UPPSALA
UNIVERSITET

Plastavfall i marina miljöer och dess konsekvenser för den oäkta karettsköldpaddan (*Caretta caretta*)

Mikaela Puranen Vasilakis

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2017
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammanfattning

Utav de 275 miljoner ton plast som produceras årligen släpps mellan 4,8 – 12,7 miljoner ton ut i haven. Beräkningar visar att det 2025 kan röra sig om 250 miljoner ton som hamnar i haven varje år. Av allt avfall i marina miljöer är runt 80 % plast. Plastavfall i haven är således ett utbrett problem, något som tydliggjorts av att plast har återfunnits på de mest avlägsna platser som i isen på Antarktis och på djuphavsbottnar. Plastavfall har negativa effekter för åtskilliga marina organismer, däribland den oäkta karettsköldpaddan (*Caretta caretta*). Det är en av de arter som drabbas allvarligt av marint plastavfall och är även en av de mer studerade arterna i avseendet.

De huvudsakliga problemen med plast för den oäkta karettsköldpaddan är intrassling i, samt förtäring av plastavfall. Intrassling kan leda till nekros, ökad utsatthet för predation, minskad fitness eller drunkning. Förtäringen av plast kan ge både fysiologiska samt toxikologiska konsekvenser. Förutom dödliga konsekvenser kan plasten ha mer indirekta effekter för exempelvis tillväxthastighet och reproduktion, vilket kan ha en stor påverkan på populationsnivå.

Marint plastavfall är, i och med de ökande utsläppen, ett växande hot mot många organismer, däribland den oäkta karettsköldpaddan, som vi måste agera mot omgående. För att bekämpa problemet med marint plastavfall måste man arbeta på flera fronter samtidigt, såsom effektivare sophantering, hårdare lagstiftning, minskad plastproduktion, ett utökat nätverk av skyddade marina områden, ett bevarandefokus på de livscykelstadier av oäkta karettsköldpadda som är viktiga för populationstillväxt och teknisk utveckling av metoder för att avlägsna den plast finns i havet idag.

Inledning

Materialet plast kan sägas ha revolutionerat den moderna människans liv och förekommer numera i en stor mängd av de föremål vi använder dagligen (Barnes et al. 2009). Sedan plast började massproduceras på 1950-talet har plastindustrin växt explosionsartat, från en initial årlig produktion på under 1 ton till dagens produktionsmängd på 288 miljoner ton om året (Thompson et al. 2009, Jambeck et al. 2015).

Fördelarna med materialet är att det är billigt att producera, hållbart och väger lite. De här fördelarna är också de egenskaper som gör plasten negativ ur en miljösynpunkt. Det är inte helt klarlagt hur lång hållbarhet plast har och uppskattningar skiljer sig avsevärt mellan hundratals till tusentals år (Barnes et al. 2009).

Av allt avfall som återfinns i marina miljöer är ca 80 % olika former av plast (Barnes et al. 2009). Plastavfall i haven har en negativ påverkan på marina organismer i ett flertal avseenden. Förtäring av plast, både mikroplaster (< 5 mm) och större partiklar, är ett centralt problem (Gregory 2009). Plasten har också toxikologiska effekter eftersom den ackumulerar miljögifter samt att plasten i sig ofta innehåller hormonstörande ämnen (Mato et al. 2000, Teuten et al. 2009). Vidare är det även ett problem att marina organismer trasslar in sig och fastnar i plastavfall. Plastavfall kan dessutom bidra till spridning av invasiva arter då de med hjälp av plasten färdas till nya miljöer (Gregory 2009).

En av de många marina organismer som påverkas negativt av plastavfall i haven är den oäkta karettsköldpaddan (*Caretta caretta*) som är en till största del marint levande sköldpadda. Arten är rödlistad som starkt hotad (EN, efter engelskans endangered) enligt IUCN:s rödlista (Marine Turtle Specialist Group 1996). Den oäkta karettsköldpaddan återfinns både i Atlanten, Medelhavet, Indiska oceanen och Stilla havet (Marine Turtle Specialist Group 1996). Eftersom arten har en global utbredning och dessutom migrerar över stora områden pågår arbetet med bevarandet av karettsköldpaddan på flera platser i världen (NOAA Fisheries 2014). Den oäkta karettsköldpaddan är en långlivad organism som når könsmognad först vid 20 års ålder. Den långa generationslängden gör den särskilt känslig mot hot (Crouse et al. 1987).

De främsta hoten mot arten är olika former av mänsklig påverkan. Den oäkta karettsköldpaddan har varit utsatt för intensiv jakt då både sköldpaddans kött och ägg använts som födokälla för människor runt om i världen. Det största hotet idag är fiskeindustrin då sköldpaddor ofta fastnar i fiskenät och andra fiskeredskap och drunknar. Även habitatförstörelse är ett problem då de stränder där de lägger sina ägg ofta exploateras (Lutcavage et al. 1997, Conant et al. 2009). På senare år i och med de ökande utsläppen har marint plastavfall blivit ett växande hot mot den oäkta karettsköldpaddan (Lutcavage et al. 1997).

Syftet med den här litteraturstudien är att kartlägga på vilka sätt just plastavfall i haven är ett hot mot den oäkta karettsköldpaddan. Den oäkta karettsköldpaddan som studieorganism är särskilt intressant eftersom sköldpaddan har en så vid utbredning, bevarandearbetet bedrivs på en global skala samt att den är relativt välstuderad gällande plastproblematiken. Plastavfall i marina miljöer samt dess påverkan på marina organismer är likaså ett globalt problem, och därtill även ett aktuellt forskningsämne. Den här studien gör därför en ansats att sammanställa pågående forskning och kunskap kring plastavfall i marin miljö med den oäkta karettsköldpaddan som modellorganism.

Plastavfall i marina miljöer

Kvantifiering av marint plastavfall

Den första vetenskapliga källan om återfunnen plast i haven kom i början av 1970-talet (National Research Council (U.S.) Study Panel on Assessing Potential Ocean Pollutants 1975). Idag har man funnit plast i marina miljöer över hela världen, även i de mest avlägsna platser som i isen på Antarktis och på djuphavsbottnar.

Det är ännu oklart hur stora de nuvarande mängderna plastavfall i marina miljöer är (Jambeck et al. 2015). Flera olika metoder har använts för att försöka kvantifiera mängden plastpartiklar i havet. Metoderna varierar från uppskattningar av mängden plastmaterial man använder (t.ex. fiskenät), enkäter om förlorade plastavfall på stränder eller till havs och extrapoleringar utifrån uppmätta data (Laist 1987). Fem huvudsakliga metoder används för att samla in data: biologiska prover, observationer, plasttrålning, sedimentprover och strandkamning (Cole et al. 2011). Olika metoder innebär också varierande resultat. Trålning av plast är en metod som använts av bland annat Eriksen et al. (2013). De uppmätte plastabundansen till ungefär 27 000 plastbitar per km^2 i en havsvirvel i södra Stilla havet. Plastbitarna varierade i storlek från 0,36 mm till > 4,75 mm.

Jambeck et al. (2015) uppskattar att av en årlig produktion på 275 miljoner ton plast hamnar mellan 4,8 och 12,7 miljoner ton i haven. Deras beräkningar utgår från mängden plastavfall som årligen inte återvinns eller hanteras på rätt sätt hos kustnära populationer i 192 länder. Ursprungligen kommer 80 % av avfallet i havet från land och därför är de terrestra plastavfallen deras huvudfokus (GESAMP 1991, Jambeck et al. 2015). Jambeck et al. (2015) visar att det främst är länder med lägre medelinkomst och stora kustnära populationer som står för de största utsläppen (Tabell 1).

Utifrån beräkningar på människans populationstillväxt har man också kunnat uppskatta hur mycket utsläppen av plast till haven kommer att öka till år 2025 förutsatt att vi fortsätter med dagens produktionstakt. Jambeck et al. (2015) förutspår att det då kan handla om så mycket som 250 miljoner ton plast som släpps ut i haven per år. På endast 10 år handlar det om en ökning med ungefär 19 gånger så mycket marint plastavfall mot dagens nivåer.

Enligt Ellen MacArthur Foundation (2016) tyder de nuvarande bäst tillgängliga uppskattningarna på att det rör sig om ca 150 miljoner ton plast som finns i haven idag. Om den mängden ökar, som dagens beräkningar förutspår, kommer det år 2050 finnas mer plast i haven än fisk (Ellen MacArthur Foundation 2016).

Plastens väg från land till hav

Den plast som inte ursprungligen är avfall från land kommer huvudsakligen från fiskeindustrin och båtar som dumpar sitt avfall i havet, samt förlorade fiskeredskap som nät och dylikt (Derraik 2002). Dock räknar man med att ca 80 % av avfallet kommer från landbaserade källor (GESAMP 1991). De landbaserade källorna inkluderar avfall från olämplig eller otillåten sophantering, offentlig nedskräpning, reningsverk samt fabriker (Sheavly & Register 2007). Floder och mindre vattendrag är den primära vägen till haven för plastavfall från land, där hamnar plastavfallet antingen via regn, vind och snösmältning som för med sig materialet eller via avloppsvatten (Sheavly & Register 2007, Lechner et al. 2014). Kvantifierande litteratur om mängden plast i floder är knapp, men i en studie av Moore et al. (2011) uppmätte man under 72 timmars 2,3 miljarder plastbitar som sammanlagt vägde 30 kg. De noterade även att plastpartiklar < 5 mm, så kallade mikroplaster, hade betydligt högre abundans (Moore et al. 2011).

