

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Bakalářská práce

**TRANSLATION FROM THE FIELD OF ECOLOGY
WITH A COMMENTARY AND GLOSSARY**

Denisa Humpálová

Plzeň 2014

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta filozofická

Katedra anglického jazyka a literatury

Studijní program Filologie

Studijní obor Cizí jazyky pro komerční praxi

angličtina - francouzština

Bakalářská práce

**PŘEKLAD Z OBLASTI EKOLOGIE
S KOMENTÁŘEM A GLOSÁŘEM**

Denisa Humpálová

Vedoucí práce:

PhDr. Eva Raisová

Katedra anglického jazyka a literatury

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2014

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen
uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2014

.....

TABLE OF CONTENTS

1 INTRODUCTION	1
2 THEORETICAL PART	2
2.1 Translation.....	2
2.1.1 Task of translator.....	2
2.1.2 Translation procedure.....	3
2.1.3 Translation difficulties.....	5
2.1.4 Equivalence.....	6
3 PRACTICAL PART	6
3.1 Text	6
3.2 Analysis	59
3.3 Glossary	63
4 CONCLUSION.....	65
5 END NOTES.....	66
6 BIBLIOGRAPHY	67
7 ABSTRACT	69
8 RESUMÉ	69
9 APPENDIX	70

1 INTRODUCTION

The aim of my Bachelor's Thesis - "Translation of an English Text from the Field of Ecology with a Commentary and Glossary" - is to theoretically introduce the translation studies and to practically provide an appropriate translation of a chosen text. The text concerns ecological analysis about a dire state of coral reef.

This Thesis is divided into two main parts. The theoretical part deals with the area of the translation studies and it introduces translator's approach and which methods he/she uses while translating.

The practical part of the Thesis contains the target text and a translation analysis that shows how I translated specific aspects which are completed by examples from the text, and a glossary in alphabetic order.

As the text concerns a field of ecology, I assume the text will contain a lot of terminology.

In the appendix, which comprises the last part of the Thesis, the original text I chose for translation is attached.

I have chosen this topic because it is possible that in my future career I will work with texts from a foreign language so it would be beneficial to gain experience with translation while preserving the meaning. The field which I chose for the translation was influenced by my personal interest.

2 THEORETICAL PART

2.1 Translation

Translation occupies a large part of everyday life. The Russo-American linguist Roman Jakobson distinguished between three types of written translation – intralingual translation that deals with translation within the same language by means of rewording or paraphrase, interlingual translation which occurs while translating from source language to target language, and intersemiotic translation that seeks to translate a verbal sign by a readable corresponding sign, for example musical notes. [1] The thesis is focused only on interlingual translation. Translation is not only seen as a product but also as a process.

Translation could be understood only as a process in which a world in one language is transferred to another language, however, it is not that simple. Translated text has to preserve the same ideas, messages, and hidden meanings.

2.1.1 Task of translator

The translator is an intermediary between the author of a text in source language and readers of the text in target language. He is the one who presents the audience a final product. To preserve the same meaning the translator must not to maximize sameness but to minimize the difference of both texts.

As the translator transfer a text from one language into another, it is necessary that he has an excellent knowledge of both languages. Nevertheless an excellent knowledge is not enough, the translator has to also possess sensitivity to languages to feel subtle linguistic nuances, and creativity. [2]

The translator is often faced with cultural references mentioned in the text which he has to explain to readers, such as colloquialisms, slang, and other expression that are not translated literally, therefore it is necessary to know and understand cultural background of the source text

and be able to find a corresponding equivalent in the target language if it is possible. [3]

2.1.2 Translation procedure

By the procedure of translation we mean the transformation of a written text in the source language into an equivalent text in the target language by preserving the same meaning as the original source text. [4]

Before the translator begin his/her work, it is necessary to profoundly evaluate and analyse the text. Firstly, the translator must make a strategic decision which he/she applies on the source text. Therefore, the translator is obligated to read the source text in detail, understand the content and find any hidden elements in the text. The strategic decision involves cultural background, historical and local setting, literary hints, type of the text, function of the text and its principal ideas, the audience the text is intended for, the author's relationship to the subject and to audience. This phase of a strategic decision is referred to as macro-approach. Only after the text is analysed in this manner, the translator begins the decision of details phase which is referred to as micro-approach. This phase directs attention on specific particulars within grammatical, lexical and syntactical level, and results in creating the target text. [5]

Peter Newmark, an English professor of translation, proposes two possible approaches to translating. The translator begins translating first paragraph or chapter sentence by sentence in order to recognise the tone of the text, then he/she reviews the position and read the rest of the source text, or the translator firstly read the text several times to find the intention, register, tone, difficult words, basically he/she analyses the source from the view of macro-approach. [6] According to his suggestion, it is not necessary to always make a strategic analysis. It is up to the translator which approach he prefers or which one he finds more suitable for a given text. The decision may also depend on the character of the

translator, as the first approach seems to be more suitable for translators with a greater sense of intuition and the second approach for translator with analytical sense. However, the first approach does not seem to be suitable for technical and scientific texts.

After the strategic decision, macro-approach, the translator starts producing the target text. The translator seeks to interpret the meaning as truthfully as possible, therefore, he has to continuously make sure the text is cohesive and coherent. During his work, the translator seeks to find the most corresponding equivalent bearing the most similar meaning and tone. Nevertheless, there are situations where it is not possible to find any equivalent in a target language. Translators, therefore, solve the lack of a corresponding equivalent by using other methods. Vinay and Darbelnet, Canadian linguists, stated in their book *Stylistique compare du français et de l'anglais* two main translation strategies, direct and oblique translation, comprising of seven procedures. Direct and oblique translation resemble to some extent literal and free translation respectively. Borrowing, calque and literal translation are procedures of direct translation, and transposition, modulation, equivalence and adaptation are procedures of oblique translation. [7]

Borrowing is the basic procedure implying that the translator borrow a word which means that a word from the source language is transferred directly to the target language while keeping its form. This procedure brings an original connotation to the word in the target language. e.g. *whisky, night club, Lancôme*

Calque is a procedure by which a word or expression is borrowed from the source language and then literally translated. The translator has adhere to the syntactic structure and also to the semantic meaning of the word from the source language and keep them. e.g. *skyscraper = mrakodrap, potflower = hrnková květina, White House = Bílý dům*

Literal translation is a procedure by which a word in the source language is replaced with its equivalent in the target language. The

equivalent has to be in both idiomatical and grammatical accordance with the source text. This procedure cannot be used when it gives another meaning, it has no meaning, it is structurally impossible, it does not have a corresponding expression within the metalinguistic experience of the target language, it has a corresponding expression but not within the same register.

e.g. *A little girl walks a dog.* = *Malá holčička venčí psa.*

Transposition is a procedure by which the translator can replace one word class with another without changing the meaning of the message. e.g. a noun is replaced by an adjective – *The match was a success.* = *Zápas byl úspěšný.* A noun is replaced by a verb – *She gave him a kiss.* = *Políbila ho.*

Modulation is a procedure by which the translator changes the semantic structure of the target text by changing point of the view in order to avoid awkward the target text caused by literal translation or by transposition. e.g. *angle joint of the pipe* = *koleno potrubí*

Equivalence is a procedure used especially for translating idioms, proverbs clichés, nominal or adjectival phrases. The translator describes the same situation by using completely different expressions for producing equivalent texts as each culture uses different idiomatical and proverbial expressions. e.g. *A bird in hand is worth two in bush.* = *Lepší hrabec v hrsti, nežli holub na střeše.*

Adaptation is a procedure used when the proper equivalent in target language does not exist.

2.1.3 Translation difficulties

Jiří Levý, a Czech translator, mentions that translators will face many difficulties during the process of translation caused by two agents of difference. The first is the difference between the source language and the target language. The second is difference how two readers from two different countries understand and interpret the text. That difference is

caused by different knowledge cultural and social background. These agents of difference, especially those linked to cultural, political and social background cause difficulties during the translation process, as the translator can miss cultural hints so he/she does not completely comprehend the text.

2.1.4 Equivalence

In translation, it is necessary to replace a word or a phrase in the source language by the most appropriate equivalent in the target language. [8] A prerequisite for the equivalence is the existence of parallel corresponding equivalents in both source and target language. However, as already mentioned, there are situation when it is not possible to find an equivalent. We can distinguish between three types of equivalence – full equivalence, partial equivalence and zero equivalence.

3 PRACTICAL PART

In this part, I would like to provide the translation of a source text I chose. A translated text is followed by a commentary, which includes a translation analysis that contains elements of both macro-approach and micro-approach. The commentary is supported by examples from both the source and the target text.

3.1 Text

The source text I chose contains two chapters titled Project approach and methodology and Threats to the world's reefs from a report Reefs at Risk Revisited that was published by World Resources Institute in 2011 and has been available at their website ever since.

Kapitola 2. Projektový přístup a metodika



Při vyčíslení hrozeb a mapování míst, na nichž jsou útesy nejvíce ohroženy degradací nebo jejich úbytkem, jsme do analýzy zahrnuli více než 50 datových zdrojů včetně batymetrických dat (hloubka oceánu), pokrytí zemského povrchu, rozložení populace a rychlost jejího růstu, pozorování blednutí korálů a míst s lidskou infrastrukturou. Tato data byla sjednocena v rámci geografického informačního systému (GIS) a následně použita při modelování několika rozsáhlých kategorií ohrožení ze strany lidských činností, klimatických změn a okyselování oceánů. Při absenci úplných globálních informací o stavu útesů představuje tato analýza pragmatický hybrid sestavený z monitorovacích pozorování a modelovaných predikcí stavu útesů.

Vlivy lidské činnosti na korálové útesy jsou ve zprávě rozděleny na vlivy „místního“ a „globálního“ původu. Tyto kategorie se používají při rozlišování hrozeb, které zahrnují lidské aktivity v blízkosti útesů mající přímý a relativně lokalizovaný dopad, ve srovnání s hrozbami, které ovlivňují prostředí korálů nepřímo prostřednictvím kumulativního dopadu lidských činností na celosvětové klima a chemické složení mořské vody oceánů.

Lokálními hrozbami řešenými v této analýze jsou:

- Pobřežní rozvoj

- Znečištění v povodí řek
- Znečištění a škody způsobené lodní dopravou
- Nadměrný a destruktivní rybolov

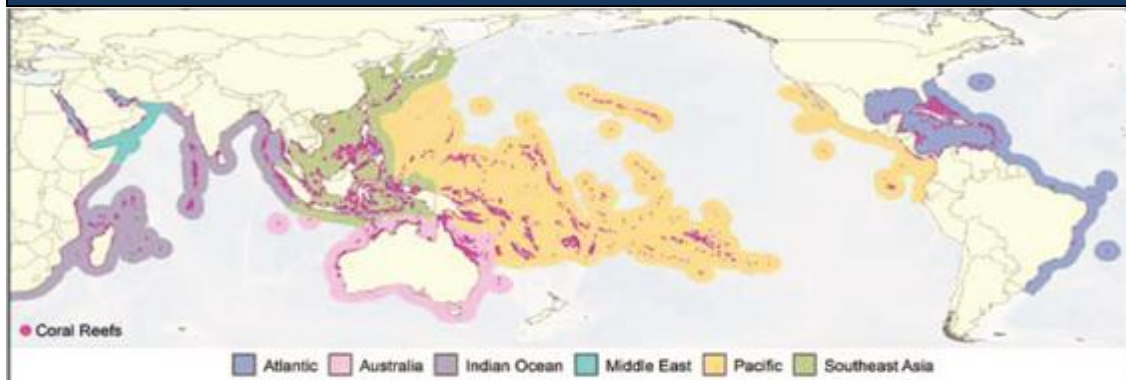
Hrozbami řešenými na globální úrovni jsou:

- Teplotní stress (zvyšování teploty moří, které může způsobit blednutí korálů)
- Okyselování oceánů (způsobené zvýšeným obsahem CO₂, který může snižovat rychlost růstu korálů)

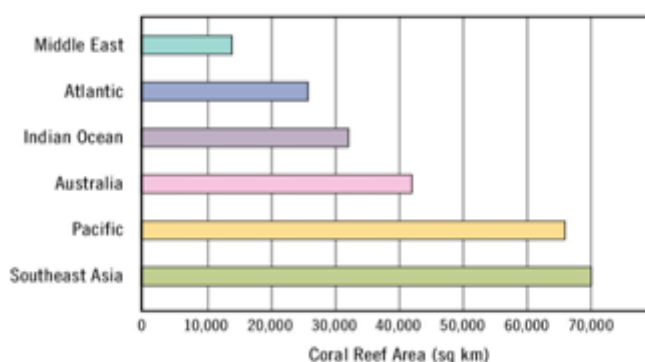
Toto je první projekt *Korálové útesy v ohrožení*, který obsahuje údaje o těchto globálních hrozbách. Tyto údaje nám umožňují nejenom odhadnout stávající a bezprostředně hrozící stav útesů, ale také projektovat trendy budoucího vývoje. Pro hrozby na globální úrovni jsme nevyvíjeli žádné nové modely, ale začlenili jsme stávající data získaná od partnerských organizací o teplotním stresu v minulosti a v budoucnosti a o okyselování oceánů (příloha 2). Tyto údaje nám umožnily zohlednit dosavadní dopady a potenciální budoucí vlivy oteplování a okyselování oceánů na útesy do roku 2030 a 2050 pomocí scénářů projekce klimatu.

Projekt *Reefs at Risk Revisited* poskytuje výsledky, jako jsou například mapy ukazující rozložení lokálních a globálních hrozeb pro korálové útesy. Tyto hrozby jsou také začleněny do jednoho integrovaného seznamu, který představuje jejich kombinovaný dopad na zmapovaná místa útesů. Analýza vychází z nově sestavené globální mapy útesů – doposud nejsouhrnnějšího a nejpodrobnějšího znázornění výskytu korálových útesů na světě - kterou jsme vykreslili do sítě s rozlišením 500 m pro modelování. Spolu se zmapovanými výsledky jsou pro každou z šesti velkých oblastí výskytu korálových útesů předložena souhrnná zjištění (mapa 2.1).

Mapa 2.1 Hlavní světové oblasti korálových útesů definované analýzou *reefs at risk revisited*



Obr. 2.1 Rozšíření korálových útesů po oblastech



Projekt *Reefs at Risk Revisited* odhaduje rozsah lidského vlivu na korálové útesy prostřednictvím jednotlivých ukazatelů ohrožení a integrovaného rejstříku lokálních ohrožení. Tento rejstřík není přímým měřítkem stavu útesů. Některé oblasti hodnocené jako ohrožené totiž již mohly utrpět významnou ztrátu nebo znehodnocení, zatímco jiné jsou stále ještě zdravé. U zdravých útesů je vysoké skóre hrozby měřítkem rizika a jakýmsi ukazatelem na pravděpodobné a dokonce bezprostředně hrozící poškození. V typickém případě však útesy, které jsou ohrožené, již vykazují známky poškození, jako je snížené pokrytí živými korály, zvýšené pokrytí řasami nebo omezená diverzita druhů. I v tomto případě je důležité si uvědomit, že znehodnocení útesů není jednoduchou

postupnou změnou, ale spíše spádem průběžných změn. I tam, kde je znehodnocení již patrné, poskytují modely kritickou připomínku toho, že budoucí změna často situaci ještě zhorší.

Metoda analýzy hrozeb

Zmíněné čtyři lokální hrozby pro korálové útesy byly modelovány samostatně a později sloučeny do integrovaného seznamu lokálních ohrožení projektu *Korálové útesy v ohrožení*. Postup použitý při modelování je rozšířením a vylepšením postupu použitého při předchozích analýzách projektu *Korálové útesy v ohrožení*. Byly při něm využity vstupy od více než 40 vědců zabývajících se korálovými útesy a dalších odborníků. Pro každou lokální hrozbu byly identifikovány zdroje stresu, které bylo možno zmapovat a které byly následně sloučeny do zástupného ukazatele, který odrážel stupeň hrozby. Tyto „stresory“ zahrnují hustotu lidského osídlení a infrastruktury, jako jsou místa a velikosti měst, přístavů a hotelů, jakož i složitější modelované odhady, například přísun sedimentů z řek. Pro každý stresor byla vytvořena pravidla založená na vzdálenosti s tím, že hrozba se snižuje se zvětšující se vzdáleností od stresoru. Byly vytvořeny hranice pro nízké, střední a vysoké hrozby s využitím dostupných informací o pozorovaných dopadech na korálové útesy. Tab. 2.1 poskytuje shrnutí tohoto přístupu a omezení při modelování každé lokální hrozby.

Tab. 2.1 Metoda analýzy v projektu *reefs at risk revisited* – stávající hrozby

Hrozba	Postup analýzy	Omezení
Pobřežní rozvoj	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hrozba pro korálové útesy ze strany pobřežního rozvoje byla modelována na základě velikosti měst, přístavů a letišť, velikosti a hustoty hotelů a tlaku pobřežní populace (kombinace 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poskytuje dobrý ukazatel relativní hrozby, ale je pravděpodobné, že v něm budou chybět (zejména nové) turistické lokality. ▪ Nezaznamenává přímo vypouštění splašků, ale využívá údaje o obyvatelstvu jako zástupce pro

	hustoty, růstu populace a nárůstu turistiky).	tuto hrozbu.
Znečištění v povodí řek	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hrozba pro útesy ze strany škodlivin z pevniny byla modelována pro více než 300.000 povodí ústíích do pobřežních vod. ▪ Relativní rychlosti eroze v terénu byly odhadnuty na základě sklonu, typu zemského pokryvu, srážek a půdního typu. ▪ Přísun splavenin v ústích řek byl odhadnut na základě celkové eroze v povodí a upraven poměrem přísunu splavenin (na základě velikosti povodí) a zachycování splavenin přehradami a mangrovovými porosty. ▪ Rozptyl oblaku splavenin byl modelován pomocí lineární rychlosti rozpadu od ústí řeky a kalibrován ve srovnání se skutečnými oblaky splavenin pozorovanými ze satelitních dat. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Model představuje zástupce pro dopravu splavenin, živin a znečišťujících látek. ▪ Dodávka živin do pobřežních vod je pravděpodobně podceněna z důvodu nedostatku prostorových dat o pěstování plodin a používání hnojiv. Zemědělská půda je však považována za samostatnou kategorii půdního krytu a je zatížena větším vlivem. ▪ Model nezahrnuje vstupy živin a znečišťujících látek z průmyslu nebo z intenzivního chovu dobytka, které mohou být značné.
Znečištění a škody lodní dopravou	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indikátor hrozby znečištění a škod lodní dopravou vycházel z velikosti a kapacity komerčních speditérských přístavů, z velikosti a kapacity přístavů pro okružní plavby, z intenzity lodní dopravy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hrozba spojená s intenzitou lodní dopravy může být podceněna, protože zdroj dat je založen na dobrovolném sledování lodí a nezahrnuje rybářské lodě. ▪ Model hrozby nezohledňuje námořní odpad (např. plasty), vyhozené rybářské náčiní,

	a z umístění ropné infrastruktury.	rekreační plavidla a vraky lodí, a to z důvodu nedostatku globálních prostorových dat o těchto hrozbách.
Nadměrný a destrukční rybolov	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hrozby pro korálové útesy ze strany nadměrného rybolovu byly hodnoceny na základě hustoty příbřežního osídlení a rozsahu rybářských oblastí (oblasti útesů a mělčin) a upravovány tak, aby byla zohledněna zvýšená poptávka v důsledku blízkosti velkých populací a tržních center. Zahrnuty jsou také oblasti, v nichž se objevuje destrukční rybolov (pomocí výbušnin nebo jedů), a to na základě pozorování získaných z monitorovacích a mapových podkladů vypracovaných experty. ▪ Odhad hrozby byl snížen uvnitř chráněných námořních oblastí, které byly experty vyhodnoceny jako oblasti s „efektivním“ nebo „částečně efektivním“ managementem (ve smyslu přítomnosti určité úrovně managementu, který pomáhá chránit ekologickou integritu). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Přesná a prostorově rozříděná globální data o rybářských metodách, úlovcích a počtu rybářských společností nejsou k dispozici, a proto se jako zástupce pro nadměrný rybolov používá populační tlak. ▪ Model nezachycuje zaměření se na vysoce hodnotné druhy ryb, které globálně postihuje většinu útesů, ale má menší dopady na ekosystémy než rozšířenější nadměrný rybolov. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Záznamy o efektivitě managementu byly k dispozici pouze pro přibližně 83% útesů v rámci chráněných námořních oblastí.
Výše popsané čtyři lokální hrozby jsou v této zprávě sloučeny tak, aby poskytovaly integrovaný index lokálních ohrožení. Předcházející teplotní stres (popsaný níže) je řešen jako dodatečná hrozba.		
	▪ Odhady teplotního stresu za	▪ Odhady blednutí z dálkového

<p>Předcházející teplotní stres</p>	<p>dobu uplynulých 10 let (1998 až 2007) spojují následující dvě datové úrovně:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dřívější případy intenzivního ohřevu. Šlo o oblasti, které byly známé tím, že měly vysoké teplotní anomálie (počet „degree heating weeks“ - týdnů s ohřevem o 1 stupeň > 8) na základě satelitních údajů o teplotě povrchu moří od NOAA Coral Reef Watch. 2. Pozorování silného blednutí od ReefBase. Tato bodová data byla uložena do paměti za účelem zaznamenání blednutí v sousedství, ale byla upravena a účinně snížena přítomností vedlejších záznamů o nízkém nebo nulovém blednutí ze stejného roku. 	<p>snímání jsou měřítkem podmínek, které mohou způsobovat blednutí na základě týdenních teplot a dlouhodobých průměrů v lokalitě.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Náchyllost k blednutí v důsledku jiných faktorů (buď lokálních, nebo souvisejících s klimatem, jako je předcházející klimatická proměnlivost) nebyla v modelu zachycena. ▪ Neexistuje vždy silná korelace mezi teplotou povrchu moře a pozorováními známých oblastí blednutí korálů. Tato pozorování však mají pouze omezené prostorové a časové pokrytí, a tak je není možno použít samostatně.
--	--	---

Na rozdíl od modelování lokálních hrozeb byly údaje a modely použité při hodnocení klimatických ohrožení a ohrožení souvisejících s chemickým složením mořské vody oceánů získány od externích odborníků. Tato práce měla dva cíle: jedním z nich bylo podívat se na nedávné případy oteplování oceánů, které již mohly útesy poškodit nebo je zanechat zranitelnějšími vůči jiným hrozbám, a druhým bylo promítnout budoucí dopady oteplování a okyselování oceánů ve střednědobém (20 let) a dlouhodobém (40 let) měřítku. Stresory pro tyto modely zahrnují údaje ze satelitního pozorování teplot povrchu moří, pozorování blednutí

korálů a modelované odhady budoucího oteplování a okyselování oceánů. Vstupy od vědců z každého z hlavních regionů korálových útesů a od expertů na klimatické změny přispěly k výběru prahových hodnot pro tyto hrozby. V tab. 2.2 jsou shrnuty přístupy a omezení pro zkoumání budoucích ohrožení na globální úrovni.

