval	Kort
Longitudinaal en vergelijkend onderzoek: Stormimpact	-	Stormvloedgegevens Nestgebied Nestsucces	Lang

3.2.3. Temperatuur

De onderzoeker kan verschillende methoden toepassen om het effect van temperatuur op zeeschildpadden te onderzoeken. Er is voldoende kennis nodig over het berekenen nestgegevens, geslachtsverhouding, zandalbedo, relocatie van nesten, fysieke eigenschappen

van pasgeboren zeeschildpadden en het gebruiken van daarvoor benodigde apparatuur. Om het onderzoek uit te kunnen voeren is het belangrijk data te verkrijgen van weerstations die de temperatuur weergeven van het gebied. Het gebruik van temperatuurloggers, infraroodmeters of fotografische lichtmeters is afhankelijk van het soort methode dat toegepast gaat worden voor onderzoek. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek is het mogelijk om een kwalitatief kader toe te passen om de resultaten te scoren. Als laatste kan de methode scenariobeschrijving toegepast worden. Daarbij worden toekomstige klimaatmodellen (afkomstig van het IPCC) gebruikt om in te schatten welke impact het klimaat in de toekomst zal hebben. Door deze methode te gebruiken kunnen er bijvoorbeeld ook voorzorgsmaatregelen getroffen worden om de impact te verkleinen. Net als de voorgaande paragrafen is deze informatie per onderzoeksmethode terug te vinden in tabel 7.

TABEL 7. BENODIGDHEDEN ONDERZOEKSMETHODEN TEMPERATUUR

Methode	Materiaal/ Apparatuur	Soorten data	Onderzoeks- termijn
Longitudinaal en veldonderzoek: Data Luchttemperatuur en zee- oppervlaktetemperatuur	-	Luchttemperatuur Zee- oppervlaktetemperatuur	Kort
Longitudinaal en experimenteel onderzoek: Data Zandtemperatuur zandalbedo	Temperatuurloggers Fotografische lichtmeter	Nestgegevens	Lang
Longitudinaal onderzoek: Nestsucces	-	Nestgegevens	Lang
Toetsend onderzoek: Kwalitatief scorekader nestsucces	-	Nestsucces	Lang
Longitudinaal en experimenteel onderzoek: Gemiddelde nesttemperatuur	-	Zandtemperatuur Zandalbedo	Lang
Toetsend onderzoek: Kwalitatief scorekader Geslachtsverhouding	-	Geslachtsverhouding per nest in nestgebied	Lang
Toetsend onderzoek: Scenariobeschrijving	-	Geslachtsverhouding per nest in nestgebied IPCC-scenario	Lang
Experimenteel onderzoek: Relocatie van nesten	Ethische goedkeuring Handschoenen Emmer	Nestgegevens Nestsucces Zandtemperatuur	Lang
Experimenteel onderzoek: Conditie pasgeboren zeeschildpadden	Ethische goedkeuring Infraroodmeter Methode Read et al (2013) Methode Booth et al (2013)	Nestgegevens Nestsucces Zandtemperatuur	Lang
Toetsend onderzoek: Kwalitatief scoringskader klimaatrefugium	-	Klimaatgegevens Nestgedrag Nestgebied	Kort

Hoofdstuk 4. Discussie

Dit onderzoek is uitgevoerd met als doel een overzicht te creëren van de wereldwijde onderzoeksmethoden naar het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden, om MRCI en andere onderzoekers op dit gebied te ondersteunen. Hierbij wordt er een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de verschillende klimaataspecten zoals temperatuur, weersomstandigheden en zeespiegelstijging. Vanuit deze thema's zijn vervolgens de methoden beschreven die meehelpten aan het bereiken van de doelstelling. Uit de resultaten is gebleken dat er per klimaataspect verschillende methoden beschikbaar zijn. Door deze methode toe te passen of in combinatie met andere soorten methoden te gebruiken, kan er antwoord gegeven worden op de vraag; wat voor effect het klimaat heeft op de zeeschildpadden. De soorten methoden die in de resultaten naar voren komen zijn:

- Experimenteel onderzoek
- Longitudinaal onderzoek
- Veldonderzoek
- (Kwalitatief) Toetsend onderzoek
- Vergelijkend onderzoek

Klimaatverandering is een hedendaags verschijnsel en zal ook in de toekomst effect kunnen hebben op de zeeschildpadden. Dit zie je ook terug in de onderzoeksmethoden die zijn toegepast. Sommige methoden richten zich op hoe klimaataspecten als temperatuur, zeespiegelstijging en weersomstandigheden in deze tijd het leefgebied van de zeeschildpadden beïnvloeden en sommige methoden zijn gecreëerd om het toekomstige effect te kunnen meten van klimaatverandering. Opvallend is dat er voor alle soorten klimaataspecten als methode een kwalitatief scorekader toegepast kan worden om het effect van klimaatverandering op de zeeschildpadden te scoren. Dit komt overeen met hoofdstuk 1 van het onderzoek. Daar komt duidelijk naar voren dat het veranderende klimaat een negatieve impact heeft op de zeeschildpadden, maar in hoeverre dit probleem zich verder zal ontwikkelen is niet exact te voorspellen en meestal afhankelijk van verschillende soorten omstandigheden. Hier spelen de onderzoeksmethoden grotendeels op in door gebruik te maken van kwalitatieve scorekaders en het toepassen van RCP-scenario's en ontstaat er een overzicht van de mogelijke gevolgen voor zeeschildpadden in verschillende gebieden.

Tijdens het omschrijven van de onderzoeksmethoden uit de casestudy's werden er veel verschillen geconstateerd in de uitvoering van dezelfde soort onderzoeksmethoden. Sommige onderzoeken beschrijven de methode erg uitgebreid en zijn zeer specifiek gericht op het soort zeeschildpad dat onderzocht wordt. Terwijl andere soortgelijke methoden minder uitgebreid omschreven worden of meer gericht zijn op alle soorten zeeschildpadden. Dit maakt het lastiger voor onderzoekers om een duidelijke lijn te creëren hoe de methode het beste uitgevoerd zou kunnen worden. Doordat dit onderzoek meerdere interpretaties samenvat van de onderzoeksmethoden ontstaat er een uitgebreider overzicht en ontstaat er meer duidelijkheid voor de onderzoeker.

Madagascar Research and Conservation institute is een NGO met financiële afhankelijkheid van donaties en vrijwilligers die het instituut bezoeken. In ruil voor hun deelname aan de onderzoeksprogramma's betalen ze een bepaald bedrag. Met dit bedrag kan het instituut draaiende gehouden worden, evenals de onderzoeksprogramma's. Er worden geen subsidies verstrekt vanuit de overheid van Madagaskar. Hierdoor is er een beperkt budget wat betreft de mogelijkheden in het onderzoeksveld. Onderzoeksmethoden die bepaalde apparatuur vereisen,

zijn enkel haalbaar als deze apparatuur binnen het budget valt. Sommige onderzoeksmethoden moeten binnen een bepaalde tijdsperiode, of jaarlijks uitgevoerd worden. Er moet een betrouwbare continuïteit zijn in de beschikbaarheid van personeel om de onderzoeksmethoden uit te voeren. MRCI werkt met contracten van een minimale tijdsduur van drie maanden. Hierdoor kan er veel rouleren in personeelsleden waardoor deze essentiële continuïteit niet altijd behouden kan worden. Dit zijn zaken die mee kunnen spelen voor MRCI in de afweging welke onderzoeksmethode het best toegepast kan worden.

De interne en externe validiteit van het onderzoek liggen redelijk hoog aangezien er gebruik is gemaakt van meerdere wetenschappelijke casestudy's en er daardoor meerdere onderzoeksmethoden beschreven kunnen worden, maar ook met elkaar vergeleken kunnen worden. Hierdoor ontstaat er een helder overzicht van verschillende onderzoeksmethoden uit meerdere typen onderzoek. Daarnaast wordt er ook aangegeven welke middelen er nodig zijn om de onderzoeksmethoden uit te kunnen voeren. In totaal waren er negentien bronnen aan het literatuurlogboek toegevoegd met betrekking tot klimaatverandering en zeeschildpadden. De hoeveelheid bruikbare bronnen daarvan per hoofdonderwerp: Zeespiegelstijging, weersomstandigheden en temperatuur vielen overigens tegen en waren nogal wisselend. Zo waren er voor zeespiegelstijging drie bruikbare bronnen, voor weersomstandigheden vijf en temperatuur zes bruikbare bronnen waardoor de recall en de betrouwbaarheid van de resultaten lager zijn dan verwacht. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er nog weinig onderzoeken gepubliceerd zijn op het gebied van klimaatverandering en zeeschildpadden aangezien het een vrij recent probleem is. Dit wordt ook aangegeven in hoofdstuk 1.

Het analyse proces volgens de kwalitatieve narratieve synthese verliep zoals verwacht. De stappen zijn zorgvuldig uitgevoerd om een betrouwbaar resultaat te bereiken. De relevantie is per bron is nauwkeurig beoordeeld waarna de belangrijkste tekstcitaten geanalyseerd zijn zodat het soort onderzoeksmethode en de interpretatie van de onderzoeksmethode omschreven kon worden. Een zwak punt binnen deze analyse is dat er weinig transparantie is. De keuzes en afwegingen die worden gemaakt tijdens het analyseren van de literatuur hangen af van de onderzoeker en het is lastig om de zorgvuldigheid en objectiviteit hierin aan te tonen. Ondanks dat, zijn de resultaten in dit onderzoek met name objectief en informatief. Er is enkel gebruik gemaakt van de informatieve gedeelten uit de casestudy's en de meningen van de onderzoekers zijn bijvoorbeeld niet meegenomen in de analyse. De zoektermen die bedacht zijn om de bronnen voor het literatuurlogboek te verzamelen, zijn zoveel mogelijk afgestemd en gebaseerd op de informatie over klimaatverandering en zeeschildpadden uit hoofdstuk 1. Hierdoor zijn de zoektermen uitgebreid en gebaseerd op informatie van andere wetenschappelijke artikelen. Daarnaast is er ook gebruik gemaakt van synoniemen om zo min mogelijk bronnen mis te lopen. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van de zoektermen 'sea turtle' en 'marine turtle'. Deze zoektermen betekenen beide zeeschildpad.

Het onderzoeksproces verliep over het algemeen zonder tegenslagen. Doordat het grootste deel van de resultaten doormiddel van deskresearch verkregen is, was er geen tijdsgebonden periode waarin het onderzoek uitgevoerd moest worden. Soms was het ingewikkeld de rode draad binnen het onderzoek te blijven zien of aan te houden omdat klimaat een erg breed onderwerp is en het onderzoeken van zeeschildpadden erg complex kan zijn. Toch lukte het aardig goed om de hoofdvraag en deelvragen aan te houden. Wat het proces erg moeizaam maakte, was dat er te veel grote tussenposes waren waarin het onderzoek volledig stillag. Dit was erg tijdrovend, omdat dit extra energie kostte om met het onderzoek verder te gaan en weer de

focus op het onderzoek terug te krijgen. De volgende keer is het verstandiger om strengere deadlines te stellen en een werksituatie te creëren waarin de focus volledig naar het onderzoek uit kan gaan in plaats van andere nevenactiviteiten.

Hoofdstuk 5. Conclusies en aanbevelingen

Dit onderzoek gaat over de verschillende soorten onderzoeksmethoden die toegepast kunnen worden om het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden te meten. Door de jaren heen zijn de populaties zeeschildpadden sterk afgenomen. De vijf grootste bedreigingen voor zeeschildpadden zijn consumptie, visserij, milieuvervuiling, kustontwikkeling en klimaatverandering. Hiervan vormt klimaatverandering de meest recente bedreiging. Onderzoekers raden sterk aan om het effect van klimaatverandering op de zeeschildpadden nader te onderzoeken. Om een helder overzicht te creëren van de onderzoeksmethoden die op dit moment toegepast worden, is er een systematisch literatuuronderzoek gedaan naar onderzoeksmethoden die zijn gebruikt in verschillende casestudy's. De gevonden methoden zijn vervolgens samengevat in de resultaten om MRCI en andere onderzoekers te ondersteunen in hun onderzoek naar klimaatverandering en zeeschildpadden.

Het systematische literatuuronderzoek toont aan dat er meerdere onderzoeksmethoden beschikbaar zijn. Aangezien klimaatverandering een erg brede betekenis heeft, focussen de onderzoeksmethoden zich meestal op één onderwerp. Daarom zijn de onderzoeksmethoden die gevonden zijn opgedeeld in 3 drie categorieën. Allereerst zijn er onderzoeksmethoden die gebruikt worden om het effect van temperatuur op de zeeschildpadden te meten. Dit zijn onderzoeksmethoden om het effect van temperatuur op: Het nestsucces, de geslachtsverhouding per nest, de fysieke eigenschappen van pasgeboren zeeschildpadden en de locatie en omgevingseigenschappen van het nest te kunnen beoordelen. Binnen de tweede categorie vallen de onderzoeksmethoden die het effect van weersomstandigheden beoordelen op: Het nestsucces, het nestgedrag en de nesteigenschappen van de zeeschildpadden. Als laatste zijn er de onderzoeksmethoden met betrekking op zeespiegelstijging. Deze beoordelen het effect van de zeespiegelstijging op het nestgebied van de zeeschildpadden.