Mikroplaster kan delas upp i två kategorier beroende på deras härkomst: primära och sekundära mikroplaster. De primära mikroplasterna är sådana som är avsiktligt skapade och som återfinns i exempelvis kosmetiska produkter och industriella slipmedel (Arthur et al. 2009). Dessa hamnar i haven via utströmning av floder och vattendrag (Andrady 2011). De sekundära mikroplasterna genereras när större plastpartiklar bryts ned till mindre beståndsdelar (Arthur et al. 2009).

Tabell 1. Uppskattningar av marint plastavfall för 2010 i de 20 länder med de största utsläppen. Ekonomisk klassificering av länderna enligt kategorierna: HI (Hög inkomst), ÖMI (Övre medelinkomst), LMI (Lägre medelinkomst) och LI (Lägre inkomst). Definitionerna är från Världsbanken och är baserade på BNP för 2010. Med kustnära populationer avses populationer inom 50 km från havet. Variationsvidd (range) presenteras för mängden marint plastavfall. Omarbetad efter Jambeck et al. (2015).

Rank	Land	Ekonomisk klassificering	Kustnära populationsstorlek (miljoner)	Marint plastavfall (miljoner ton/år)
1	Kina	ÖMI	262,9	1,32-3,53
2	Indonesien	LMI	187,2	0,48-1,29
3	Filippinerna	LMI	83,4	0,28-0,75
4	Vietnam	LMI	55,9	0,28-0,73
5	Sri Lanka	LMI	14,6	0,24-0,64
6	Thailand	ÖMI	26,0	0,15-0,41
7	Egypten	LMI	21,8	0,15-0,39
8	Malaysia	ÖMI	22,9	0,14-0,37
9	Nigeria	LMI	27,5	0,13-0,34
10	Bangladesh	LI	70,9	0,12-0,31
11	Sydafrika	ÖMI	12,9	0,09-0,25
12	Indien	LMI	187,5	0,09-0,24
13	Algeriet	ÖMI	16,6	0,08-0,21
14	Turkiet	ÖMI	34,0	0,07-0,19
15	Pakistan	LMI	14,6	0,07-0,19
16	Brasilien	ÖMI	74,7	0,07-0,19
17	Burma	LI	19,0	0,07-0,18
18	Marocko	LMI	17,3	0,05-0,12
19	Nordkorea	LI	17,3	0,05-0,12
20	USA	HI	112,9	0,04-0,11

Marin plastproblematik
I marina miljöer tar nedbrytningen troligtvis längre tid än på land. Detta antas vara på grund av den höga salthalten i den marina miljön, vattnets nedkylning av plasten (Gregory 2009) samt att plastföremålen snabbt täcks av marina organismer. Det sistnämnda minskar exponeringen för UV-strålning som annars bidrar till nedbrytningen av materialet. På större djup saktar även syrebristen ner nedbrytningshastigheten ytterligare (Barnes et al. 2009).

Plast i marina miljöer påverkar minst 267 arter, men möjligen upp till 693 arter, över hela världen vilket innefattar flera olika organismgrupper; bland annat 44 % av alla sjöfåglar, 43 % av alla marina däggdjur och 87 % av alla havssköldpaddor (Derraik 2002, Gall & Thompson 2015). Även fiskar, djuphavslevande arter och evertebrater är drabbade (Laist 1987, Derraik 2002, Lazar & Gracan 2011). Detta tyder på att det är ett utbrett problem och ett ytterligare hot mot den marina faunan som redan är drabbat av andra hot som föroreningar, havsförsurning, klimatförändringar och överfiske. Det är dessvärre möjligt att problemet är mer utbrett än man tror då det är svårt att rent praktiskt studera marina organismer. Havet täcker tre fjärdedelar av vår planet vilket är en oerhört stor yta att studera. Samtidigt kan djur som blir intrasslade i plast och drunknar sjunka till havets botten eller bli uppätna av predatorer. Det faktiska antalet marina djur som drabbas negativt av plastavfall kan därför vara mycket större än man lyckats detektera (Laist 1987).

Den oäkta karettsköldpaddan (*Caretta caretta*)
Den oäkta karettsköldpaddan är en av de sju havssköldpaddor som finns idag. Likt alla de andra, förutom havsläderköldpaddan (*Dermochelys coriacea*), hör den till familjen Cheloniidae. Havssköldpaddorna har funnits i våra hav i ca 100 miljoner år (Spotila 2004). Samtliga arter anses idag hotade och är rödlistade enligt IUCN förutom *Natator depressus* (svenskt trivialnamn saknas, eng. flatback sea turtle) som det finns bristfälliga data för (Marine Turtle Specialist Group 1996a, Marine Turtle Specialist Group 1996b, Red List Standards & Petitions Subcommittee 1996, Seminoff 2004, Abreu-Grobois & Plotkin 2008, Mortimer & Donnelly 2008, Wallace et al. 2013)

Den oäkta karettsköldpaddan är rödlistad som starkt hotad (EN), vilket innebär att risken är mycket stor för att arten ska dö ut i vilt tillstånd. För att klassas som starkt hotad ska arten uppfylla något av följande kriterier: populationsminskning, för liten geografisk utbredning, ett litet antal reproduktiva individer eller att kvantitativa analyser visat att det är 20 % sannolikhet att arten dör ut inom de närmaste 20 åren eller fem kommande generationerna. Den oäkta karettsköldpaddan uppfyller kriteriet för populationsminskning. Populationen har minskat med minst 90 % de senaste 50 åren vilket motsvarar ca tre generationer (Marine Turtle Specialist Group 1996, Artdatabanken 2010).

Crouse et al. (1987) delar in den oäkta karettsköldpaddans livscykel i sju livscykelstadier (Tabell 2), vilka kommer att användas i denna uppsats. Den oäkta karettsköldpaddans habitat inkluderar kontinentalhyllor, bukter, laguner, flodmynningar och stora oceaniska strömmar i öppet hav. Vilken typ av habitat den tillbringar mest tid i varierar mellan olika livscykelstadier (Tabell 2) (Dodd 1998, National Marine Fisheries Service 2013).

Sammanfattningsvis kan man dela upp habitaten i tre habitattyper;

1) Terrestra zoner (T): Häckningsstränder, strandkanter
2) Kustnära zoner (K): Kustnära vatten, parningshabitat, födosökshabitat, migrationshabitat*, mellanhäckningshabitat**
3) Oceaniska zoner (O): Oceaniska ytvatten, havsströmmar och virvlar.

* Migrationskorridorer med begränsad bredd mellan land på ena sidan och utkanten av kontintentalhyllan och havsström på andra sidan.
** Habitat mellan parning och äggläggning

Tabell 2. Den oäkta karettsköldpaddans olika livscykelstadier med uppskattad ålder, årlig överlevnad samt vilka habitattyper de lever i. Tabell omarbetad efter Crouse et al. (1987) och National Marine Fisheries Service (2013).

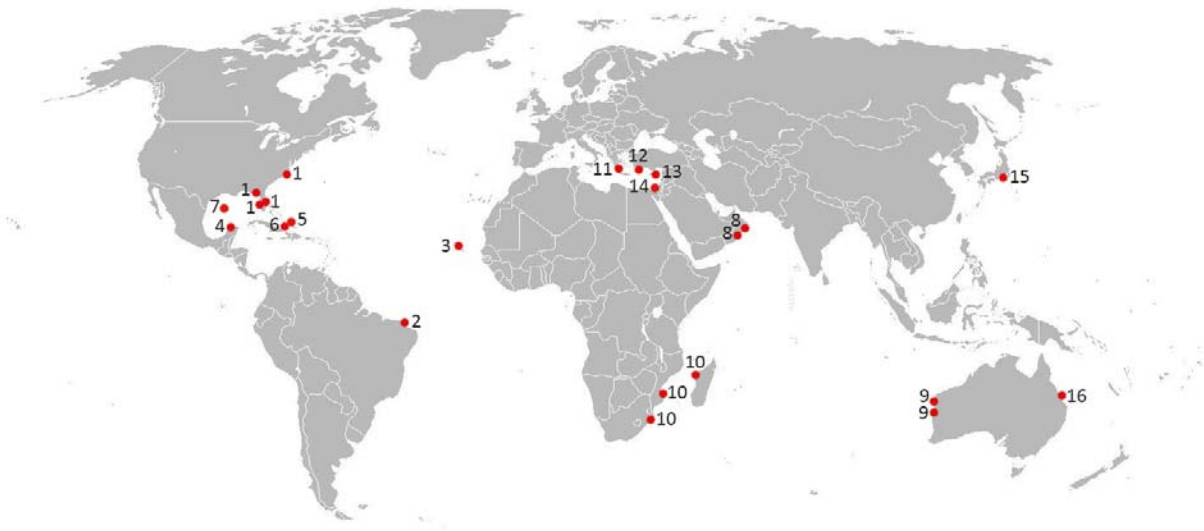
Livscykelstadium		Uppskattad ålder (år)	Storlek* (cm)	Uppskattad årlig överlevnad (%)	Habitattyp
1	Ägg och nykläckta	< 1	< 10	0,65	K, T
2	Små juveniler	1-7	10,1-58,0	0,79	O
3	Stora juveniler	8-15	58,1-80,0	0,68	K, O
4	Subadulter	16-21	80,1-87,0	0,74	K, O
5	Oerfarna reproduktiva adulter	22	> 87,0	0,80	K, O, T
6	Förstaårsmigranter	23	> 87,0	0,80	K, O, T
7	Erfarna reproduktiva adulter	24-54	> 87,0	0,80	K, O, T

* Storleken mäts som längden på skalet från den främre till den bakre skalkanten.