Výstupy z těchto modelů byly dále testovány a kalibrovány ve srovnání s dostupnými informacemi o stavu korálových útesů a pozorovanými dopady na korálové útesy. Všechny hrozby byly rozděleny do kategorií nízkých, středních a vysokých ohrožení s cílem zjednodušit a zároveň umožnit přijatelné a přímé srovnání a zkombinovat zjištění pro různé hrozby.

Tab. 2.2 Metoda analýzy v projektu *reefs at risk revisited* – budoucí hrozby na globální úrovni

Hrozba	Postup analýzy	Omezení
Budoucí teplotní stress	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promítnutý teplotní stres ve 20. a 50. letech tohoto století je založen na modelovaných kumulovaných „degree heating month“ (DHM) – měsíců s ohřevem o jeden stupeň a představuje budoucnost při současném stavu emisí skleníkových plynů. ▪ Specifickým ukazatelem použitým v modelu byla četnost (počet roků v desetiletí), kdy byla nejméně jednou dosažena prahová hodnota blednutí. Tyto četnosti byly upraveny tak, aby zohledňovaly historickou proměnlivost 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data představují hrubou aproximaci budoucí hrozby z důvodu teplotního stresu. ▪ Modely poskytují aproximaci potenciální budoucnosti, ale vliv na výsledek budou nepochybně mít změny v emisích a jiné faktory. ▪ Vedle historické proměnlivosti teplot model nezahrnuje další faktory, které mohou vyvolat nebo zabránit blednutí korálů (např. lokální vystoupaní spodních vod na hladinu, druh) či případné přizpůsobení se korálů zvýšené teplotě moří.

	teploty povrchu moří.	
Okyselo- vání oceánů	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ukazatelem okyselování oceánů je promítnutá úroveň nasycení aragonitem, formou uhličitanu vápenatého, který koráli využívají k budování svých koster. (Se zvyšujícími se úrovněmi CO₂ se snižuje nasycení aragonitem, což ztěžuje korálům budování jejich koster.) Úrovně nasycení aragonitem byly modelovány pro budoucnost podle promítnutých hladin atmosférického CO₂ a teplot povrchu moří pro roky 2030 a 2050 na základě scénáře dle obvyklého stavu činností. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data představují hrubou aproximaci stávajících a budoucích úrovní nasycení aragonitem. ▪ Nasycení aragonitem je důležitým faktorem ovlivňujícím rychlost růstu, ale není pravděpodobně jediným. Další faktory (jako např. světlo a kvalita vody) nebyly do tohoto modelu zahrnuty z důvodu nedostatku globálních prostorových dat.

V příloze 2 je uveden seznam zdrojů dat použitých při analýze a podrobnosti o validaci modelu. Na adrese www.wri.org/reefs jsou k dispozici online seznam přispěvatelů dat a úplné technické poznámky pro analýzu včetně zdrojů dat a prahových hodnot použitých při rozlišování nízkých, středních a vysokých kategorií ohrožení. Výsledky této analýzy ohrožení jsou předloženy v kapitolách 4 a 5.

Integrovaní hrozeb

Abychom získali jedno široké měřítko ohrožení, zkombinovali jsme všechny čtyři jednotlivé hrozby pro korálové útesy do jediného integrovaného indexu lokálních ohrožení, který odráží jejich kumulativní dopad na ekosystémy útesů. Poté jsme tento index upravili podle rostoucích úrovní ohrožení, čímž jsme zohlednili vlivy dřívějšího teplotního stresu. Na závěr jsme sloučili lokální hrozby s modelovými

budoucími odhady teplotního stresu a okyselování oceánů s cílem předpovědět ohrožení pro korálové útesy v letech 2030 a 2050.

a. Index integrovaných lokálních hrozeb. Tento index byl vytvořen sečtením všech čtyř jednotlivých lokálních ohrožení, kdy útesy byly pro každý případ rozříděny do nízké (0), střední (1) a vysoké (2) kategorie. Sečtené hrozby pak byly zaříděny do indexu takto:¹

- *Nízký:*² 0 bodů (nízké skóre pro všechny lokální hrozby)
- *Střední:* 1-2 body (střední skóre u jedné nebo dvou lokálních hrozeb nebo vysoké skóre u jedné hrozby)
- *Vysoký:* 3-4 body (střední skóre u nejméně tří hrozeb nebo střední u jedné hrozby a vysoké u další hrozby, nebo vysoké u dvou hrozeb)
- *Velmi vysoký:* 5 bodů a více (střední nebo vyšší skóre u nejméně tří hrozeb a vysoké skóre nejméně u jedné)

Výsledný integrovaný index lokálních ohrožení je nejpodrobnějším výstupem z modelu a je vyobrazen na mapě na vnitřní straně přední části obalu a na regionálních mapách v kapitole 5.

(Mapy jednotlivých hrozeb jsou k dispozici také online na adrese www.wri.org/reefs).

b. Index integrovaných lokálních hrozeb a dřívějšího teplotního stresu. Teplotní stres může způsobit blednutí korálů i na jinak zdravých útesech. Při současném výskytu s lokálními hrozbami působí jako sdružená hrozba. Abychom zohlednili tlak ze strany

¹ Bylo vyhodnoceno několik metod integrace. Tato metoda byla vybrána proto, že měla

² Implicitní práh je „nízký“, kdy korálový útes není ohrožen konkrétní lokální hrozbou. Všechny útesy tak jsou označeny hrozbou určité úrovně. Tento přístup předpokládá, že žádný útes není mimo dosah tlaku člověka.

teplotního stresu a lokálních hrozeb, sloučili jsme index integrovaných lokálních hrozeb s údaji označujícími místa se závažnými výskyty teplotního stresu mezi lety 1998 a 2007. Útesy v oblastech teplotního stresu zaznamenaly zvýšení hrozby o jednu úroveň. Tyto výsledky jsou prezentovány v souhrnu hrozeb (obr. 4.6, tab. 4.1 a obr. 5.1 – 5.6) v kapitolách 4 a 5.

c. Index integrovaných lokálních hrozeb a budoucích globálních hrozeb. Provedli jsme sloučení indexu integrovaných lokálních hrozeb s modelovými projekcemi okyselování oceánů a teplotního stresu v letech 2030 a 2050 (tab. 2.2), abychom mohli odhadnout budoucí hrozby pro korálové útesy ze strany změny klimatu. Při slučování těchto ohrožení jsme více vážili lokální hrozby, a to ve světle větší nejistoty spojené s budoucími hrozbami a s ohledem na jemnější rozlišení odhadů lokálních ohrožení. Zpočátku jsou útesy zařazovány do svých kategorií hrozeb z integrovaného indexu lokálních hrozeb. Hrozba je zvýšena o jednu úroveň, jestliže jsou útesy ve vysokém ohrožení buď ze strany teplotního stresu, nebo okyselení oceánů, nebo jestliže je zde střední hrozba pro oba aspekty. Jestliže existuje vysoká hrozba jak z teplotního stresu, tak okyselení oceánů, zvyšuje se klasifikace hrozby o dvě úrovně. Aby bylo možno zobrazit určité nuance ve stupni ohrožení, rozšířili jsme hodnotící stupnici tak, aby obsahovala jednu dodatečnou kategorii ohrožení nad velmi vysokou, kterou nazýváme „kritickou“. Analýza nepředpokládá žádnou změnu v současných úrovních lokálních hrozeb, a to jak v důsledku zvýšeného tlaku člověka na útesy, tak změn v politice a řízení ve vztahu k útesům. Výsledky této analýzy jsou uvedeny na obr. 4.9 a na mapách 4.2a, b a c v kapitole 4.

Omezení

Metoda použitá při analýze je nezbytným zjednodušením lidských činností a složitých přírodních procesů. Model vychází z dostupných dat a předpokládaných vztahů, avšak nemůže zachytit všechny aspekty dynamických interakcí mezi lidmi, klimatem a korálovými útesy. Věda zabývající se klimatickými změnami je relativně mladým oborem, v němž nejsou dosud složité interakce mezi korálovými útesy a jejich měnícím se prostředím plně poznány.

Box 2.1 Posuzování stavu korálových útesů ve vodě

Unikátním a důležitým prvkem přístupu studie *Reefs at Risk* je její celosvětové pokrytí – posuzování ohrožení všech útesů, a to i těch, které se vyskytují daleko od lidských obydlí a z dosahu vědeckých aktivit. Jedná se však o model, který měří



spíše ohrožení než stav. Některé ohrožené útesy mohou být stále zdravé, ale mnoho dalších již mohlo utrpět poškození určitého stupně. Jediným způsobem, jak přesně posoudit stav, je přesným měřením výskytu ryb, bentického pokrytí (živí koráli, mrtví koráli, řasy, atd.) a jiných charakteristik. Na některých útesech včetně Velkého bariérového probíhají podrobné a pravidelné průzkumy zahrnující četné oblasti, ale u většiny útesů na světě jsou tato pozorování nebo sledování řídká a nepravidelná. Existuje však mnoho národních a několik mezinárodních monitorovacích programů, které poskytují důležité informace a zlepšují

naše poznání stavu a trendů vývoje korálových útesů.

- Reef Check (Kontrola útesů) je dobrovolný výzkumný program s místy sledování ve více než 80 zemích a teritoriích po celém světě.
- Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) je síť vědeckých a vedoucích pracovníků na útesech v 96 zemích, kteří sjednocují informace o stavech v periodických zprávách o globálním a regionálním stavu útesů.
- Program Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) je normalizovanou metodou hodnocení, která byla použita u více než 800 míst výskytu korálových útesů v oblasti Karibiku a Mexického zálivu.
- Australský námořní vědecký institut (AIMS) provádí vědecký výzkum na všech australských útesech včetně dlouhodobého monitorovacího programu, který od roku 1993 každoročně zkoumá zdravotní stav 47 útesů Velkého bariérového útesu.
- Le Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) provádí periodický monitoring korálů a ryb v Jižním Pacifiku.
- Coastal Oceans Research and Development in the Indian Ocean (CORDIO) monitoruje trendy zdravotního stavu korálových útesů, rybích populací a pobřežních zdrojů v 19 zemích ve středním a západním Indickém oceánu.
- Nadace Reef Environmental Education Foundation (REEF) spolupracuje s dobrovolnými potápěči při shromažďování dat o mořských rybích populacích v Karibiku a Pacifiku.

Více informací o programech monitoringu korálových útesů viz www.wri.org/reefs.

Pomocí indikátorů ohrožení se měří stávající i potenciální rizika související s činnostmi člověka, klimatickými změnami a okyselováním

oceánů. Silná stránka této analýzy spočívá v jejím využívání celosvětově konzistentních datových souborů při tvorbě celosvětově konzistentních indikátorů lidského tlaku na korálové útesy. Při modelování účelově využíváme konzervativní přístup, při němž jsou prahové hodnoty pro stupně ohrožení nastaveny na přiměřeně vysokých úrovních, a to za účelem zohlednění jakýchkoli datových omezení a vyhnutí se zveličování odhadovaných hrozeb.

Analýza *Reefs at Risk Revisited* je jedinečná ve svém globálním rozsahu a ve své schopnosti poskytovat široký přehled o hrozbách, jimž jsou korálové útesy vystaveny. Přesto není tento model dokonalý a určitá opomenutí a jiné chyby jsou nevyhnutelné. Modelování například nezahrnovalo potenciálně sdružené hrozby onemocnění korálů nebo zvýšené intenzity bouří, a to z důvodu příliš mnoha nejistot v jejich příčinách, rozložení a vztazích. Mapa globálních pozorování onemocnění korálů je však uvedena v kapitole 3 (mapa 3.5).

Data o monitorování a pozorování odborníků byla použita, pokud byla dostupná, při nastavování jednotlivých vrstev ohrožení a při validaci celkových výsledků modelu. Prahové hodnoty zvolené pro rozlišení nízkého, středního a vysokého stupně ohrožení vycházejí do značné míry ze znalostí spolupracovníků projektu se zkušenostmi z různých regionů a z aspektů korálových útesů a jejich managementu. Jejich přezkoumání výsledků modelu nám posloužilo také jako nejsouhrnnější potvrzení platnosti výsledků. (Seznam spolupracovníků, kteří přispěli svými údaji nebo radou k metodám modelování, je uveden v příloze 2.).



Kapitola 3. Hrozby pro světové korálové útesy



Korálové útesy jsou křehké ekosystémy, které žijí v úzkém pásmu podmínek prostředí. Koráli prospívají v čistých teplých vodách, které obsahují málo živin a mají dostatek světla, které podporuje fotosyntetické aktivity symbiotických řas (zooxanthelae), jimž se nejlépe daří ve tkáních korálů a které jsou nezbytné pro jejich růst. Korálové útesy jsou také extrémně zranitelné v důsledku nadměrné exploatace. Odstranění základních funkčních prvků útesových ekosystémů, jako jsou velcí predátoři nebo požírači řas, může mít dalekosáhlé důsledky v celém ekosystému.

Lokální a globální hrozby pro korálové útesy jsou podrobněji popsány v následujících oddílech, které jsou strukturovány kolem zdroje či příčiny daného ohrožení. Ke každé kategorii hrozby uvádíme její popis a navrhuje některé možnosti pro její zmírnění.

LOKÁLNÍ HROZBY

Pobřežní rozvoj

Popis hrozby: Přibližně 2,5 miliardy lidí – téměř 40 procent celosvětové populace – žije do vzdálenosti 100 km od pobřeží. Rozvoj pobřežní zóny spojený s lidskými obydlími, průmyslem, akvakulturou nebo infrastrukturou může mít významné dopady na ekosystémy v blízkosti pobřeží. Vlivy pobřežního rozvoje na útesy se mohou projevit buď prostřednictvím přímého fyzického poškozování, jako je bagrování nebo navážení zeminy, nebo nepřímo prostřednictvím zvýšeného odtoku sedimentů, znečišťujících látek a splašků.

Velké objemy sedimentů mohou být splavovány do pobřežních vod během odlesňování půdy a při výstavbě. Odstraňováním pobřežní vegetace, například mangrovů, se zároveň ničí prostředí, které splaveniny váže a které by jinak bránilo poškozování ekosystémů v blízkosti pobřeží.

Na místech, kde dochází k rozvoji pobřežních oblastí, často následuje znečištění. Nejrozšířenější znečišťující látkou jsou splaškové vody, přičemž zvýšené hladiny živin v nich obsažené podporují rozvoj planktonu, který blokuje přístup světla a podporuje růst chaluh, které bojují o svůj prostor na útesech. Mnoho zemí s korálovými útesy neprovádí žádné čištění vod, nebo jen málo. Karibské státy, státy Jihovýchodní Asie a regionů v Pacifiku vypouštějí odhadem 80 až 90 procent svých odpadních vod nečištěných. Problémem jsou také toxické chemické látky. Zdroji toxických chemikálií v pobřežních odpadech jsou průmyslová odvětví, akvakultura, zemědělství, jakož i domácnosti, parkoviště, zahrady a golfové hřiště.

Ještě rozsáhlejší dopady může mít přímá výstavba v mořském prostředí. V mnoha oblastech jsou rozsáhlé plochy útesových mělčin určeny k rekultivaci a měněny na letiště a průmyslové nebo městské pozemky. Jinde mají přímý vliv na útesy bagrovací a stavební práce spojené s výstavbou přístavů. Dokonce i pobřežní inženýrské práce ve

vodách v blízkosti korálových útesů mohou změnit proudění vody a přinést sedimenty s dopady mimo staveniště.

V některých případech může útesy ohrožovat také turistika. Hotely mohou přivést pobřežní výstavbu do nových a vzdálených míst se související intenzivní výstavbou, tvorbou splaškových vod a odpadů. Mezitím turisté zvyšují poptávku po plodech moře a suvenýrech, rekreanti mohou poškozovat útesy v blízkosti pobřeží a neopatrní rekreační potápěči mohou křehké korály polámat.

Poškození koráli se následně stanou náchylnějšími k nemocem a nadměrnému růstu řas.

Trendy: Růst populace v pobřežních oblastech je i nadále rychlejší než celkový růst populace. Mezi roky 2000 a 2005 rostla populace žijící do 10 km od pobřeží přibližně o 30 procent rychleji, než je celosvětový průměr. S tím jak rostou populace a ztrácejí se přirozené ekologické nárazníky na pobřeží, povedou zvyšující se hladiny moří a měnící se rysy bouří v důsledku klimatických změn pravděpodobně ke zvýšeným pobřežním technickým činnostem při stavbě mořských hrází a jiných ochranných konstrukcí.

Nápravné prostředky: Dopady pobřežního rozvoje je možno z velké části omezit prostřednictvím účinného plánování a předpisů. Ty zahrnují územní plánování, ochranu mangrovů a jiné vegetace a překážky, které omezují výstavbu v určité pevné vzdálenosti od pobřežní linie. Například jakákoli nová výstavba na Barbadosu musí být 30 metrů za čarou přílivu. Tato opatření současně brání potřebě budoucích pobřežních technických řešení tím, že umožňují přirozené pohyby pláží a vegetace v čase a šetří tak budoucí náklady a eliminují neočekávané důsledky. Na místech, kde je nutné navážení zeminy nebo rozšíření přístavu, zahrnují metody používané při omezování dopadů na sousední vody použití zábran pro naplaveniny, usazovací nádrže nebo vegetační nárazníkové pásy, které zachycují splaveniny předtím, než se dostanou do vodních cest.

Zlepšování sběru a čištění odpadních vod z pobřežních sídel je prospěšné jak pro korálové útesy, tak pro obyvatelstvo prostřednictvím lepší kvality vody a sníženého rizika bakteriálních infekcí, rozvoje řas a toxických ryb. Odhady ukazují, že za každý US dolar investovaný do sanitačních opatření je čistý přínos 3 až 4 US dolary v ekonomickém, ekologickém a sociálním zlepšení života blízké komunity.

Tlak ze strany turistiky je možno omezit pomocí řádného umístování nových staveb včetně takových opatření, jako je dodržování pobřežních překážek, zachovávání mangrovů a jiných pobřežních společenstev, používání ekologicky nezávadných materiálů (například zabránění těžby písku a korálů) a instalování a udržování zařízení na efektivní čištění splaškových vod. Důležité je také řízení turistiky v udržitelném rozsahu tak, aby nedocházelo k degradaci korálových útesů. Poučení turistů pomáhají vytvářet poptávku po zodpovědném rozvoji pobřežních oblastí.

Box 3.1 Příběh útesu

Guam: Vojenská výstavba ohrožuje útesy

Spojené státy v nedávné době předložily plány na rozšíření vojenských operací na svém teritoriu na Guamu s výstavbou nových základen, letišť, přístavu s hlubokou vodou a zařízeními pro 80.000 nových obyvatel (nárůst 45% oproti stávající populaci). Samotné bagrování přístavu si vyžádá odstranění 300.000 m³ korálových útesů. V únoru roku 2010 posoudila Agentura Spojených států na ochranu životního prostředí tyto plány jako „ekologicky neuspokojivé“ a navrhla revize na úpravu stávajících systémů čištění odpadních vod a omezení vlivu navrhovaného přístavu na útesy. V době vydání nebyla výstavba zahájena, dokud

nedojde k vyřešení těchto otázek. Celý článek je uveden online na www.wri.org/reefs/stories.

Příběh poskytl Michael Gawel z Agentury na ochranu životního prostředí Guamu



Znečištění v povodí řek

Popis hrozby: Lidské činnosti daleko ve vnitrozemí mohou mít vliv na pobřežní vody a korálové útesy. Při kácení lesů nebo rozorávání pastvin se erozí dostávají do řek milióny tun splavenin, zejména ve svažitéjších oblastech nebo na místech s vysokými srážkami. Zemědělství celosvětově dodává svým plodinám každým rokem více než 130 miliónů tun hnojiv (tj. živin) a pesticidů, z nichž se velká část dostává do vodních toků, jimiž jsou transportovány k pobřeží. Tyto problémy může ještě navýšit chov dobytka. Nadměrná pastva odstraňuje vegetaci a napomáhá erozi, a to i na mnoha neobydlených ostrovech s populacemi volně žijících ovcí a koz. Výkaly dobytka mezitím významně přispívají ke znečištění vodních toků a následně moří živinami. Také důlní těžba představuje lokalizovanější hrozbu prostřednictvím odtoku splavenin nebo louhování chemických toxinů.

Box 3.2 Fotopříběh – Mizející mangrovy

Mangrovy kopírují pobřeží v mnoha oblastech korálových útesů. Představují nezbytný nárazník, který zadržuje splaveniny smývané z pevniny a snižuje obsah živin a jiných znečišťujících látek. Tlak na pobřežní rozvoj zahrnující přeměnu na zemědělství a akvakulturu vede k rychlému úbytku mangrovových porostů – od roku 1980 jich zmizelo téměř 20 procent. S úbytkem mangrovů jsou korálové útesy zranitelnější vůči znečištění z pevniny. Mohou se vyskytovat také přímější ekologické dopady týkající se mnoha tvorů žijících v útesech, kteří využívají mangrovové porosty jako prostor pro vývoj nebo jako cenné sousední stanoviště pro obstarávání potravy, pro úkryt nebo výchovu potomstva.



Na pobřeží se splaveniny, živiny a znečišťující látky rozptylují do sousedních vod, přičemž některá jejich oblaka sahají dále než 100 km od ústí řeky. Tyto vlivy je možno omezit, jestliže se mezi řekami a korálovými útesy nacházejí mangrovové lesy nebo porosty mořských trav. Obě tyto lokality mohou pomoci zachytávat splaveniny, které se usazují v klidných vodách mezi výhonky a kořeny, a mohou také hrát roli při aktivním odstraňování rozpuštěných živin z vody.

Ve velkých množstvích mohou splaveniny zavalit, oslabit i zabít korály a jiné bentické organismy. V nižších množstvích mohou snižovat schopnost symbiotických řas provádět fotosyntézu a tím zpomalovat růst

korálů. Nadměrné hladiny živin jako dusík a fosfor v mělkých pobřežních vodách (tj. eutrofizace) mohou podporovat rozvoj fytoplanktonu ve vodě, který blokuje přístup světla ke korálům, nebo způsobit rychlý růst řas a chaluh na mořském dně, které mohou vytlačovat nebo přerůstat korály. V závažných případech může eutrofizace vést k hypoxii, při které rozklad řas a dalších organismů spotřebovává veškerý kyslík ve vodě a vede ke vzniku „mrtvých zón“ a nakonec ke kolapsu ekosystému v blízkosti pobřeží.