Afhankelijk van het soort onderzoeksmethode en het bovengenoemde doel van de methode, zijn er verschillende middelen nodig voor de uitvoering. Onderzoeksmethoden naar het effect van klimaatverandering op het nestsucces en alles rondom het reproductieproces van de zeeschildpadden moet op langer termijn onderzocht kunnen worden omdat er data nodig is van de nesten uit één of meerdere broedseizoenen. Methoden die enkel worden gebruikt voor onderzoek naar het nestgebied van de zeeschildpadden kunnen op korter termijn uitgevoerd worden. Meetapparatuur en (online) datastations zijn nodig voor het verzamelen of meten van verschillende soorten temperatuurgegevens, stormintensiteit, regenval en strandprofielen. GIS-software en RCP-scenario's zijn nodig om het toekomstige effect te beoordelen van klimaatverandering op het leefgebied van de zeeschildpadden. Voor de uitvoering van experimentele onderzoeksmethodes moet officiële goedkeuring gegeven worden. Daarnaast is het belangrijk dat de onderzoeker gekwalificeerd is voor de uitvoering van het onderzoek en weet hoe een onderzoeksmethode toegepast moet worden.

Onderzoek naar het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden is erg breed door de vele mogelijkheden die er onderzocht kunnen worden. MRCI en andere onderzoekers kunnen afhankelijk van het doel kiezen voor een experimenteel, Longitudinaal, kwalitatief toetsend, vergelijkend onderzoek of veldonderzoek. Opvallend bij het analyseren van de resultaten was, dat er bij sommige methoden met hetzelfde doel, verschillen zitten in de toepassing. Dit ligt met name aan het soort zeeschildpad dat onderzocht wordt. Doordat iedere zeeschildpad soort specifiek gedrag vertoont worden de onderzoeksmethoden hierop afgestemd. Een voorbeeld hiervan is het hanteren van een specifieke zandtemperatuur per soort zeeschildpad. Al met al is

er zeker vast te stellen dat klimaatverandering impact kan hebben op de zeeschildpadden. Met name op het nestgebied en daarmee ook op het reproductieproces. Aangezien het onderzoek naar klimaatverandering een vrij nieuw onderzoeksgebied is, liggen er veel kansen en mogelijkheden voor onderzoekers. Voordat er maatregelen ingezet kunnen worden om de zeeschildpadden te ondersteunen of beschermen tegen klimaatverandering, is het belangrijk om op langer termijn, een betrouwbaar databestand op te bouwen. Dit onderzoek informeert MRCI en andere onderzoekers over de methoden die toegepast kunnen worden en welke middelen er nodig zijn om die methoden uit te voeren.

Aanbevelingen

Voor MRCI en andere onderzoekers biedt dit de mogelijkheid om hun onderzoeksprogramma uit te breiden, maar zijn er wel voorwaarden om het onderzoek uit te voeren. Allereerst moet er gekozen worden wat voor soort onderzoeksmethode er het beste toegepast kan worden. De meeste methoden moeten op langer termijn uitgevoerd kunnen worden om een betrouwbaar databestand op te bouwen. Om de onderzoeksmethoden uit te kunnen voeren, zijn er afhankelijk van het soort onderzoek, online databases of weerstations, softwareprogramma's en andere soorten meetapparatuur nodig. Als laatste is er natuurlijk een onderzoeker nodig die beschikt over de juiste kennis en bevoegdheid om de methode uit te kunnen voeren. De voorwaarden om het onderzoek uit te kunnen voeren zijn sterk afhankelijk van de instantie en het onderzoeksgebied. Het is aan te raden om als onderzoeker of instantie deze zaken goed af te wegen.

Naast onderzoeksactiviteiten binnen MRCI, ligt de werkdruk hoger omdat de onderzoeker(s) ook verantwoording dragen voor de vrijwilligers. Deze vrijwilligers moeten getraind worden en nauwkeurig begeleid worden in het werk dat zij uitvoeren. Deze extra taken kunnen de motivatie en de werkuitvoering van de onderzoeker zowel positief als negatief beïnvloeden. Het salaris dat MRCI kan bieden is in verhouding tot veel Westerse landen en soortgelijke banen laag. Dit zou ook een rol kunnen spelen in de aantrekkingskracht van personeel tot het werkveld van MRCI. Een aanbeveling kan zijn om de hoogste prioriteit van de werkzaamheden bij het onderzoek te leggen of te zorgen dat de onderzoeker ruim de tijd heeft om zich bezig te houden met onderzoekswerk.

Wanneer er eenmaal vastgesteld is door de onderzoeker wat voor onderzoeksmethode er gebruikt gaat worden, is het belangrijk om deze methode af te stemmen op het onderzoeksgebied en het soort zeeschildpad. Richtlijnen die bijvoorbeeld aangehouden worden om de methode toe te passen kunnen per soort zeeschildpad verschillen door het soort specifieke gedrag. Het is dus aan te raden nader onderzoek te doen naar hoe de onderzoeksmethode het beste toegepast kan worden in het onderzoeksgebied van de onderzoeker.

Omdat er nog veel lange termijn data ontbreekt op dit gebied is de aanbeveling om in zoveel mogelijk gebieden de onderzoeksmethoden uit dit onderzoek toe te passen. Uit de resultaten is er gebleken dat er meerdere onderzoeksmethoden toegepast worden om het toekomstig effect van klimaatverandering op het leefgebied van zeeschildpadden in te schatten. Dit zijn handige onderzoeksmethoden om toe te passen zodat eventuele bedreigingen in een gebied vroegtijdig ontdekt kunnen worden. Hierdoor kunnen er maatregelen genomen worden om de kans op deze bedreiging te verminderen of te voorkomen.

Literatuurlijst

- Abella Perez, E., Marco, A., Martins, S., & Hawkes, L.A. (2016). Is this what a climate change-resilient population of marine turtles looks like? *Uit: Biological Conservation*, Volume 193, P. 124-132.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320715301713>
- AL, (2010). Researchers and biologists mark the top of the eggs as they remove sea turtle eggs and place them in a cooler after harvesting them from the sand in Gulf Shores. Geraadpleegd op 03-02-2021, van https://www.al.com/live/2010/07/turtle_egg_move.html
- Almpanidou, V., Markantonatou, V., & Mazaris, A.D. (2019). Thermal heterogeneity along the migration corridors of sea turtles: Implications for climate change ecology *Uit: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 520,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098119300747>
- Alonso Aguirre, A., Gardner, S.C., Marsh, J.C., Delgado, S.G., Limpus, C.J., & Nichols, W.J. (2006). Hazards Associated with the Consumption of Sea Turtle Meat and Eggs: A Review for Health Care Workers and the General Public *Uit: EcoHealth*, 3(3), 141-153. <https://sci-hub.tw/10.1007/s10393-006-0032-x>
- Barridos-Garrido, H., Wildermann, N., Diedrich, A., & Hamann, M. (2019) Conflicts and solutions related to marine turtle conservation initiatives in the Caribbean basin: Identifying new challenges *Uit: Ocean & Coastal Management*, Volume 171, P. 19-27.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569118305945>
- Butt, N., Whiting, S., & Dethmers, K. (2016) Identifying future sea turtle conservation areas under climate change *Uit: Biological Conservation*, Volume 204, P. 189-196.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320716305687>
- Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., & Donnelly, M. (1999). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. Geraadpleegd op 10-03-2020, van <https://mtsg.files.wordpress.com/2010/11/techniques-manual-full-en.pdf>
- Fish, M.R., Côté, I.M., Horrocks, J.A., Muligan, B., Watkinson A.R., & Jones, A.P. (2008) Construction setback regulations and sea-level rise: Mitigating sea turtle nesting beach loss *Uit: Ocean & Coastal Management*, Volume: 51, P. 330-341.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569107000956>
- Fuentes, M.M.P.B., Pike, D., Dimatteo, A., & Wallace, B.P. (2013) Resilience of marine turtle regional turtle management units to climate change *Uit: Global Change Biology*, Volume 19, P. 1399-1406,
<https://sci-hub.tw/10.1111/gcb.12138>
- Fuller, W.J., Godley, B.J., Hodgson, D.J., Reece, S.E., Witt, M.J., Broderick, A.C. (2013) Importance of spatio-temporal data for predicting the effects of climate change on marine turtle sex ratios *Uit: Marine Ecology Progress Series*, Volume 488, P. 267-274.
https://www.researchgate.net/publication/256111726_Importance_of_spatio-temporal_data_for_predicting_the_effects_of_climate_change_on_marine_turtle_sex_ratios

Gnarlaloo, (2018). These eggs from a nest excavation show all different stages of development after the nest has hatched. Geraadpleegd op 20-01-2021, van <https://gnarlaloo.org/the-world-of-science-sea-turtle-eggs/>

Greene, K. (2002). Beach Nourishment: A Review of the Biological and Physical Impacts. Geraadpleegd op 26-04-2020 van <https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/28924/beachNourishment%5b1%5d.pdf?sequence=1>

Hamann, M., Godfrey, M.H., Seminoff, J.A., Arthur, K., Barata, P.C.R., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., ... Broderick, A.C. (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century Uit: *Endangered Species Research*, Volume 11, P. 245-269, <https://www.int-res.com/articles/esr2010/11/n011p245.pdf>

Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H., Godley, B.J., & Witt, M.J. (2014). The impacts of climate change on marine turtle reproductive success Uit: *The impacts of climate change*, Volume 10, P. 287-310. http://www.seaturtle.org/PDF/HawkesLA_2014_InCoastalConservation_p287-310.pdf

Hawkes, L.A., Broderick, A., Godfrey, M., & Godley, B. (2009) Climate change and marine turtles Uit: *Endangered Species Research*, Volume 7, p. 137 – 154. <https://www.int-res.com/articles/esr2009/7/n007p137.pdf>

Van Houtan, K.S., & Bass, O.L. (2007). Stormy oceans are associated with declines in sea turtle hatching. *Current Biology*, 17(15), R590-R591. <https://sci-hub.se/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17686427/>

Humber, F., Godley, B. J., Nicolas, T., Raynaud, O., Pichon, F., & Broderick, A. (2016). Placing Madagascar's marine turtle populations in a regional context using community-based monitoring Uit: *Oryx*, Volume 51, P. 542–553. <https://sci-hub.tw/https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/placing-madagascars-marine-turtle-populations-in-a-regional-context-using-communitybased-monitoring/E917362B8F2A534D627C5EAC0D96F9B1>

Humber, F., Godley, B. J., Ramahery, V., & Broderick, A. C. (2010). Using community members to assess artisanal fisheries: the marine turtle fishery in Madagascar Uit: *Animal Conservation*, Volume 14, P. 175–185. <https://sci-hub.tw/https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-1795.2010.00413.x>

Hutchinson, J., & Simmonds, M. (1991). A REVIEW OF THE EFFECTS OF POLLUTION ON MARINE TURTLES. Geraadpleegd op 26-04-2020, van http://seaturtle.org/library/HutchinsonJ_1991_GreenpeaceTechReport.pdf

IPPC, (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geraadpleegd op 06-04-2020 van https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf

- IPPC (2017) Wereldwijde klimaatverandering 1850-1900. Geraadpleegd op 27-04-2020 van <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>
- IUCN (2005) Major Hazards to Marine Turtles. Geraadpleegd op 25-04-2020, van <https://www.iucn-mtsg.org/burning-issues/>
- IUCN-SSC Marine Turtles Specialist Group (z.d.) Marine Turtle Red List Assessments, geraadpleegd op 21-04-2020, van <https://www.iucn-mtsg.org/statuses>
- Jribi, I., Hamza, A., Saied, A., & Ouergui, A. (2013) Sex ratio estimations of loggerhead marine turtle hatchlings by incubation duration and nest temperature at Sirte beaches (Libya). Geraadpleegd op 22-04-2020, van https://www.researchgate.net/publication/258997193_Sex_ratio_estimations_of_loggerhead_marine_turtle_hatchlings_by_incubation_duration_and_nest_temperature_at_Sirte_beaches_Libya
- Kamrowski, R.L., Limpus, C., Moloney, J., & Hamann, M. (2012). Coastal light pollution and marine turtles: assessing the magnitude of the problem Uit: *Endangered Species Research*, Volume 19, P. 85-98. https://www.int-res.com/articles/esr_oa/n019p085.pdf
- Laloë, J., Esteban, N., Berkel, J., & Hays, G.C. (2016). Sand temperatures for nesting sea turtles in the Caribbean: Implications for hatchling sex ratios in the face of climate change Uit: *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 474, P. 92-99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098115300289>
- Leatherman, S. P., Douglas, B. C., & LaBrecque, J. L. (2003). Sea level and coastal erosion require large-scale monitoring Uit: *Eos, Transactions American Geophysical Union*, Volume 84, P. 13. <https://scihub.tw/https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2003EO020001>
- Lewison, R., Wallace, B., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Maxwell, S.M., & Hazen, E.L. (2013). Fisheries Bycatch of Marine Turtles Lessons Learned from Decades of Research and Conservation Uit: *The Biology of Sea Turtles*, Volume 3, P. 329-347. https://www.researchgate.net/publication/236026421_Fisheries_bycatch_of_marine_turtles_lessons_learned_from_decades_of_research_and_conservation
- Mancini, A., & Koch, V. (2009). Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico Uit: *Endangered Species Research*, Volume 7, P. 1-10. https://www.researchgate.net/publication/239587788_Sea_turtle_consumption_and_black_market_trade_in_Baja_California_Sur_Mexico
- Martin, R.E., (1996). Storm impacts on Loggerhead Turtle Reproductive Success. Geraadpleegd op 20 september 2020, van <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn73/mtn73p10.shtml>
- Mazaris, A.D., Matsinos, G., & Pantis, J.D. (2009). Evaluating the impacts of coastal squeeze on sea turtle nesting uit: *Ocean & Coastal Management*, Volume 52, P. 139-145. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569108001373>
- Metcalf, J., Hampson, K., Andriamizava, A., Andrianirina, R., Ramiarisoa, C., Sondotra, H., ... Gray, A. (2007). The importance of north-west Madagascar for marine turtle conservation. Geraadpleegd op