Den oäkta karettsköldpaddan lever i tempererade, subtropiska och tropiska hav runt om i världen med varierande populationsstorlekar mellan 15 – 22 055 individer (Tabell 3, Figur 1)(Dodd 1998). Det är en omnivor reptil vars huvudsakliga föda är bottenlevande evertebrater, exempelvis krabbor (Brachyura) och mollusker (Mollusca)(Dodd 1988, Spotila 2004). Födan varierar något under de olika livscykelstadierna. Nykläckta och små juveniler livnär sig till stor del på makroplankton, maneter (Scyphozoa), mindre snäckor (Gastropoda) och mindre kräftdjur (Crustacea). De större juvenilerna och adulterna har en större variation på födan jämfört med de yngre sköldpaddorna och äter bland annat olika typer av tagghudingar (Echinodermata) mollusker som bläckfiskar (Cephalopoda), snäckor och maneter samt kräftdjur som märlkräftor (Amphipoda), rankfotingar (Cirrpedia), gråsuggor (Isopoda) och tiofotade kräftdjur (Decapoda) där t.ex. krabbor ingår. Gemensam föda för alla livscykelstadium är maneter och kräftdjur (Dodd 1988).

Tabell 3. Globala populationsuppskattningar av oäkta karettsköldpadda. Omarbetad efter Spotila (2004).

Population	**Plats**	**Antal äggläggande honor per år**
	Atlanten	24680-24920
1	USA	22055
2	Brasilien	1000
3	Kap Verde-öarna	1000
4	Mexiko	350-580
5	Bahamas	130-150
6	Kuba	75
7	Karibien och mexikanska gulfen	60
	Indiska oceanen	14930-15930
8	Oman	13200
9	Västra Australien	1000-2000
10	Södra Afrika	730
	Medelhavet	2510
11	Grekland	1526
12	Turkiet	683
13	Cypern	286
14	Israel	15
	Stilla havet	1200
15	Japan	700
16	Östra Australien	500



Figur 1. Häckningsplatser för de olika populationerna (tabell 3) av oäkta karettsköldpadda. Omarbetad efter Spotila (2004).

Livscykel

Den oäkta karettsköldpaddan är en ovipar iteropar organism som kan bli över 50 år gammal (Crouse et al. 1987, Spotila 2004). De honor som är mogna att reproducera sig lägger oftast sina ägg på stränder i varmt tempererade eller subtropiska regioner, även om det finns några undantag i tropiska regioner (Dodd 1988).

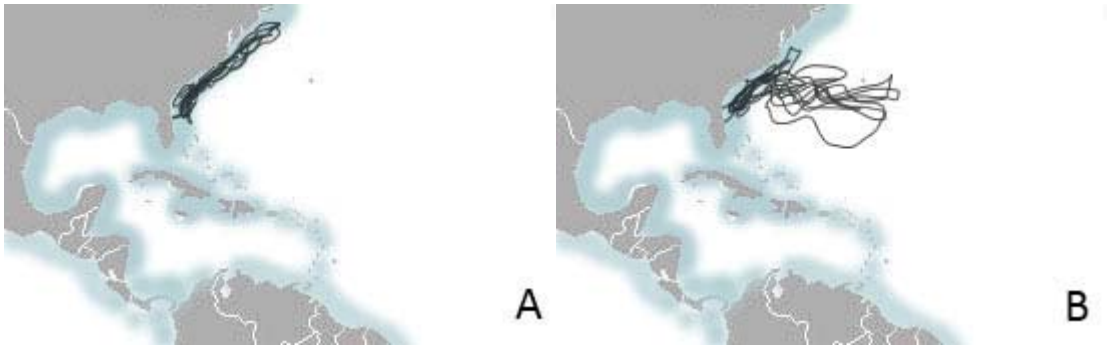
När äggen kläcks i skymningen kravlar de nyfödda sköldpaddorna upp ur sanden där äggen legat begravda och orienterar sig i riktning mot havet. De navigerar främst med hjälp av synen då de kan se att himlen är ljusare ovanför vatten än land. Andra sinnen som kan komma till användning är att genom hörseln lyssna efter vågorna eller att känna strandzonens lutning. Vid sköldpaddskläckningar är mortalitetsrisken hög, då stranden nattetid är full av opportunistiska predatorer (Spotila 2004).

De nykläckta ungar som lyckas ta sig ner i havet simmar rakt ut mot öppet hav och de stora havsströmmarna (Dodd 1988, Spotila 2004). Det var länge oklart hur de nykläckta sköldpaddorna levde, efter att ha simmat ut till havs, fram tills att man återsåg de nu små och större juvenilerna vid kusterna igen. Forskarna kallade länge den här perioden för ”de förlorade åren” (Dodd 1988, Spotila 2004). Den här perioden kan vara uppemot 10 år (McCellan & Read 2007). Idag tror forskarna sig veta att de nykläckta sköldpaddorna simmar ut till havs under sina första dagar för att undkomma det största predationshotet från kustnära djur, exempelvis sjöfåglar. Därefter simmar och flyter de med havsströmmarna där de hittar mängder av makroalger, främst sargassotång (*Sargassum* spp.), som ansamlats i små ”öar”. Sargassoöarna fungerar både som skydd mot predatorer och som födotillgång. De är rika på både växter (Plantae), insekter (Insecta) och små djur som maneter, fisklarver (Pisces) och olika kräftdjur, vilka alla hör till den oäkta karettsköldpaddans huvudsakliga föda under detta livscykelstadium (Dodd, 1988, Spotila, 2004).
De små juvenila sköldpaddorna tillbringar flera år i havsströmmarna medan de växer till sig (Dodd 1988, Spotila 2004). Oäkta karettsköldpaddor som kläcks runt Floridas kust tillbringar sina första år i den Nordatlantiska havsströmsvirveln (eng. the North Atlantic gyre). De simmar ut mot golfströmmen som tar dem österut mot de nordatlantiska strömmarna och till

södra Europas kust. Därifrån migrerar de sedan söderut mot Västafrikas kust och därifrån slutligen tillbaka västerut mot den amerikanska kusten. Sköldpaddor som kläcks i Stilla havet och andra platser gör liknande migrationer (Spotila, 2004).

Efter den långa migrationen lämnar de flesta större juvenila oäkta karettsköldpaddorna den oceaniska zonen för att återvända till de kustnära vattnen där de uppehåller sig i laguner, bukter och flodmynningar (Tabell 2)(Dodd 1988). Den kustnära zonen fungerar som habitat för födosök, parning, mellanhäckning och migration (National Marine Fisheries Service 2013). Här fortsätter de att utvecklas till adulta sköldpaddor och ägnar sig åt födosök av skaldjur (Spotila 2004, National Marine Fisheries Service 2013).

Man trodde länge att de oäkta karettsköldpaddorna därefter levde främst i den kustnära zonen, med undantag för migrationer för häckning. Men deras livshistoria har visat sig vara mer komplex. En del juvenila och adulta sköldpaddor växlar mellan att leva i den kustnära och oceaniska zonen, medan andra stannar i den kustnära zonen (Figur 2) (McCellan & Read 2007, National Marine Fisheries Service 2013). Förekomsten av dessa olika livsstrategier, vanligen kallat för blandade evolutionärt stabila strategier (ESS) inom ekologi, lär ha någon slags betydelse för arten, annars hade de selekterats bort.



Figur 2. Rörelsemönster hos två vuxna oäkta karettsköldpaddor från samma population. Individ A tillbringar all tid i den kustnära zonen (markerad i blått) medan individ B växlar mellan den kustnära och oceaniska zonen. Den grå färgen anger fastland. Omarbetad efter McCellan & Read (2007).

Den oäkta karettsköldpaddan förblir en mobil art även i de adulta livscykelstadierna. Populationerna i sydöstra USA (Population 1 i tabell 3) migrerar beroende på årstiderna och vattentemperaturen. På våren förflyttar de sig norrut och mot höstkanten söderut (Dodd 1988, Spotila 2004). En del av dem övervintrar förmodligen kring Bahamas, medan andra stannar kvar i Florida och begraver sig i lera för att undkomma de lägre temperaturerna (Dodd 1988). En del forskning föreslår att det är honorna som i större utsträckning migrerar, medan hanarna håller sig kvar vid häckningsstränderna (Dodd 1988).