Trendy: Hlavním dodavatelem splavenin do povodí je odlesňování. Mezi roky 2000 a 2005 došlo při odlesňování k odhadovanému úbytku 2,4% vlhkých tropických lesů, přičemž některé z největších holin vznikly v zemích s korálovými útesy, jako jsou Brazílie, Indonésie, Malajsie, Tanzanie, Myanmar a Kambodža. Přitom se očekává, že díky klimatickým změnám bude v mnoha oblastech docházet k silnějším a častějším srážkám, které zintenzivní splachování znečišťujících látek a sedimentů k pobřeží.

Bude docházet k rozšiřování a zintenzivňování zemědělství za účelem vyrovnání poptávky rostoucí globální populace po potravinách. FAO odhaduje, že celkové využívání hnojiv poroste přibližně o jedno procento ročně – od základního údaje 133 milionů tun ročně v roce 1997 na 199 milionů tun v roce 2030. Očekává se, že největší nárůst spotřeby hnojiv bude v rozvojových zemích, zejména v Africe a Jižní Asii. Hypoxie je rostoucím problémem v pobřežních vodách, kde počet dokumentovaných případů na celém světě narostl ze 44 v roce 1995 na 169 v roce 2007.

Nápravná opatření: Pro omezování hrozeb znečištění z povodí řek jsou důležité zásady řízení pozemků na pevnině a ekonomické podněty. Vylepšené zemědělské metody mohou jak snížit erozi a odtok, tak zvýšit účinnost hnojiv, z čehož následně mají prospěch jak zemědělci, tak rybáři. Například konzervační zpracování půdy (ponechání předchozí vegetace nezaorané v půdě) pomáhá snižovat ztrátu půdy, práci

zemědělce i výdaje na palivo, zatímco orba po vrstevnici a používání teras snižují erozi. Odtok živin je možno omezit prováděním předběžných zkoušek půdy na množství živin a zlepšováním načasování použití hnojiv. Agrolesnictví, opětovné zalesňování, ochrana lesů na prudkých svazích a požadování zachování pásů lesa podél říčních břehů mohou ve velké míře omezovat uvolňování živin a sedimentů do vodních toků a zlepšovat spolehlivost dodávek sladké vody po celý rok. Zachované mokřady, mangrovy a porosty mořské trávy při pobřeží mohou filtrovat a zachytávat splaveniny a živiny předtím, než dosáhnou ke korálovým útesům.

Box 3.3 Příběh útesu

Palau: Komunity řídí povodí a chrání korálové útesy

Republika Palau v západním Pacifiku je obklopena více než 525 km² korálových útesů. Výstavba nedávno dokončené 85 km dlouhé „zpevněné komunikace“ kolem největšího ostrova Palau – Babeldaob – znamenala rozsáhlé kácení lesů a mangrovových porostů, v důsledku čehož docházelo ke splavování půdy do řek a pobřežních vod, poškozování korálových útesů, porostů mořské trávy a zdrojů pitné vody. Ve snaze lépe pochopit dopad měnící se krajiny na mořské prostředí realizovalo Mezinárodní středisko Palau pro korálové útesy (PICRC) studii, která odhalila, že degradace útesů je přímým důsledkem splavenin z pevniny. Poté, co PICRC předložilo tato zjištění místním komunitám, zavedl vládní orgán státu Airai na Palau zákaz kácení mangrovových porostů. Komunity, místní vlády a nevládní organizace se také spojily a vytvořily Sdružení povodí Babeldaob, jakési fórum pro tvorbu plánů na řízení pozemků a určování společných cílů ochrany. *Celý článek je uveden online na www.wri.org./reefs/stories.*

Příběh poskytl Steven Victor zThe Nature Conservancy Palau.



Znečištění a škody lodní dopravou

Popis hrozby: Tisíce obchodních, rekreačních a osobních plavidel proplouvají každý den kolem korálových útesů a přinášejí s sebou spoustu potenciálních hrozeb, jako jsou znečištěná podpalubní voda, úniky paliva, splašky, pevný odpad a invazivní druhy organismů. Kromě toho jsou útesy vystaveny přímému fyzickému poškození při najíždění na mělčinu, kotvení a při únicích ropných látek.

Zdroje znečištění lodní dopravou mohou rychle narušovat zdraví korálových útesů. Například rozlité ropné látky, úniky z těžebních zařízení a potrubí nebo látky vypouštěné z lodí mohou mít jak krátkodobé, tak dlouhodobé (chronické) účinky. Studie na korálech vystavených ropným látkám identifikovaly kromě jiných závažných reakcí na stres také odumírání tkání, změny v rychlosti kalcifikace, vypuzování symbiotických řas a odumírání larev.

Významným zdrojem znečištění v mnoha oblastech jsou výletní lodě. V roce 2009 se plavilo na více než 230 výletních lodích po celém světě přibližně 13,4 miliónů cestujících. Při běžné jednotýdenní plavbě na velké lodi (3000 cestujících plus posádka) se vyprodukuje téměř 800 krychlových metrů splašků, 3700 m³ znečištěné vody, půl krychlového metru nebezpečného odpadu, 8 tun pevného odpadu a téměř 100 m³ podpalubní vody. Odhady naznačují, že typická výletní loď vygeneruje 70-

krát více pevného odpadu za den než běžná nákladní loď. Mezinárodní úmluva o prevenci znečištění z lodí (MARPOL) poskytuje soubor schválených směrnic týkajících se vypouštění splašků, olejovité podpalubní vody, nebezpečných odpadů a pevného odpadu (zahrnující jakékoli vyhazování plastů). Předpisy MARPOL jsou bohužel v odvětví výletních plaveb i jinde dodržovány různě.

Také invazivní druhy, tj. druhy náhodně přepravované ze vzdálených míst v zátěžové vodě lodí nebo vypouštěné z akvárií, mají vliv na komunity korálů tím, že likvidují nebo nahrazují původní druhy. Příklady v tropických vodách mohou být perutýni (lionfish), jejichž původním domovem je Indický oceán a Pacifik a kteří se dnes nacházejí v celé Karibské oblasti, a několik typů invazivních řas na Havajských ostrovech. Nejvíce ohroženy invazivními druhy jsou útesy nacházející se v blízkosti zastávek okružních plaveb. Odhaduje se, že v jednu chvíli může být přepravováno na celém světě v zátěžových vodách lodí až 10.000 mořských druhů, i když jen nepatrný zlomek z nich cestu přežije či osídlí nové území.

Lodě a jiná plavidla mohou být také zdrojem přímého fyzického poškození a zničení korálových útesů. Kontakt s trupem lodí, kotvou nebo lodním šroubem může korály rozdrtit, rozlámat nebo přemístit. Menší plavidla obvykle způsobují mírnější poškození, ale v oblastech se silným provozem rekreačních lodí, například Florida Keys National Marine Sanctuary, kde se zaznamenává 60 až 90 naretí na korálové útesy ročně, ačkoliv daleko více jich zůstává nenahlášeno, je kumulativní dopad obrovský. Trosky z lodí včetně plastů a opuštěných rybářských zařízení mohou také způsobovat fyzické poškození na útesech a mořští živočichové, například ryby a želvy, se do nich mohou zaplést. Korálům může trvat desítky let, než se z fyzického poškození způsobeného nárazy lodí a troskami z nich vzpamatují.

Trendy: Navzdory rostoucímu úsilí regulovat emise skleníkových plynů se stále zvyšuje globální poptávka po ropě a očekává se, že poroste z 83 miliónů barelů denně v roce 2004 na 118 miliónů barelů denně v roce 2030. I když se metody brání únikům a ztrátám zlepšují, zvyšují se také čistá rizika úniků, a to vzhledem k neustálým nárůstům v objemu a stále obtížnějšímu prostředí, z něhož je ropa získávána. Dobrým příkladem tohoto rizika je únik ropy z vrtu Deepwater Horizon v Mexickém zálivu v roce 2010, kde nedostatečný vládní dohled a nedodržování bezpečnostních opatření měly za následek jeden z největších úniků ropy do moře v historii Spojených států.

Námořní doprava neustále rychle roste ve srovnání s ostatními způsoby dopravy. Odhadovaná hrubá tonáž mezinárodní komerční námořní přepravy vzrostla mezi lety 1980 a 2003 o 67 procent. Neustále roste také výletní turistika na lodích. Počet cestujících se od roku 1980 zvyšuje o průměrných 7,4 procenta ročně a do roku 2000 bylo na vodu spuštěno 118 nových lodí. Z hlediska odpadového hospodářství se odvětví výletních plaveb neustále zlepšuje. Některé lodě již mají pokročilá zařízení na čištění splaškové vody, palubní recyklační programy a ve větší míře se používají biologicky odbouratelné alternativy k plastům. S tím, jak se rozšiřuje námořní přeprava, roste také hrozba ze strany invazivních druhů, protože nebezpečí náhodného úniku ze zátěžové vody nebo biologického znečištění lodního trupu se obtížně kontroluje.

Nápravná opatření: Pro zmírnění znečišťování lodní dopravou a poškozování útesů jsou zásadní opatření na řízení životního prostředí na místní úrovni. Tato opatření zahrnují rozvoj infrastruktury v přístavech, která by přijímala a řádně likvidovala odpad vygenerovaný na lodích, zlepšování systémů na čištění odpadních vod na výletních a nákladních lodích a vypracování účinných havarijních plánů pro úniky ropy. Pro snižování rizika zasažení pobřežních vod invazivními druhy jsou důležité předpisy pro zátěžovou vodu, které vyžadují likvidaci nebo výměnu zátěžové vody daleko od pobřeží v hlubokých vodách předtím, než loď

připluje do přístavu. Rozšiřování dostupnosti pevných kotvišť pro rekreační plavidla může snížit poškození korálů kotvami a pravděpodobnost najetí na dno. Při dodržování předpisů může také pomoci vzdělávání majitelů plavidel.

Ke snížení ohrožení korálových útesů ze strany lodní dopravy by velmi napomohlo přijetí a prosazování národní legislativy ve všech zemích s korálovými útesy, která by zahrnovala mezinárodní úmluvy o námořním znečišťování. Kromě MARPOL jsou dalšími úmluvami Mezinárodní námořní organizace (IMO) Londýnská úmluva a protokol a Mezinárodní úmluva o připravenosti, reakci a spolupráci při znečištění ropou (OPRC), které řeší likvidaci odpadů resp. úniky ropy do moře. Pro zabránění katastrofickým únikům ropy v budoucnu mohou být také nutné ještě přísnější předpisy o průzkumu a těžbě ropy v náročných prostředích, jako jsou oblasti hlubokých moří.

Box 3.4 Příběh útesů

Americká Samoa: Vrak lodi v národní přírodní rezervaci Rose Atoll

Rose Atoll je národní přírodní rezervací v Jižním Pacifiku v rámci teritoria Spojených států Americká Samoa. V roce 1993 najela na mělčinu na útesu Rose Atoll rybářská loď o výtlačku 275 tun. Zpočátku byla z lodi odstraněna pouze předřová část, avšak následným sledováním se zjistilo, že při rozpadu a postupující korozi lodi se do okolních vod dostává rozpuštěné železo, které stimuluje růst modrozelených řas na útesech. V reakci na to nechala vláda USA odstranit s nezanedbatelnými náklady i zbývající trosky. Útesy se nyní rychle zotavují. Tento úspěch tkví z velké části na statutu území Rose Atoll jako aktivně řízené chráněné oblasti v kombinaci s dostatečnými prostředky, úsilím a zkušenostmi při sledování poškození a obnovy. *Celý článek je uveden online na www.wri.org/reefs/stories.*

Příběh poskytl James Maragos z US Fish and Wildlife Service na Havaji.



Nadměrný a destruktivní rybolov

Popis hrozby: Rybolov v oblastech útesů byl po dlouhou dobu schopen uživit pobřežní společenství tím, že jim poskytoval jak potravu, tak živobytí. V pásu 10 km od pobřeží a 30 km od korálových útesů však dnes žije více než 275 milionů lidí, a tudíž tlak ze strany rybolovu je na mnohé útesy vysoký. Pokud jsou dobře řízeny, mohou být tyto oblasti rybolovu udržitelným zdrojem, ale rostoucí počet obyvatel, účinnější způsoby rybolovu a rostoucí poptávka ze strany turistiky a mezinárodních trhů mají na stavy ryb významný vliv. Některé cílové druhy, jako jsou kanicové, chňapalové, žraloci, sumýši a humři, skýtají jako exportní komodity tak vysoké ceny, že rybářské lodě cestují stovky a dokonce až tisíce kilometrů k nejvzdálenějším místům jejich výskytu a často loví nezákonně v chráněných nebo cizích vodách, jen aby si zajistily úlovky.

Odstranění jen jedné skupiny ryb z potravního řetězce korálových útesů může mít kaskádovitý účinek na celý ekosystém. Dojde-li k odstranění vrcholových predátorů, jejich kořist přestane být ve střehu a celková reakce může být složitá a poněkud nepředvídatelná a může potenciálně způsobit destabilizaci systému. I když jsou velcí predátoři často upřednostňovanou cílovou skupinou, s tím, jak jejich stavy klesají, zaměřují se rybáři na menší a často býložravé ryby (v procesu

nazývaném „sestupný rybolov v potravním řetězci“). V korálových útesech s nadměrným rybolovem tak zůstávají v malých počtech jen převážně malé ryby. Tyto útesy jsou pak náchylné k nadměrnému růstu řas, jemuž nebrání žádné býložravé ryby. Tyto nadměrně lovené útesy se jeví být méně odolnými vůči stresorům a mohou být zranitelnější vůči nemocem a pomalejší při obnově z dopadů jiných lidských činností.

Na některých místech jsou destruktivní samotné metody rybolovu. Nejvýraznější je používání výbušnin při zabíjení nebo omračování ryb, při kterém dochází k ničení korálů. I když je v mnoha zemích nezákonný, zůstává rybolov pomocí výbušnin (dynamitu) trvalou hrozbou, zejména v Jihovýchodní Asii a východní Africe. Pro korály je ničivý také rybolov jedem. Tento postup obvykle zahrnuje používání kyanidu k ochromení a chytání živých ryb pro lukrativní trhy s živými rybami korálových útesů nebo pro akvária. Jed může způsobit zbělání korálů a zabíjet polypy. Rybáři často korály rozbíjejí, aby se tak dostali k ochromeným rybám, zatímco jiné druhy v blízkosti jsou usmrceny nebo ponechány zranitelné vůči predátorům. Mapa 3.1 poskytuje přehled lokalit označených jako oblasti ohrožené rybolovem pomocí výbušnin nebo jedů.

Ničivý účinek na ekosystémy korálových útesů mohou mít také určité typy rybářských zařízení. Svislé sítě pro chytání ryb za žábry a mělčinné nevodky se táhnou po mořském dně, přičemž zachytávají nebo srovnávají vše, co jim stojí v cestě, včetně nedospělých ryb a ryb, které nejsou cílem, a jemných korálů. Kromě toho odhozené nebo ztracené sítě a pasti mohou i nadále plnit svoji úlohu – lákat dravce a zakrývat korály – ještě další měsíce a roky poté, co dosloužily.

Box 3.5 Příběh útesu

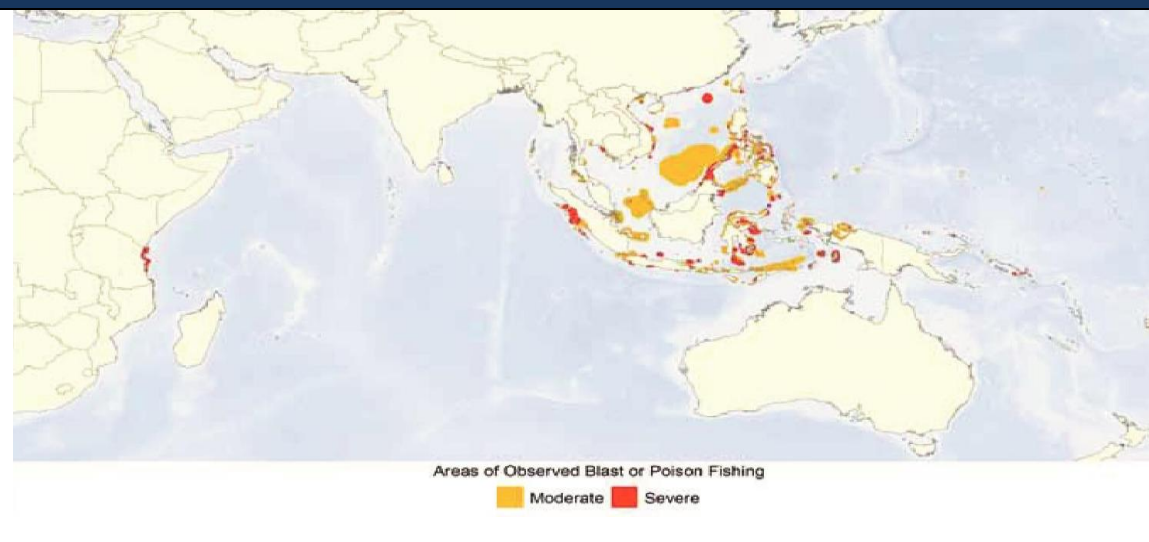
Tanzanie: Smrtící rybolov dynamitem se znovu objevuje

Tanzanie na východním pobřeží Afriky je domovem rozsáhlé sítě korálových útesů, které podporují hlavní odvětví drobného rybolovu a turistiky. Tanzanie je však také jedinou zemí v Africe, kde se stále ve velkém používá rybolov pomocí výbušnin. Tato devastující forma rybolovu se objevila poprvé v 60. letech minulého století a do 90. let se stala závažným problémem. Jednoznačně zaměřená národní kampaň na konci 90. let tento způsob rybolovu mezi lety 1997 a 2003 téměř odstranila, ale díky nedostatečnému stíhání a nízkým pokutám udělovaným uživatelům těchto metod došlo ke znovuobjevení a rozšíření těchto protizákonných praktik. Rostoucí domácí i mezinárodní tlak je potřebný k vytvoření politické vůle nezbytné k opětovnému zastavení tohoto krátkozrakého a neudržitelného způsobu rybolovu. *Celý článek je uveden online na www.wri.org./reefs/stories.*

Příběh poskytla Sue Wellsová (Independent)



Mapa 3.1 Globální výskyt rybolovu pomocí výbušnin a jedů



Pozn.: Rybolov pomocí výbušnin a jedů je ve velké míře prováděn v Jihovýchodní Asii, v západním Pacifiku a ve východní Africe. Oblasti ohrožení znázorněné na této mapě vyplývají z průzkumných sledování a názorů odborníků.

Zdroj: WRI, 2011

Trendy: Významnými hnacími silami nadměrného rybolovu jsou především růst populace, nadměrná kapacita rybářských zařízení, nedostatečné postupy při řízení rybolovných oblastí, mezinárodní poptávka po rybách a nedostatek alternativního příjmu pro obyvatele žijící na pobřeží. Světová organizace pro výživu a zemědělství (FAO) odhaduje, že v globálním měřítku 80 procent světových zdrojů mořských ryb je využíváno plně nebo nadměrně. Tato čísla neuvažují vliv nezákonných, nehlášených a neregulovaných úlovků, u kterých se odhadovalo, že přidávají dalších přibližně 20 procent k oficiálním statistikám úlovků mezi roky 1980 a 2003. Rybářské oblasti na korálových útesech jsou většinou malého rozsahu, a proto jsou v celosvětových statistikách slabě zastoupeny.

Pokud jsou však k dispozici čísla jednotlivých zemí, jako například u Indonésie a Filipín, naznačují tato čísla závažné problémy. Neudržitelný lov některých druhů ryb je hlášen dokonce na některých z nejvzdálenějších a nejlépe chráněných korálových útesů. Je tak vysoce

pravděpodobné, že většina rybářských oblastí na útesech po celém světě je v podobném nebo i horším stavu, než naznačují globální odhady FAO.

Na druhou stranu je pozitivní skutečnost, že vlády zemí a místní vlády vyznačují ve zvýšeném počtu námořní chráněné oblasti (MPA) ve snaze chránit korálové útesy. Tyto oblasti zahrnují mnoho míst, kde dochází ke značnému tlaku ze strany člověka. Tyto oblasti, zvláště pokud mají podporu obyvatelstva, mohou být při snižování nadměrného rybolovu překvapivě účinné. Místa v oblastech s vysokým tlakem však tvoří pouze velmi malou část útesů a ty největší MPA jsou často mezi těmi vzdálenějšími. K celosvětovému pokrytí přispěla řada velmi velkých MPA, například Papahānaumokuākea Marine National Monument na Severozápadních Havajských ostrovech, která se rozkládá na 360.000 km² (plocha přibližně o velikosti Německa), Phoenix Islands Protected Areas, které pokrývají 408.250 km² převážně neobydlených ostrovů Fénix a okolní vody, a v nedávné době vyhlášená Chagos Archipelago MPA, která pokrývá přibližně 550.000 km². Síla předpisů pro rybářské oblasti v MPA je celosvětově proměnlivá, ale jejich významnou součástí jsou rezervace s úplným zákazem rybolovu. Tyto rezervace tvoří jak plochy v rámci MPA, tak celé MPA. Například oblast vyznačená se zákazem rybolovu v Great Barrier Reef Marine Park se v roce 2004 rozrostla z méně než 5% na 33 %, což odpovídá rozloze 115.000 km², a již nese známky značného kladného přínosu pro korálové útesy.

Box 3.6 Lovené zaživa – Ryby pro akvária a obchod s živými rybami korálových útesů

Obchodování s živými rybami korálových útesů, tj. rybami chycenými k prodeji zaživa na trzích a v restauracích, a s dekorativními druhy je odvětvím s vysokou hodnotou.

Obchod s dekorativními druhy ryb vydělává na celém světě odhadem 200 až 330 miliónů USD ročně, přičemž většina exportů opouští země Jihovýchodní Asie a míří do Spojených států a do Evropy. Celková hodnota tohoto průmyslového odvětví zůstala během uplynulého desetiletí stabilní, i když obchodní statistiky nejsou úplné. Obchod s živými rybami pocházejících z korálových útesů se soustřeďuje převážně v Jihovýchodní Asii, přičemž většina ryb je exportována z Filipín a Indonésie a importována přes Hong Kong do Číny. V průběhu doby došlo k rozšíření tohoto obchodu s exporty z ostrovů v Indickém oceánu a v Pacifiku, a to z důvodu vyčerpaných populací v Jihovýchodní Asii, rostoucí poptávky, vylepšení v přepravě a vysoké hodnoty obchodovaných ryb. Hodnota obchodu s živými rybami korálových útesů byla v roce 2002 odhadována na 810 miliónů USD. Živé ryby z korálových útesů se prodávají přibližně čtyři až osmkrát dražší než srovnatelné mrtvé ryby a jejich cena může dosahovat až 180 \$ za kilogram u vyhledávaných druhů, jako je pyskoun obrovský nebo kanic tečkovaný, takže obchod s těmito rybami je pro rybáře i obchodníky velmi lukrativní.