26-04-2020, van <https://sci-hub.tw/https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/importance-of-northwest-madagascar-for-marine-turtle-conservation/70815173F2A652BAFEA0FA788E92F81F>

Montero, N., Tomilo, P.S., Saba, V.S., Marcovaldi, M.A.G., López-Mendilaharsu, M., Santos, A.S., & Fuentes, M.M.P.B. (2019) Effects of local climate on loggerhead hatchling production in Brazil: Implications from climate change. Geraadpleegd op 22-04-2020, van https://www.researchgate.net/publication/333902192_Effects_of_local_climate_on_loggerhead_hatchling_production_in_Brazil_Implications_from_climate_change

MRCI: Madagascar Research and conservation institute (z.d.). Geraadpleegd op 05-04-2020, van <https://www.madagascarvolunteer.com/mission-statement/>

Nelson, K.A., & Fuentes, M.M.P.B. (2019). Exposure of marine turtle nesting grounds to coastal modifications: Implications for management Uit: *Ocean & Coastal Management*, Volume 169, P. 182-190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569118303302>

Peters, A., Verhoeven, K.J.F. & Strijbosch, H. (1994). Hatching and emergence in the turkish mediterranean loggerhead turtle, *Caretta caretta*: natural causes for egg and hatchling failure. *Herpetologica*, Vol. 50, No. 3 (Sep. 1994), pp. 369-373. <https://sci-hub.se/10.2307/3892711>

Pike, D.A., & Stiner, J.C. (2007). Sea turtle species vary in their susceptibility to tropical cyclones. *Oecologia*, 153(2), 471-478. https://www.researchgate.net/publication/6351544_Sea_turtles_species_vary_their_susceptibility_to_tropical_cyclones

Poloczanska, E.S., Limpus, C.J., & Hays, G.C. (2009). Chapter 2 Vulnerability of Marine Turtles to Climate Change. *Advances in Marine Biology*, 151-211. <https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065288109560026>

Ross, J.P., (2005). Hurricane Effects on Nesting *Caretta caretta*. Geraadpleegd op 20 september 2020, van <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn108/mtn108p13.shtml>

Scribbr (z.d.) Methodology. Geraadpleegd op 10-05-2020, van <https://www.scribbr.com/methodology/qualitative-quantitative-research/>

Serc, (2020). GIS Analyses of Shoreline Change Using the Digital Shoreline Analyses (DSAS). Geraadpleegd op 08-01-2021, van <https://serc.carleton.edu/teachearth/activities/181170.html>

SWOT, (2019). The State of the World's Sea Turtles (SWOT) Mapping Application. Geraadpleegd op 13-04-2020, van <http://seamap.env.duke.edu/swot>

Staines M.N., Booth, D.T., Limpus, C.J. (2019) Microclimatic effects on the incubation success, hatchling morphology and locomotor performance of marine turtles Uit: *Acta Oecologica*, Volume 97, P.49-56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1146609X18304430>

- Tellis, W.M., (1997). Application of a Case Study Methodology. Geraadpleegd op 29-04-2020, van <https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2015&context=tqr>
- Varela-Acevedo, E. (2009). Examining the Effects of Changing Coastline Processes on Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nesting Habitat. Geraadpleegd op 22-04-2020, van <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/handle/10161/972>
- Vermeire, E. (2009). Synthese van kwalitatief onderzoek. Geraadpleegd op 10-03-2021, van <https://docplayer.nl/34743367-Synthese-van-kwalitatief-onderzoek.html>
- Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Hurley, B. J., Finkbeiner, E. M., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., ... Mast, R. B. (2010). Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales Uit: PLOS one Journal, Volume 5(12), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3003737/>
- Weber, M. (2011). Systematisch literatuuronderzoek en onderzoekssynthese. Geraadpleegd op 10-05-2020, van https://www.researchgate.net/publication/259470485_Systematisch_literatuuronderzoek_en_onderzoekssynthese
- Whiterrington, B., Hiram, S., & Mosier, A. (2011). Sea turtle responses to barriers on their nesting beach Uit: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 401, P. 1-6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098111001249#bb0145>
- Witt, M. J., Hawkes, L. A., Godfrey, M. H., Godley, B. J., & Broderick, A. C. (2010). Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: the case of the loggerhead turtle Uit: Journal of Experimental Biology, Volume 213, P. 901–911. <https://scihub.tw/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20190115>
- Yoder, A.D., & Nowak, M.D. (2006) Has Vicariance or Dispersal Been the Predominant Biogeographic Force in Madagascar? Only Time Will Tell. Geraadpleegd op 13-04-2020, van https://www.researchgate.net/publication/234149187_Has_Vicariance_or_Dispersal_Been_the_Predominant_Biogeographic_Force_in_Madagascar_Only_Time_Will_Tell

Bijlage 1. Kwalitatieve narratieve synthese

Zeespiegelstijging

Bron	Tekst citatie casestudy	Code: Deelvraag 1.	Interpretatie onderzoeksmethode	Soort onderzoeksmethode
3.	We used data from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) at NASA's Jet Propulsion Lab (JPL), available through the Australian Government's National Elevation Data Framework (NEDF) portal (http://nedf.ga.gov.au/geoportal/catalog/main/home.page) to establish the elevation of each beach currently used for nesting. These radar data were downloaded at 30 m x 30 m resolution; the elevation value is the mean for each grid cell. There were no elevation data available for two reef nesting sites in WA North, or the Capricorn Group Islands off the Queensland coast.	Z: Kustmorfologie	Om de hoogte vast te stellen van elk strand (nestgebied) dat momenteel in gebruik is, werd er gebruikt gemaakt van Shuttle Radar Topography Mission gegevens. Deze waren afkomstig van het National Elevation Data Framework (NEDF) -portaal van de Australische overheid. De resolutie van deze radargegevens was 30 x 30m.	Toetsend onderzoek & Veldonderzoek
3.	We used CANUTE 2.0 the Sea Level Calculator (http://canute2.sealevelrise.info/) from the Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre (ACE), to derive comparative estimations of flood risk (Hunter, 2010), for beaches nearest to the CANUTE data point locations, and thus suggest which regions will be most at risk under SLR. Developed as a decision tool for flood risk planning, CANUTE combines storm surge frequency and projected SLR (based on IPCC projections) to estimate the likelihood of future flooding. The model also takes into account extreme events such as storm surges, which can occur several times a year in the tropics (Bureau of Meteorology, 2011), and are set to continue to increase in frequency (Church, Clark, Cazenave, et al., 2013). SLR-related flood risk was calculated for each nesting beach and aggregated as with the temperature data, we then classified it as 'Low', 'Medium', 'High' or 'Highest'.	Z: Overstromingsrisico	Om het risico te voorspellen op overstromingen van de nestgebieden is er gebruik gemaakt van de CANUTE 2.0. Het is een meetinstrument dat de frequentie van stormvloed en voorspellingen van het IPCC over zeespiegelstijging combineert. Hierdoor kan de kans op een toekomstige overstroming van een bepaald gebied berekend worden. Voor elk gebied in het onderzoek werd vervolgens een classificatie gemaakt onder de volgende categorieën: Laag, Gemiddeld, Hoog of Hoogste.	Toetsend onderzoek & Veldonderzoek
3.	Using Smartline (http://www.ozcoasts.gov.au/coastal/smartline.jsp) data, we differentiated between beach profiles ('plains', 'gentle-moderate slopes', 'steep slopes' and 'high cliffed coasts') and derived the proportion of each type for our current nesting regions.	Z: Kustmorfologie	Data van Smartline werd gebruikt om het kustgebied in kaart te brengen op basis van profiel. Bijvoorbeeld of het nestgebied voornamelijk bestaat uit vlaktes, middelmatige hellingen, steile hellingen of dat er sprake is van hoge kliffen.	Toetsend onderzoek & Veldonderzoek
3.	2.3. Future nesting beaches Based on current ranges of loggerhead and hawksbill turtles we modelled the potential future nesting habitats within 350 km of current nesting beaches using existing population ranges, maximum thermal limits for each species, climate change (maximum surface temperature), beach elevation, and SLR-related flood risk. We projected a range of 350 km south (for WA and Qld) and east/west (for NT) of the current range, as this is likely to encompass any potential nesting distribution changes by 2100: turtles nesting at beaches < 350 km apart are not likely to be genetically distinct, and thus movement between nesting beaches within this range can be expected (Vargas et al., 2015). For current nesting beaches, we used the CMIP5 GCM (IPCC AR5 Atlas subset) to derive projected maximum temperature for seasonal periods (October–April and May–September) under the two climate scenarios, and CANUTE for flood risk under SLR, and Smartline for beach profile information, for a range of beach locations within this 350 km range.	Z: RCP-scenario en het nestgebied	Op basis van het huidige habitat van onechte karetschildpadden en karetschildpadden hebben we de potentiële toekomstige broedhabitats gemodelleerd binnen 350 km van de huidige neststranden. Voor de huidige neststranden is er een RCP scenario (IPCC AR5) gebruikt om de verwachte maximale temperatuur af te leiden voor seizoensperiodes (oktober-april en mei-september). CANUTE is gebruikt om het overstromingsrisico door zeespiegelstijging te berekenen en Smartline voor strandprofielinformatie.	Toetsend onderzoek & Veldonderzoek
5.	3.1. Data collection and processing The setback regulations currently in place for islands in the Caribbean were found from recent literature (< 2 years old), or through contact with the appropriate government agency responsible for building regulations. Using a method similar to that of Fish et al. [6], beach profile measurements were used to create digital models of 11 beaches on the west and south-west coasts (Fig. 1). The beach models were then used to simulate a number of different sea-level rise (SLR) scenarios, under a range of setback regulations. Beach profile measurements were taken at the 11 beaches in late May 2002, immediately prior to the June/September period of peak hawksbill nesting activity in Barbados [19]. The profile of each	Z: kustmorfologie	De methode in dit onderzoek is vergelijkbaar met die van Fish et al. Doormiddel van strandprofielmetingen en data verzameling van de kustindelingen werden er digitale modellen van het strand ontwikkeld. Deze modellen werden gebruikt om verschillende scenario's van zeespiegelstijging te simuleren. Metingen werden gedaan ten opzichte van de vloedlijn met behulp van een 60m meetlint en standaard meettechnieken. Aan de landzijde van elk profiel werden x- en y- coördinaten gemeten met een hand-held Global Positioning System-eenheid (Garmin GPS III O Plus, Garmin International Inc., Olathe).	Veldonderzoek & Toetsend onderzoek