Reproduktion

Karettsköldpaddan blir könsmogen vid ca 20 års ålder (Crouse et al. 1987). När parningssäsongen närmar sig sjunker honornas produktion av östrogen och testosteronproduktionen ökar. Det signalerar att det är dags att migrera till häckningsstränderna. Det har länge funnits en teori om att honorna migrerar tillbaka till den stranden där de själva kläcktes för att lägga sina ägg. Enligt DNA-tester verkar den teorin

stämma (Spotila 2004). Antalet kullar och ägg varierar hos olika populationer (Tabell 4), och det saknas fortfarande data gällande flera populationers reproduktion.

Tabell 4. Reproduktionsdata för olika populationer av oäkta karettsköldpadda (Figur 1, tabell 2). Datan innefattar honornas storlek och ålder vid första reproduktionen, kullstorlek i antal ägg, antalet kullar och vilken säsong äggläggningen sker. Omarbetad efter Spotila (2004).

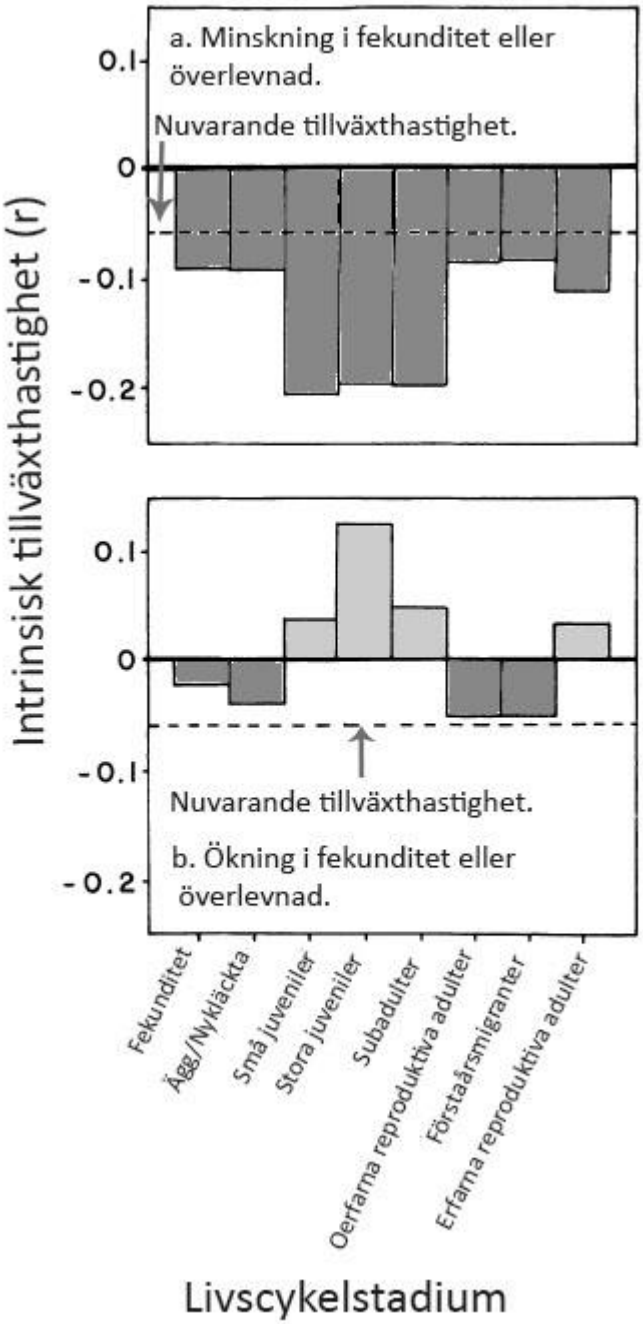
Population	Plats	Storlek (cm)	Ålder vid första reproduktion (år)	Kullstorlek	Antal kullar per säsong	Säsong
1	Sydöstra USA	92	28-33	112	3,5	Maj-Aug
2	Brasilien	103	-	127	-	Sep-Feb
8	Oman	94	-	-	-	-
9,16	Australien	96	28-33	127	3,4	Okt-Mar
10	Sydafrika	87	17-30	-	3,9	-
11-14	Medelhavet	76	-	97	-	Jun-Aug
15	Japan	84	-	-	-	-

Äggens kön hos den oäkta karettsköldpaddan, liksom för alla havssköldpaddor och flertalet reptiler, är temperaturberoende. Lägre temperaturer producerar hanar och högre temperaturer honor. För att få en jämn könsfördelning behöver äggen en temperatur mellan 28,2 och 29,7 °C (Spotila 2004).

Populationsdynamiska modeller för naturvårdsinsatser

Den oäkta karettsköldpaddan har en viktig roll i både marina och terrestra ekosystem, bl.a. då de utgör föda för ett flertal arter, och är därför viktig att bevara. Ägg och nykläckta är utsatta för det högsta predationstrycket och äts av predatorer både på land och i havet. Med ökad ålder minskar antalet predatorer, men hajar kan äta även adulta oäkta karettsköldpaddor (Spotila 2004). Med hjälp av populationsdynamiska modeller kan man beräkna vilka livscykelstadier som är viktigast för populationstillväxten. Den informationen kan användas i bevarandearbetet för den oäkta karettsköldpaddan för att sätta in åtgärder främst för de livscykelstadier som har störst påverkan på populationstillväxten.

Crouse et al. (1987) publicerade en studie där man efter olika modelleringar kom fram till att den största effekten på populationstillväxt erhålls om man ökar överlevnadsgraden hos gruppen stora juveniler (Figur 3). Den högsta mortaliteten finns hos sköldpaddor upp till ett år gamla (Tabell 2), det vill säga ägg och nykläckta ungar (Crouse et al. 1987). Dock visar studien på att även om man skulle kunna höja överlevnadsgraden till 100 % hos ägg och nykläckta sköldpaddor skulle det inte vara tillräckligt för att vända den negativa populationstillväxten (Figur 3) (Crouse et al. 1987).



Figur 3. Figuren pekar ut livscykelstadier som bevarandeåtgärder bör riktas in mot för att bevara populationen på lång sikt. Populationens tillväxt påverkas mest av förändringar i fekunditet eller överlevnad hos stora juveniler. För att vända den negativa populationstillväxten krävs insatser för att öka överlevnad hos små och stora juveniler samt subadulter eller en ökning av fekunditet eller överlevnad hos erfarna reproduktiva adulter. Omarbetad efter Crouse et al. (1987).

Hotbild

Den oäkta karettsköldpaddans livshistoria, inklusive habitat, varierar i de olika livscykelstadierna vilket innebär att även hoten mot sköldpaddan är olika under sköldpaddans livstid (Crouse et al. 1987, Conant et al. 2009). Crouse et al. (1987) kartlade de viktigaste faktorerna som påverkar mortaliteten i de olika livsstadierna (Tabell 5).

Tabell 5. Mortalitetsfaktorer hos oäkta karettsköldpadda i olika livscykelstadier, ordnat efter störst dödlighet. Vid tidpunkten för publikationen var plastavfall inte ett lika känt hot mot den oäkta karettsköldpaddan som idag och saknas därför i kartläggningen. Omarbetad efter Crouse et al. (1987).

Livscykelstadium		Mortalitetsfaktorer
1	Ägg	Predation, erosion, tjuvjakt, bakterier, växtrötter*.
1	Nykläckta	Predation, hjulspår efter fordon**, föroreningar
2, 3	Juveniler	Predation, trålning
4	Subadulter	Trålning, predation
5, 6, 7	Adulter	Trålning, predation, hög ålder (senescens)

* Rötterna växer in i boet där äggen ligger och penetrerar dem.

** Terrängfordon som kör på stranden lämnar efter sig hjulspår som de nykläckta sköldpaddorna kan fastna i. Där är de mer utsatta för predation och uttorkning.

Fiskeindustrin anses vara det största antropogena hotet mot karettsköldpaddan och det allvarligaste hotet är trålning. Andra typer av fiske som påverkar sköldpaddorna negativt är drivnätsfiske och långrevsfiske. Innan olika skyddsåtgärder började användas dödades mellan 5 000-50 000 karettsköldpaddor genom trålning, men man har genom tekniska utvecklingar minskat dödligheten för såväl trålning som långrevsfiske (National Research Council 1990, Aguilar et al. 1995). Samtliga arter av havssköldpaddor drabbas även av båtkollisioner vilket kan ha ett dödligt utfall (National Resarch Council 1990, Lutcavage et al. 1997).

Förutom hot som är direkt dödliga finns även mer indirekta hot som påverkar populationens framtid, till exempel habitatförstörelse samt klimatförändringar som, kopplat till temperaturhöjningar, bl.a. kan ge en skev könsfördelning och således påverka populationsstrukturen (Fuentes et al. 2013). Det huvudsakliga hotet i terrestra miljöer är förändringar i, och förlust av, häckningshabitat på grund av mänsklig exploatering (Lutcavage et al. 1997, Contant et al. 2009). Problemen som följer är bland annat bebyggelse längs kusterna, utplacering av barriärer för att skydda stranden mot erosion, artificiell belysning på stränder, erosion, gångtrafikanter och fordonstrafik, föroreningar på stränder, borttagning av inhemsk vegetation och tillförsel av sand som inte lämpar sig för häckning (Lutcavage et al. 1997, Contant et al. 2009). Marina plastavfall är, i och med den ökande produktionen och därmed även utsläppen, ett växande hot mot den oäkta karettsköldpaddan och kan ha allvarliga effekter för sköldpaddspopulationen.