Nápravná opatření: Řízení rybářských oblastí může mít mnoho forem včetně jejich sezónního zavírání na ochranu chovných stanovišť, omezení toho, kde a kolik lidí v nich může lovit, a také omezení velikostí nebo množství ryb, které je možno si vzít, nebo typů rybářského náčiní, které mohou používat. Oblasti uzavřené pro rybaření mohou vykazovat rychlou obnovu s větším množstvím větších ryb uvnitř jejich hranic ve spojení s přínosy pro korály a jiné druhy a s rozšířením dospělých rybích populací mimo obvod oblasti, které mohou vylepšovat výsledky rybolovu v sousedních oblastech. Ve všech případech jsou pro dosažení úspěchu důležité velikost a umístění. Zásadní je vymáhání zákazu a pro účinné řízení je nezbytná lokální podpora a zainteresovanost obyvatelstva na řízení.

Mnoho zemí již má přijaty zákony proti rybolovu pomocí výbušnin a jedů, ale musejí pro jejich vymáhání používat více zdrojů. Země by mohly také regulovat import a export živých konzumních ryb a ryb pro akvária a dbát na to, aby byly loveny pomocí udržitelných a nedestruktivních metod. Na místní úrovni je vzdělávání důležitým nástrojem pro zvyšování povědomí mezi rybáři o tom, že destrukční praktiky při rybolovu mají negativní dopad na vlastní zdroje, které jim poskytují potravu a živobytí. Existují také rostoucí snahy podporovat aktivnější roli spotřebitelů a jsou uzavírány soukromé tržní dohody v celosvětovém obchodě s rybami. Certifikace a označování ekologickými štítky, jako například Marine Stewardship Council (Rada pro správu moří), mohou pomoci měnit tržní poptávku a zvyšovat odměny za ryby získávané z udržitelných zdrojů, i když dosavadní snahy mají na snižování nadměrného rybolovu zatím jen omezený vliv.

MĚNÍCÍ SE KLIMA A CHEMICKÉ SLOŽENÍ OCEÁNŮ

Oteplování moří

Popis hrozby: Koráli jsou vysoce citliví na změny v teplotě. V neobvykle teplých podmínkách koráli vykazují stresovou reakci známou jako blednutí korálů, při kterém ztrácejí mikroskopické řasy (zooxanthellae), které obvykle žijí v jejich tkáních. Bez těchto symbiotických řas se živá tkáň korálů stává průhlednou a vápencová kostra pod ní se stává viditelnou. V závislosti na době trvání a na rozsahu teplotního stresu mohou korálové útesy buď zahynout, nebo blednutí přežít. Avšak i útesy, které přežijí, budou pravděpodobně vykazovat snížený růst a omezenou reprodukci a mohou být zranitelnější vůči nemocem.

Přirozené změny v teplotách vod spolu s dalšími lokálními stresory měly vždy za následek příležitostné epizody blednutí korálů v malém měřítku. V posledních letech však dochází k nárůstu výskytu abnormálně vysokých teplot oceánů, což vede k častějším, intenzivnějším a rozšířenějším případům „masivního blednutí“, kdy velká množství korálů mnoha různých druhů na velkých územích blednou současně. K doposud nejvýraznějšímu případu masového blednutí došlo v roce 1998, kdy byly zaznamenány rozsáhlé oblasti zvýšených teplot vody v mnoha částech tropů, které souvisely s neobvykle silným sledem jevů zvaných El Niño a La Niña (přirozená, ale mohutná globální fluktuace povrchových vod oceánů a souvisejících rysů počasí). Tyto události v kombinaci s rychlostí globálního oteplování v pozadí mohou v některých regionech působit zvláště vysoké teploty. Výsledkem v roce 1998 bylo to, že blednutí postihlo celé ekosystémy korálových útesů ve všech částech světa a zahubilo odhadem 16 procent celosvětové populace korálů. V nejvíce zasažených oblastech, jako je střední a západní Indický oceán, zahynulo 50 až 90 procent všech korálů. Růst nových korálů byl proměnlivý, ale pouze tři čtvrtiny zasažených korálových útesů se od té doby vzpamatovaly (box 3.7).

Box 3.7 Příběh útesu

Mezoamerický korálový útes: Nízký stres vede k resilienci

Mezoamerický korálový útes – největší souvislý útes na západní polokouli – je ohrožen nadměrným rybolovem, rozvojem na pobřeží, zemědělskou erozí a oteplováním moří. V roce 1998 způsobilo masivní blednutí korálů silnou úmrtnost na tomto útesu. V oblastech, kde útes a okolní vody byly relativně méně zasaženy sedimenty, se však některé druhy korálů dokázaly vzpamatovat a během dvou až tří let normálně rostly, zatímco koráli žijící na místech působení nadměrných lokálních vlivů nebyli schopni se plně vzpamatovat ani osm let po této události. Tento příklad naznačuje, že omezení lokálních hrozeb pomáhá také korálům pružněji reagovat tvář v tvář rostoucím teplotám moří. *Celý článek je uveden online na www.wri.org/reefs/stories.*

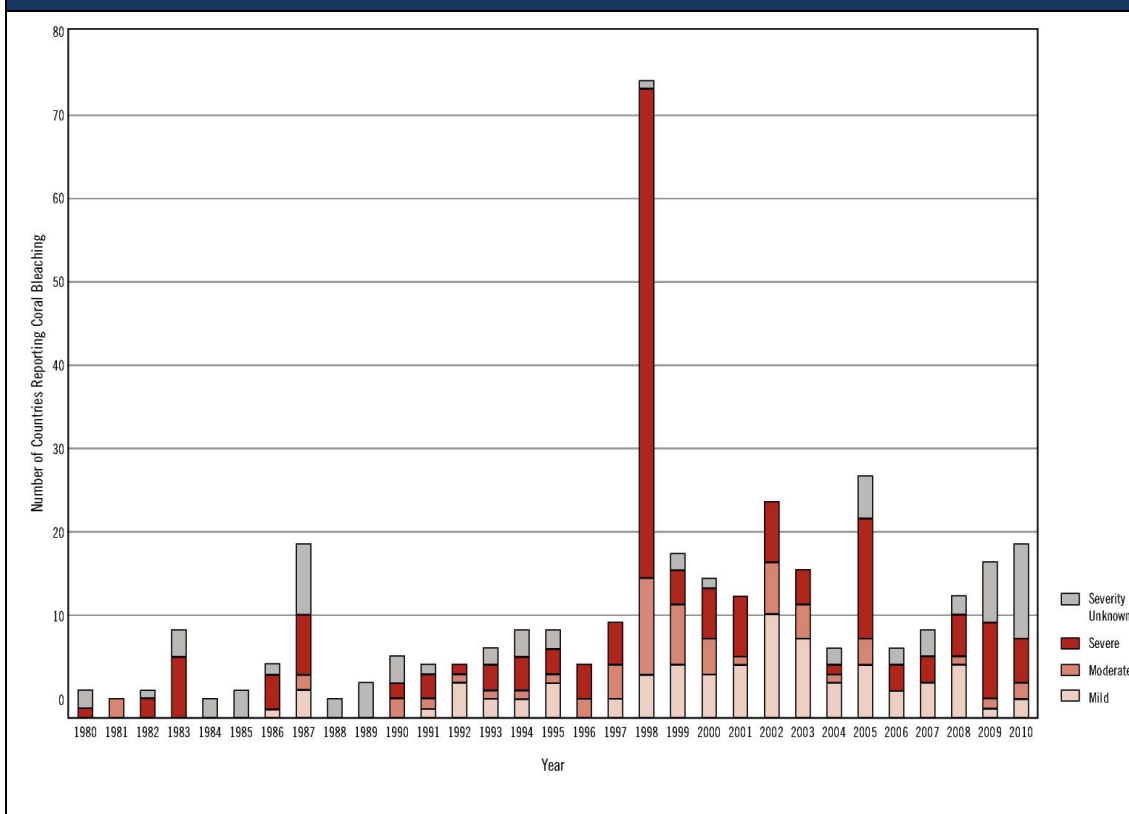
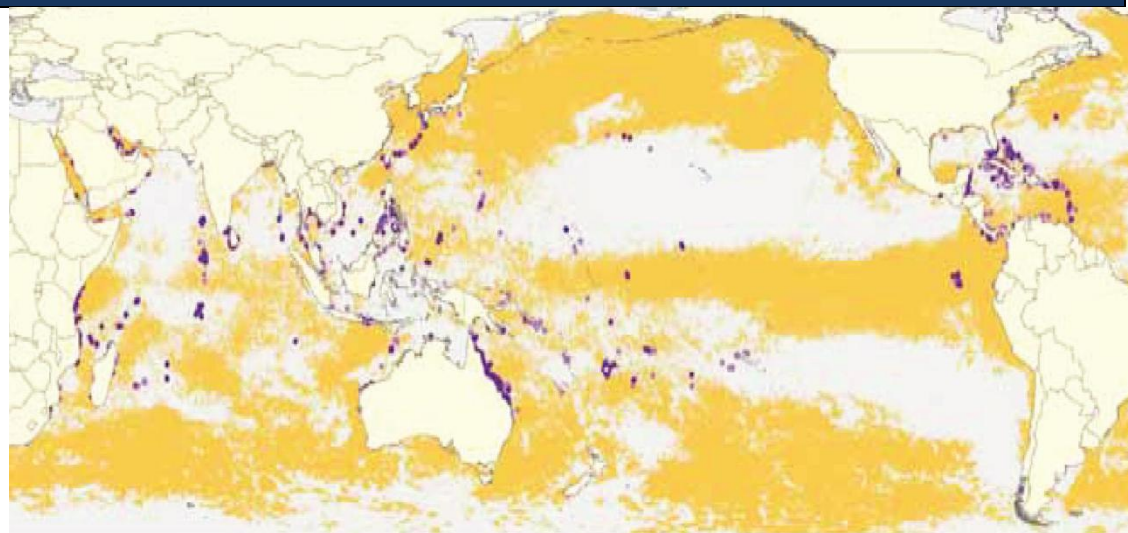
Příběh poskytly Annie Reisewitzová a Jessica Carilliová ze Scrippsova oceánografického institutu při Kalifornské univerzitě v San Diegu.



Od roku 1998 dochází k dalšímu masovému blednutí způsobenému teplotou, přičemž v některých regionech bylo příčinou ještě větších škod. Nadměrné blednutí korálů se projevilo v roce 2002 na Velkém bariérovém útesu,⁹¹ zatímco v roce 2005 došlo k doposud nejzávažnějšímu blednutí

v částech Karibiku. Mezi lety 1980 a 1997 bylo hlášeno celosvětově přibližně 370 pozorování blednutí korálů, zatímco od roku 1998 do roku 2010 jich bylo více než 3700 (obr. 3.1). Při dokončování této zprávy hlášení o velkém blednutí v roce 2010 stále přicházela, avšak ukazovala na jevy masového blednutí v četných regionech. Nárůst v zaznamenaných pozorováních v průběhu doby odráží rostoucí teploty povrchu moří, stejně jako zvýšené uvědomování si, monitorování a sdělování případů blednutí. Mapa 3.2 znázorňuje pozorovaná blednutí korálů a modelovaný teplotní stres od roku 1998 do roku 2007.

Ne všichni koráli jsou stejně náchylní k blednutí. Některé druhy se jeví být tolerantnějšími a někteří jedinci se zdají být lépe aklimatizovanými v důsledku dřívějšího působení stresu. Tato schopnost aklimatizace je však ve všech případech omezená a zdá se, že při tom nejextrémnějším oteplení budou k blednutí náchylní všichni koráli. Rozdíl se zdá být v tom, jak dobře jsou různá společenství útesů v rámci ekosystému schopna přežít případy blednutí nebo se z nich vzpamatovat. Tento rozdíl může být způsoben faktory životního prostředí, jako jsou hloubka, zastínění, proudy, stoupání spodních vod k hladině a činnost vln. Koráli a útesy, kteří jsou schopni lépe se vyhnout blednutí nebo je tolerovat, se nazývají „rezistentní“. Korálové útesy, které jsou schopny vzpamatovat se rychleji ze svého předchozího stavu po události způsobující blednutí, se považují za „resilientní“. Mezi faktory, které, jak se zdá, zlepšují resilienci korálového útesu, jsou dobré napojení na nezasažené nebo rezistentní oblasti útesů, které umožňuje larvám korálů přemístit se na ně a znovu založit kolonii korálů, četná býložravá společenství, která spásají řasy a poskytují prostor na povrchu útesu pro osídlení korály, a absence jiných lokálních hrozeb, jako je znečištění a sedimentace. Navzdory potenciálu resilience však již máme důkazy o rostoucím počtu útesů, u kterých je obnova minimální, a to i po deseti letech nebo déle.

Ob. 3.1 Trendy v blednutí korálů, 1980 - 2010

Mapa 3.2 Teplotní stres na korálové útesy (1998 až 2007)


Pozn.: Mapa označuje místa teplotního stresu na korálových útesech mezi lety 1998 a 2007 na základě pozorování blednutí korálů (purpurová barva) a výrazného teplotního stresu ze satelitního výzkumu (definováno jako počet „degree heating weeks“ - týdnů s ohřevem o 1 stupeň ≥ 8 , oranžová barva). Protože mnoho případů

výskytu blednutí korálů je nepozorováno nebo nehlášeno, použili jsme teplotní stres zjišťovaný pomocí satelitu jako prostředek k vyplnění mezer v údajích z pozorování.

Zdroj: NOAA Coral Reef Watch, 2010; ReefBase, 2009

Program Coral Reef Watch amerického Národního úřadu pro oceán a atmosféru (NOAA) využívá satelity ke sledování teplot povrchu moří (SST) a k určení toho, kdy a kde může dojít k výskytu blednutí korálů. Jeho metodika předpovídání blednutí je založena na abnormálně vysokých a trvalých SST, které jsou měřeny v „degree heating weeks“ (DHW), kdy se jeden DHW rovná jednomu týdnu s SST o 1° teplejší, než je historický průměr nejteplejšího měsíce v roce. DHW s hodnotou 4 (například 4 týdny o 1°C teplejší nebo 2 týdny o 2°C teplejší) běžně způsobuje rozsáhlé blednutí korálů a uvádí se jako „Bleaching Alert Level 1.“ DHW s hodnotou 8 běžně způsobuje závažné blednutí a určitou úmrtnost korálů a uvádí se jako „Bleaching Alert Level 2.“ Pro tuto zprávu byla použita metodika Coral Reef Watch k výpočtu DHW s vysokým rozlišením (přibl. 4 km) z datového souboru SST National Oceanographic Data Center Pathfinder Version 5.0 agentury NOAA. Mapa 3.2 znázorňuje místa, kde byl pomocí satelitu zjištěn výrazný teplotní stres („Bleaching Alert Level 2“) mezi roky 1998 a 2007 alespoň v jednom případě, spolu s pozorováním skutečného blednutí zaznamenaným v databázi ReefBase. Tyto údaje byly zkombinovány s cílem posoudit místa, na nichž v průběhu těchto let došlo ke stresu spojenému s blednutím korálů.

Pozn.: V regionu Středního Východu (Rudé moře a Perský záliv) byla použita vyšší prahová hodnota DHW za účelem vykompenzování přehnaných čtení teplot způsobených pevninou kolem těchto uzavřených moří. Viz úplné technické poznámky na www.wri.org/reefs obsahující podrobné informace o této úpravě a o jejím zdůvodnění.

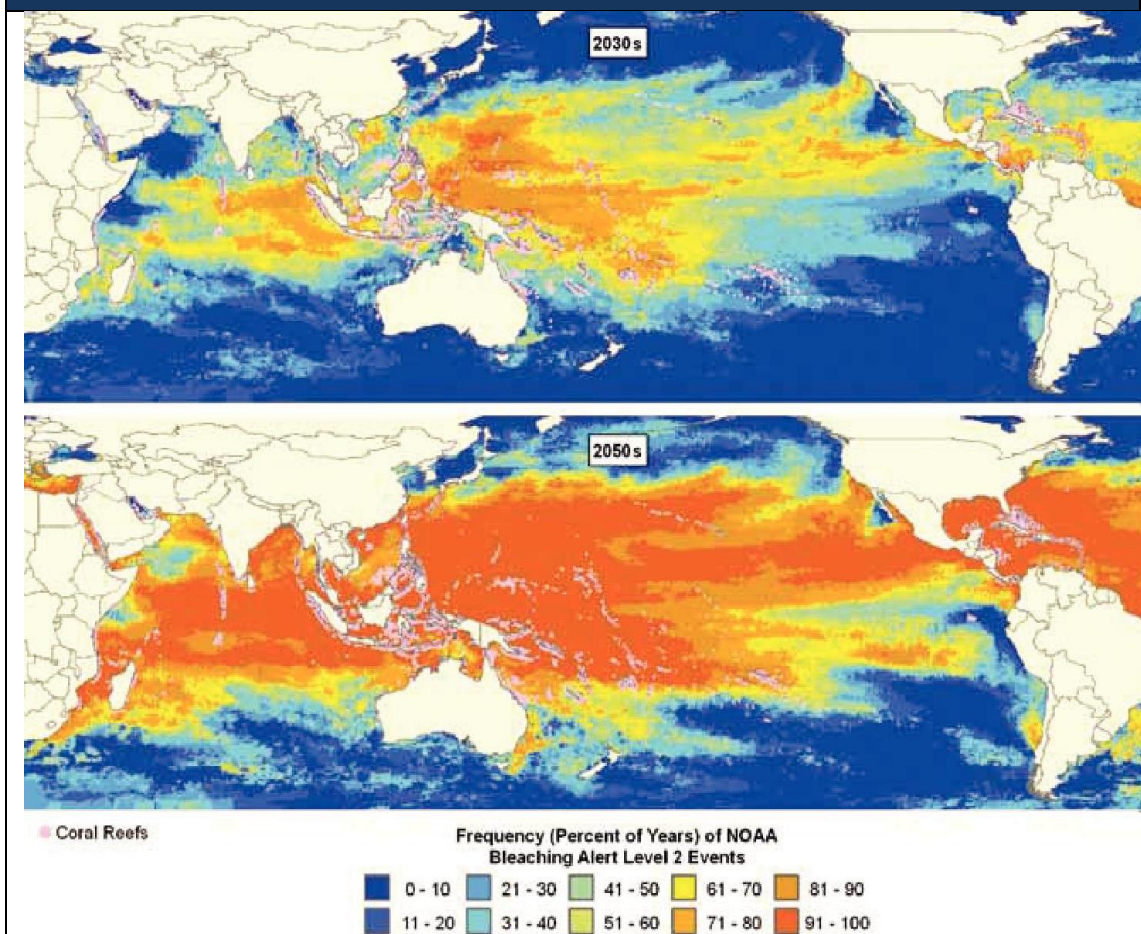
Trendy: Masové blednutí korálů se od roku 1983 vyskytlo vícekrát, přičemž se zvedáním teplot moří rostla intenzita i závažnost případů. Předpovědi založené na promítnutých teplotách naznačují, že v průběhu následujících dvou až tří desetiletí se bude na korálových útesech objevovat výrazné blednutí s rostoucí četností. Při stávajících globálních emisích CO₂ splňujících nebo překračujících úroveň promítnuté na základě nejpesimističtějších scénářů Mezivládního panelu pro změny klimatu (IPCC) a při dalším problému souvisejícím s „committed warming“ (které by se projevilo, i kdyby emise skleníkových plynů byly dnes zastaveny, a to z důvodu zpoždování projevů v globálním klimatickém systému) se zdají případy výskytu hromadného blednutí téměř jisté.

Pro tuto zprávu jsme použili ty nejlépe dostupné modely, které v sobě spojují metodiku NOAA pro předpovídání epizod blednutí s odhady budoucích teplot povrchu moří v důsledku změn klimatu, abychom mohli předpovědět četnost epizod blednutí korálů v budoucnu. Mapa 3.3 ukazuje četnost Bleaching Alert Level 2 (varování blednutí úroveň 2) pro dekády 2030 až 2039 a 2050 až 2059 na základě scénáře emisí IPCC A1B („business as usual“, tedy scénáře při obvyklém stavu věcí). Všimněte si, že tyto odhady byly upraveny tak, aby zohledňovaly historickou proměnlivost teplot, ale nebyly upraveny žádnými jinými faktory „rezistence“ nebo „resilience“. Pro vypracování opatření proti hrozbám na globální úrovni pro světové korálové útesy, která jsou popsána dále v kapitole 4, jsme použili jak pravděpodobnost blednutí korálů z nedávné minulosti, tak mapy budoucích rizik blednutí. I když korálové útesy vykazují jistou schopnost adaptace, odborníci předpovídají, že by extrémní případy blednutí mohly nabýt takové četnosti, že by koráli neměli čas na vzpamatování se mezi jednotlivými případy. Tohoto bodu již mohlo být dosaženo v částech Karibiku, kde je stres z blednutí spojen s dalšími lokálními hrozbami a kde obnova byla mezi nedávnými případy blednutí minimální.

Nápravná opatření: V zásadě jediným jasným řešením této hrozby bude společné a úspěšné celosvětové úsilí na snížení emisí skleníkových plynů do ovzduší a na stabilizování koncentrací někde kolem stávajících úrovní nebo pod nimi.

S tím, že si uvědomujeme problém omezování globálních emisí, je nezbytné, abychom použili veškerá lokální opatření, která použít můžeme, k podpoře rezistence a resilience. Tím bychom měli získat čas na to, aby globální reakce na změnu klimatu získaly na účinnosti, a mělo by nám to pomoci udržet co nejdéle důležité služby ekosystémů, na nichž závisí tolik lidí. Klíčovým faktorem pro podporu resilience útesů vůči změně klimatu je omezení nebo vyloučení lokálních hrozeb. Mezi doporučovanými zásahy jsou snížení znečištění, sedimentace a nadměrný rybolov, ochrana kritických oblastí, kde rezistenci a resilienci zlepšují přirozené podmínky prostředí, replikace ochrany tak, aby různé zóny a komunity útesů byly chráněny na více místech, a rychlé adaptivní reakce managementu v případech, kdy dojde k výskytu blednutí. Tyto reakce zahrnují opatření na snižování lokálního stresu útesů z fyzického poškozování (například čluny nebo potápěči), znečišťování nebo rybolovu při výskytu případů blednutí. Dřívější případy blednutí ukázaly, že i při nejzávažnějších případech jen vzácně dochází k úplnému zničení korálů na útesu, přičemž v určitých oblastech nebo zónách je přežití úspěšnější, například na místech lokálního vzestupu spodních vod k hladině, zastínění, kanálů nebo lagun v útesech. A tak zatímco jsou při výzkumu neustále zjišťována místa s nejvyšší rezistencí a resiliencí a jejich základní mechanismy, jsou již k dispozici dostatečné znalosti k tomu, aby bylo možno řídit systémy útesů způsobem, který bude podporovat jejich resilienci. Tato opatření nezabrání blednutí korálů, ale mohou urychlit jejich obnovu.