	beach was measured relative to the high water mark at changes in profile or direction, using a 60-m measuring tape and standard surveying techniques [26,27]. For georeferencing purposes, x and y (UTM/UPS WGS 84) coordinates were taken at the landward end of each profile using a hand-held global positioning system unit (Garmin GPS IIIiO Plus, Garmin International Inc., Olathe) with an estimated error of 2.5e3.0 m. The bearing of each profile was also recorded and the coordinates of each point along the profile relative to the initial GPS point were then calculated using this bearing and measurements of horizontal distances between points.			
5.	Distance and slope measurements for each profile were used to calculate the elevation of each profile point, which were added to the coordinate points. GIS software (ESRI ArcGIS 8.3) was used to develop triangulated irregular net-work (TIN) models from the derived x, y and z UTM coordinates for each point, and these models were converted to 1 m2 horizontal resolution Digital Elevation Models (DEMs) in the form of raster grids for each beach. Elevation was recorded in centimetres. For each beach model, the average slope, width, elevation and maximum elevation were found.	Z: Kustmorfologie	Om de modellen van de kustmorfologie digitaal in kaart te brengen werd er gebruik gemaakt van GIS-software (ESRI ArcGIS 8.3). Deze software verwerkt alle metingen die er zijn gedaan. Hierdoor kon voor elk strandprofiel de gemiddelde maat van hellingen in kaart gebracht worden.	Veldonderzoek & Toetsend onderzoek
5.	The IPCC Third Assessment Report projected that global mean sea levels may be expected to rise between 0.09 and 0.88 m between the years 1990 and 2100 [27]. The Fourth Assessment Report projected rises of between 0.18 and 0.59 by 2090e2099, although the upper ranges could increase by 0.1e0.2 m if recently observed increases in ice flow from Greenland and Antarctica were to increase linearly with the global mean temperature change [1]. On the basis of these projections, three scenarios of a 0.1, 0.5 and 0.9 m rise in sea level were used in the analyses. The response of sandy beaches to a rise in sea level is generally assumed to be a landward and upward shift of the beach [5,28] and the rate of predicted global sea-level rise should allow most beaches to move in response. Although unlikely, it is also possible that beach movement could be constrained such that the current beach area is flooded. For the purpose of comparison, both these situations were examined, firstly assuming no beach movement and therefore inundation of the current beach area and secondly assuming beach movement in response to sea-level rise.	Z: Scenariobeschrijving nestgebied	Het IPCC heeft verschillende toekomstscenario's opgesteld van de gemiddelde zeespiegelstijging. Drie van deze scenario's zijn gebruikt in het onderzoek. Namelijk; 0,1 m, 0,5 m en 0,9 m. De reactie van een zandstrand op de stijging van de zeespiegel is een landwaartse en opwaartse verschuiving van het strand. Hierbij is er wel een mogelijkheid dat het strand mee verschuift. Er vindt dan een landinwaartse verplaatsing van het strand plaats. Dit wordt ook wel strandrecessie genoemd. Er bestaat een kleine kans dat de landinwaartse beweging van het strand beperkt kan worden. Daarom is er met beide situaties rekening gehouden bij de toepassing van de zeespiegelstijgingsscenario's.	Veldonderzoek & Toetsend onderzoek
5	3.2. Beach and nesting area loss assuming no beach retreat For the first part of the analyses, beach movement was assumed to be fully constrained such that no landward shift could occur and therefore rising sea levels would result in flooding of the current beach area. The surface area of each beach grid below each of the elevations (0.1, 0.5 and 0.9 m) was found in order to identify the present area of beach that would be lost to inundation under each scenario. Hawksbill nests occur at elevations between 0.3 and 1.8 m (mean 1.11 m) above mean sea level in Barbados [24]. These values were used to identify the area of beach currently lying within this elevation range and therefore the current nesting area. The nesting surface area inundated under each of the three sea-level rise scenarios was obtained, both in absolute and in relative (percentage) terms. 334 M.R. Fish et al. / Ocean & Coastal Management 51 (2008) 330e341 3.3. Beach and nesting area loss assuming beach retreat A more likely scenario is that beaches can shift landward in response to sea-level rise. Models predict that as the sea level rises, wave energy will redistribute sand and move the beach landwards whilst maintaining the current beach profile; the extent to which the beach moves back depends on the slope of the shoreface. To estimate the extent of beach recession (R, in metres), the basic Bruun model [28] was used, which was reduced to: $R = \frac{1}{41S} \tan q$ where q is the shoreface slope and S is the sea-level rise (in metres). Recession rate calculations were based on the current shoreface slope and assumed that no increase in beach area above the current level would occur (i.e. there would be no net increase in the available sediment in the future to widen beaches beyond their current size which, given the deterioration of reefs as	Z: Scenariobeschrijving nestgebied	Bij het analyseren van de digitale modellen zijn twee mogelijkheden toegepast. Bij de eerste analyse (mogelijkheid) wordt ervan uitgegaan dat het strandgebied niet verder landinwaarts trekt bij zeespiegelstijging. Dit zou betekenen dat het gehele huidige kustgebied overspoeld kan worden. Nesten van karetschildpadden komen voor op 0,3 tot 1,8m boven zeeniveau op Barbados. Deze waarden werden gebruikt om te bepalen welke nestgebieden in aanmerking komen. Daarna werd er gekeken welke van deze nestgebieden onder water zouden komen te staan bij een zeespiegelstijging van 0,1m, 0,5m of 0,9m. Bij de tweede analyse mogelijkheid wordt ervan uitgegaan dat het kustgebied landinwaarts kan trekken (ook wel strandrecessie genoemd) bij zeespiegelstijging. Dit zou mogelijk kunnen zijn doordat de golfenergie het zand zal blijven herverdelen over de kust. De mate waarin deze herverdeling van de kust plaatsvindt hangt overigens wel af van de helling van de kust. Om strandrecessie (R) in te kunnen schatten in meters, werd het basismodel Bruun gebruikt: $R = \frac{1}{41S} \tan q$. Hierbij is q de helling van de kust en S de stijging van de zeespiegel (in meters). Nieuwe modellen met strandrecessie zijn vervolgens opgesteld. Daarnaast wordt er ook rekening gehouden met de minimaal toegestane afstanden tussen constructies in het kustgebied en de hoogwaterlijn. De afstanden die zijn gebruikt voor de modellen zijn: 10, 30, 50, 70 en 90 (meter) vanaf de hoogwaterlijn. Strandrecessie is niet mogelijk wanneer er een	Veldonderzoek & Toetsend onderzoek

	providers of beach substrate, is not an unreasonable assumption). New beach models, which accounted for a horizontal shift in beach position, were constructed for each combination of sea-level rise and setback distance. A building construction setback regulation of 30 m from the high water mark is currently in place for Barbados, while a survey of setback distances on the other Caribbean islands showed that they range from 10 to 81 m from the high water mark (HWM) (Fig. 2). To encompass this range, five different setback distances: 10, 30, 50, 70 and 90 m from the current HWM, were used in the models. For each setback distance it was assumed that an immovable structure was located at that distance from the high water mark. As the beach retreats, beach area is maintained until the 'structure' is reached, beyond which the beach is lost. For example, if a 30 m setback is in place on a 25-m wide beach and the beach is predicted to shift horizontally by 10 m (as estimated by Bruun's rule), then 5 m of the shifted back-beach area will be lost. Following the method out-lined above, new beach DEMs were constructed for each sea-level rise scenario and setback distance. Total beach surface area and the area within the preferred sea turtle nesting elevation range were then measured, and the percent- age area lost from the original beach calculated.		constructie tussen staat. Stel dat een strand 25 meter breed is, en er een horizontale verschuiving van 10 meter voorspeld is. Dan gaat 5 meter van het verschoven strandgebied verloren. Van ieder model is het percentage strandgebied dat door constructies verloren gaat berekend en hoeveel gebied daarvan de voorkeur zou hebben voor de zeeschildpadden.	
8.	5. Vulnerability to sea level-rise, which reflected the likelihood that the nesting beach would be lost to future sea level rise. First, we scored the elevation of land behind the beach (higher land being less likely to flood). Second, we scored the threat of coastal squeeze, defined as the result of hard anthropogenic structures, such as buildings, preventing landward retreat of nesting habitat after sea level rise. This criterion was scored between 0 (land barely above sea level and back entirely by hard structures preventing retreat) and 100 (land more than 6 m above sea level and free of hard structures behind the beach). This was estimated using Google Earth (which incorporates NASA Shuttle Radar Topography Mission digital elevation model data at 90 m resolution; http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/) to derive the height of land behind the beach and to measure the total along-shore extent of coastal developments, which would prevent landward beach retreat, at the study site from satellite imagery.	Z: Kwalitatief Scorekader	Een kwalitatief kader is opgesteld om de bedreiging van zeespiegelstijging op nestgebieden van zeeschildpadden te scoren. Allereerst werd er gekeken naar de hoogte van het land achter het strand. Ten tweede de dreiging van structuren of constructies op het kustgebied die strandrecessie onmogelijk maken. De scores lopen van 0 tot 100. Score 0 wordt gegeven wanneer het gebied achter de stranden nauwelijks boven zeeniveau komt en volledig bezet wordt door constructies. Score 100 wanneer het gebied achter de stranden meer dan 6 meter boven zeeniveau uitkomt en er geen constructies aanwezig zijn. De nodige gegevens werden verkregen van NASA Shuttle Radar Topography Mission.	Toetsend onderzoek

Weersomstandigheden

Bron:	Tekst citatie	Code: Deelvraag 1.	Interpretatie onderzoeksmethode	Soort onderzoeksmethode
4.	2.2. Environmental variables Historical rainfall data were obtained from the FD Roosevelt Airport on St. Eustatius (distance of 1.4 km from Zeelandia beach) from Weather Underground (www.wunderground.com/history/airport/TNCE, last accessed on 12 August 2015). Daily precipitations were used to calculate late monthly means.	W: Stormen	Dagelijkse regenval werd bijgehouden doormiddel van een datastation.	Longitudinaal onderzoek
19.	All of the marked nests which remained in the beach after the passage of Erin were overwashed and many experienced a considerable change in sand level due to the hurricane. Although no other hurricanes passed over Hutchinson Island during 1995, several came close enough to affect local weather and sea conditions. Based on the loss of three marked nests it was estimated that 17 additional nests were lost due to high tides and waves associated with these storms. Many other nests were repeatedly overwashed during August and September, and all nests were exposed to abnormally high rainfall during and after Hurricane Erin. The combined effects of Erin and subsequent storms on loggerhead nests is reflected in emergence success values. Marked nests emerging after Erin (n=179) had a mean emergence success of 39.5%, which was significantly lower (t=7.92, df=290, p<0.001) than the mean emergence success (67.6%) of those emerging before Erin (n=113).	W: Stormimpact	Effecten van cycloon Erin en daaropvolgende stormen op de onechte karetschildpaddennesten werden berekend aan de hand van het nestsucces. Daarna kunnen deze data van nestsucces vergeleken worden met het nestsucces van een broedseizoen in hetzelfde gebied zonder cyclonen of stormen.	Longitudinaal onderzoek & Vergelijkend onderzoek
19.	The overall impact of storms may be evaluated by comparing the projected hatchling production excluding storm effects to the estimated hatchling production including storm effects. For the purpose of these estimates the mean clutch size (110 eggs) of all evaluated nests was used. Applying the mean emergence success of 67.6% for nests emerging prior to the storm events to all 4365 nests laid during 1995 results in a projected annual production of 324,581 hatchlings. A total of 114,812 hatchlings (1544 nests x 110 x 0.676) is estimated to have emerged before Erin. Taking into account nest losses attributed to Erin and subsequent storms (1007 nests) and the actual emergence success of remaining nests, 78,818 hatchlings (1814 nests x 110 x 0.395) were estimated to have emerged after Erin. Thus, total estimated hatchling production, including storm effects, was 194,029. This equates to a 40.2% loss in hatchling production for the survey area during 1995.	W: Stormimpact	Om de totale impact van stormen te evalueren kan de geschatte hoeveelheid jonge zeeschildpadden afkomstig van een broedseizoen zonder stormen vergeleken worden met de hoeveelheid uit een broedseizoen met stormen. Dit kun je berekenen door het aantal nesten te registreren en te vermenigvuldigen met de gemiddelde legselgrootte en het gemiddelde nestsucces (zonder en met stormen). Vervolgens bereken je het percentage verlies.	Longitudinaal onderzoek & Vergelijkend onderzoek
19.	Two factors should be taken into account when considering the effects of Hurricane Erin. First, the eye of the storm came ashore north of the island, so the strongest winds (those north of the eye) were not experienced. Second, this was a relatively weak hurricane with maximum sustained winds of only 75 knots [N.B. there were five hurricanes during 1995 that had maximum sustained winds of 100 to 130 knots]. Nevertheless, Hurricane Erin had a substantial impact on loggerhead reproductive success on the southern half of Hutchinson Island in 1995. Theoretically, even greater losses could be incurred with the passage of a stronger hurricane. However, since this was one of the most active hurricane seasons on record, storm effects in 1995 cannot be considered typical. Ongoing research at Hutchinson Island should further elucidate the overall consequences of storms and other factors on loggerhead reproductive success.	W: Stormen	Om de impact van een bepaalde storm op het reproductieproces van zeeschildpadden te beoordelen is het belangrijk om rekening te houden met factoren. Allereerst, waar de storm aan land komt en of een gebied getroffen wordt met zware of minder zware windstoten. Ten tweede moet er ook rekening gehouden worden met de sterkte van de storm (aantal knopen).	Longitudinaal onderzoek & Vergelijkend onderzoek
18.	All our marked nests and, as best we could establish by extensive excavation, 100% of all nests in the beach on the 13th of June were destroyed by inundation or exposure. The timing of the storm occurred about 45 days after first nesting and immediately prior to expected first hatching and many destroyed eggs contained well developed embryos. The number of eggs per nest (mean $\pm$ 2SE) was not significantly different before (106.5 $\pm$ 6.9) and after (108.5 $\pm$ 12.7) the storm or different from the overall multi-year clutch size estimate for this population (107 $\pm$ 3). Site tenacity (distance between 2 consecutive nests) was calculated from nesting location of 87 tagged turtles that nested within 10 days either side of 13 June; 13 with two nests prior to the storm, 52 with a nest	W: Nestgebied	Om aan te kunnen tonen hoeveel nesten er in een nestgebied verloren of beschadigd zijn door een storm worden er meerdere gegevens verzameld. Er moet bekend zijn welke nesten voor of tijdens de storm zijn gelegd en welke na de storm (het tijdstip). Hoeveel eieren er gemiddeld per nest gelegd zijn voor en na de storm en of dit gemiddelde verschilt van het standaard gemiddelde per soort zeeschildpad. De locaties van de nesten ten opzichte van elkaar en de hoeveelheid eieren die per nest verloren zijn gegaan.	Vergelijkend onderzoek & veldonderzoek