Plastavfalls påverkan på den oäkta karettsköldpaddan

Den oäkta karettsköldpaddan är en art som påverkas allvarligt av plastavfallen i marina miljöer och är en av de arter som studerats mycket med avseende till plastproblematiken. Plastens form och flytförmåga utgör två faktorer som påverkar hur farligt plastavfallet är. De farligaste typerna av plastavfall för marina organismer är fiskenät, buntband, syntetiskt rep, plastpåsar samt mindre objekt som till exempel plastmuggar och plastpellets. De tre förstnämnda är främst inblandade i intrassling medan de senare oftast förtärs av marina djur

(Laist 1987). Vilket sorts plasthot som är allvarligast varierar mellan olika arter (Laist 1987). Nedan följer en sammanfattning om hur plastavfall i marina miljöer påverkar den oäkta karettsköldpaddan.

Intrassling i plastavfall

Ett av problemen med plastavfall i haven är att marina organismer trasslar in sig och fastnar i större plastavfall, oftast gamla fiskeredskap (Derraik 2002). Orsaker till att marina djur trasslar in sig i plastavfall är dels objektens form som underlättar intrassling och dels att djuren attraheras till de flytande plastobjekten. Det kan antingen bero på att de misstar objekten för föda, ser objekten som möjligt skydd eller för att de associerar flytande objekt med organismer som hör till deras föda (Laist 1987). Den oäkta karettsköldpaddan spenderar sina tidiga år kring sjögräsöar i havsströmmarna som både fungerar som skydd och där de hittar evertebrater att äta. Det är möjligt att de ser större flytande plastavfall som ett substitut för sjögräsöarna och därför attraheras av dem.

Effekterna av att ett djur fastnar i plastavfall kan i värsta fall leda till döden. Drunkning till följd av intrassling är ett hot för havssköldpaddor och andra djur som behöver gå upp till ytan för att andas. Intrasslingen kan även ha dödliga effekter genom att det leder till nekros. Barreiros & Raykov (2014) undersökte oäkta karettsköldpaddor som hade blivit intrasslade i plastavfall. En av dessa hade sin ena framlem intrasslad i en syntetisk lina, vilket hade orsakat nekros i framlemmen. För att hindra spridningen av nekros och rädda sköldpaddans liv var de tvungna att amputera lemmen (Barreiros & Raykov 2014).

Sköldpaddor kan också få problem med att röra sig normalt av att vara intrasslade i plastavfall, vilket kan göra de mer sårbara för predatorer och försvåra sköldpaddans förmåga att jaga (Laist 1987, Derraik 2002). En annan konsekvens av minskad rörlighet kan också vara att energikostnaden för att simma blir högre, vilket leder till en minskad fitness (kort definierat som en individs förmåga att överleva och reproducera sig) (Derraik 2002, Orr 2009)

Förtäring av plast

Fysiologiska effekter

Ett av de största problemen med plastavfall för den oäkta karettsköldpaddan är förtäring av plast. Den oäkta karettsköldpaddans varierade livshistoria vad gäller både habitat och föda, samt att de har en opportunistisk födostrategi, gör att de föreligger en större risk att de förtär plast- och andra avfallsföremål (Lutcavage et al. 1997, Lazar & Gracan 2011). Den oäkta karettsköldpaddan är en av de havssköldpaddsarter som förtär mest avfall (Lutcavage et al. 1997, Tomás et al. 2002). Antropogent avfall har hittats i maginnehållet hos karettsköldpaddor över hela världen och plast är den avsevärt vanligaste typen av avfall (Hoarau et al. 2014). Den som återfinns i sköldpaddornas maginnehåll är till största del mjuka, flytande plaster. Orsaker till detta kan både vara att det är en av de mer vanligt förekommande plasterna i havet eller att de är mer attraktiva för sköldpaddorna som kan missta dem för föda (Laist 1987, Lazar & Gracan 2011).

Man har t.ex. funnit plastpåsar i maginnehållet hos havssköldpaddor i ett flertal studier, något man tror beror på att sköldpaddorna uppfattar påsarna som maneter och annan gelatinartad föda som är en del av deras naturliga diet (Laist 1987, Hoarau et al. 2014, Schuyler et al. 2014). Samtliga arter av havssköldpaddor har under något livscykelstadium denna typ av föda i sin diet. Studier av karettsköldpaddan har visat att de närmar sig plastpåsar på samma vis

som de gör med maneter, något som tyder på att de använder sig av visuella karaktärer vid selektion av föda (Narazaki et al. 2013, Schuyler et al. 2014). Enligt Schuyler et al. (2014) väljer havssköldpaddor föda baserat på ett flertal fysiska karaktärer, främst objektets ljushet, flexibilitet och genomskinlighet. De fann att sköldpaddorna tenderar att välja objekt som var mindre ljusa, mer flexibla och mer genomskinliga än omgivningen, vilket påminner om maneter. De undersökte också sköldpaddornas färgval vid föda och resultaten visade att de hade preferenser även gällande färg. Studien visar således tydligt att sköldpaddor är selektiva vid sitt val av föda och att deras opportunistiska födostrategi således inte är den enda anledningen till att de förtär plast utan att de väljer objekt som påminner om deras naturliga föda (Schuyler et al. 2014).

Hoarau et al. (2014) visar på att plastpåsar inte är den enda typen av plast karettsköldpaddan tror är föda. De fann att 53.1 % av deras studerade sköldpaddor hade plastkorkar i maginnehållet. Korkarnas form påminner om formen hos evertebraterna långhalsar (*Lepas* spp.), *Janthina* spp. (svenskt trivialnamn saknas, eng. Violet snail) och bidevindseglare (*Velella velella*) som alla ingår i den oäkta karettsköldpaddans diet. Detta stöder ytterligare teorin om att sköldpaddorna förtär plast för att de misstar partiklarna för sin naturliga föda.

Förtäring av plast kan leda till flertalet allvarliga konsekvenser för de oäkta karettsköldpaddorna. Plasten kan blockera tarmkanalen vilket leder till döden (Bjorndal et al. 1994, Bugoni et al. 2001, Lazar & Gracan 2011). Antalet sköldpaddor som observerats med förtärd plast varierar i de studier som behandlar ämnet. Den högsta uppmätta siffran är från Medelhavet där 79,6 % av de oäkta karettsköldpaddorna som Tomás et al. (2002) studerade hade plastavfall i matsmältningskanalen. En studie gjord i det Adriatiska havet av Lazar & Gracan (2011), på döda oäkta karettsköldpaddor upphittade av fiskare, visade att 35.2 % av de 54 undersökta oäkta karettsköldpaddorna hade avfallsföremål i magen, där plast var det vanligaste förekommande föremålet. De undersökte en juvenil sköldpadda vars maginnehåll till stor del bestod av plast och annat avfall. De tror att detta var dödsorsaken, då de inte kunde finna några andra skador eller patologiska orsaker (Lazar & Gracan 2011). Generellt brukar oäkta karettsköldpaddor ha relativt låga volymer avfallsinnehåll i matsmältningskanalen, men även små mängder som ett par gram kan blockera tarmkanalen och ha dödliga konsekvenser (Bjorndal et al. 1994, Bugoni et al. 2001, Lazar & Gracan 2011). En annan allvarlig effekt är att plastavfallet riskerar att skada eller tära sönder tarmkanalen inifrån, vilket kan leda till skador och dödsfall (Laist 1987). Detta gäller dock främst vassa föremål (Tomás et al. 2002).

Det verkar inte finnas något samband mellan kön och mängd förtärd plast (Lazar & Gracan 2011), men huruvida det finns ett samband gällande ålder (mätt i kroppsstorlek) är mer oklart. Det finns studier som inte funnit någon korrelation mellan ålder och mängd förtärd plast (Bjorndal et al. 1994, Bugoni et al. 2001, Tomás et al. 2002, Lazar & Gracan 2011). Ett par studier har däremot funnit att mängden förtärd plast minskar med sköldpaddans ålder, vilket då skulle indikera på att det är oerfarna individer som i större utsträckning förtär plast (Balazs 1985, Plotkin & Amos 1990).

Plastförtäring kan även ha dödliga konsekvenser som är mer indirekta, och förmodligen är de vanligare än de direkt dödliga (Hoarau et al. 2014). En sådan effekt är att plastavfallet i matsmältningskanalen leder till ett mindre födointag än normalt hos oäkta karettsköldpaddor (McCauley & Bjorndal 1999, Derraik, 2002, Hoarau et al. 2014). Plastavfallet tar upp plats i

magsäcken vilket gör att den oäkta karettsköldpaddan inte kan förtära normala mängder föda och detta leder till att de inte får i sig tillräckligt med näringsämnen (McCauley & Bjorndal 1999, Hoarau et al. 2014). Oäkta karettsköldpaddor kan vara extra känsliga för det här problemet eftersom de främst livnär sig på olika typer av maneter med lågt näringsinnehåll när de vistas i den oceaniska zonen. På grund av deras lågnäringsdiet kan de redan behöva ligga på övre gränsen till hur mycket de som mest rent fysiskt kan förtära (McCauley & Bjorndal 1999). Även små mängder plastavfall i magsäcken borde då kunna leda till att den oäkta karettsköldpaddan inte kan tillgodogöra sig nödvändiga mängder näringsämnen.