Mapa 3.3 Četnost případů blednutí korálů v budoucnu ve 30. a 50. letech tohoto století



Pozn.: Četnost případů blednutí korálů v budoucnu ve 30. a 50. letech tohoto století znázorněná jako procentní podíl let v každé dekádě, kdy se předpokládá výskyt Bleaching Alert Level 2 agentury NOAA. Předpovědi jsou založeny na scénáři emisí IPCC A1B („obvyklý stav věcí“) a upraveny tak, aby zohledňovaly historickou proměnlivost teplot, ale nebyly upraveny žádným jiným faktorem rezistence nebo resilience.

Zdroj: Upraveno z Donner, S.D. 2009. „Coping with Commitment. Projected thermal stress on coral reefs under different future scenarios.“ PLoS ONE 4(6): e5712

Okyselování oceánů

Popis hrozby: Kromě oteplování oceánů budou mít nárůsty atmosférického CO₂ v následujících desetiletích ještě další dopad na korálové útesy. Přibližně 30 procent CO₂ vypouštěného lidskými aktivitami je pohlcováno v povrchových vrstvách oceánů, kde reaguje s vodou a vytváří kyselinu uhličitou. Toto mírné okyselování má značný vliv na chemické složení mořské vody, zejména na dostupnost a rozpustnost sloučenin minerálů, jako jsou kalcit a aragonit, které koráli a další organismy potřebují při budování svých koster. Očekává se, že zpočátku tyto změny chemického složení oceánů zpomalí růst korálů a že by mohlo dojít k oslabení jejich koster. Pokračující okyselování nakonec zastaví veškerý růst korálů a začne působit pomalé rozpouštění uhličitánových struktur, jako jsou útesy. Tyto reakce budou dále ovlivněny i dalším lokálními stresory. Kromě toho bylo také prokázáno, že okyselování přináší zvýšenou pravděpodobnost blednutí korálů vyvolaného teplotou. Na úrovni ekosystémů může toto okyselování nejprve zasáhnout útesy tím, že sníží jejich schopnost vzpamatovat se z jiných účinků a že způsobí posun směrem ke společenstvím, která obsahují méně korálů budujících útesy. V současné době byla většina dopadů okyselování předpovězena prostřednictvím modelů a manipulativních experimentů. Avšak pozorování prováděná na Velkém bariérovém útesu i jinde naznačují, že okyselování by již mohlo působit zpomalování rychlosti růstu. Bez výrazného omezení emisí by se okyselování mohlo stát v příštích několika desetiletích velkou hrozbou pro pokračující existenci korálových útesů.

Box 3.8 Hrozba vyhynutí

Ztráty funkce ekosystému korálových útesů a jejich služeb ochrany, kterou poskytují, v typickém případě předcházejí kompletní ztrátě druhu, avšak pro některé druhy zůstává reálným rizikem globální vyhynutí. IUCN má k dispozici formální a propracovaný rámec pro posuzování rizika vyhynutí, pomocí něhož byla posuzována řada druhů korálových útesů včetně ryb, korálů a želv. Celkem je ohroženo kolem 341 druhů žijících v korálových útesech. Toto číslo zahrnuje 200 korálů budujících útesy, pro které jsou kritickými faktory úpadku kombinované vlivy blednutí korálů a nemocí, přičemž změna klimatu představuje další velkou hrozbu. Kdysi byli dvěma hlavními staviteli útesů v Karibiku větevník křehký a větevník dlanitý, ale oba jsou nyní uvedeni na seznamu kriticky ohrožených druhů. Ohrožené druhy ryb zahrnují hlavní rybolovné cíle, jako jsou větší kanicové a ploskozubec vysokočelý, jakož i druhy s omezenými okruhy výskytu, pro které mohou mít relativně lokalizované hrozby závažné důsledky.

Trendy: Mělké tropické vody jsou běžně silně nasyceny aragonitem, formou uhličitanu vápenatého, který koráli a některé další mořské organismy využívají pro stavbu svých koster a schránek. Úroveň nasycení aragonitem však během minulého století dramaticky poklesly z přibližně 4,6 na 4,0. Úroveň nasycení aragonitem 4,0 a vyšší se považuje za optimální pro růst korálů, zatímco úroveň 3,0 a nižší se považuje za extrémně okrajovou k tomu, aby podporovala život korálových útesů. Tato čísla jsou založena na současném rozložení útesů, a jsou proto poněkud subjektivní, ale zdá se, že poslední práce toto hodnocení podporuje. Mapa 3.4 srovnává odhadované stavy nasycení aragonitem v tropických vodách ve světě pro úroveň stabilizace CO₂ 380 ppm, 450 ppm a 500 ppm. Tyto úrovně stabilizace CO₂

odpovídají přibližně rokům 2005, 2030 a 2050 dle scénáře vývoje emisí IPCC A1B (při obvyklém stavu věcí).

Vědci předpovídají, že při úrovni CO₂ kolem 450 ppm dojde k takovému poklesu nasycení aragonitem, který bude v mnoha částech světa stačit k tomu, aby růst korálů byl silně omezen a aby ekosystémy útesů začaly ztrácet stavební komplexitu a biodiverzitu. Při úrovních CO₂ vyšších než 500 ppm se předpokládá, že pouze několik oblastí ve světových oceánech bude schopných podporovat korály budující útesy (kalcifikující). Stávající rychlý (z geologického hlediska) nárůst okyselování je v historii této planety pravděpodobně bezprecedentní.

Box 3.9 Příběh útesu

Papua Nová Guinea: Ochrana mořského prostředí navržená pro resilienci útesu v Kimbe Bay

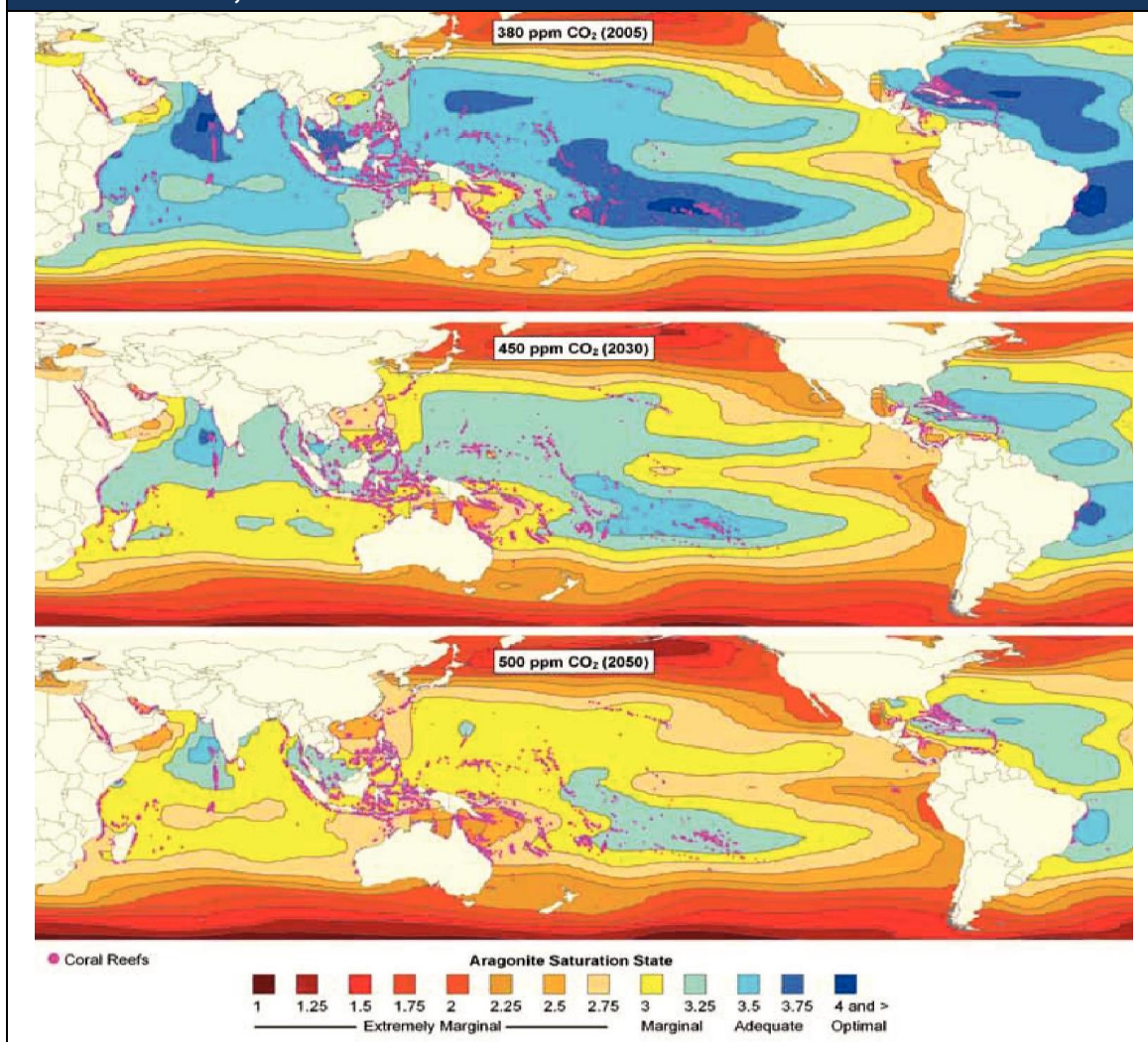
Bohatá mořská lokalita Kimbe Bay nacházející se u ostrova New Britain na Papui Nové Guinei podporuje místní hospodářský a kulturní život. Útesy v Kimbe Bay jsou však ohroženy zejména znečištěním z pevniny, nadměrným rybolovem a blednutím. V reakci na to místní komunity a vládní agentury spolupracují s organizací na ochranu přírody The Nature Conservancy při navrhování a realizaci jedné z prvních sítí chráněných mořských oblastí (MPA), která zahrnuje jak socioekonomická opatření, tak principy resilience korálových útesů vůči změně klimatu, jako je biologická konektivita (na podporu výměny larev mezi útesy).

Poznání získaná z této pilotní MPA pomohou dát korálovým útesům a souvisejícím ekosystémům na celém světě lepší šanci na přežití klimatických změn. *Celý článek je uveden online na www.wri.org./reefs/stories.*

Příběh poskytl Susan Ruffová a Allison Greenová z The Nature Conservancy



Mapa 3.4 Hrozba pro korálové útesy ze strany okyselování oceánů v současnosti, v roce 2030 a 2050



Pozn.: Odhadovaný stav nasycení aragonitem pro úrovně stabilizace CO₂ ve výši 380 ppm, 450 ppm a 500 ppm, které odpovídají přibližně rokům 2005, 2030 a 2050 dle scénáře emisí IPCC A1B (obvyklý stav věcí)

Zdroj: Upraveno z Cao, L. a K. Caldeira. 2008. Atmospheric CO₂ Stabilization and Ocean Acidification. " *Geophysical Research Letters* 35:L19609.

Nápravná opatření: Zpomalení a zvrácení okyselování oceánů bude záviset především na redukci emisí CO₂, možná společně s aktivním odebíráním CO₂ z atmosféry, například sekvestrací uhlíku v půdě a vegetaci. Mnozí vědci došli k názoru, že 350 ppm je kritická maximální hladina atmosférického CO₂, které by se svět měl snažit dosáhnout s cílem minimalizovat hrozby pro korálové útesy a jiné mořské organismy související s klimatem a okyselováním. Dosažení tohoto cíle však závisí na politické vůli všech zemí a na jejich dohodě spolupracovat na mezinárodní úrovni směrem ke kolektivnímu snižování emisí, stejně jako na společném úsilí lidí na celém světě. Jen málo nebo nic je možno dělat v lokálním měřítku k zabránění vlivu okyselování na korálové útesy, i když stejně jako u blednutí se zdá možné, že více stresorů působících společně může zánik útesů uspíšit. Snižování lokálních tlaků proto může i zde poskytnout čas k tomu, aby se mohly projevit účinky snižování emisí.

Zvýšení hladiny moří a bouře

Doposud měla nejrozsáhlejší vliv na korálové útesy prostřednictvím blednutí a související úmrtnosti změna klimatu, zatímco účinky rostoucího okyselování začínají být pozorovány až nyní. Změna klimatu však může ovlivňovat útesy i jinými způsoby. Zvýšení hladiny moří a bouře s vysokou intenzitou nebyly do modelování hrozeb na globální úrovni výslovně zahrnuty, ale představují další hrozby související s klimatem, které by mohly mít vliv na útesy v budoucnu.

Zvýšení hladiny moří

Hladina světových moří roste, a to jak prostřednictvím rozpínání vody v důsledku rostoucích teplot, tak výrazným zvýšením objemu vody v oceánech z tajících terestrických ledových pokryvů a horských ledovců. Společně již tyto změny vedly ke zvýšení hladiny moří od roku 1870 o 20 cm při současné rychlosti zvyšování hladiny o 3,4 mm za rok, která stále narůstá. Předpovědi se liší, ale do roku 2100 je pravděpodobné, že se hladiny moří zvýší o 90 až 200 cm nad hladinu z roku 1990.^{129,131}

Zdravé, aktivně rostoucí útesy jsou schopné držet se zvyšující se hladinou moří krok budováním svých vápencových konstrukcí směrem k mořské hladině, přičemž dokonce extrémnější projekce ukazují na úrovně, které budou pravděpodobně nedostatečné k tomu, aby ve větší míře postihly útesy ve většině oblastí v průběhu období, na které je tato práce zaměřena (do roku 2050). Stejná resilience však nemusí být zjištěna u nízko položených útesových útvarů, jako jsou korálové ostrovy a atoly, které jsou základem pro mnohá místa lidského osídlení, zejména v Pacifiku. Tyto ostrovy jsou tvořeny pískem a korálovými horninami usazovanými na útesech vlnami a proudy. Pro národy žijící například na Kiribati, Tuvalu a na Maledivách tvořených výhradně korálovými ostrovy bude znamenat i nepatrné zvýšení hladiny moře velké ohrožení těchto pevninských útvarů. Neznamená to automaticky, že tyto ostrovy budou erodovat nebo že budou při zvýšení hladiny moře zaplaveny, protože procesy, jimiž byly vytvořeny, budou pokračovat, a skutečně existují určité důkazy o tom, že při mírném zvýšení hladiny moře mohou některé ostrovy přetrvat či dokonce růst. I tak se ale zdá, že zrychlující se zvyšování hladiny moří představuje významnou hrozbu, která již má dopad na některé ostrovy. Procesy tohoto vlivu se mohou lišit: pravděpodobně vzroste eroze, níže položené oblasti mohou být zaplavovány během bouří a zvyšující se hladina moře může znečišťovat ony mělké zásobárny sladké vody pod ostrovy, které slouží jako zdroje pitné vody a pro růst vegetace a plodin.

Tropické bouře

Rysy tropických bouří se celosvětově významně liší. Rovníkové útesy jsou zasahovány tropickými bouřemi jen vzácně, pokud vůbec, ale směrem k okrajům tropického pásu se silné bouře tvoří po většinu roku. V těchto oblastech mohou být jednotlivé útesy zasaženy mnohokrát v průběhu jednoho a toho samého roku, nebo se mohou vyhnout škodám způsobeným bouřemi po dvacet i více let.

Bouře mohou být na těchto korálových útesech mocnými hnacími silami změny. I když jde o přírodní rušivé síly vyskytující se v mnoha oblastech, mohou dramaticky zasáhnout do života na útesu přeměnou konstrukcí korálů na hromady kamení, které nejsou schopny udržovat hojnost života útesů a jeho diverzitu. Obnova může trvat roky nebo i desetiletí. Pokud již byly útesy oslabeny jinými hrozbami, stávají se bouře komplikujícím faktorem, který přináší již nemocnému útesu kompletní zničení.

Zatímco je známo, že tropické bouře mají na korálové útesy mocný vliv, vliv změny klimatu na bouře je méně jednoznačný. Nedávné studie předpověděly, že četnost velmi intenzivních tropických bouří může vzrůst v důsledku zvyšování teplot povrchu moří.

V současné době jsou souvislosti mezi změnou klimatu a vznikem bouří stále předmětem šetření a výsledky se budou velmi pravděpodobně regionálně značně lišit.

SPOJENÉ HROZBY: NEMOCI A HVĚZDICE TRNOVÁ KORUNA

K nemocem korálů a náhlému rozšíření hvězdice trnové koruny (COTS) může na útesech dojít přirozenou cestou, avšak v současné době k nim dochází se zvýšenou četností a často ve spojení s dalšími hrozbami nebo následně po případech blednutí korálů. Nemoci a COTS (*Acanthaster planci*) nebyly do modelování výslovně zahrnuty, protože pro ně nebyla k dispozici odpovídající data a protože s ohledem na jejich specifické příčiny přetrvávají i nadále určité nejistoty. V případě nemocí

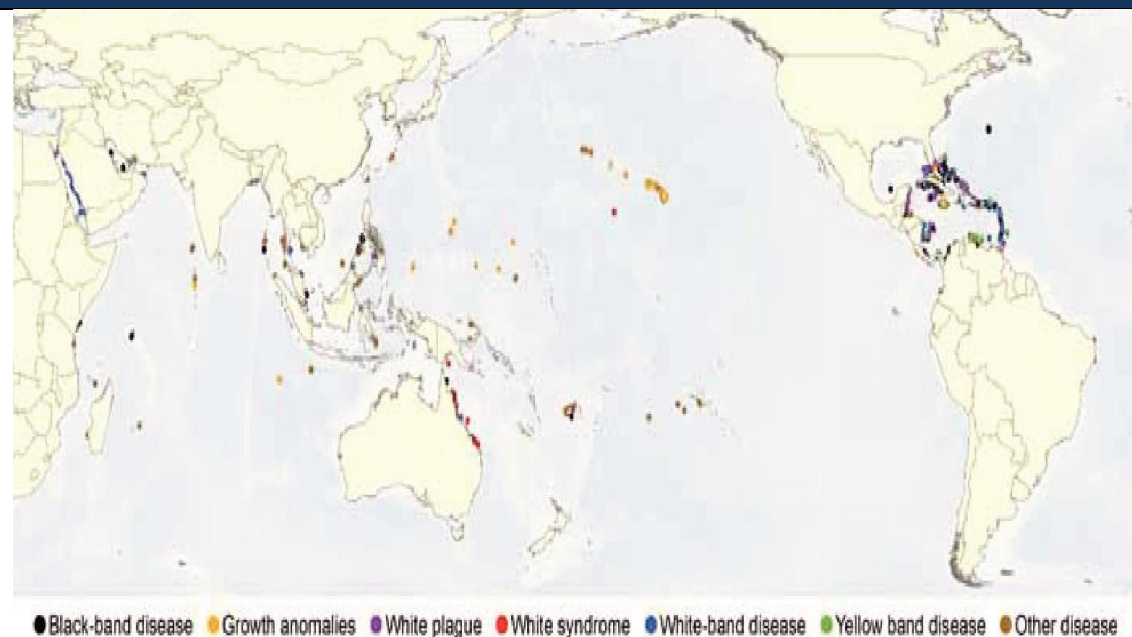
představuje jejich poněkud nejednoznačná úloha jak hrozby, tak symptomu jiných hrozeb další překážku pro modelování jejich dopadů na útesy, zatímco u COTS jsou do modelu zahrnuty již alespoň některé z navrhovaných příčin (jako je nadměrný rybolov nebo pevninský splach). Níže jsou popsány tyto klíčové hrozby a je diskutován jejich společný výskyt s modelovanými hrozbami.

Nemoci

Nemoci jsou přirozeným prvkem v každém ekosystému a vyskytují se v základních populacích většiny druhů. Nemoci korálů se v posledních letech rozšířily jak z hlediska prevalence, tak z hlediska geografického rozšíření. Příčiny rostoucího výskytu nemocí stále nebyly dopodrobna poznány, ale je pravděpodobné, že koráli se stali náchylnějšími k onemocnění v důsledku snížené kvality vody a toho, že oteplování v důsledku klimatických změn může být příčinou vyšší nakažlivosti některých patogenů a může také ovlivňovat imunitní schopnosti korálů. Existuje jasný důkaz o tom, že propuknutí nemoci následovalo po případech výskytu blednutí korálů.

Nemoci již nepochybně změnilly systémy korálových útesů v Karibiku. Nemoc bílých pruhů prakticky zničila korály větevník dlanitý (*Acropora palmata*) a větevník parožnatý (*Acropora cervicornis*), kteří kdysi byli dvěma největšími staviteli útesů v regionu. Další nemoc, která postihuje ježovky (*Diadema antillarum*), také dramaticky změnila karibské útesy. Tyto ježovky jsou důležitými požírači řas na korálech, zejména v oblastech, kde nadměrným rybolovem došlo k úbytku většiny ryb požírajících řasy. Vypuknutí neznámé nemoci mezi ježovkami v letech 1983-84 bylo následováno silným růstem řas na korálech v důsledku nepřítomnosti těchto požíračů. V posledních letech došlo k zotavení ježovek v některých částech Karibiku, například podél severního pobřeží Jamajky, s následnou redukcí řas a určitou regenerací korálů.

Mapa 3.5 Globální výskyt nemocí korálů, 1970 - 2010



Pozn.: Tato mapa znázorňuje rozšíření nemocí korálů, ale není kompletní, protože mnoho lokalit korálových útesů není prozkoumáno a ne všechna pozorování onemocnění korálů jsou hlášena. „Ostatní nemoci“ zahrnují skeletal eroding band, brown band, tmavá nekróza, motolice, vředovité bílé skvrny a další syndromy, které nejsou dostatečně popsány.

Zdroj: Soubor dat o nemocích korálů ReefBase a databáze UNEP-WCMC Global Coral Disease, pozorování onemocnění korálů v letech 1970-2010.

Výzkum nemocí korálů je stále v plenkách, ale z důvodu naléhavosti tohoto problému je v současné době veden ruku v ruce se snahou o jeho řízení. Stávající úsilí o řešení hrozby nemocí korálů je zaměřeno na poznávání jejich příčin a dopadů a na to, jakým způsobem mohou být ovlivňovány klimatickými změnami. Jedna z důležitých částí této práce zahrnuje shrnutí základních a dlouhodobých dat o rozšíření a výskytu nemocí korálů s cílem vyšetřit prostorové a časové rysy a trendy a identifikovat faktory, které ovlivňují zranitelnost a resilienci. Mapa 3.5 znázorňuje rozšíření nemocí korálů, ale jedná se pouze o zlomek jejich výskytu z důvodu nedostatků v jejich vykazování. Vzhledem k tomu, že nemoci jsou často problematičtější na místech, kde jsou koráli již pod

určitém stresem, pomoci snížit výskyt a dopady nemocí mohou snahy o jejich řízení, jako jsou ochrana kvality vody, zachování funkční rozmanitosti a snižování jiných hrozeb pro korálové útesy.