	before and a nest after and 22 with two nests following the storm. Mean inter-nest distances were respectively (mean $\pm$ 2SE) 660m $\pm$ 250m, 890m $\pm$ 190 and 860m $\pm$ 190 and not significantly different. Turtles were apparently able to locate their preferred nesting area along the beach equally well before and after the storm.			
17.	Storm surge data We gathered storm surge data by downloading the paths of tropical storms and hurricanes from the online database of the National Oceanic and Atmospheric Administration (URL: www.weather.unisys.com; accessed July 2006). We were only interested in large storm systems that directly affected our study area, which limited our data to the strongest tropical cyclones which are classified as tropical storms and hurricane-force storms. The official tropical storm/hurricane season lasts from 1 June to 30 November (Landsea 1993), which largely coincides with the sea turtle nesting season at our site (April–September; Antworth et al. 2006). Tropical storms are distinct rotating weather systems that maintain winds of 62.8–119 km/h and which often increase in strength to form hurricanes; hurricanes have stronger winds than tropical storms, exceeding 119 km/h. We included all storms that met these criteria and where the path of the storm passed through our study site. Although the periphery of some storms may have affected our site (rather than the center of the storm), our direct observations and the gentle slope of the beach at our study area (Frazer 1983) caused the entire nesting area to flood during all of the storms included in our analysis (1995–2005). For our data analysis we included all storms originating in the Atlantic Ocean and heading west, hitting the Atlantic coast of Florida, or in the Gulf of Mexico and heading east, hitting the Atlantic coast of Florida after crossing the Florida peninsula. To determine whether hurricanes increased in frequency or duration during our study, and over a much longer timescale (1851–2005), we regressed year with the corresponding number of tropical storms and their duration (days), respectively.	W: Stormen	Stormvloed gegevens werden verzameld van tropische stormen en orkanen uit de online database National Oceanic and Atmospheric Administration. Tropische stormen staan bekend om windkrachten tussen de 62,8 en 119 km per uur. Orkanen hebben windkrachten van boven de 119 km per uur. Enkel als stormen aan deze criteria voldeden werden ze opgenomen in het onderzoek. Uiteraard moest de storm ook in het specifieke gebied aanwezig zijn geweest.	Veldonderzoek
17.	Sea turtle nest placement The three species we studied can differ markedly in nest placement (Mrosovsky 1983; Hays and Speakman 1993), and nests placed closer to the shore generally have a higher likelihood of failing due to seawater inundation (Hays and Speakman 1993). For example, loggerhead and leatherback nests placed further from the ocean (closer to the dunes) have a higher likelihood of hatching than those placed closer to the high-tide line (Mrosovsky 1983; Hays and Speakman 1993). Thus, if storm surges inundate only a portion of the beach only some nests will be affected; consequently, if different species place their nests at different distances from the high-tide line, there may be a species-specific effect of storm surges. Another factor potentially affecting nest vulnerability to seawater is the depth at which the eggs are laid. For example, seawater may percolate down through the sand into shallower nests, while deeper nests may not be affected. The three species we studied tend to lay nests at different depths; leatherback nests are deep-set, green turtle nests are somewhat shallower, and loggerhead nests are closest to the surface (Ernst et al. 1994). However, we emphasize that during the tropical- and hurricane-force storm events we included in our analysis, the entire beach was inundated with seawater up to the dune vegetation for several hours or days in all cases (personal observation), although quantitative data are unavailable. Therefore, we do not present data on specific nest locations or nest depths because all nests incubating on the beach at the time of the storm should have been affected by each storm equally, regardless of the position of nests on the beach. For clarity, we define the sea turtle nesting season as the period from when the first nest was laid until the last nest was laid, whereas the incubation season is the period of time when the first nest was laid until the last nest hatched; thus the incubation season is of longer duration than the nesting season.	W: Nestgebied	Afhankelijk van het soort zeeschildpad, wordt het nest op een specifieke afstand van de hoogwaterlijn/vloedlijn gelegd. Zo hebben nesten dichterbij de vloedlijn meer kans overspoeld te worden tijdens een storm. Ditzelfde geldt voor nestdiepte. Een nest dat minder diep gelegd wordt kan meer schade ervaren als het overspoeld wordt, dan een nest dat dieper ligt. In dit onderzoek is er geen rekening gehouden met deze omstandigheden aangezien het gehele strand overspoeld werd als gevolg van storm, ongeacht wat de locatie of diepte van het nest was.	Veldonderzoek
16.	We used nest observations, inundation data and tropical cyclone intensity to assess the impacts of storms on egg hatching. Hatching success decreases over the study period, exhibiting for both	W: Stormimpact	Om de impact van een storm op het nestsucces te beoordelen worden nestdata (nestsucces), inundatiegegevens en de intensiteit van de storm gebruikt. Deze gegevens worden met elkaar	Longitudinaal onderzoek & Vergelijkend onderzoek

	species more than 50% declines (Figure 1A). This statistic isolates hatching declines not explained by predation, which only has a minor influence (see Supplemental data). The number of nests damaged by storm waves correspondingly increases over the study (Figure 1B, linear regression: $F_{1,6} = 7.0$, $P < .04$). Tropical cyclones have an increasing presence during the nesting seasons of our study period (Figure 1C). This measure stems from an index (Supplemental Material) that accumulates cyclone intensities over each nesting season within 30 latitude and longitude of DTNP. Importantly, nest flooding is higher in years where cyclone intensities are greater (Figure 1D, $F_{1,6} = 44.7$, $P = .0005$) and hatching success declines as cyclone intensity increases for both loggerhead ($F_{1,6} = 25.3$, $P = .002$) and green sea turtles ($F_{1,5} = 23.0$, $P = .005$).		vergeleken zodat er duidelijk wordt in welke mate de storm het succes van de nesten verstoord heeft.	
--	---	--	---	--

Temperatuur

Bron:	Tekst citatie	Code: Deelvraag 1.	Interpretatie onderzoeksmethode	Soort onderzoeksmethode
3.	The pivotal temperature for sex ratios, at which clutches comprise 50% female and 50% male hatchlings (Mrosovsky and Yntema, 1980), is 29.3 °C for loggerhead turtles in western Australia (Woolgar, Troceni, and Mitchell, 2013), and 28.6 °C in eastern Australia (Limpus, Reed, and Miller, 1985), where it is predicted that a temperature of 31.4 °C produces 100% females (Georges, Limpus, and Stoutjesdijk, 1994; Chu, Booth, and Limpus, 2008). We here consider that the transitional range of temperatures (TRT) for both male and female turtles of all species is 26.5 °C to 32 °C (e.g., Wibbels, 2003).	T: Geslachtsverhoudingen (onechte karetschildpad)	Een gemiddelde temperatuur voor het nest van een onechte karetschildpad in het Westen van Australië waarbij er 50% vrouwelijke en 50% mannelijke zeeschildpadden geboren worden is 29.3°C. In het Oosten van Australië is deze temperatuur 28.6 °C. Bij een temperatuur van 31.4 graden of hoger worden er enkel vrouwelijke onechte karetschildpadden geboren. Voor alle soorten zeeschildpadden geldt dat er bij een nest temperatuur tussen de 26.5 graden Celsius en 32 graden Celsius zowel mannelijke als vrouwelijke zeeschildpadden geboren worden.	Toetsend onderzoek
3.	Hatchling sex ratio has not been measured for any Australian hawksbill turtle rookery but we assume that the pivotal temperature for hawksbill turtles is 29.2 °C and clutches incubated around 30.3 °C produce 100% female offspring, as measured in Antigua (Mrosovsky and Provancha, 1992) and Bahia, Brazil (Godfrey, D'Amato, et al., 1999), which lie at similar degrees latitude to hawksbill nesting beaches in WA and NT.	T: Geslachtsverhoudingen (karetschildpad)	Een gemiddelde nest temperatuur van 29.2 graden Celsius tijdens de incubatieperiode van karetschildpadden zorgt voor een geslachtsverhouding van 50% man en 50% vrouw. Boven de 30.3 graden Celsius zullen er enkel vrouwelijke karetschildpadden geboren worden.	Toetsend onderzoek
3.	We used maximum seasonal surface air temperature, as this is a critical climate variable for loggerhead and hawksbill hatching success (cf. Pike, 2013a). We considered maximum developmental temperature thresholds to be 33 °C for loggerhead and hawksbill turtles (Matsuzawa, Sato, Sakamoto, and Bjørndal, 2002; Jourdan and Fuentes, 2015). Model ensemble temperature data were used, and downloaded from the KNMI Climate Change Atlas (http://climexp.knmi.nl/plot_atlas_form.py ; accessed 30/01/2015) for the CMIP5 GCM (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 - IPCC AR5 Atlas subset), for seasonal periods (October–April and May–September) to correspond with nesting times for the identified nesting beach regions.	T: luchttemperatuur	Luchttemperatuur in een kritische klimaatvariabele voor het succes van het uitkomen van de eieren. De maximale ontwikkelingstemperatuur voor 'onechte karetschildpadden' en 'karetschildpadden' is 33 graden Celsius. De klimaatgegevens zijn verstrekt via weerstations.	Toetsend onderzoek
4.	Air temperature and sea surface temperature data for the area between 16 and 18°N and 62–64°W were obtained from the International Comprehensive Ocean–Atmosphere Data (ICOADS) through the National Centre for Atmospheric Research (NCAR) (http://rda.ucar.edu/datasets/ds540.1/ , last accessed on 22 May 2015). Data were downloaded at 2° spatial resolution from the Enhanced ICOADS Monthly Summary Release 2.5 and filtered to restrict the dataset to months with at least 20 observations. Data were not interpolated to fill in some gaps existing in the data set.	T: luchttemperatuur & zee oppervlaktetemperatuur	Data van de luchttemperatuur en zee oppervlaktetemperatuur zijn verkregen via de ICOADS	Longitudinaal onderzoek
4.	Air temperature projections were obtained from the United Nations Development Programme (UNDP). The projected values stem from an analysis of 15 climate models used by the IPCC for the fourth assessment report published in 2007 (www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp/ , last accessed on 29 May 2015). The Special Report on Emissions Scenarios (SRES) scenario A2 was used for analysis. Projections that were published for the nation of St. Kitts and Nevis, two volcanic islands 12.4 km to the south-east of St. Eustatius, were used. The mean of the IPCC model output was bias-corrected using a “delta” approach: air temperature anomalies relative to the 1970–1999 mean air temperature in St. Kitts and Nevis were added to the 1970–1999 mean air temperature observed in St. Eustatius. To correct for variability, random variability was added based on the standard deviation of the historical ICOADS air temperature records to the model's output. 1000 runs were generated to capture the overall trend. The UNDP data is available in the form of yearly means and quarterly means. Quarterly means that encompass each turtle species' nesting season as recorded in 2002–2012 (JB, NE, STENAPA unpublished data) were used. For the hawksbills the yearly mean was used since this species nests from	T: Luchttemperatuur	De projecties van luchttemperatuur zijn afkomstig van de UNDP en gebaseerd op waarden uit de analyse van 15 klimaatmodellen gebruikt door het IPCC. Voor het analyseren is er gebruik gemaakt van het SRES scenario A2. Kwartaalrapporten met gegevens over de broedseizoenen van elke soort zeeschildpad werden gebruikt om zowel de temperatuurreconstructies als temperatuurprojecties op toe te passen.	Longitudinaal onderzoek

4.	Tinytag Plus 2 loggers (Tinytag Plus 2 models TGP-4017 and TGP- 4500, Gemini Data Loggers, UK) were used to record sand temperature representative of nests for greens, hawksbills and leatherbacks nesting on Zeelandia beach during the 2011 and 2012 nesting seasons. Temperature measurements were recorded every hour. The loggers were originally calibrated to United Kingdom Accreditation Service (UKAS) standards and are accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (www.tinytag.info, www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp, last accessed on 22 May 2015). To minimize impact on natural conditions during burial of loggers, care was taken to excavate a sand core and then replace it back on top of the logger. This was achieved by hammering a PVC pipe to the desired depth of the logger, creating a vacuum and then removing the pipe full of sand. The depth of the hole was verified using a semi-rigid tape measure, then the logger was dropped into the hole and the sand was emptied out of the pipe on top of the logger. A string was connected to the logger to facilitate relocation of loggers. During the 2011 nesting season, eight permanent loggers were buried at locations along the beach, selected based on historical nesting activities: four at 44.6 cm depth (midpoint between 48.8 cm and 40.4 cm, the mean nest depths for greens and hawksbills respectively) and four at 63.3 cm (mean nest depth for leatherbacks). Mean depths were calculated from records as the midpoint between the top and bottom of clutches of eggs excavated between 2005–2010 (JB, NE, STENAPA, unpublished data). During the 2012 nesting season, eight permanent loggers were buried at locations along the beach: four at 48.8 cm depth, mean nest depth for greens, and four at 63.3 cm, mean nest depth for leatherbacks (JB, NE, STENAPA unpublished data). Four additional loggers were deployed at 63.3 cm depth during March–June 2012. Two additional ‘roving’ loggers were re-positioned every seven days to record temperature conditions at the range of nest depths from 10 cm depth to 100 cm depth by 10 cm increments. Four complete cycles of 10 cm to 100 cm depth temperatures were recorded during the sample period. All roving loggers were buried on 17/02/2012 and excavated on 01/03/2013 to capture the first nesting activity and incubation period after the final nesting activity (Leatherback 24/04–17/06/2012; Green 29/05–14/11/2012; Hawksbill 17/02–26/12/2012).	T: Zandtemperatuur	Tiny Tag 2 loggers werden gebruikt om de zandtemperatuur van nesten van Groene, Karet en Lederrug zeeschildpadden te meten. Ieder uur werd de temperatuur opgenomen. Via een pvc-buis werd zand verwijderd om de logger te kunnen begraven. De diepte van de logger werd bepaald met een semi-rigide meetlint. Nadat de logger geplaatst was, werd het zand uit de PVC weer teruggestort op dezelfde plek. Deze methode wordt gebruikt om de natuurlijke omstandigheden zo min mogelijk te veranderen. Aan de logger werd een touw bevestigd om ze gemakkelijker op te kunnen graven. In totaal werden er 8 loggers begraven op basis van eerdere nestactiviteiten in het broedgebied. Vier loggers op een diepte van 44 cm (Dit is de gemiddelde nestdiepte van groene en karet zeeschildpadden. De andere vier loggers op een diepte van 63,3 cm gebaseerd op de lederrugzeeschildpadden. Gemiddelde dieptes werden gebaseerd op het middelpunt tussen de onderste en bovenste eieren in het nest. Twee extra ‘zwervende’ loggers werden om de zeven dagen van positie verplaatst om verschillende temperaturen vast te leggen. Deze temperaturen werden gemeten in nestdieptes van 10 tot 100 cm, in stappen van 10cm per keer. De zwervende loggers werden begraven tijdens de eerste nestactiviteit in het gebied en gebruikt tot na de laatste nestactiviteit incl. incubatieperiode.	Longitudinaal onderzoek
4.	2.5. Sand albedo Albedo was measured to assess the relative reflection of the sand on Zeelandia beach and its relationship with sand temperature. Albedo measurements were taken with a standard photographic light metre (Sekonic L-778) following methods described in Hays et al. (2001) at the 12 permanent logger locations on Zeelandia beach. Albedo was calculated as the percentage of reflecting incident solar radiation from a surface: $p350-800 = (L_s / L_G) \times 18\%$ where L_s is solar reflection of visible light from the sand, L_G is solar reflection of visible light from a grey card (of known albedo 18%) and $p350-800$ is albedo (of the visible light). Albedo values were expressed as percentages (absorptance = $100\% - \text{albedo}$).	T: Zandalbedo	De albedo werd gemeten om de relatieve reflectie van het zand en de relatie met de zandtemperatuur te beoordelen. Metingen werden gedaan met een fotografische lichtmeter (Sekonic L-778) op de locaties waar ook de Tiny Tag loggers zaten.	Longitudinaal onderzoek
4.	The relationship between incubation temperature and primary sex ratios described in 2014 was used to calculate sex ratios (Laloë et al., 2014). A pivotal temperature of 29°C was used as this temperature is illustrative for all species of sea turtles (Ackerman, 1997).	T: Geslachtsverhouding	Om de geslachtsverhouding te berekenen van de geïncubeerde eieren werd de gemiddelde temperatuur van 29°C aangehouden die voor alle soorten zeeschildpadden representatief is.	Longitudinaal onderzoek
4.	2.7. Hatchling emergence success Year-round morning surveys (0600–0800 h local time) of Zeelandia beach have taken place since 2002 according to a standard protocol for nesting beaches (Eckert & Beggs, 2006). Any indication of turtle activity (i.e. tracks, sand disturbed in a way that was characteristic of nesting) was documented and the presence of eggs confirmed through careful digging by hand. Nightly beach patrols were conducted during peak nesting seasons from April–October (resources	T: Nestsucces	Het broedsucces, ook wel nestsucces werd geregistreerd van 2005 tot 2010. Na 50 dagen werd de nestplaats nauwlettend in de gaten gehouden. Bij tekenen van uitkomst werd het nest na 48 uur opgegraven. Indien er geen tekenen van uitkomst waren, werd het nest na tenminste 70 dagen pas uitgegraven. Na het uitgraven werden de volgende gegevens genoteerd: Het aantal lege schalen (dit vertegenwoordigd het aantal uitgekomen	Longitudinaal onderzoek