Hos fåglar har man funnit en negativ korrelation mellan antal förtärda plastföremål och fysisk kondition (mätt i kroppsvikt) (Spear et al. 1995). Man har också funnit ett liknande samband mellan plastinnehåll i magsäcken och fåglars förmåga att bygga upp fettdepåer (Ryan 1988). Båda dessa studier visar på att fåglars fitness på olika vis minskar med antal förtärda plastartiklar.

Det har också visats att det minskade energiupptaget på grund av plastförtäring även hos oäkta karettsköldpaddor har en negativ påverkan på fitness. Det kan leda till minskad tillväxthastighet, minskade energidepåer samt minskad fekunditet och överlevnad. En del arter som är utsatta för samma problematik kompenserar för det minskade näringsupptaget genom att öka intaget av föda, men detta begränsas av hur mycket utrymme det finns i magsäcken (McCauley & Bjorndal 1999).

McCauley och Bjorndal (1999) studerade nykläckta oäkta karettsköldpaddors förmåga att kompensera för det förlorade näringsupptaget genom att ge dem obegränsad tillgång till föda och jämföra födointaget hos grupper av sköldpaddor med olika mängder plastinnehåll i magen. Det visade sig att nykläckta oäkta karettsköldpaddor har en begränsad förmåga att kunna kompensera för plastavfallet och att de får ett minskat energiintag. Det är ännu oklart om förmågan att kompensera för plastavfall i magsäcken ökar med sköldpaddornas ålder. Även om så vore fallet så drabbas de äldre oäkta karettsköldpaddorna ändå av minskat näringsupptag när magsäcken når en kritisk nivå av plastinnehåll då kompensationen för det minskade födointaget inte längre räcker för att täcka upp näringsbehoven (McCauley & Bjorndal 1999). Alla livscykelstadier kan således vara utsatta för detta problem.

Även om redan mycket små mängder av plast kan vara dödliga på något av ovan beskrivna vis så behöver dock förtäring av plast inte skada den oäkta karettsköldpaddan. Stora mängder av plast kan förbli kvar i matsmältningskanalen i flera månader innan det passerar genom tarmsystemet och ut ur sköldpaddan utan att skada den (Hoarau et al. 2014).

Toxikologiska effekter

Förtäring av plast är också problematiskt ur en toxikologisk aspekt. Ren plast anses vara biokemiskt inert, men för att förändra plastens egenskaper och förlänga dess livstid används ett flertal tillsatsämnen, så kallade plasticider, vid produktionen (Teuten et al. 2009, Thompson et al. 2009, Cole et al. 2011). Några exempel på sådana ämnen är polybromerade difenyletrar (PBDEs), ftalater, bisfenol A (BPA). De här ämnena är bekymmersamma eftersom de kan läcka från plasten till omgvivningen (Cole et al. 2011). I hur stor utsträckning detta sker beror på porstorleken i polymeren, storleken och egenskaper hos tillsatsämnet samt miljöförhållandena (Ng & Obbard 2006, Moore 2008, Teuten et al. 2009) Både ftalater och

BPA är ämnen som relativt enkelt läcker från plast, och båda substanserna finns i stor utsträckning i akvatiska miljöer (vom Saal & Myers 2008).

Oäkta karettsköldpaddor som förtärt plaster riskerar att utsättas för läckande plasticider. Det är vedertaget att dessa ämnen är hormonstörande, vilket innebär att de kan påverka biologiska, främst endokrina, processer (Barnes et al. 2009, Cole et al. 2011). Effekterna av hormonell obalans kan orsaka permanenta morfologiska problem hos individer i utvecklingsfaser och störningar i reproduktion hos vuxna djur. BPA kan agera som östrogenagonist och androgenantagonist och kan avsevärt påverka reproduktion och utveckling samt att det kan vara giftigt för vissa organismer. Hos människor kopplas substansen ihop med kroniska hälsoproblem som hjärtsjukdomar, diabetes och förändringar i hormonnivåer (Lang et al. 2008, Galloway et al. 2010). Långvariga effekter av plasticider och hormonstörande ämnen på akvatiska organismer är ett forskningsfält som ännu är relativt outforskat (Cole et al. 2011). Eftersom den oäkta karettsköldpaddan är en långlivad organism är det inte otänkbart att dessa långvariga effekter skulle kunna drabba den.

Förutom de kemikalier som tillsätts plasten vid produktionen tenderar plast i marina miljöer att ackumulera föroreningar och miljögifter lösta i vattnet (Cole et al. 2011). Detta inkluderar metaller (Betts 2008, Ashton et al. 2010), hormonstörande kemikalier (Ng & Obbard 2006) och långlivade organiska föroreningar (POPs, persistent organic pollutants). Dessa ämnen går även under samlingsnamnet hydrofoba organiska föroreningar (HOCs, hydrophobic organic contaminants) (Rios et al. 2007). POPs, som har hög abundans i marina miljöer, innefattar polyklorerade bifenyler (PCBs), polycykliska aromatiska kolväten och bekämpningsmedel med klorerade kolväten (till exempel DDT och DDE) (Teuten et al. 2009).

De hydrofoba ämnena samlas i högre koncentration vid havsytan, där även en stor andel av plastpartiklarna i havet ansamlas, och fäster på plastytan (Rios et al. 2007, Teuten et al. 2009). Förekomsten av dessa föroreningar i marint plastavfall har visats i flera studier runt om i världen, både i kustnära och oceaniska habitat (Mato et al. 2000, Rios et al. 2007, Teuten et al. 2007, Hirai et al. 2011). Många av ämnena är klassade som giftiga, de kan störa hormonsystemet, orsaka mutagenes och vara cancerframkallande (Cole et al. 2011). Det är inte förrän under de senaste åren som man också har kunnat visa att de här föroreningarna kan lossna från plasten och tas upp i vävnader hos organismer som förtärt plasten och därmed potentiellt skada dem (Teuten et al. 2007, Betts 2008). De här toxikologiska effekterna är särskilt problematiska gällande mikroplaster som har en stor ytarea jämfört med volym, vilket ökar exponeringen för plasticider och miljögifter (Barnes et al. 2009, Cole et al. 2011). När väl dessa föroreningar tagits upp i kroppen kan de överföras även till avkomman. Ryan et al. (1988) fann en korrelation hos reproduktiva fågelhonor mellan mängden PCB i fettvävnaden och i äggen. Det är tänkbart att detta skulle kunna gälla även för den oäkta karettsköldpaddan då det också är en äggläggande organism.

Diskussion

Även om fiskeindustrin idag är det hot som direkt dödar flest oäkta karettsköldpaddor kommer plasthotet att fortsätta att öka om inte kraftiga åtgärder vidtas. Inom fiskeindustrin har dock teknisk utveckling minskat dess påverkan avsevärt, även om det ännu är det största hotet (National Research Council 1990, Aguilar et al. 1995). Något liknande vore välbehövligt för plastindustrin. Det görs försök att rensa upp marint plastavfall med hjälp av

flytande skärmar som rör sig med havsströmmarna och därför inte kräver någon energi, men då denna metod ännu inte är vetenskapligt utvärderad är dess effektivitet samt de ekologiska effekterna okända (Ocean Cleanup 2016). I dagsläget är därför beräkningarna av Jambeck et al. (2015) gällande framtidens marina plastkvantiteter på 250 miljoner ton varje år troliga, vilket inte omöjliggör att det i framtiden är det största hotet mot oäkta karettsköldpaddor.

Plasten har fler indirekta konsekvenser än fiskeindustrin vilka kan ha större effekter på populationsnivå. Förtäring av plast kan, genom ett minskat näringsupptag, påverka tillväxthastigheten som redan är relativt långsam hos dessa långlivade organismer (McCauley & Bjorndal 1999). Detta är problematiskt då det viktigaste livscykelstadiet för att öka populationstillväxten är de större juvenilerna (Crouse et al. 1987), och om det tar längre tid för sköldpaddorna att nå detta stadium kan det ge stora konsekvenser för bevarandet av befintliga populationer på lång sikt. Likväl påverkar plastförtäring sköldpaddornas fekunditet och reproduktion, både genom ett minskat energiintag och förmodligen även genom faktiska toxikologiska effekter (McCauley & Bjorndal 1999). Dessa effekter kanske inte yttrar sig förrän efter ca 20 år när sköldpaddorna börjar reproducera sig. Det kan således ta tid innan vi ser effekterna av de mer långsiktiga processerna. Sköldpaddor får i sig plaster redan som mycket unga individer och med beaktande av deras långa generationslängd är dessa problem viktiga att adressera så snart som möjligt.