Box 3.10 Příběh útesu

Brazílie: Nemoci korálů ohrožují útesy

Brazilský Abrolhos Bank zahrnuje jedny z největších a nejbohatších korálových útesů v jižním Atlantiku. V posledních 20 letech zažívá tato pobřežní oblast nárůst turistiky, urbanizace a velkoplošného zemědělství, v jehož důsledku dochází k vypouštění neupraveného odpadu a znečišťování útesů v regionu. V důsledku toho v posledních letech dramaticky narostl výskyt onemocnění korálů na pobřeží Brazílie. Kromě toho studie uvedly do souvislosti globální šíření nemocí korálů se zvýšenou teplotou mořské vody a naznačily, že změna klimatu povede v budoucnu v Brazílii k ještě většímu výskytu těchto nemocí. Pokud by i nadále koráli v této oblasti hynuli stávající rychlostí, došlo by v příštích 50 letech na brazilských útesech k masivnímu úbytku výskytu korálů. *Celý článek je uveden online na www.wri.org/reefs/stories.*

Příběh poskytli Ronaldo Francini-Filho a Fabiano Thompson z Universidade Federal da Paraíba a Rodrigo Moura z Conservation International v Brazílii.



Hvězdice trnová koruna (COTS)

Další přirozenou hrozbou s vážnými důsledky pro útesy je výskyt obrovských množství hvězdice trnové koruny (COTS) v celém Indo-pacifickém regionu. Tyto hvězdice jsou přirozenými predátory korálů a obvykle se na korálových útesech vyskytují v malých množstvích. Pokud však jejich počty dosáhnou přemnožení, mohou zlikvidovat rozsáhlé plochy korálů s výsledkem podobným dopadu extrémního blednutí korálů. Od roku 1950 byly tyto případy přemnožení zaznamenány na velké části Indo-pacifického regionu, přičemž oblasti jejich nedávného nadměrného výskytu zahrnují korálové útesy v Rudém moři, ve východní Africe, ve Východní a Jihovýchodní Asii a v Pacifiku. Přesná příčina tohoto přemnožení zůstává nejasná. Některé výskyty mohou být způsobeny jednoduše přirozenou fluktuací celých populací, ale existují náznaky toho, že svoji úlohu může hrát nadměrný rybolov zaměřený na dravé ryby, jako jsou pyskouni a ostenci. K přemnožení může přispívat také splachování živin do pobřežních vod a ústí řek s následnou stimulací růstu řas, které jsou oblíbenou potravou pro larvy hvězdic COTS.

Na několika místech byly úspěšné snahy o fyzické odstranění COTS z relativně oddělených oblastí korálových útesů (například kolem malých ostrovů nebo v blízkosti turistických oblastí). Byly učiněny také pokusy s programy kontroly ve větším měřítku, především na ostrovech Rjúkjú v Japonsku, ale tyto snahy jsou v současné době považovány za nemožné. Největší nadějí pro omezování dalších přemnožení nebo snížení jejich vlivu na korálové ostrovy na minimum bude pravděpodobně boj s konkrétními hrozbami, které toto přemnožení způsobují (jako například nadměrný rybolov a splachování živin z pevniny).

Následující kapitola uvádí souhrn výsledků modelování stávajících a budoucích hrozeb pro světové korálové útesy v rámci projektu *Reefs at Risk*.

3.2 Analysis

The text *Reef at Risk Revisited* was published by World Resources Institute in a written form in 2011 however it was made available at their website. The text is a report that brings up to date the report *Reef at Risk* from 1998 whose main objective was to provide missing information about worldwide risked coral reefs. The researchers focused on which threats damaged which coral reefs and how human activities affected coral reef ecosystems. There have been many changes since 1998 so WRI felt a need to update an original report and include new analysis. As coral reefs are one of the richest ecosystems on earth that provide livelihood to coastal people, attract many tourist and protect shorelines from storms, they are a very important part of sea life that is in need of protection and conversation. With changing climate coral reefs are bleaching and dying which endangers many species that are found in coral reef ecosystems and it also reduced income of coastal people who rely on fishing. Therefore the report *Reef at Risk Revisited* was drawn up.

The report was written by a coastal ecosystem team including Laureta Burke, Kathleen Reytar, Mark Spalding and Allison Perry with the help of other contributing authors. The text is meant for a general audience with a link to oceanographic matters or even an interest in them, mainly people who can use given information to help protect coral reefs, such as policymakers, marine conservation practitioners or even mere tourists.

The source text is arranged into columns and is interspersed with pictures, information boxes, tables and graphs on which the text references and which make the text more interesting and enjoyable. Each chapter is introduced by a headline and supported by other sub headlines that closely describe information mentioned in the text. Some paragraphs are preceded by words in bold print that point out a content of the paragraph. These headlines and sub headlines make the text clearer and simpler to navigate in.

The functional style of the source text is scientific whose main function is to transmit knowledge with some aspects of a popular scientific style that introduces scientific and technical findings. Contrary to rigorous scientific texts, the source text is written in a manner that general audience is able to understand its meaning even without any special knowledge about ecology. The text is more expressive and colorful but still maintains its impersonality and objectivity. The text is presented to audience in a clear and well arranged form that is enabled by the usage of paragraphs and titles. By using graphics, such as images, tables, graphs, the text is more interesting for the audience. The source text contain many scientific terms that are often repeated. The vocabulary is mainly predominated by expressions of nominal character.

The text is written in standard English, but it is not as formal as scientific texts. Authors applies mostly the present simple tense (*The Reefs at Risk Revisited project delivers results/Projekt Reefs at Risk Revisited poskytuje výsledky; The index is not a direct measure/ Tento rejstřík není přímým měřítkem*) and the past simple tense (*For this work there were two aims/Tato práce měla dva cíle; Their review of model results also served as our most comprehensive validation of results/Jejich přezkoumání výsledků modelu nám posloužilo také jako nejsouhrnnější potvrzení platnosti výsledků*). Authors used other tenses, such as the present perfect tense (*Note that these estimates have been adjusted to account for historical temperature variability/ Všimněte si, že tyto odhady byly upraveny tak, aby zohledňovaly historickou proměnlivost teplot*), the present continuous tense (*reefs that are threatened are already showing signs of damage/ útesy, které jsou ohrožené, již vykazují známky poškození*). The sentences have a logical structure so it is easy to orient in them and find the message.

The text is written in both active (*The removal of coastal vegetation, such as mangroves, also takes away a critical sediment trap/ Odstraňováním pobřežní vegetace, například mangrovů, se zároveň ničí*

prostředí) and passive voice. Passive voice is usually used in scientific writing where either an agent is not relevant or an emphasis is put on the agent that is placed at the end of sentence. In the Czech, scientific style also uses passive voice and in this regard the target text respects the source text. [9] e.g. *The four local threats were modeled separately/ Zmíněné čtyři lokální hrozby pro korálové útesy byly modelovány samostatně; the local and global threats are described in greater detail in following sections/ Lokální a globální hrozby pro korálové útesy jsou podrobněji popsány v následujících oddílech.*

The source text is impersonal, therefore there are used impersonal sentences and structure. The impersonal structures are comprise a pattern IT IS + ADJ + INF, however, it is possible to use other linking verbs, such as become, seem, appear, prove, feel. [10] e.g. *Even in this case, it is important to realize/ I v tomto případě je důležité si uvědomit).* Other such impersonal structure has a pattern IT IS + ADJ/past participle + THAT (It has been estimated that, it is critical that, it is predicted that, it seems that). [11] e.g. *it seems possible that multiple stressors acting together may hasten the decline of reefs/...se zdá možné, že více stresorů působících společně může zánik útesů uspíšit; ...; it is predicted that only a few areas of the world's oceans will be able to support reef-building (calcifying) corals./.. se předpokládá, že pouze několik oblastí ve světových oceánech bude schopných podporovat korály budující útesy (kalcifikování).*

Scientific style is characteristic by its use of non-finite verbs, i.e. infinitives, participles and gerunds that make the text more condensed. In the Czech, However, we must replace them by structures with finite verbs. [12] e.g. *To develop a single broad measure of threat, we combined the four individual threats to coral reefs into a single integrated local threat index/Abychom získali jedno široké měřítko ohrožení, zkombinovali jsme všechny čtyři jednotlivé hrozby pro korálové útesy do jediného integrovaného indexu lokálních ohrožení; To reflect the*

preassure of thermal and local threats, we combined/Abychom zohlednili tlak ze strany teplotního stresu a lokálních hrozeb, sloučili jsme; Such precautions also prevent the need for future coastal engineering solutions by allowing for the natural movements of beaches and vegetation over time, thus saving future coasts and unintended consequences. Tato opatření současně brání potřebě budoucích pobřežních technických řešení tím, že umožňují přirozené pohyby pláží a vegetace v čase a šetří tak budoucí náklady a eliminují neočekávané důsledky.

Another feature typical to scientific style is a presence of causation structures for which a pattern CAUSATIVE VERB + NOUN + INF is used. [13] e.g....*these data have enabled us to consider impacts/ Tyto údaje nám umožnily zohlednit dosavadní dopady; inadequate prosecution and minimal penalties levied against dynamiters have allowed this illegal practice to re-emerge and expand/ale díky nedostatečnému stíhání a nízkým pokutám udělovaným uživatelům těchto metod došlo ke znovuobjevení a rozšíření těchto protizákonných praktik.*

The coherence of the text is ensured by a frequent use of linking words such as *although/ačkoli, meanwhile/mezitím, however/avšak, však, thus/tak*. Even though in English linking words are usually placed at the beginning of the sentence, in the Czech it might be possible to place them arbitrarily in the sentence. [14] e.g. *However, agricultural land is treated as a separate category/ Zemědělská půda je však považována za samotnou kategorii.*

In text, the names of institutions and their abbreviations and acronyms are often mentioned. If the Czech language recognizes a relevant equivalent, I will translate the name of the institution, however, the abbreviation or acronym will stay as in the source language. It might cause less confusion if the abbreviation remains the same as people are susceptible to know the abbreviation in the source language. e.g. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO)/Světová organizace pro výživu a zemědělství (FAO)*

3.3 Glossary

English	Czech
acidification	okyselování
aragonite	aragonite (uhličitan vápenatý)
bleaching	blednutí
calcite	kalcit (uhličitan vápenatý)
carbonic acid	kyselina uhličitá
coastal development	pobřežní rozvoj
coral reefs	korálové ostrovy
crown-of-thorn starfish	hvězdice trnová koruna
degradation	znehodnocení
elkhorn	vetevník dlanitý
gill nets	svislé sítě pro chytání ryb za žábry
grazing fish	požírači řas
greenhouse gas emission	emise skleníkových plynů
groupers	kanicové
herbivores	býložravci
larvae	larvy
lionfish	perutýn
local upwelling	lokální vzestup spodních vod k hladině
long-spined sea urchin	ježovka
melting of terrestrial ice sheets	tající terestrické ledové pokrvy
ocean chemistry	chemické složení oceánů
overfishing	nadměrný rybolov
proliferation	šíření
sea cucumbers	sumýši
sewage	splašky
snappers	chňapalové

staghorn

symbiotic algae

thermal stress

triggerfish

watershed-based pollution

wrass

větevník parožnatý

symbiotické řasy

teplotní stres

ostenec

znečištění v povodí řek

pyskoun

4 CONCLUSION

The main aim of the Thesis "Translation of an English Text from the Field of Ecology with Commentary and Glossary" was to introduce the translation studies and to provide a corresponding translation of the source text. As functional style of the source text is scientific with some elements of popular scientific, I expected a large range of scientific terms. That expectation was not exactly met. The text is directed to a large audience even without specific ecological knowledge so the terminology was not incomprehensible. However, I faced few problems caused by insufficient cultural background as we lack the ocean and its associated studies and institutions. It was necessary to analyse the text with regard to background information in order to find corresponding equivalent and to produce the target text. The analysis of the source text in regard to the target text is necessary for the translator to gain insight into the text and comprehend the message of the text. Translator's task is very demanding and neverending as there is always a place for improvement.

The analysis of the text focused on the features characteristic for the scientific functional style and how are translated which was essential for preserving the same functional style in the target language.

The Thesis enabled me to take a closer look into translator's work and try to solve difficulties while translating.

5 END NOTES

1. Jakobson, R. *On linguistic aspects of translation*, [online] p. 233.
2. Newmark, P. *A textbook of translation*, [online] p. 5.
3. Ibid., p.17.
4. Ibid., p 2
5. Knittlová, D. *K teorii i praxi překladu*, p. 17.
6. Newmark, P. *A textbook of translation*, [online] p. 5.
7. Knittlová, D. *K teorii i praxi překladu*, p. 14.
8. Ibid., p. 19.
9. Ibid., p. 139.
10. Ibid., p. 140.
11. Ibid., p. 141.
12. Ibid., p. 148-149.
13. Ibid., p. 143-144.

6 BIBLIOGRAPHY

Print Sources

ALEXANDER, L.G. *Longman English Grammar*. 22nd ed. London : Longman, 2005. 374 p. ISBN 0-582-55892-1.

ALLABY, Michael. *A dictionary of ecology*. 3rd ed. Oxford : Oxford University Press, 2005. 473 p. ISBN 978-0-19-860905-6.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John Lander. *Ecology : From Individuals to Ecosystems*. 4th ed. Malden : Blackwell Publishing, 2006. 752 p. ISBN 1-4051-1117-8.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John Lander. *Základy ekologie*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. 518 p. ISBN 978-80-244-2478.

KNITTLOVÁ, Dagmar. *K teorii i praxi překladu*. 2nd ed. Olomouc : Univerzita Palackého, Filozofická fakulta, 2000. 215 p. ISBN 80-244-0143-6.

LEVÝ, Jiří. *Umění překladu*. 4.vyd. Praha : Apostrof, 2012, 367 s. ISBN 978-80-87561-15-7.

Internet Sources

BURKE, Loretta; REYTAR, Kathleen; SPALDING, Mark; PERRY, Allison. *Reefs at Risk Revisited*. [online]. Washington, DC : World Resources Institute. Available from: <http://www.wri.org/publication/reefs-risk-revisited> [retrieved 25 October 2013]

JAKOBSON, Roman. On linguistic aspects of translation [online]. Available from : http://monoskop.org/images/6/68/Jakobson_Roman_1959_On_Linguistic_Aspects_of_Translation.pdf [retrieved 10 January 2014]

NEWMARK, Peter. A textbook of translation [online]. Hertfordshire: Prentice Hall, 1998. Available from: <http://www.omkarmin.com/pdf/a->

textbook-of-translation-by-peter-newmark-pdf-carynannerisly-198846.pdf
[retrieved 10 January 2014]

Dictionaries

ALLBY, Michael. *A dictionary of ecology*. 3rd ed. Oxford : Oxford University Press, 2005. 473 p. ISBN 978-0-19-860905-6.

PC Translator [CD-ROM]. Version 2007.10. LangSoft & SOFTEX Software, 2006.

The Free Dictionary [online].

7 ABSTRACT

The objective of the Thesis is to briefly introduce principle of translation and to provide a corresponding translation of chosen source text.

The Thesis comprises two main parts – theoretical and practical. The theoretical part explains the process of translation and used procedures. The practical part focuses on the translation of the source text and its analysis, and glossary. The analysis includes examples how are specific structure translated. Glossary consists of some specific terms from the text that are put into an alphabetic order.

8 RESUMÉ

Cílem této Bakalářské práce je seznámení s teoretickými zásadami překladu a poskytnutí odpovídajícího překladu zvoleného textu.

Práce se skládá ze dvou částí, a to praktické a teoretické. Teoretická část vysvětluje postup překladu, a jaké překladatelské postupy mohou překladatelé zvolit. Praktická část se zaměřuje na samotný překlad vybraného textu a jeho analýzu a dále glosář, který obsahuje několik specifických termínů z textu, které jsou zařazeny podle abecedy.

9 APPENDIX

Chapter 2. PROJECT APPROACH AND METHODOLOGY



To quantify threats and to map where reefs are at greatest risk of degradation or loss, we incorporated more than 50 data sources into the analysis—including data on bathymetry (ocean depth), land cover, population distribution and growth rate, observations of coral bleaching, and location of human infrastructure. These data were consolidated within a geographic information system (GIS), and then used to model several broad categories of threat from human activities, climate change, and ocean acidification. In the absence of complete global information on reef condition, this analysis represents a pragmatic hybrid of monitoring observations and modeled predictions of reef condition.

Human pressures on coral reefs are categorized throughout the report as either “local” or “global” in origin. These categories are used to distinguish between threats that involve human activities near reefs that have a direct and relatively localized impact, versus threats that affect the reef environment indirectly through the cumulative impact of human activities on the global climate and ocean chemistry.

Local threats addressed in this analysis are:

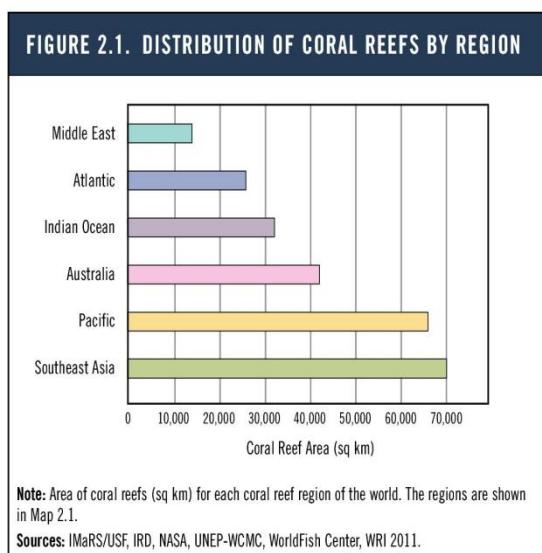
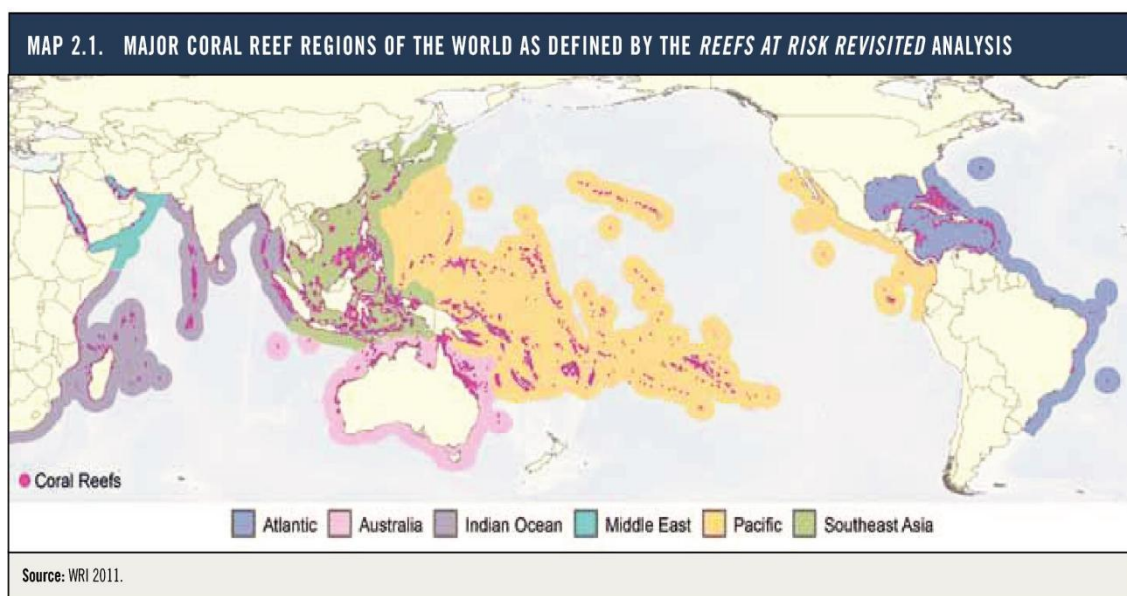
- Coastal development
- Watershed-based pollution
- Marine-based pollution and damage
- Overfishing and destructive fishing.

Global-level threats addressed are:

- Thermal stress (warming sea temperatures, which can induce coral bleaching)
- Ocean acidification (driven by increased CO₂, which can reduce coral growth rates).

This is the first *Reefs at Risk* project to incorporate data on these global-level threats. These data allow us not only to estimate current and imminent reef condition, but also to project trends well into the future. For the global-level threats, we did not develop new models, but rather incorporated existing data from partner organizations on past thermal stress, future thermal stress, and ocean acidification (Appendix 2). These data have enabled us to consider impacts to date and the potential future effects of ocean warming and acidification on reefs to 2030 and 2050 using climate projection scenarios.

The *Reefs at Risk Revisited* project delivers results as maps showing the distribution of local- and global-level threats to coral reefs. These threats are also consolidated into a single integrated index, which represents their combined impact on mapped reef locations. The analysis draws on a newly compiled global reef map—the most comprehensive and detailed rendition of global coral reef locations created



to date—which we compiled into a 500-m resolution grid for modeling. Alongside mapped results, summary findings are presented for each of six major coral reef regions (Map 2.1).

Through the individual threat indicators and the integrated local threat index, *Reefs at Risk Revisited* estimates the level of human pressure on coral reefs. The index is not a direct measure of reef status or condition; some areas rated as threatened may have already suffered considerable loss or degradation, while others are still healthy. For healthy reefs, a high threat score is a measure of risk, a pointer to likely, even imminent, damage.²³ More typically, however, reefs that are

threatened are already showing signs of damage—such as reduced live coral cover, increased algal cover, or reduced species diversity. Even in this case, it is important to realize that reef degradation is not a simple, step-wise change, but rather a cascade of ongoing changes. Even where degradation is already apparent, the models provide a critical reminder that future change will often make matters worse.

THREAT ANALYSIS METHOD

The four local threats to coral reefs were modeled separately, and later combined in the *Reefs at Risk* integrated local threat index. The modeling approach is an extension and refinement of that used in previous *Reefs at Risk* analyses, and benefited from input from more than 40 coral reef scientists and other experts. For each local threat, sources of stress that could be mapped were identified and combined into a proxy indicator that reflected the degree of threat. These “stressors” include human population density and infrastructure features such as location and size of cities, ports, and hotels, as well as more complex modeled estimates such as sediment inputs from rivers. For each stressor, distance-based rules were developed, such that threat declines as distance from the stressor increases. Thresholds for low, medium, and high threats were developed using available information on observed impacts to coral reefs. Table 2.1 provides a summary of the approach and limitations for modeling each local threat.