	permitting). Hatching success of recorded nests at Zeelandia beach was estimated from 2005–2010. Close to the expected hatching dates (after 50 days of incubation) the nest triangulation data were used to mark the site of the egg chamber. This area was closely monitored for evidence of hatching: a depression in the sand, hatchling tracks or hatchlings. When any signs of hatching were observed the nest was excavated after 48 h; if no signs of hatching were recorded the nest was excavated after at least 70 days from the date the eggs were laid. During an excavation, the nest contents were carefully removed from the egg chamber and inventoried. The data recorded for each excavated nest included the numbers of: empty shells (representing the number of hatched eggs), hatchlings, unhatched eggs (categorised as No Embryo, Embryo, Full Embryo), pipped eggs, predated eggs, deformed embryos, yolkless eggs; and depth of the top and the bottom of the egg chamber.		eieren), het aantal jongen, het aantal niet-uitgekomen eieren (met embryo, zonder embryo of volledig ontwikkeld embryo), het aantal gepipte eieren (geroofd), het aantal eieren uit een eerder nest, het aantal misvormde embryo's/jongen, het aantal eieren zonder dooier en als laatste de inhoud (LxHxB) van de nestkamer.	
8.	1. Primary sex ratio (the proportion of females produced at hatching), which was scored between 'skewed' (i.e. production of almost all one sex) and 'balanced' (production of a more equal balance of females and males). This was assessed for the present study by converting sand and nest temperatures (see below) into estimated % female hatchlings, using equations from Mrosovsky et al. (2002). We also modelled the proportion of female hatchlings produced under future climate scenarios (see below). Marine turtle primary sex ratios are known to be highly female biased in almost every rookery in which they have been studied (Hawkes et al., 2010), which may provide a mechanism for rapid population growth (Tomillio et al., 2015) and thus primary sex ratios are scored on a non-linear scale, from worst (score 0) N 99% female to best (100) b 60% female.	T: Geslachtsverhouding	Een kwalitatief kader is toegepast om een niet lineaire schaal score te geven van slechtste (score 0) tot beste score (100) met betrekking op de geslachtsverhouding binnen een nest zeeschildpadden. Score 0 wordt gegeven wanneer 99% van de uitgekomen eieren vrouwelijke zeeschildpadden zijn. Score 100 bij een percentage van 60% vrouwelijke zeeschildpadden en 40% mannelijke.	Toetsend onderzoek
8.	2. Emergence success, which was scored between 0 (complete failure of hatchlings to emerge) and 100 (all of the eggs produce hatchlings that reach the sand surface). In the present study, we enumerated hatching success through nest excavations (see below) and scored it linearly in the resilience framework.	T: Nestsucces	Een kwalitatief scorekader is toegepast om het nestsucces van de zeeschildpadden een score te geven. Score 0 betekent dat geen van de eieren in het nest zijn uitgekomen. Score 100 betekent dat alle eieren in het nest zijn uitgekomen en de jonge zeeschildpadden de zandoppervlakte allen bereikt hebben	Toetsend onderzoek
8.	3. Availability of temporal climate refugia for nesting, which was scored between 0 (turtles already nest in the coolest part of the year so cooler conditions cannot be exploited by nesting earlier or later) and 100 (turtles nest in the warmest part of the year, so cooler conditions can be exploited by nesting earlier or later). This was assessed for the present study based on the relative temporal distribution of nesting	T: Klimaatrefugium	Een kwalitatief kader is toegepast om de beschikbaarheid van tijdelijke klimaatrefugium tijdens het nestseizoen een score te geven. Score 0 wordt gegeven wanneer zeeschildpadden al tijdens het koelste deel van het jaar nestelen. Dit betekent dat koelere nestomstandigheden niet gecreëerd of benut kunnen worden door de zeeschildpadden. Score 100 wordt gegeven wanneer de zeeschildpadden nestelen tijdens de warmste periode van het jaar. Dit betekent dat koelere nestomstandigheden wel benut kunnen worden.	Toetsend onderzoek
8.	4. Availability of spatial climate refugia, which was scored between 0 (turtles already nest in the coolest part of the coast so cooler conditions cannot be exploited by nesting elsewhere) and 100 (turtles nest in the warmest part of the coast and so cooler conditions can be found by nesting elsewhere). In the present study, we enumerated this by measuring the sand temperature at sites around the coast of Boa Vista (Fig. 1b; see also below) and scored on a linear scale. Marine turtles have apparently occupied larger distributional ranges in interglacial periods (Bowen et al., 1993) and leatherback nests have now been recorded further north than at any time during modern monitoring programmes have recorded them (Rabon et al., 2004) but it is unclear how quickly marine turtles could shift the spatial distribution of nesting in the present day.	T: Klimaatrefugium	Een kwalitatief kader is toegepast om de beschikbaarheid van ruimtelijke klimaatrefugium tijdens het nestseizoen een score te geven. Score 0 wordt gegeven wanneer de zeeschildpadden in het koelste deel van de kust nestelen. Hierdoor zouden koelere kustgebieden niet benut kunnen worden door de zeeschildpadden. Een score 100 wordt gegeven wanneer de schildpadden in het warmste deel van de kust nestelen. Dit zou betekenen dat er koelere omstandigheden zijn en deze benut zouden kunnen worden door de zeeschildpadden.	Toetsend onderzoek
8.	Sand temperature was recorded at nest depths (40 cm) at 44 different sites around Boa Vista (Fig. 1b) using automatic temperature data loggers (Stow Away TidbiT Onset, http://onsetcomp.com, with an accuracy of ± 0.3 °C), programmed to record temperature every 30 min. Data loggers (factory calibrated at purchase) were	T: Zandtemperatuur en Nestsucces	Temperatuur loggers (Stow Away TidbiT Onset) werden in gezet om de zandtemperatuur in het nest vast te leggen. Iedere 30 minuten werd de temperatuur geregistreerd. De loggers zijn voor gebruik gedurende 48 uur getest. Bij een temperatuurverschil van meer dan 0,1 graad	Longitudoonaal onderzoek

	checked for accuracy by deploying them in beach sand, simultaneously, for at least 48 h before and after the main data collection period. Any loggers that returned data that differed from the group mean by more than 0.1 °C were not carried forward to analysis. If any loggers were over-washed by the tide, they were also eliminated from analysis. Logger deployments were divided into four groups, according to the orientation of the beach: East, South-Southeast, North, West). Air temperature data (daily average air temperatures from 01-January 2005 to 31- December 2008) for Praia, São Vicente and Sal international airports were downloaded from www.tutiempo.net (150, 250 and 75 km away from Boa Vista, respectively) and correlated against measured sand temperature to infer incubation temperatures (see below). Incubation temperatures were recorded in 71 loggerhead turtle nests (2005 n = 34, 2006 n = 6, 2007 n = 19, 2008 n = 12). Loggers were placed in the center of each nest at approximately egg number 40 (half of the average clutch size for this population (Varo-Cruz et al., 2007)). In 37 of these nests, a second ('control') logger was buried 75 cm away from the nest, at the same depth, to measure metabolic heating of the incubating nest, defined as the temperature difference between the incubating nest and the 'control' logger next to the nest. The incubation period was divided into thirds and the metabolic heating calculated for every 30 min throughout each third. Metabolic heating during the first third of incubation was almost negligible (mean 0.07 °C ± 0.19 s.d.; range: 0 °C–0.44 °C; n = 37). During the second third of incubation (the critical period for sex determination) metabolic heating ranged from 0 °C to 2.85 °C (mean: 0.51 ± 0.38; n = 37). Maximum levels of metabolic heating were recorded during the last third of the incubation (maximum 5.2 °C, mean 1.95 °C ± 1.00 s.d.; n = 37) and the mean maximum metabolic heating was 2.87 °C (±1.28 s.d.; n = 37). These numbers were carried forward to sex ratio calculations, below. Nests were excavated at day 60 of incubation, eggs categorized according to Miller (1999). The emergence success of each nest was calculated taking into account the number of hatched eggshells minus the number of live or dead hatchlings found inside the nest during excavation, as a proportion of the total number of eggs in the clutch.		Celsius ten opzichte van de andere loggers, werd de logger niet gebruikt voor analyse. Ook wanneer loggers overspoeld werden door het getij, worden ze niet meer gebruikt voor analyse. De loggers worden verdeeld over vier groepen, op basis van de strandligging; Oost, Zuidzuidoost, Noord en West. Luchttemperatuur gegevens werden ook geregistreerd om uiteindelijk een verband te kunnen leggen met de zandtemperaturen en incubatietemperaturen. De temperatuur loggers werden in het midden van ieder nest geplaatst. Voor de onechte karetschildpad ligt het midden rond ei nummer 40. Dit is de helft van het gemiddelde legsel. Op 75 cm afstand van het nest werd op dezelfde diepte een tweede logger begraven. Dit met als doel om de opwarming van het broednest te meten ten opzichte van de plek (op de dezelfde diepte) zonder nest. Wanneer metabole verwarming in het nest tijdens de incubatieperiode geregistreerd wordt, moet dit toegevoegd worden aan de berekeningen van de geslachtsverhoudingen. Het nestsucces wordt berekend door rekening te houden met het aantal uitgekomen eieren (eierschaalresten), minus het aantal levende of dode jongen dat tijdens het uitgraven van het nest wordt aangetroffen. Dit allen in verhouding berekend tot het totaal aantal eieren in het legsel.	
8.	Primary sex ratios of nests incubating on Boa Vista were estimated using the equation in Mrosovsky et al. (2002) where 29.3 °C was considered the pivotal temperature. In order to estimate the overall current production of female hatchlings on Boa Vista over the whole study period (2005–2008), it was necessary to model the total island wide production of hatchlings. First, we estimated nest incubation temperatures using either measured sand temperature, adding the mean amount of metabolic heating that we empirically measured in 37 nests, or by estimating sand temperature from air temperature since mean daily air and sand temperatures were significantly correlated ($TSAND\ ^\circ C = 8.28 + 0.79 \times TAIR\ ^\circ C; R = 0.743, R^2 = 0.55, pb0.001, n=122$) and adding mean metabolic heating. We assumed that nesting followed the same temporal distribution within each year as it did in 2005, and the same spatial distribution as was reported in Marco et al. (2012). We also assumed that the relative amount of nesting between study years was reflected in the relative differences within index nesting areas (Ervatao and Ponta Cosme beaches) between years. Estimated nest incubation temperatures were then binned into two-week intervals and applied across this model to derive overall estimated nest temperatures and subsequently, estimated primary sex ratios. The Inter-Governmental Panel on Climate Change RCP 2.6 scenario (stringent mitigation scenario, selected to provide a parsimonious, best possible case scenario) predicts temperature increases of up to 1 °C and up to 2 °C in the next 50 and 100 years respectively, for the Cape Verde islands (IPCC, 2014). In RCP 8.5 (very high greenhouse gas emissions),	T: Geslachtsverhouding	De geslachtsverhouding van de nesten werden geschat met de vergelijking in Mrosovsky et al. (2002). Volgens deze vergelijking is de gemiddelde nesttemperatuur voor een geslachtsverhouding van 50% man en 50% vrouw 29,3 graden Celsius. Om de incubatietemperatuur van de nesten in het onderzoek te berekenen werden de zandtemperaturen en het extra aantal graden metabolische warmte binnen het nest bij elkaar opgeteld. Vanuit eerdere onderzoeken in de regio werd bepaald wat de vaste broedperiode was en de regio van het nestgebied. Vervolgens zijn de geschatte incubatietemperaturen van de nesten verbonden aan intervallen van twee weken en aan de hand van deze criteria berekend wat de geschatte geslachtsverhouding is. Om een toekomstscenario voor de geslachtsverhouding van zeeschildpadden te schetsen is er gekozen voor het RCP 2.6-scenario. Dit scenario kan toegepast worden op de uiteindelijke resultaten.	Longitudinaal onderzoek & toetsend onderzoek
10.	2.2. Experimental design and clutch relocation Four treatments were set up in a 2 x 2 factorial design;	T: Relocatie Nest	Experimenteel onderzoek naar de verplaatsing van het nestlegsel van zeeschildpadden. In dit	Experimenteel onderzoek &