Det står dock klart att plast redan idag har en negativ effekt på den oäkta karettsköldpaddan då både intrassling och förtäring av plast kan ha direkt dödliga konsekvenser. Antalet drabbade sköldpaddor kan vara svårt att fastställa då det kan vara problematiskt att samla in tillräcklig mängd data när det gäller marina migrerande organismer som den oäkta karettsköldpaddan. Det kan även finnas ett mörkertal då sköldpaddor som dör till följd av plast kan sjunka till botten och inte återfinnas.

Eftersom det är svårt att avlägsna den plast som redan finns i haven idag (Jambeck et al. 2015) måste fokus ligga på att minska utsläppen. Det kan man göra genom att både förbättra hanteringen av plastavfall och genom att minska plastproduktionen och ersätta den med andra material. En förbättring på 85 % av sophanteringen skulle vara nödvändig i de 35 länder som släpper ut mest plastavfall (Tabell 1) för att med 75 % minska plastavfallet som inte hanteras rätt, och därmed riskerar att hamna i havet (Jambeck et al. 2015). Eftersom flertalet av dessa länder hör till gruppen med “lägre medelinkomst” är det förståeligt att sophantering möjligtvis inte är en prioritet. Därför är det än viktigare att länder med bättre ekonomi tar sitt ansvar och ger stöd till de länder som behöver hjälp.

Det finns ett par internationella överenskommelser som behandlar utsläpp i haven, de reglerar främst utsläpp via fartyg (Lentz 1987). Huruvida dessa överenskommelser har haft någon större effekt råder det delade meningar om inom forskningen (Amos 1993, Johnson 1994, Henderson 2001). Även om utsläppen minskat släpps det fortfarande ut stora mängder plastavfall från fartyg, upp till 6,5 miljoner ton årligen (Derraik 2002). Förutom internationella överenskommelser finns även nationella lagar och bestämmelser. EU arbetar för att minska marint avfall på flera plan, bland annat genom policyn ”Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe” som exempelvis uppmuntrar återvinning (European Comission 2015). USA har även de flera olika lagar som exempelvis ”Marine Plastic Pollution Research and Control Act”. som behandlar just plastavfall i marina miljöer (United States Environmental Protection Agency 2013). Förbud eller avgifter på plastpåsar

för engångsbruk har också tillämpats av flera länder (Herzog et al. 2013). Mikroplaster i hygienprodukter och kosmetika är olagligt i USA från och med 2017, och det är troligt att fler länder följer detta exempel (Trager 2016).

Den oäkta karettsköldpaddan skyddas både internationellt och nationellt under olika lagar och bestämmelser. Inom EU är karettsköldpaddan skyddad under Habitatdirektivet och en del häckningsplatser är Natura 2000-områden som också skyddas under Habitatdirektivet (European Comission 2014). Sköldpaddorna skyddas även genom uppförandet av marina nationalparker runt om i världen (Davis & Whiting 1977, Dimopoulos 2001). Upprättandet av skyddade marina områden är troligen inte effektiva mot plast, då det är svårt att hindra plast från att flyta med strömmar in i de skyddade områdena. Däremot kan de vara mycket effektiva mot de andra typer av hot som påverkar den oäkta karettsköldpaddan, som exempelvis fiske. Det är tänkbart att plasthotet kan samverka med andra typer av antropogena hot och ge synergiska eller additiva effekter. En minskad påverkan av de andra hoten genom skyddade marina områden skulle då vara positiv även ur plastperspektivet. De eventuella kombinerade effekterna för den oäkta karettsköldpaddan behöver dock studeras för att kunna dra några slutsatser.

Marint plastavfall är ett ökande hot för den oäkta karettsköldpaddan och ett flertal andra organismer. För att kunna motarbeta plasthotet mot marina organismer behöver man bekämpa problemet på flera nivåer samtidigt, vilket dels innefattar förhindrade av ytterligare utsläpp genom förbättrad sophantering, hårdare lagstiftning, en minskad plastproduktion. Även utforskning av tekniska möjligheter att avlägsna den plast som redan finns i haven idag är en viktig åtgärd. För att förbättra bevarandet av den oäkta karettsköldpaddan behövs ett utökat nätverk av marina skyddade områden och ett fokus på bevarande av de livscykelstadier som är viktigast för populationstillväxten.

Tack

Ett stort tack till Katariina Kiviniemi för utmärkt och mycket hjälpsam handledning under arbetets gång. Även ett stort tack till Elisabeth Stenudd och Gunnar Wigge som kommit med bra, utvecklande kommentarer och idéer.

Referenser

Abreu-Grobois, A & Plotkin, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. Lepidochelys olivacea. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2015-02-04.

Aguilar, R, Mas, J, Pastor, X. 1995. Impact of Spanish Swordfish Longline fisheries on the loggerhead sea turtle Caretta caretta population in the Western Mediterranean. Proceedings of the Twelfth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-361.

Amos, AF. 1993. Solid waste pollution on Texas beaches: a post-MARPOL annex V study U.S. Dept. of the Interior, New Orleans

Andrady, AL. 2011. Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin **62**: 1596–1605.

Arthur, C, Baker, J, Bamford, H. 2009. Proceedings of the International Research Workshop in the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris, NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. NOAA Marine Debris Division, Silver Spring MD.

Ashton, K, Holmes, L, Turner, A. 2010. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. Marine Pollution Bulletin **60**: 2050–2055.

Barnes, DKA, Galgani, F, Thompson, RC, Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society of London series B Biological Sciences **364**: 1985–1998.

Barreiros, JP, Raykov, VS. 2014. Lethal lesions and amputation caused by plastic debris and fishing gear on the loggerhead turtle Caretta caretta (Linnaeus, 1758). Three case reports from Terceira Island, Azores (NE Atlantic). Marine Pollution Bulletin **86**: 518–522.

Betts, K. 2008. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. Environmental Science & Technology **42**: 8995–8995.

Bjorndal, KA, Bolten, AB, Lagueux, CJ. 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin **28**: 154–158.

Cole, M, Lindeque, P, Halsband, C, Galloway, TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin **62**: 2588–2597.

Conant, TA, Dutton, PH, Eguchi, T, Epperly, SP, Fahy, CC, Godfrey, MH, MacPherson, SL, Possardt, EE, Schroeder, BA, Seminoff. JA, Snover, ML, Upite, CM, Witherington, BE. 2009. Loggerhead sea turtle (Caretta caretta) 2009 status review under the U.S. Endangered Species Act. National Marine Fisheries Service.

Crouse, DT, Crowder, LB, Caswell, H. 1987. A Stage-Based Population Model for Loggerhead Sea Turtles and Implications for Conservation. Ecology **68**: 1412–1423.

Davis, GE, Whiting, MC. 1977. Loggerhead Sea Turtle Nesting in Everglades National Park, Florida, USA. Herpetologica **33**: 18–28.

Derraik, JGB. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin **44**: 842–852.

Dimopoulos, D. 2001. The National Marine Park of Zakynthos: A Refuge for the Loggerhead Turtle in the Mediterranean. Marine Turtle Newsletter **93**:5-9.

Ellen MacArthur Foundation. 2016. The New Plastics Economy - Rethinking the future of plastics. Eller MacArthur Foundation. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2017-01-25.

Eriksen, M, Maximenko, N, Thiel, M, Cummins, A, Lattin, G, Wilson, S, Hafner, J, Zellers, A, Rifman, S. 2013. Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. Marine Pollution Bulletin **68**: 71–76.

European Comission. 2014. Environment: Commission takes Greece to court over failure to protect iconic species. European Comission Press Release. WWW-dokument: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-324_en.html. Hämtad 2015-03-17.

European Comission. 2015. Our Oceans, Seas and Coasts, Descriptor 10: Marine Litter. European Comission. WWW-dokument: http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index_en.htm. Hämtad 2015-03-17.

Fuentes, MMPB, Pike, DA, Dimatteo A, Wallace PB. 2013. Resilience of marine turtle regional management units to climate change. Global Change Biology **19**: 1399-1406.

Gall, SC, Thompson, RC. 2015. The impact of debris on marine life. Marine Pollution Bulletin **92**: 170-179.