TABLE 2.1 REEFS AT RISK REVISITED ANALYSIS METHOD—PRESENT THREATS		
Threat	Analysis Approach	Limitations
Coastal development	<ul style="list-style-type: none"> The threat to coral reefs from coastal development was modeled based on size of cities, ports, and airports; size and density of hotels; and coastal population pressure (a combination of population density, growth, and tourism growth). 	<ul style="list-style-type: none"> Provides a good indicator of relative threat, but is likely to miss some (especially new) tourism locations. Does not directly capture sewage discharge, but relies on population as a proxy for this threat.
Watershed-based pollution	<ul style="list-style-type: none"> The threat to reefs from land-based pollutants was modeled for over 300,000 watersheds (catchments) discharging to coastal waters. Relative erosion rates were estimated across the landscape based on slope, land cover type, precipitation, and soil type. Sediment delivery at the river mouth was estimated based on total erosion in the watershed, adjusted for the sediment delivery ratio (based on watershed size) and sediment trapping by dams and mangroves. Sediment plume dispersion was modeled using a linear decay rate from the river mouth and was calibrated against actual sediment plumes observed from satellite data. 	<ul style="list-style-type: none"> The model represents a proxy for sediment, nutrient, and pollutant delivery. Nutrient delivery to coastal waters is probably underestimated due to a lack of spatial data on crop cultivation and fertilizer application. However, agricultural land is treated as a separate category of land cover, weighted for a higher influence. The model does not incorporate nutrient and pollutant inputs from industry, or from intensive livestock farming, which can be considerable.
Marine-based pollution and damage	<ul style="list-style-type: none"> The indicator of threat from marine-based pollution and damage was based on the size and volume of commercial shipping ports, size and volume of cruise ship ports, intensity of shipping traffic, and the location of oil infrastructure. 	<ul style="list-style-type: none"> Threat associated with shipping intensity may be underestimated because the data source is based on voluntary ship tracking, and does not include fishing vessels. The threat model does not account for marine debris (such as plastics), discarded fishing gear, recreational vessels or shipwrecks, due to a lack of global spatial data on these threats.
Overfishing and destructive fishing	<ul style="list-style-type: none"> Threats to coral reefs from overfishing were evaluated based on coastal population density and extent of fishing areas (reef and shallow shelf areas), with adjustments to account for the increased demand due to proximity to large populations and market centers. Areas where destructive fishing occurs (with explosives or poisons) were also included, based on observations from monitoring and mapping provided by experts. The threat estimate was reduced inside marine protected areas that had been rated by experts as having “effective” or “partially effective” management (meaning that a level of management is present that helps to guard ecological integrity). 	<ul style="list-style-type: none"> Accurate, spatially referenced global data on fishing methods, catches, and number of fishers are not available; therefore, population pressure is used as a proxy for overfishing. The model fails to capture the targeting of very high value species, which affects most reefs globally, but has fewer ecosystem impacts than wider scale overfishing. Management effectiveness scores were only available for about 83% of the reefs within marine protected areas.
The four local threats described above are combined in this report to provide an integrated local threat index. Past thermal stress (described below) is treated as an additional threat.		
Past thermal stress	<p>Estimates of thermal stress over the past 10 years (1998 to 2007) combine the following two data layers:</p> <ol style="list-style-type: none"> Past intense heating events. These were areas known to have had high temperature anomalies (scores of degree heating weeks > 8), based on satellite sea surface temperature data provided by NOAA Coral Reef Watch; and Observations of severe bleaching from ReefBase. These point data were buffered to capture nearby bleaching, but modified and effectively reduced by the adjacent presence of low or zero bleaching records from the same year. 	<ul style="list-style-type: none"> Estimates of bleaching from remote sensing are a measure of the conditions that may cause bleaching based on the weekly temperatures and long-term averages at the location. Bleaching susceptibility due to other factors (either local or climate-related, such as past climactic variability) was not captured in the model. There is not always a strong correlation between the sea surface temperature and the observations of known bleaching. However, the latter have only a limited spatial and temporal coverage and so cannot be used alone.

Unlike the modeling of local threats, the data and models used to evaluate climate and ocean-chemistry-related threats were obtained from external experts. For this work there were two aims: one to look at recent ocean warming events that may have already degraded reefs or left them more vulnerable to other threats, and the other to project the future impacts from ocean warming and acidification over the medium (20 year) and longer (40 year) term. The stressors for these models include data from satellite observations of sea surface temperature, coral bleaching observations, and modeled estimates of future ocean warming and

ocean acidification. Input from scientists from each of the major coral reef regions and from climate change experts contributed to the selection of thresholds for these threats. Table 2.2 summarizes the approach and limitations for the examination of future global-level threats.

The outputs from these models were further tested and calibrated against available information on coral reef condition and observed impacts on coral reefs. All threats were categorized into low, medium, and high threat, both to simplify and to enable fair and direct comparison and to combine findings for the different threats.

TABLE 2.2 REEFS AT RISK REVISITED ANALYSIS METHOD—FUTURE GLOBAL-LEVEL THREATS

Threat	Analysis Approach	Limitations
Future thermal stress	<ul style="list-style-type: none"> Projected thermal stress in the 2030s and 2050s is based on modeled accumulated degree heating months (DHM) and represents a “business-as-usual” future for greenhouse gas emissions. The specific indicator used in the model was the frequency (number of years in the decade) that the bleaching threshold is reached at least once. The frequencies were adjusted to account for historical sea surface temperature variability. 	<ul style="list-style-type: none"> Data represent a rough approximation of future threat due to thermal stress. Models provide an approximation of a potential future, but variations in emissions and other factors will undoubtedly influence the outcome. Besides historical temperature variability, the model does not incorporate other factors that may induce or prevent coral bleaching (for example, local upwelling, species type), or potential adaptation by corals to increased sea temperatures.
Ocean acidification	<ul style="list-style-type: none"> The indicator of ocean acidification is the projected saturation level of aragonite, the form of calcium carbonate that corals use to build their skeletons. (As dissolved CO₂ levels increase, the aragonite saturation state decreases, which makes it more difficult for coral to build their skeletons.) Aragonite saturation levels were modeled for the future according to projected atmospheric CO₂ and sea surface temperatures levels for 2030 and 2050 based on a “business-as-usual” scenario. 	<ul style="list-style-type: none"> Data represent a rough approximation of present and future aragonite saturation levels. Aragonite saturation is an important factor influencing growth rates, but it is likely not the only factor. Other factors (such as light and water quality) were not included in this model due to a lack of global spatial data.

Appendix 2 provides a list of the data sources used in the analysis and the details of model validation. A list of data contributors and full technical notes for the analysis, including data sources and thresholds used to distinguish low, medium and high categories for each threat, are available online at www.wri.org/reefs. Results of the threat analysis are presented in chapters 4 and 5.

Integrating Threats

To develop a single broad measure of threat, we combined the four individual threats to coral reefs into a single integrated local threat index that reflects their cumulative impact on reef ecosystems. We then adjusted this index by increasing threat levels to account for the impacts of past thermal stress. Finally, we combined the local threats with modeled future estimates of thermal stress and ocean acidification to predict threat to reefs in 2030 and 2050.

a. Integrated Local Threat Index. This index was developed by summing the four individual local threats, where reefs were categorized into low (0), medium (1), or high (2) in each case. The summed threats were then categorized into the index as follows:^a

- *Low:*^b 0 points (scored low for all local threats)

a. Several integration methods were evaluated. This method was chosen because it had the highest correlation with available data on coral condition. The index is slightly more conservative than the previous *Reefs at Risk* reports where a “high” in a single threat would set the integrated local threat index to high overall.

b. The default threshold is “low” when a coral reef is not threatened by a specific local threat. Thus, all reefs are assigned a threat level. This approach assumes that no reef is beyond the reach of human pressure.

- *Medium:* 1–2 points (scored medium on one or two local threats or high on a single threat)
- *High:* 3–4 points (scored medium on at least three threats, or medium on one threat and high on another threat, or high on two threats)
- *Very high:* 5 points or higher (scored medium or higher on at least three threats, and scored high on at least one).

The resulting integrated local threat index is the most detailed output from the model and is presented on the map inside the front cover and on regional maps in Chapter 5.

(Maps of individual threats are also available online at www.wri.org/reefs.)

b. Integrated Local Threat and Past Thermal Stress

Index. Thermal stress can cause coral bleaching even on otherwise healthy reefs. When it coincides with local threats, it serves as a compounding threat. To reflect the pressure of thermal stress and local threats, we combined the integrated local threat index with data indicating locations of severe thermal stress events between 1998 and 2007. Reefs in areas of thermal stress increased in threat by one level.²⁴ These results are presented in the threat summary (Figures 4.6, Table 4.1, and Figures 5.1–5.6) in chapters 4 and 5.

c. Integrated Local Threat and Future Global-Level

Threat Index. We combined the integrated local threat index with modeled projections of ocean acidification and thermal stress in 2030 and 2050 (Table 2.2) to estimate the future threats to coral reefs from climate change. In combining these threats, we weighted local threats more heavily, in light of the greater uncertainty associated with future threats, and the finer resolution of local threat estimates. Reefs are assigned to their threat category from the integrated local threat index as a starting point. Threat is raised one level if reefs are at high threat from either thermal stress or ocean acidification, or if they are at medium threat for both. If reefs are at high threat for both thermal stress and acidification, the threat classification is increased by two levels. In order to por-

tray some nuance in the degree of threat, we have extended the rating scale to include one additional threat category above very high called “critical.” The analysis assumes no change in current local threat levels, either due to increased human pressure on reefs or changes in reef-related policies and management. The results of this analysis are presented in Figure 4.9 and Maps 4.2a, b, and c in chapter 4.

LIMITATIONS

The analysis method is of necessity a simplification of human activities and complex natural processes. The model relies on available data and predicted relationships, but cannot capture all aspects of the dynamic interactions between

BOX 2.1. ASSESSING CORAL REEF CONDITION IN THE WATER

A unique and important feature of the *Reefs at Risk* approach is its global coverage—assessing threats to all reefs, even those far from human habitation and scientific outreach. It is, however, a model, and it measures threat rather than condition. Some threatened reefs may still be healthy, but many others will have already suffered some level of degradation. The only way to accurately assess condition is through direct measurement of fish, benthic cover (live coral, dead coral, algae, etc.), or other characteristics. Some reefs, including the Great Barrier Reef, have detailed and regular surveys covering numerous areas, but for most of the world such observation or monitoring is sparse and irregular. There are, however, many national and several international monitoring programs that provide important information, improving our understanding of coral conditions and trends.

- Reef Check is a volunteer survey program with sites in over 80 countries and territories worldwide.
- The Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) is a network of scientists and reef managers in 96 countries who consolidate status information in periodic global and regional status reports.
- The Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program is a standardized assessment method that has been applied in over 800 coral reef locations across the Caribbean and Gulf of Mexico.
- The Australian Institute of Marine Science (AIMS) conducts scientific research on all of Australia's reefs, including a long-term monitoring program that has been surveying the health of 47 reefs on the Great Barrier Reef annually since 1993.



PHOTO: REEF CHECK AUSTRALIA

- Le Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) conducts periodic monitoring of coral and fish stocks in the South Pacific.
- Coastal Oceans Research and Development in the Indian Ocean (CORDIO) monitors trends in coral reef health, fish populations, and coastal resources in 19 countries in the central and Western Indian Ocean.
- The Reef Environmental Education Foundation (REEF) works with volunteer divers to collect data on marine fish populations in the Caribbean and Pacific.

Visit www.wri.org/reefs for more information about coral reef monitoring programs.

people, climate, and coral reefs. Climate change science, in particular, is a relatively new field in which the complex interactions between reefs and their changing environment are not yet fully understood.

The threat indicators gauge current and potential risks associated with human activities, climate change, and ocean acidification. A strength of the analysis lies in its use of globally consistent data sets to develop globally consistent indicators of human pressure on coral reefs. We purposefully use a conservative approach to the modeling, where thresholds for threat grades are set at reasonably high levels to both counter any data limitations and avoid exaggerating the estimated threats.

The *Reefs at Risk Revisited* analysis is unique in its global scope and ability to provide a big-picture view of threats to reef condition. However, the model is not perfect, and

omissions and other errors in the data are unavoidable. For example, the modeling did not include the potentially compounding threats of coral disease or increased storm intensity because of too many uncertainties in their causes, distribution, and relationships. However, a map of global observations of coral diseases can be found in chapter 3 (Map 3.5).

Monitoring data and expert observations were used, where available, to calibrate the individual threat layers and validate the overall model results. The thresholds chosen to distinguish low, medium, and high threat rely heavily on the knowledge of project collaborators with expertise across regions and aspects of reefs and reef management. Their review of model results also served as our most comprehensive validation of results. (Appendix 2 lists collaborators who contributed data or advised on modeling methods.)



Chapter 3. THREATS TO THE WORLD'S REEFS



Coral reefs are fragile ecosystems that exist in a narrow band of environmental conditions. Corals thrive in clear, warm waters that are low in nutrients and have abundant light to support the photosynthetic activities of the symbiotic algae (zooxanthellae) that flourish within coral tissues and are critical to growth. Reefs are also extremely vulnerable to overexploitation. Removal of key functional elements of reef ecosystems, such as larger predators or grazing fish, can have far-reaching consequences across the entire ecosystem.

The local and global threats to coral reefs are described in greater detail in the following sections, which are structured around the source or driver of the threat. For each category of threat, we provide a description of the threat and suggest some options for mitigation.

LOCAL THREATS

COASTAL DEVELOPMENT

Description of threat: Some 2.5 billion people—nearly 40 percent of the global population—live within 100 km of the coast.²⁵ Development in the coastal zone—linked to human settlements, industry, aquaculture, or infrastructure—can have profound effects on nearshore ecosystems. Impacts of

coastal development on the reef can occur either through direct physical damage such as dredging or land filling, or indirectly through increased runoff of sediment, pollution, and sewage.

Large quantities of sediments can be washed into coastal waters during land clearing and construction. The removal of coastal vegetation, such as mangroves, also takes away a critical sediment trap that might otherwise prevent damage to nearshore ecosystems.

Where coastal areas are developed, pollution often follows. Sewage is the most widespread pollutant, and elevated nutrient levels present in sewage encourage blooms of plankton that block light and encourage growth of seaweeds that compete for space on the reef.²⁶ Many countries with coral reefs have little to no sewage treatment; the Caribbean, Southeast Asia, and Pacific regions discharge an estimated 80 to 90 percent of their wastewater untreated.²⁷ Toxic chemicals also are a problem. Sources of toxic chemicals in coastal runoff include industries, aquaculture, and agriculture, as well as households, parking lots, gardens, and golf courses.

Direct construction within the marine environment can have even more profound effects. In many areas, wide shallow expanses of reef flats have been targeted for reclamation, and converted to airports or industrial or urban land.

BOX 3.1 REEF STORY

Guam: Military Development Threatens Reefs

The United States recently proposed plans to expand military operations on the U.S. territory of Guam with the construction of new bases, an airfield, a deep-water port, and facilities to support 80,000 new residents (a 45 percent increase over the current population). Dredging the port alone will require removing 300,000 square meters of coral reef. In February 2010, the U.S. Environmental Protection Agency rated the plans as “Environmentally Unsatisfactory” and suggested revisions to upgrade existing wastewater treatment systems and lessen the proposed port’s impact on the reef. At the time of publication, construction had not started pending resolution of these issues. *See full story online at www.wri.org/reefs/stories.*

| Story provided by Michael Gawel of the Guam Environmental Protection Agency.



Elsewhere, the dredging and construction associated with building ship ports and marinas have directly impinged upon reefs. Even coastal engineering in waters adjacent to reefs can alter water flows and introduce sediments, with effects far beyond the location of the construction site.

In some cases, tourism can also threaten reefs. Hotels can bring coastal development to new and remote locations, with associated higher levels of construction, sewage, and waste. Meanwhile, tourists stimulate demand for seafood and curios, beachgoers may trample nearshore reefs, and inattentive recreational divers can break fragile corals. Damaged corals then become more susceptible to disease and algal overgrowth.²⁸

Trends: Population growth in coastal areas continues to outpace overall population growth. Between 2000 and 2005, population within 10 km of the coast grew roughly 30 percent faster than the global average.²⁹ As populations grow and natural ecological buffers on the shoreline are lost, sea level rise and changing storm patterns due to climate change are likely to lead to increased coastal engineering activities for seawalls and other mitigating construction.

Remedies: The impacts of coastal development can be greatly reduced through effective planning and regulations. These include zoning regulations, protection of mangroves and other vegetation, and setbacks that restrict development within a fixed distance of the coastline.³⁰ For example, any new development in Barbados must be 30 meters behind the high water mark.³¹ Such precautions also prevent the need for future coastal engineering solutions by allowing for the natural movements of beaches and vegetation over time, thus saving future costs and unintended consequences. Where land-filling or harbor development is deemed necessary, methods for reducing impacts in adjacent waters include using silt fences, settling ponds, or vegetated buffer strips to trap sediments before they enter waterways.³²

Improvement in the collection and treatment of wastewater from coastal settlements benefits both reefs and people through improved water quality and reduced risk of bacterial infections, algal blooms, and toxic fish. Estimates show that for every US\$1 invested in sanitation, the net benefit is US\$3 to US\$34 in economic, environmental, and social improvement for the nearby community.²⁷

Pressure from tourism can be reduced through proper siting of new structures, including measures such as honoring coastal setbacks; retaining mangroves and other coastal habitats; using environmentally sound materials (for example, avoiding sand and coral mining); and installing and maintaining effective sewage treatment. Managing tourism within sustainable levels is also important, such that visitation does not degrade the reef. Educated tourists help to create a demand for responsible coastal development.

WATERSHED-BASED POLLUTION

Description of threat: Human activities far inland can impact coastal waters and coral reefs. As forests are cut or

BOX 3.2 PHOTO STORY—DISAPPEARING MANGROVES

Mangroves line the coast in many coral reef regions. They provide a critical buffer, holding back sediments washed from the land as well as reducing nutrients and other pollutants.³³ Pressure for coastal development, including conversion to agriculture and aquaculture, has led to rapid losses of mangroves—nearly 20 percent have disappeared since 1980.³⁴ With the loss of mangroves, reefs are more vulnerable to pollution from the land. There may also be more direct ecological impacts through the many reef creatures that utilize mangroves as a nursery area, or as a valuable adjacent habitat for feeding, hiding, or breeding.³⁵



pastures plowed, erosion adds millions of tons of sediment to rivers, particularly in steeper areas and places with heavy rainfall. Agriculture adds more than 130 million tons of fertilizer (i.e., nutrients) and pesticides worldwide to crops each year,³⁶ much of which enters waterways where they are transported to the coast.³⁷ Livestock can compound these problems. Overgrazing removes vegetation and adds to erosion, even on many uninhabited islands with populations of feral sheep or goats. Meanwhile, livestock waste adds considerable nutrient pollution to waterways leading to the sea. Mining also represents a more localized threat through sediment runoff or leaching of chemical toxins.

At the coast, sediments, nutrients, and pollutants disperse into adjacent waters, some plumes reaching more than 100 km from the river mouth.³⁸ Such impacts can be reduced where mangrove forests or seagrass beds lie between the rivers and the reefs. Both of these habitats can help to trap sediments as they settle out in the calm waters among shoots and roots, and can also play a role in the active removal of dissolved nutrients from the water.^{34, 39}

In high quantities, sediments can smother, weaken, and kill corals and other benthic organisms. In lower quantities, they reduce the ability of zooxanthellae to photosynthesize, slowing coral growth.³² Excessive levels of nutrients like nitrogen and phosphorus in shallow coastal waters (that is, eutrophication) can encourage blooms of phytoplankton in the water, which block light from reaching the corals, or they can cause vigorous growth of algae and seaweeds on the sea bed that out-compete or overgrow corals.⁴⁰ In severe cases, eutrophication can lead to hypoxia, where decomposi-

tion of algae and other organisms consumes all of the oxygen in the water, leading to “dead zones” and eventually nearshore ecosystem collapse.⁴¹

Trends: Deforestation is a major contributor of sediment to watersheds. Between 2000 and 2005, an estimated 2.4 percent of humid tropical forests were lost to deforestation, with some of the most intense clearing occurring in the coral reef countries of Brazil, Indonesia, Malaysia, Tanzania, Myanmar, and Cambodia.⁴² Meanwhile, climate change is expected to cause heavier and more frequent precipitation in many areas, which would exacerbate pollution and sediment runoff to the coast.⁴³

To support the food demands of a growing global population, agriculture will increase both in extent and intensity. The FAO estimates that total fertilizer use will grow approximately 1 percent per year—from a baseline of 133 million tons per year in 1997 to 199 million tons per year in 2030.³⁶ Developing countries, notably in Africa and South Asia, are expected to have the highest growth rates in fertilizer consumption. Hypoxia is a growing problem in coastal waters, where the number of documented cases worldwide grew from 44 in 1995 to 169 in 2007.⁴¹

Remedies: Land management policies and economic incentives are important for reducing watershed-based threats. Improved agricultural methods can both reduce erosion and runoff, as well as increase fertilizer efficiency, benefiting both farmers and fishers. For example, conservation tillage (leaving previous vegetation untilled in the soil) helps to reduce both soil loss and farmer labor and fuel expenditures, while contour plowing or the use of terraces reduces

BOX 3.3 REEF STORY

Palau: Communities Manage Watersheds and Protect Reefs

The Republic of Palau, in the western Pacific Ocean, is surrounded by more than 525 sq km of coral reefs. Construction of the recently completed 85-km “Compact Road” around Palau’s largest island, Babeldaob, led to widespread clearing of forests and mangroves, causing soils to erode into rivers and coastal waterways, damaging coral reefs, seagrass beds, and freshwater resources. To better understand the impact of the changing landscape on the marine environment, the Palau International Coral Reef Center (PICRC) conducted a study that revealed that the degradation of reefs was a direct result of land-based sediments. After PICRC presented these findings to local communities, the governing body of Palau’s Airai State instituted a ban on the clearing of mangroves. Communities, local governments, and NGOs also joined together to form the Babeldaob Watershed Alliance, a forum for developing land management plans and establishing collective conservation goals. *See full story online at www.wri.org/reefs/stories.*

Story provided by Steven Victor of the The Nature Conservancy, Palau.



erosion. Nutrient runoff can be reduced by pre-testing soils for nutrient levels and improving the timing of fertilizer applications. Agroforestry, reforestation, protection of forests on steep slopes, and requiring forest belts to be left along river margins can all greatly reduce the release of nutrients and sediments into waterways and improve the reliability of year-round freshwater supplies. Preservation of wetlands, mangroves, and seagrasses at the coast can filter and trap sediments and nutrients before reaching reefs.

MARINE-BASED POLLUTION AND DAMAGE

Description of threat: Thousands of commercial, recreational, and passenger vessels pass near reef areas every day, bringing with them a host of potential threats, including contaminated bilge water, fuel leakages, raw sewage, solid waste, and invasive species. In addition, reefs are exposed to more direct physical damage from groundings, anchors, and oil spills.