	tree-shaded dune with ground-cover vegetation cleared (shade + cleared), tree- shaded dune with ground-cover vegetation intact (shade + vegetation), sun-exposed dune with ground-cover vegetation cleared (sun + cleared), and sun-exposed dune with ground-cover vegetation intact (sun + vegetated). Twelve nests were placed in transects of tree- shaded areas and twelve nests were placed into full sunlight. Tree-shaded nests received shade from ~10:00 each day until sunset, whilst sun exposed nests were shaded from 16:00 until sunset. The two areas (sun and shade) were located within a 100 m stretch of beach on the frontal dunes of the Turtle Sands Caravan Park and divided again into ground-cover vegetated and cleared sites. In the tree-shaded zone, six nests were placed in areas cleared of ground-cover vegetation prior to nest relocations, and six nests were placed into ground-cover vegetated areas which only had vegetation removed directly above the nest, 1m in diameter (resembling a natural body pit created by a nesting female). This same process was repeated for the sun-exposed dune sites, with six nests in cleared areas and six nests in vegetated areas. Cleared areas were maintained vegetation-free throughout incubation by hand- weeding, whereas ground-cover vegetation was permitted to re-colo- nise the area above nests within the vegetated treatments, but this was not quantified. Between 07 and 22-Dec2017, twenty-four clutches of loggerhead turtle eggs were randomly selected from different females nesting on Mon Repos beach within either the Mon Repos Conservation Park or the adjacent Turtle Sands Caravan Park. Each night, two to four clutches were collected, and individual clutches were haphazardly placed into one of the four treatments. The entire clutch of eggs were relocated to the experimental site within 2 h of oviposition (Limpus et al., 1979). The total clutch count (TCC) was recorded for each clutch and 10 eggs were selected from the diagonal line formed when the eggs were placed in rows of 10 for counting. These 10 eggs were weighed to estimate the average egg mass for the clutch, as initial egg mass is the most important variable in determining hatchling mass and size (Booth and Evans, 2011). Each clutch was placed into an inverted-funnel-shaped relocation hole, which was dug to a standard depth of 55 cm by hand. All procedures performed in this study that involved animals were in accordance with the ethical standards of the University of Queensland Animal Ethics Committee approval SBS/267/17. This study was conducted in collaboration with the University of Queensland and the Department of Environment and Science Queensland Turtle Conservation Project (permitted for experimental manipulation of logger- head turtle eggs and hatchlings).		onderzoek wordt er gebruik gemaakt van 4 factoriële ontwerpen. 1. Zandduin met schaduw van bomen zonder bodem bedekkende vegetatie. 2. Zandduin met schaduw inclusief bodem bedekkende vegetatie. 3. Zandduin zonder schaduw (zonovergoten) en zonder bodem bedekkende vegetatie. 4. Zandduin zonder schaduw (zonovergoten) inclusief bodem bedekkende vegetatie. Er werden 24 nesten, eerlijk verdeeld over deze vier soorten ontwerpen en het aantal uren zonlicht en schaduw per ontwerp, per dag werd vastgelegd. Indien er bodem bedekkende vegetatie aanwezig was, werd enkel de vegetatie direct boven het nest verwijderd met een diameter van 1 meter, aangezien dit onder natuurlijke omstandigheden ook zou gebeuren. Voor dit onderzoek werden 24 legfels van onechte karetschildpadden verplaatst. De legfels werden binnen 2 uur na het leggen, naar de proeflocaties gebracht. De nieuwe locaties werden in trechtervorm, 55 cm diep gegraven met de hand. Alle procedures in dit onderzoek zijn ethisch goedgekeurd door de Animal Ethics Committee of the University of Queensland.	Longitudinaal onderzoek
10.	2.3. Nest temperature iButton temperature data loggers (Maxim, Model DS1922 L) sealed inside a water-resistant rubber balloon were placed in the centre of each nest during the relocation of a clutch and programmed to record nest temperature (± 0.1 °C) for each hour of incubation. The incubation period for all clutches was standardized to start at midnight on the night that each clutch was laid. The exact timing of hatching and when the hatchlings begin to crawl their way towards the surface can be determined from the large sudden drop in nest temperature at the end of incubation (Chu et al., 2008). However due to heavy rainfall towards the end of incubation in this study, the time of hatching could not be clearly identified from the nest temperature trace. It was assumed (and standardized) that hatching occurred three days prior to the emergence of the first hatchling onto the dune surface (Chu et al., 2008). Mean nest temperature was calculated for each nest throughout the calculated incubation period.	T: Zandtemperatuur	Temperatuur loggers (iButton Maxim, Model DS1922 L) werden gebruikt om de zandtemperatuur in het nest te meten. Voor gebruik zijn ze waterbestendig gemaakt met een rubberen ballon. De loggers werden in het midden van het nest geplaatst en ieder uur werden de temperaturen geregistreerd. Aangenomen wordt in deze studie, dat drie dagen voor het eerste jong aan de zandoppervlakte verschijnt, de eieren zijn uitgekomen. De gemiddelde temperatuur van het zand, ook wel het nest, wordt berekend aan de hand van de incubatieperiode van de eieren.	Experimenteel onderzoek & Longitudinaal onderzoek
10.	2.4. Hatchling collection Prior studies of incubating loggerhead turtle eggs at Mon Repos have shown that warmer nests have hatchlings emerge after approximately 47 days of	T: Lichamelijke Conditie Zeeschildpadden	Na de 47e dag van incubatie werd er in de namiddag en plastic gaasomhulsel over het nest geplaatst. Iedere nacht werd routinematig gecontroleerd om de 15 à 30	Experimenteel onderzoek & Longitudinaal onderzoek

	incubation (Chu et al., 2008). With this in mind, on the 47th day of incubation, a plastic mesh enclosure was placed directly over the nest in the late-afternoon. Each night, the beach was routinely patrolled, and the enclosures were checked every 15–30min for emerged hatchlings. All enclosures were removed at dawn, as leaving the enclosures over the nests during the day would risk trapping any emerged hatchlings and potentially kill them by overheating or pre-dation. However, no day-time emergences occurred in this study. Once an emergence has occurred, 10 hatchlings were haphazardly selected for performance and morphological measurements and labelled 1–10 with a permanent marker pen on the plastron. The remaining clutch was released and left to crawl down to the sea naturally. 2.5. Crawl speed and self-righting ability Before measuring locomotion performance, the plastron temperature (°C) of each hatchling was measured (accuracy $\pm 2^\circ\text{C}$) using an infrared thermometer (Model AR550 Smart Sensor). We included plastron temperature as a co-variate in analysis of locomotion performance because body temperature is known to affect locomotor performance of ectothermic animals such as marine turtle hatchlings (Aidam et al., 2013; Booth et al., 2013). Immediately after obtaining plastron temperature, the 10 hatchlings were moved in buckets to the two raceways located on the beach (within 100 m of emerged nest) where crawl speed could be recorded. Following the method of Read et al. (2013), crawl speed was measured using a black 2.9m long PVC gutter (raceway) and was placed perpendicular to the shoreline with an angle of depression approximately $\sim 20^\circ$ down the first dune. A 2 cm layer of lightly-compacted, moist beach sand was placed on the track surface and an LED light source was placed on the lowered end of the raceway. The light stimulated the hatchling to crawl directly down the raceway. The time taken for the hatchling to crawl from one end of the raceway to the other (including rests) was measured with a stopwatch and this time converted to crawl speed (cm s^{-1}). The processing most clutches was completed in less than 10 min. Self-righting ability was assessed with the method developed in Booth et al. (2013) – hatchlings were placed onto their carapace, on flat sand. Time (seconds) taken for the hatchling to flip itself upright, was recorded and written as a successful attempt if this was achieved in less than 10 s. If the individual could not self-right in less than 10 s, that attempt was regarded as a fail. Each hatchling was given six possible attempts to self-right successfully. If the hatchling was successful three times before using all six attempts, then further measurements were not completed. Each individual hatchling received a mean self-righting time (MSRT, s) and a self-righting propensity (SRP) score as described in Table 1. Similar to crawl speed, self-righting measurements were completed for a single clutch in less than 10 min.		minuten of de uitgekomen jongen de zandoppervlakte bereikt hadden. Overdag werden de omhulsels verwijderd omdat dit te risicovol was voor de overlevingskans van de jongen. Zodra een nest uitkwam werden er onwillekeurig 10 jongen geselecteerd voor metingen. De jongen werden aan de onderkant gemerkt met cijfer 1-10. De overige uitgekomen jonge zeeschildpadden werden vrijgelaten. Voordat de gemarkeerde jongen getest werden, moest hun lichaamstemperatuur gemeten worden omdat deze de prestaties kan beïnvloeden. Lichaamstemperatuur werd gemeten met een infraroodthermometer (model AR550 Smart Sensor). De kruipsnelheid van de zeeschildpadden werd gemeten aan de hand van de methode van Read et al. (2013). Het draaivermogen werd beoordeeld met een methode ontwikkeld in Booth et al.	
10.	2.7. Nest excavation and incubation success Two to five days post hatchling emergence, the nest was carefully excavated by hand to retrieve the temperature data logger. During the excavation, we counted the number of hatched, unhatched (UH), and undeveloped (UD) eggs, and any dead (D) or live (L) hatchlings found in the nest. Using the total clutch count (TCC) from when the clutch was relocated, and the end of incubation counts, hatching success (%) = $100 \times (\text{TCC} - (\text{UH} + \text{UD})) / \text{TCC}$ and emergence success (%) = $100 \times (\text{TCC} - (\text{UH} + \text{L} + \text{D})) / \text{TCC}$ were calculated as described in Read et al. (2013).	T: nestsucces	Twee tot vijf dagen nadat het nest is uitgekomen, werden de temperatuurloggers opgegraven. Tegelijkertijd zijn het aantal uitgekomen, niet uitgekomen (UH), onontwikkelde (UD) eieren geteld evenals het aantal dode (D) of levende (L) jongen uit het nest. Tijdens de verplaatsing van het nest was het totaal aantal eieren aan het begin van de incubatieperiode (TCC) al bekend geworden. Het nestsucces kan op twee verschillende manier gezien worden en berekend volgende een methode die beschreven staat in Read et al.: - % Succesvol uitgekomen eieren = $100 \times (\text{TCC} - (\text{UH} + \text{UD})) / \text{TCC}$ - % Succesvol aantal opgekomen jonge zeeschildpadden = $100 \times (\text{TCC} - (\text{UH} + \text{L} + \text{D})) / \text{TCC}$	Experimenteel onderzoek & Longitudinaal onderzoek
10.	2.8. Statistical analyses All datasets were tested for normality of data using a Shapiro-Wilk test prior to analysis. Mean nest temperature was analysed using a two-factor ANOVA	T: Statistische analyse van data	Voordat alle verzamelde data gebruikt werd voor de analyse, werd de normaliteit van de gegevens getest met behulp van een Shapiro-Wilk-test. De gemiddelden werden	Experimenteel onderzoek & Longitudinaal onderzoek