Galloway, T, Cipelli, R, Guralnik, J, Ferrucci, L, Bandinelli, S, Corsi, AM, Money, C, McCormack, P, Melzer, D. 2010. Daily bisphenol A excretion and associations with sex

hormone concentrations: results from the InCHIANTI adult population study. Environmental Health Perspectives **118**: 1603–1608.
GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). 1991. The state of the marine environment. Blackwell Scientific Publications, London.
Gregory, MR. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. Philosophical Transactions of the Royal Society series B Biological Sciences **364**: 2013–2025.
Henderson, JR. 2001. A Pre- and Post-MARPOL Annex V Summary of Hawaiian Monk Seal Entanglements and Marine Debris Accumulation in the Northwestern Hawaiian Islands, 1982–1998. Marine Pollution Bulletin **42**: 584–589.
Herzog, M, Howe, A, Oh, T, Parekh, J. 2013. Federal Actions to Address Plastic Marine Pollution. Surfrider Foundation & UCLA's Frank G. Wells Environmental Law Clinic. WWW-dokument: https://law.ucla.edu/centers/environmental-law/emmett-institute-on-climate-change-and-the-environment/publications/federal-actions-to-address-plastic-marine-pollution/ Hämtad 2015-03-17.
Hoarau, L, Ainley, L, Jean, C, Ciccione, S. 2014. Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from by-catches in the South-West Indian Ocean. Marine Pollution Bulletin **84**: 90–96.
Jambeck, JR, Geyer, R, Wilcox, C, Siegler, TR, Perryman, M, Andrady, A, Narayan, R, Law, KL. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science **347**: 768–771.
Johnson, SW. 1994. Deposition of trawl web on an Alaska beach after implementation of MARPOL Annex V legislation. Marine Pollution Bulletin **28**: 477–481.
Laist, DW. 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. Marine Pollution Bulletin **18**: 319–326.
Lang, IA, Galloway, TS, Scarlett, A, Henley, WE, Depledge, M, Wallace, RB, Melzer, D. 2008. Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. Journal of the American Medical Association **300**: 1303–1310.
Lazar, B, Gracan, R. 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, Caretta caretta, in the Adriatic Sea. Marine Pollution Bulletin **62**: 43–47.
Lechner, A, Keckeis, H, Lumesberger-Loisl, F, Zens, B, Krusch, R, Tritthart, M, Glas, M, Schludermann, E. 2014. The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe’s second largest river. Environmental Pollution **188**: 177–181.
Lentz, SA. 1987. Plastics in the marine environment: Legal approaches for international action. Marine Pollution Bulletin **18**: 361–365.
Lutcavage, MC, Plotkin, P, Whitherington, B, Lutz, PL. 1997. Human impacts on sea turtle survival. I: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles, ss. 397–409. CRC Press, Boca Raton.
Marine Turtle Specialist Group. 1996a. Caretta caretta. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2015-02-04.
Marine Turtle Specialist Group. 1996b. Lepidochelys kempii. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2015-01-04.
Mato, Y, Isobe, T, Takada, H, Kanehiro, H, Ohtake, C, Kaminuma, T. 2000. Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. Environmental Science & Technology **35**: 318–324.

McCauley, SJ, Bjorndal, KA. 1999. Conservation Implications of Dietary Dilution from Debris Ingestion: Sublethal Effects in Post-Hatchling Loggerhead Sea Turtles. Conservation Biology **13**: 925–929.

McCellan, CM, Read, AJ. 2007. Complexity and variation in loggerhead sea turtle life history. Biology Letters **3**: 592–594.

Moore, CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. Environmental Research**108**: 131–139.

Moore, CJ. Lattin, GL, Zellers AF. 2011. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. Journal of Integrated Coastal Zone Management **11**(1): 65–73.

Mortimer, JA, Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) 2008. Eretmochelys imbricata. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad den 2015-02-04.

Narazaki, T, Sato, K, Abernathy, KJ, Marshall, GJ, Miyazaki, N. 2013. Loggerhead Turtles (Caretta caretta) Use Vision to Forage on Gelatinous Prey in Mid-Water. PLoS ONE **8**(6): 1–10.

National Research Council (U.S.). Study Panel on Assessing Potential Ocean Pollutants. 1975. Assessing Potential Ocean Pollutants: A Report of the Study Panel on Assessing Potential Ocean Pollutants to the Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources. National Research Council. Natural Academy of Sciences. Washington.

Ng, KL, Obbard, JP. 2006. Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. Marine Pollution Bulletin **52**: 761–767.

NOAA Fisheries. 2014. Loggerhead turtle (Caretta caretta). NOAA Fisheries. WWW-dokument: http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles/loggerhead.html Hämtad 2015-03-15.

Ocean Cleanup. 2016. Technology. WWW-dokument: https://www.theoceancleanup.com/technology/. Hämtad 2017-01-02.

Orr, HA. 2009. Fitness and its role in evolutionary genetics. Nature Reviews Genetics **10**: 531-539.

Red List Standards & Petitions Subcommittee 1996. Natator depressus. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2015-02-04.

Ryan, PG. 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. Marine Pollution Bulletin **19**: 125–128.

Vom Saal, FS, Myers, JP. 2008. Bisphenol A and risk of metabolic disorders. Journal of the American Medical Association **300**: 1353–1355.

Schuyler, QA, Wilcox, C, Townsend, K, Hardesty, BD, Marshall, NJ. 2014. Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. BMC Ecolology **14**(14): 1-7.

Seminoff, JA, Southwest Fisheries Science Center, U.S. 2004. Chelonia mydas. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad 2015-02-04.

Sheavly SB, Register KMJ. 2007. Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. Journal of Polymers and the Environment **15**(4): 301-305.

Spotila, JR. 2004. Sea turtles, a complete guide to their biology, behavior and conservation. The John Hopkinns University Press and Oakwwood Arts, Baltimore.

Teuten, EL, Rowland, SJ, Galloway, TS, Thompson, RC. 2007. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. Environmental Science & Technology **41**: 7759–7764.

Teuten, EL, Saquing, JM, Knappe, DRU, Barlaz, MA, Jonsson, S, Björn, A, Rowland, SJ, Thompson, RC, Galloway, TS, Yamashita, R, Ochi, D, Watanuki, Y, Moore, C, Viet, PH, Tana, TS, Prudente, M, Boonyatumanond, R, Zakaria, MP, Akkhavong, K, Ogata, Y, Hirai, H, Iwasa, S, Mizukawa, K, Hagino, Y, Imamura, A, Saha, M, Takada, H. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society of London series B Biological Sciences **364**: 2027–2045.

Thompson, RC, Swan, SH, Moore, CJ, Saal, FS vom. 2009. Our plastic age. Philosophical Transactions of the Royal Society of London series B Biological Sciences **364**: 1973–1976.

Tomás, J, Guitart, R, Mateo, R, Raga, JA. 2002. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from the Western Mediterranean. Marine Pollution Bulletin **44**: 211–216.

Trager, R. 2016. US bans microbeads from personal care products. Royal Society of Chemistry.WWW-dokument: http://www.rsc.org/chemistryworld/2016/01/us-bans-microbeads-personal-care-products. Hämtad 2017-01-01.

United States Environmental Protection Agency. 2013. Water: Marine Debris. Laws, regulations, treaties. United States Environmental Protection Agency. WWW-dokument: http://water.epa.gov/type/oceb/marinedebris/lawsregs.cfm. Hämtad 2015-03-17.

Wallace, BP, Tiwari, M, Girondot, M. 2013. Dermochelys coriacea. The IUCN Red List of Threatened Species. WWW-dokument: www.iucnredlist.org. Hämtad den 2015-02-04.

Hur plastavfall i marina miljöer är ett hot mot den oäkta karettsköldpaddan (*Caretta Caretta*): etisk bilaga

Mikaela Puranen

Självständigt arbete i biologi 2017

Naturens egenvärde och människans ansvar

Idag produceras runt 275 miljoner ton plast årligen. Mellan 4,8 och 12,7 miljoner ton av produktionen hamnar i våra hav. Detta påverkar hundratals marina organismer negativt, både fysiologiskt, toxikologiskt och ekologiskt. Litteraturstudien fokuserar på den oäkta karettsköldpaddan som modellorganism för problematiken. Har människan ett moraliskt ansvar för dessa arter som far illa på grund av plastindustrin? Frågan leder oss in på en omdiskuterad etisk fråga, nämligen om naturen i sig har ett egenvärde. Kan ting ha ett inneboende värde utan någon koppling till oss? Eller saknar något värde för att vi människor inte kan dra nytta av det?

Somliga anser att den enda anledningen till att vi bör ta hand om naturen är för att säkerställa kommande generationers framtid på jorden. De anser att naturens värde endast återfinns i hur den kan utnyttjas som resurs samt hur den kan slå tillbaka mot oss.

Det finns dock även de som argumenterar för att naturen inte bara är viktig för människan, utan att den har ett inneboende värde i sig själv och att den därmed är värd att bry sig om för dess egen skull. Naturens egenvärde inkluderar även då de levande varelser som finns i den. Om naturen har ett egenvärde så bör det också ha betydelse för hur vi agerar gentemot den. Detta innebär således också ett ansvar för att ta hand om de arter som påverkas negativt av plastindustrin, bland annat den oäkta karettsköldpaddan. Vi har då ett ansvar och en plikt att värna om deras livsmiljöer och att arbeta för att bevara arter som är hotade.

De värden som ställs mot varandra i den här litteraturstudiens ämne är naturens egenvärde kontra plastindustrins instrumentella värde. Diskussioner om huruvida människor och andra arter har ett likvärdigt egenvärde är idag vanligt förekommande. Det skulle kunna argumenteras för att om människan har ett unikt värde så har man också ett unikt ansvar att bry sig om resterande arter. Å andra sidan kanske man även kan argumentera för att den nyttan vi får av plastindustrin då är mer värd än naturens egenvärde. Detta då plast är en viktig komponent i vårt moderna samhälle och återfinns på något plan i de flesta produktioner.

Forskningsetik

I den här litteraturstudien har jag försökt att använda mig av relevanta och trovärdiga källor, genom att huvudsakligen använda vetenskapliga artiklar som källor. Jag har jämfört olika artiklars trovärdighet i avseende på vilken tidskrift som de är publicerade i samt hur citerad artikeln är. Jag har försökt inkludera både nyare och lite äldre forskning. Jag har tydligt hänvisat till källan när jag använder fakta eller resonemang som inte är mina egna.