	model with treatment levels sun/shade and vegetated/cleared as fixed factors. ANCOVA probability statistics for incubation period were conducted with nest temperature as a covariate and treatment levels sun/shade and vegetated/cleared as fixed factors. Hatching and emergence success were Arcsine transformed before analysis and used in a two-factor ANOVA model with treatment levels sun/shade and vegetated/cleared as fixed factors. For hatchling morphology, a two-factor ANCOVA was conducted using egg mass as a covariate for both hatchling mass and CSI with treatment levels sun/ shade and vegetated/cleared as fixed factors. A two-factor ANCOVA was conducted to analyse crawl speed and mean self-righting time with a covariate for plastron temperature and with treatment types as fixed factors. A post hoc test analysis of Kruskal-Wallis ANOVA was conducted for self-righting propensity score with treatment types as fixed factors. All statistical tests were conducted using Statistica version 13.2 software, results are presented as means $\pm$ SE and significance is assumed if $P < 0.05$.		weergegeven als $\pm$ SE en significantie wordt aangenomen als $P < 0,05$. 2.8.	
12.	Currently, the only reliable method of determining the sex of marine turtle offspring is by histological examination of the gonads, which requires euthanasia of animals (Yntema & Mrosovsky 1980). Given that marine turtle populations in the Mediterranean are of acute conservation concern, in this study we sampled only dead offspring found in the nest after hatching. We sampled offspring from 7 clutches, in which hourly temperature was also recorded using Tinytag dataloggers (Gemini Data Loggers; accuracy 0.3°C). Dataloggers were placed in the centre of the clutch of eggs at laying, and the female was allowed to cover her eggs and camouflage her nest as normal. After hatching, nest contents were excavated, the datalogger was retrieved and data were downloaded. To allow for thermal equilibration of the datalogger, temperatures recorded for 4 h after covering of the nest were discounted, as were the temperatures recorded after midnight on the night of the first hatchling emergence. In addition, we included published data from 2 clutches in which live hatchlings were sampled (Kaska et al. 1998), also from Cyprus—increasing our sample for sex determination to 9 clutches and 48 hatchlings. We do not know female identity for all clutches, therefore we cannot be certain that there are not repeat clutches from the same female; however, it is unlikely since the clutches were laid at 4 separate beaches. There is the possibility that different females may have different pivotal temperatures, although currently there is no evidence to suggest that this is the case. Sex ratio curve estimates We used generalised linear models with binomial errors for curve estimates using R statistical software: Proportion of females = $1/[1 + 1/e(-27.65 + 0.96 \times \text{temp})]$ (1) Proportion of females = $1/[1 + 1/e(39.763 - 0.707 \times \text{ID})]$ (2)	T: Geslachtsverhouding	Van zeven nesten is de zandtemperatuur ieder uur vastgelegd met Tinytag temperatuurloggers (type Gemini). Deze loggers werden geplaatst in het midden van het legsel. Geslachtsverhouding van de uitgekomen nesten zijn aangegeven met curveschattingen. Deze zijn berekend aan de hand van statistische R-software met gegeneraliseerde lineaire modellen met binominale fouten ingecalculeerd.	Longitudinaal onderzoek
13.	Generally, the nesting season in Sirte starts in late May and continues until mid-August and sometimes early September (Hamza 2010). The fieldwork was conducted during the summer months of 2009 on the beaches of Al-Ghbeba (length 5.12 km, average width 65 m), Al-Thalateen (length 5.43 km, average width 55 m), west of Al-Thalateen (length 3.45 km, average width 35 m), Shash (length 4.85 km, average width 35) and Al-Arbæen (length 8.54 km, average width 40 m). These beaches are located on the Gulf of Sirte, which has a total length of more than 800 km. Nesting and hatching activity were observed over the beaches as part of the long-term monitoring undertaken by the Libyan Sea Turtle Programme (LibSTP) since 2005. Each nest was located by walking on the beach and the precise GPS position was recorded in order to locate the nest and identify its first hatchling emergence date.	T: Nestlocatie	Het onderzoeksgebied is afgebakend op de kustlijn waar het nestgebied zich bevindt en de periode van het broedseizoen. Nestdata werd al sinds 2005 bijgehouden en in 2009 is het onderzoek uitgebreid. De locaties van de nesten werden vastgelegd met een GPS. De nesten die nader onderzocht zijn werden geselecteerd op basis van een gemiddelde afstand waarop de nesten gelokaliseerd moesten zijn vanaf de vloedlijn. Deze afstand (van het nest tot de vloedlijn) werd ook genoteerd. De incubatieperiode werd berekend vanaf de eerste dag waarop het nest werd gelegd tot aan de dag waarop de jonge zeeschildpadden het nest verlaten.	Longitudinaal onderzoek

	Sampled nest locations were chosen to fall within the mean distance from the sea line, based on same year data collected at each beach weeks prior to data logger placement. The monitored nests were protected by under-sand wire netting to deter predators (mainly red foxes, <i>Vulpes vulpes</i>). Nest distance from the sea was recorded from the nest location to the sea line. For the purpose of this study, incubation duration is defined as the period in days between observation of the newly laid nest and the first record of emergence, by either direct observation of hatchlings or their crawl tracks emerging from nests.			
13.	Temperatures in 14 loggerhead turtle nests were examined using a LogTag HAXO-8 electronic humidity and temperature data logger (LSTechnology, UK) from July to September 2009 on the selected beaches (when most clutches are in their thermosensitive stage for sex determination). In order to cover the entire nesting site so that the study could be representative of the area, the data loggers were distributed to all beaches according to the nesting densities of 2009 and previous seasons at each beach (Hamza, 2010) as follows: 3 at Al-Ghbeba, 2 at Al-Thalateen, 2 at west of Al-Thalateen, 4 at Shash and 3 at Al-arbaeen. Within each nesting beach, nest sites were selected so that the data loggers were homogeneously spread along the beach length. Furthermore, the locations of studied nests were also chosen within the area of mean distance from the wave line, based on data of nests laid at the start of the same season. Due to logistical restrictions, there was a delay in 9 data logger placements, but in all cases temperature/humidity data loggers were placed into the centre of the nests before the start of the second third of the incubation period. A small hole was made adjacent to the egg chamber, without excavating the nest, 3-4 eggs were carefully removed in order to place the data logger and then they were returned to their initial positions, with the exact orientation. Temperatures and humidity at three levels (top, middle, and bottom) in two nests were also recorded. The temperatures were not initiated in one nest in Al-Ghbeba due to a malfunction of the data logger. This nest was later visited and the date of emergence was not accurately determined. Therefore, it was excluded from data analysis. Additionally, temperature data loggers were buried adjacent to each nest (Approximately 1 m to the east at the same depth and the same distance from the sea) in order to study the effect of metabolic heating. All loggers were programmed to record a reading every 15 minutes. The middle third of the incubation period was calculated on the basis of the incubation period mentioned above.	T: Nesttemperatuur	De nesttemperaturen werden gemeten van 14 nesten (onechte karetschildpadden). De temperatuurloggers LogTag HAXO-8 werden hiervoor gebruikt. De temperatuurloggers werden zo gelijk mogelijk verdeeld over de nestgebieden die meededen aan het onderzoek. De loggers werden geplaatst onder de bovenste 3 tot 4 eieren in het midden van het nest. In twee nesten werd zowel het onderste, middelste en bovenste gedeelte van het nest gemeten. De loggers noteerde iedere 15 minuten de temperatuur, gedurende de hele incubatieperiode.	Longitudinaal onderzoek
13.	Nest contents were excavated within a specific period after the first hatchling emergence, as suggested by Adam et al. (2007); nest depths were measured and data loggers were retrieved. The total number of eggs (the number of eggs laid into the nest) and the hatching success were calculated by counting unhatched eggs, dead hatchlings in eggs, dead hatchlings in nests and empty eggshells (>50% complete) which were characterized as successful hatching. The hatching success (%) is calculated as follows: (empty eggshells/ total number of eggs)*100.	T: Nestsucces	Nadat de jonge zeeschildpadden het nest hadden verlaten, werden de overblijfselen in het nest opgegraven om het nestsucces te berekenen. De diepte van het nest werd genoteerd en de temperatuurloggers verzameld. Het percentage uitgekomen eieren werd berekend door de volgende gegevens te verzamelen: Het aantal niet uitgekomen eieren (met en zonder bezwaken zeeschildpadden) en het aantal uitgekomen eieren. De berekening is: (lege eierschalen / totaal aantal gelegde eieren) * 100.	Longitudinaal onderzoek
13.	The sex ratio of hatched loggerhead turtles was estimated using two methods. The first used the mean temperature during the middle third of the incubation period, while the second used the incubation duration. The curves used for estimation of sex ratio as functions of incubation duration and temperature during the second third of the incubation duration were those of Mrosovsky et al. (2002) adapted to the field. The sex ratio curve (% of females) as a function of the mean temperature during the second third of incubation duration was adapted to the field by adding 0.4°C (Mrosovsky et al. 2002), which corresponds to the difference between ambient temperature and egg temperature (Fig. 2). The sex ratio curve (% of females) as a function of incubation duration (Mrosovsky et al. 2002) was also adapted to the field by adding 4 days,	T: Geslachtsverhouding	Voor de schatting van de geslachtsverhouding in de nesten werden twee methoden gehanteerd. De eerste methode gebruikt enkel de gemiddelde temperatuur van het nest gedurende het een bepaalde fase van de incubatie periode. Hierbij werd de incubatieperiode opgedeeld in drie gelijke delen: Het eerste, tweede en derde (laatste) gedeelte van de incubatieperiode. Enkel het tweede deel (middelste) werd gebruikt voor de gem. temperatuur. De tweede methode gebruikte de gemiddelde temperatuur van de gehele incubatieperiode. Aangenomen werd dat de temperatuur buiten het nest (luchttemperatuur) gemiddeld 0,4 graden hoger was. Na het berekenen van de	Longitudinaal onderzoek

	which corresponds to the interval between hatching and the emergence of hatchlings at the sand surface (Godfrey and Mrosovsky 1997) (Fig. 3). The equations of the two curves used (after corrections) were calculated and the exact values of sex ratios were derived. The choice of the study of Mrosovsky et al. (2002) is based on the fact that turtles from Greece and those of Libya are part of the same Mediterranean population and have the same geographic range. This choice is also based on the fact that pivotal temperature in marine turtles is a relatively conservative characteristic (Rees and Mar- garitoulis 2004, Mrosovsky et al. 2009).		gemiddelde incubatietemperatuur volgens de twee methoden kon aan de hand van de pivotale temperatuur de geslachtsverhouding per nest berekend worden.	
--	---	--	--	--

Klimaatverandering algemeen

Bron:	Tekst citatie Casestudy	Code: Deelvraag 1.	Interpretatie onderzoeksmethode	Soort onderzoeksmethode
3.	We selected two of the four Representative Concentration Pathway (RCP) scenarios developed for the IPCC AR5: RCP8.5, a rising radiative forcing pathway resulting in 8.5 W m⁻² by 2100, which reflects high levels of energy demand and greenhouse gas emissions without climate change policies (henceforth referred to as the extreme scenario); and RCP6, a stabilisation-without-overshoot pathway to 6 W m⁻² by 2100 (Moss, Edmonds, Hibbard, et al., 2010), which corresponds to a peak in greenhouse gases by 2060 and then a reduction, driven by the global market for emissions reduction, for the rest of the century (henceforth referred to as the medium scenario) (Masui, Matsumoto, Hijioka, et al., 2011). The two scenarios reflect the most likely climate outcomes given the current level of climate mitigation activity.	A: RCP scenario's (Representative Concentration Pathways)	Het IPCC heeft scenario's gecreëerd die het toekomstige effect van broeikasgassen op het klimaat weergeven. Dit zijn RCP-scenario's en deze kunnen toegepast worden in het onderzoek waardoor het toekomstige effect van klimaatverandering ook gemeten kan worden.	Toetsend onderzoek
8.	2.1. Qualitative framework In order to assess the potential effect of climate change on local ecology, we compiled a list of the most commonly measurable characters describing the life history of marine turtles (from egg to adult). For each character, we determined the best-case and worst-case scenarios and developed a qualitative framework with which to therefore score each character as a 'criterion' on a five-point scale from 0 (worst) to 100 (best). The criteria were:	A: Kwalitatief Scorekader	Om het potentiële effect van klimaatverandering op ecologische leefgebieden van de zeeschildpadden te beoordelen, kan er gebruikt gemaakt worden van een kwalitatief scorekader. Deze meten de verschillende levensstadia van de zeeschildpad in de vorm van een scenario. Dit scenario kan opgedeeld worden in een vijfpuntsschaal van 0 (slechste uitkomst) tot 100 (beste uitkomst). Deze kwalitatieve scorekaders zijn terug te vinden in zowel het tabblad: Zeespiegelstijging als temperatuur.	Toetsend onderzoek

Bijlage 2. Schriftelijk rapporteren

Naam: Evangelin Koorenhof

Klas: 4Rest

Datum: 05-04-2021

Titel verslag: Zeeschildpadden bedreigt door klimaatverandering

Een systematisch literatuuronderzoek om Madagascar Research and Conservation Institute en andere onderzoekers te informeren over onderzoeksmethoden die het effect van klimaatverandering op zeeschildpadden meten

Nadat je je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de checklist vindt er geen beoordeling plaats.

De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde '*killing points*'. Indien de assessor meer dan vijf '*killing points*' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen '*killing points*' toegestaan! AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!

1. Het taalgebruik:

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden*

Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!

- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)*
- ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*
- ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden*

2. Het rapport/verslag:

- ☐ Is ingebonden (hard copy)*
- ☐ Is vrij van plagiaat* (zie examenreglement)

3. De omslag:

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

4. De titelpagina/het titelblad:

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

5. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

6. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

7. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat conclusies
- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Is gestructureerd
- ☐ Is zakelijk geschreven

- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

8. De inleiding:

- ☐ Is hoofdstuk 1*
 - ☐ Nodigt uit tot lezen
 - ☐ Beschrijft het onderzoekskader*
 - ☐ Beschrijft de probleemstelling*
 - ☐ Vermeldt het doel*
-

- ☐ Geeft informatie over de gevolgde onderzoeksmethode*
- ☐ Geeft kort de inhoud per hoofdstuk van het rapport/verslag weer*

9. De (opmaak van de) kern:

- ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken, paragrafen en sub paragrafen (maximaal drie niveaus)*
- ☐ Deze zijn verschillend in opmaak*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel*
- ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel*
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ De pagina's hebben een aantrekkelijke opmaak

10. De discussie:

- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

11. De conclusies en aanbevelingen:

- ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

12. De bronvermelding:

- ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet)

13. De literatuurlijst:

- ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet)

14. De bijlagen:

- ☐ Zijn genummerd
 - ☐ Zijn voorzien van een passende titel
 - ☐ Bevatten geen eigen analyse
-