Marine-based sources of pollution can rapidly undermine the health of coral reefs. For example, oil from spills, leaks in rigs and pipelines, or from ship discharge can have both short-term and long-term (chronic) effects. Studies on corals exposed to oil have identified tissue death, change in calcification rate, expulsion of zooxanthellae, and larval death among other serious stress responses.⁴⁴

Cruise ships are a significant source of pollution in many areas. In 2009, more than 230 cruise ships hosted an estimated 13.4 million passengers worldwide.⁴⁵ A typical one-week cruise on a large ship (3,000 passengers and crew) generates almost 800 cubic meters of sewage; 3,700 cubic meters of graywater; half a cubic meter of hazardous waste; 8 tons of solid waste; and nearly 100 cubic meters of oily bilge water.⁴⁵ Estimates suggest that a typical cruise ship generates 70 times more solid waste per day than a typical cargo ship.³¹ The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) provides a set of approved guidelines regulating the discharge of sewage, oily bilge water, hazardous wastes, and solid waste (which includes a ban on all dumping of plastics). Unfortunately, MARPOL’s regulations are met with varying degrees of compliance within the cruise industry and beyond.

Invasive species—accidentally transported from distant locations in the ballast water of ships or released from aquariums—also impact coral communities by killing off or displacing native species.⁴⁶ Examples in tropical waters include lionfish, a native of the Indo-Pacific now found throughout the Caribbean, and several types of invasive algae in the Hawaiian Islands.⁴⁷ Reefs located near ports of call are most at risk from invasive species. It has been estimated that, at any one time, as many as 10,000 marine species may be transported globally in ships’ ballast water,⁴⁸

though only a tiny fraction of these survive the trip or colonize a new location.

Ships and other vessels can also be a source of direct physical damage and destruction to reefs. Contact with ship hulls, anchors, or propellers can crush, break, or dislodge corals. Smaller vessels generally cause lighter damage, but the cumulative impact can be dramatic in areas of heavy recreational boating, such as the Florida Keys National Marine Sanctuary, which records 60 to 90 groundings on reefs annually, though many more likely go unreported.⁴⁹ Marine debris from ships, including plastics and abandoned fishing gear, can also cause physical damage to reefs and entangle marine organisms such as fish and turtles.⁵⁰ It can take corals decades to recover from physical damage caused by boat strikes and marine debris.⁵¹

Trends: Despite growing efforts to regulate greenhouse gas emissions, global demand for oil is increasing and is expected to grow from 83 million barrels per day in 2004 to 118 million barrels per day by 2030.⁵² While techniques to avoid spillage and loss have improved, so have the net risks of spillage, given the continuing increases in volume and the increasingly challenging environments from which oil is drilled. A prime example of this risk is the 2010 Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico, where inadequate government oversight and a failure to follow precautionary measures contributed to one of the largest marine oil spills in the history of the United States.⁵³

Maritime shipping continues to grow rapidly compared to other forms of transportation. Estimated gross tonnage of international commercial shipping increased by 67 percent between 1980 and 2003.⁵⁴ Cruise tourism also continues to grow. The number of cruise passengers has increased by an average of 7.4 percent per year since 1980 and 118 new ships have been launched since 2000.⁴⁵ In terms of waste management, the cruise industry is generally improving. Some ships now have advanced sewage treatment, shipboard recycling programs, and increased use of biodegradable alternatives to plastics.⁵⁵ As maritime transport continues to grow, however, the threat posed by invasive species also increases since the threat of accidental release from ballast water or biofouling on ships' hulls is difficult to manage.

BOX 3.4 REEF STORY

American Samoa: Shipwreck at Rose Atoll National Wildlife Refuge

Rose Atoll is a National Wildlife Refuge located in the South Pacific within the U.S. territory of American Samoa. In 1993, a 275-ton fishing vessel ran aground on Rose Atoll's shallow reef. Initially, only the bow section of the ship was removed. However, subsequent monitoring revealed that the disintegration and corrosion of the ship was releasing dissolved iron into surrounding waters, stimulating growth of blue-green algae on the reefs. In response, the U.S. government removed the remaining debris at a substantial cost. The reefs are now recovering rapidly. This success was due largely to Rose Atoll's status as an actively managed protected area, in combination with sufficient funds, effort, and expertise to monitor the damage and recovery. See full story online at www.wri.org/reefs/stories.

Story provided by James Maragos of the US Fish and Wildlife Service, Hawaii.



PHOTO: U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE

Remedies: Environmental control measures at the local level are essential for mitigating marine-based pollution and damage to reefs. Such measures include developing infrastructure at ports to accept and properly dispose of ship-generated waste; improving wastewater treatment systems on cruise ships and cargo ships; restricting shipping lanes to route traffic away from reefs; and developing effective oil spill contingency plans. Ballast water regulations, which require the disposal or exchange of ballast water far offshore in deep waters before ships can enter ports, are important for reducing the risk of invasive species entering coastal waters. Expanding the availability of fixed moorings for recreational craft can reduce anchor damage and the likelihood of groundings. Educating vessel owners can also help with compliance.

BOX 3.5 REEF STORY

Tanzania: Deadly Dynamite Fishing Resurfaces

Tanzania, on Africa's east coast, is home to an extensive network of coral reefs that support major artisanal fishing and tourism industries. However, Tanzania is also the only country in Africa where dynamite fishing still occurs on a large scale. This devastating form of fishing first appeared in the 1960s, and by the mid-1990s had become a serious problem. A high-profile national campaign in the late 1990s nearly eradicated blast fishing between 1997 and 2003; however, inadequate prosecution and minimal penalties levied against dynamiters have allowed this illegal practice to re-emerge and expand. Increased pressure, both domestically and internationally, is needed to create the political will necessary to once again halt this short-sighted and unsustainable practice. *See full story online at www.wri.org/reefs/stories.*

| Story provided by Sue Wells (Independent).



PHOTO: WOLFGANG HENRY

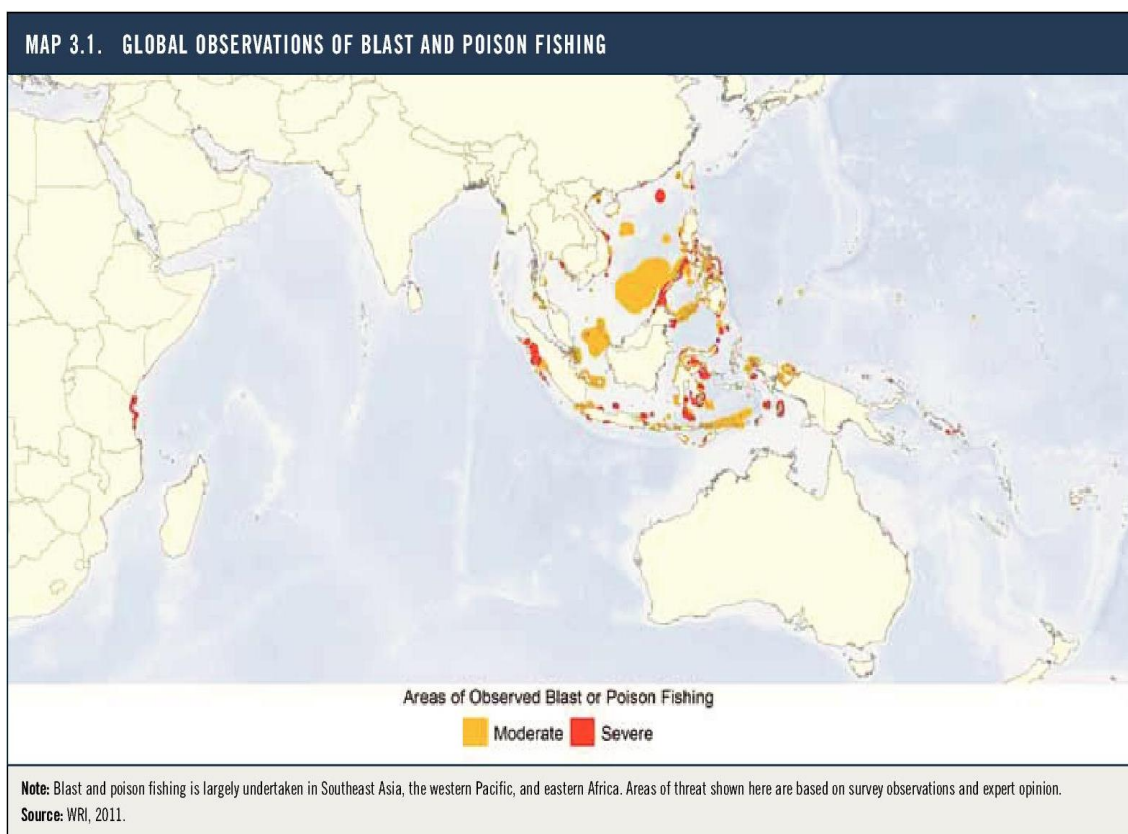
Adopting and enforcing national legislation in all coral reef countries to incorporate international agreements on marine pollution would greatly help to reduce marine-based threats to reefs. Besides MARPOL, other International Maritime Organization (IMO) treaties include the London Convention and Protocol and the International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response, and Cooperation (OPRC), which address waste disposal and oil spills at sea, respectively. Even tighter regulation on oil exploration and exploitation in challenging environments such as deepwater areas may also be needed to prevent future catastrophic oil spills.

OVERFISHING AND DESTRUCTIVE FISHING

Description of threat. Reef fisheries have long sustained coastal communities by providing sources of both food and livelihoods. However, over 275 million people currently live within 10 km of the coast and 30 km of a coral reef,⁵⁶ and fishing pressure is high on many reefs. When well-managed, such fisheries can be a sustainable resource, but growing human populations, more efficient fishing methods, and increasing demands from tourism and international markets have significantly impacted fish stocks. Some target species—including groupers, snappers, sharks, sea cucumbers and lobsters—command such high prices as export commodities that fishing vessels travel hundreds, even thousands, of kilometers to reach the last remote strongholds and often fish illegally in protected or foreign waters to secure catches.^{57, 58}

Removing just one group of fish from the reef food web can have cascading effects across the ecosystem.¹⁸ If top predators are taken, prey species are no longer held in check, and the overall response can be both complex and somewhat unpredictable, potentially causing an overall destabilization of the system. While large predators are often preferred target species, as their numbers decline, fishers move to smaller, often herbivorous fish (in a process known as “fishing down the food chain”).⁵⁹ Heavily fished reefs are thus left with low numbers of mostly small fish. Such reefs are then prone to algal overgrowth, without herbivores to graze the algae as they grow. Such overfished reefs appear to be generally less resilient to stressors, and may be more vulnerable to disease and slower to recover from other human impacts.^{60, 61, 62}

In some places, the fishing methods themselves are destructive. Most notable is the use of explosives to kill or stun fish, which destroys coral in the process.⁶³ Although illegal in many countries, blast (or dynamite) fishing remains a persistent threat, particularly in Southeast Asia and East Africa.⁶⁴ Poison fishing is also destructive to corals. This practice typically involves using cyanide to stun and capture fish live for the lucrative live reef food fish or aquarium fish markets. The poison can bleach corals and kill polyps. Fishers often break corals to extract the stunned fish, while other species in the vicinity are killed or left vulnerable to predation.⁶⁵ Map 3.1 provides a summary of locations identified as threatened by fishing with explosives or poison.



Certain types of fishing gear can also have a destructive impact on a reef ecosystem. Gill nets and beach seines drag along the sea bottom, capturing or flattening everything in their path, including non-targeted or juvenile species and delicate corals. Furthermore, discarded or lost nets and traps can continue “ghost fishing”—ensnaring prey and smothering corals—for months or years after their original use.

Trends: Important drivers of unsustainable fishing include population growth, excess fishing capacity, poor fisheries governance and management practices, international demand for fish, and a lack of alternative income options in coastal communities. Globally, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estimates that 80 percent of the world’s wild marine fish stocks are fully exploited or overexploited.⁶⁶ These numbers do not consider the impact of illegal, unreported, and unregulated catches, which were estimated to add approximately 20 percent to official catch statistics between 1980 and 2003.⁶⁷ Most coral reef fisheries are small-scale fisheries, and thus are poorly represented in global fisheries statistics.^{68, 69} However, where national figures are available, such as for

Indonesia and the Philippines, they indicate severe problems.^{7, 16} Unsustainable fishing of some species is reported even on some of the most remote and best-protected coral reefs.⁵⁷ Thus it is highly likely that most reef fisheries around the world are in similar or worse condition than indicated by FAO’s global assessments.

On the positive side, national and local governments have designated an increasing number of marine protected areas (MPAs) in an effort to protect reefs. These include many sites in areas where human pressures are considerable. Such sites, especially where they have community support, can be remarkably effective in reducing fishing pressure. However, sites in high-pressure areas still make up only a very small proportion of reefs, and the largest MPAs tend to be more remote. A number of very large MPAs have greatly added to global coverage, including Papahānaumokuākea Marine National Monument in the Northwestern Hawaiian Islands, which spans 360,000 sq km (an area roughly the size of Germany);⁷⁰ the Phoenix Islands Protected Areas, which cover 408,250 sq km of the mostly uninhabited Phoenix Islands and surrounding waters; and the recently

BOX 3.6. TAKEN ALIVE—FISH FOR AQUARIUMS AND THE LIVE REEF FOOD FISH TRADE

Both the live reef food fish—that is, fish captured to sell live in markets and restaurants—and the ornamental species trades are high-value industries. The ornamental species trade takes in an estimated \$200 million to \$330 million per year globally, with the majority of exports leaving Southeast Asian countries and entering the United States and Europe. The overall value of the industry has remained stable within the past decade, though trade statistics are incomplete.⁷⁶ The live reef food fish trade is concentrated mainly in Southeast Asia, with the majority of fish exported from the Philippines and Indonesia and imported through Hong Kong to China.⁷⁷ Over time, the trade has expanded its reach, drawing exports from the Indian Ocean and Pacific islands, reflecting depleted stocks in Southeast Asia, rising demand, improvements in transport, and the high value of traded fish.¹⁶ The estimated value of the live reef food fish trade was \$810 million in 2002.⁷⁸ A live reef food fish sells for approximately four to eight times more than a comparable dead fish, and can fetch up to \$180 per kilogram for sought-after species like Napoleon wrasse or barramundi cod, making it a very lucrative industry for fishers and traders alike.⁷⁷

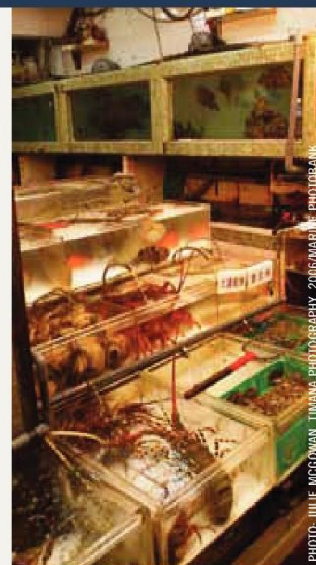


PHOTO: JULIE MCGOWAN, TIMANA PHOTOGRAPHY, 2010/MARINE PHOTOBANK

designated Chagos Archipelago MPA, which covers approximately 550,000 sq km.⁷¹ The strength of regulations for fisheries across MPA sites globally is variable, but “no-take” reserves (where all fishing is banned) form an important part of the mix. These include zones within MPAs as well as entire MPAs. For example, the area designated as no-take in the Great Barrier Reef Marine Park increased from less than 5 percent to 33 percent in 2004, equaling over 115,000 sq km, and has already had dramatic positive benefits on the reef.^{72, 73, 74, 75}

Remedies: Fisheries management can take many forms, including seasonal closures to protect breeding sites; restrictions on where and how many people are allowed to fish; and restrictions on the sizes or quantities of fish they can take or on the types of fishing gear they can use.⁷⁹ Areas closed to fishing can show rapid recovery, with more and larger fish within their boundaries, associated benefits for corals and other species, and “spillover” of adult fish stocks at the perimeter that can enhance fisheries in adjacent areas.^{74, 80, 81} In all cases, size and placement are important for achieving success. Enforcement is critical, and local support and community involvement in management are essential for effective management.

Many countries already have laws against blast and poison fishing, but need to apply more resources toward enforcement. Countries could also regulate the import and export of

live food fish and aquarium fish to ensure they were caught using sustainable and nondestructive fishing methods.⁸² At the local level, education is an important tool for increasing awareness among fishers that destructive fishing practices negatively impact the very resources that provide their food and livelihoods. There are also growing efforts to encourage a more active role for consumers, and private market agreements in the fish trade worldwide. Certification and eco-labeling, such as that of the Marine Stewardship Council, may help alter market demand and increase premiums paid for fish that are sustainably sourced, although efforts to date have had limited effect on reducing overfishing.⁸³

CHANGING CLIMATE AND OCEAN CHEMISTRY

WARMING SEAS

Description of threat: Corals are highly sensitive to changes in temperature. During unusually warm conditions corals exhibit a stress response known as bleaching, in which they lose the microscopic algae (zooxanthellae) that usually live within their tissues. Without zooxanthellae, living coral tissue becomes transparent and the limestone skeleton underneath becomes visible. Depending on the duration and level of temperature stress, coral reefs can either die or survive bleaching. However, even reefs that recover are likely

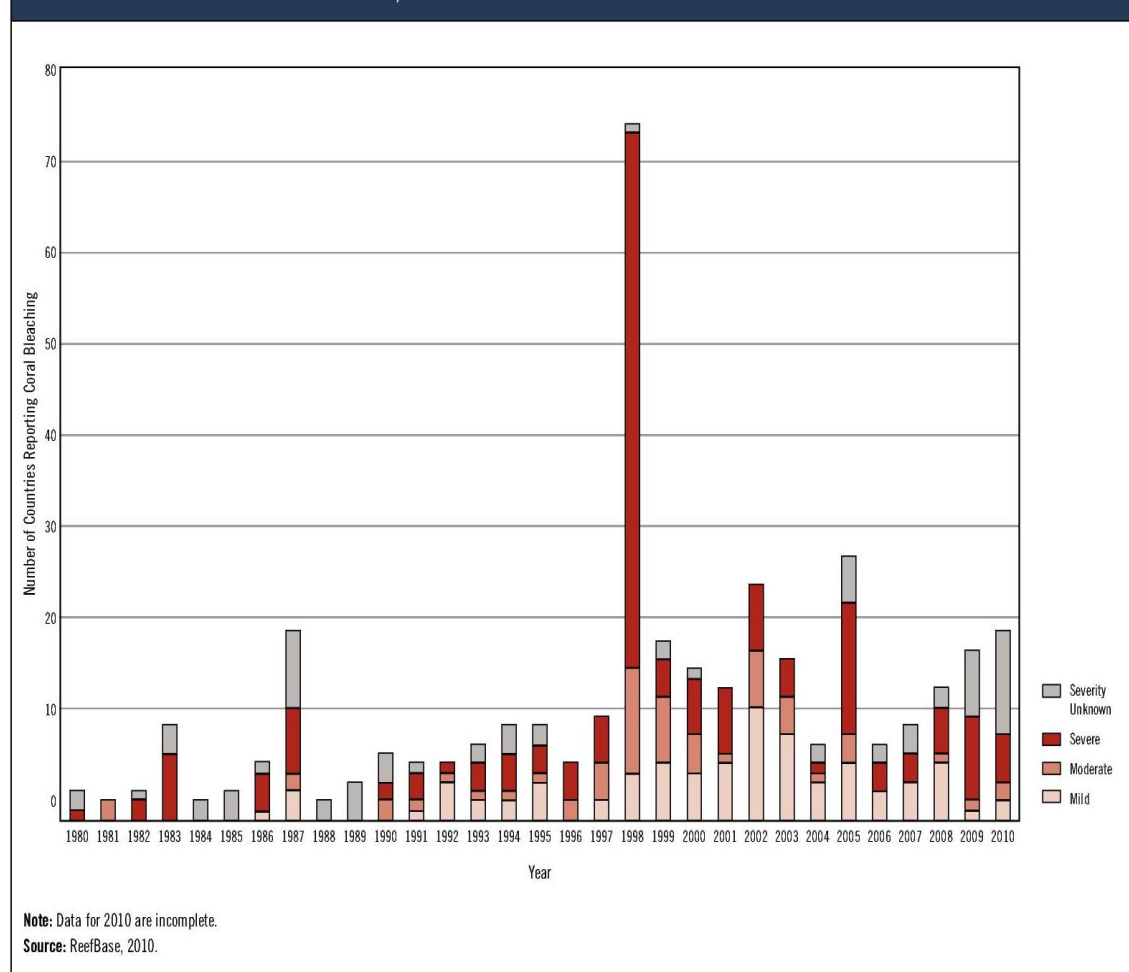
to exhibit reduced growth and reproduction, and may be more vulnerable to diseases.

Natural variation in water temperatures, together with other local stressors, has always caused occasional, small-scale episodes of coral bleaching. Recent years, however, have seen a rise in the occurrence of abnormally high ocean temperatures,^{84, 85} which has led to more frequent, more intense, and more widespread “mass bleaching” events where numerous corals of many different species across a large area bleach simultaneously.⁸⁶ The most notable mass bleaching event to date occurred in 1998, when wide areas of elevated water temperatures were recorded across many parts of the tropics, linked to an unusually strong El Niño and La Niña sequence (a natural, but dramatic global fluctuation in ocean surface waters and in associated weather patterns). Such events, in combination with the background rate of

global warming, can produce particularly high temperatures in some regions.⁸⁷ The result in 1998 was that bleaching affected entire reef ecosystems in all parts of the world, killing an estimated 16 percent of corals globally.^{47, 88} In the worst-hit areas, such as the central and western Indian Ocean, 50 to 90 percent of all corals died.⁸⁹ New coral growth has been variable, but only three-quarters of reefs affected have since recovered (Box 3.7).^{47, 90}

Further temperature-driven mass bleaching has occurred since 1998, and in some regions it has caused even greater damage. Extensive bleaching occurred on the Great Barrier Reef in 2002,⁹¹ while 2005 saw the most severe bleaching to date in parts of the Caribbean.^{92, 93} Approximately 370 observations of coral bleaching were reported globally between 1980 and 1997, while more than 3,700 were reported between 1998 and 2010 (Figure 3.1). As this report

FIGURE 3.1. TRENDS IN CORAL BLEACHING, 1980–2010



was being finalized, reports of major bleaching in 2010 were still coming in, but pointed to a mass bleaching event in multiple regions. The increase in recorded observations over time reflects rising sea surface temperatures as well as increased awareness, monitoring, and communication of bleaching events. Map 3.2 shows observed bleaching observations and modeled thermal stress from 1998 to 2007.

Not all corals are equally susceptible to bleaching. Some species appear to be more tolerant, and some individuals appear better acclimated as a result of past exposure to stresses. In all cases, however, such acclimation capacity is limited, and all corals seem to be susceptible to bleaching under the most extreme warming.⁹⁴ There appears to be variation in how well different reef communities within an ecosystem survive or recover from bleaching events.⁹⁵ This variation may be due to environmental factors such as depth, shading, currents, upwelling, and wave action. Corals and reefs that are better able to avoid or tolerate bleaching are termed “resistant.”^{96, 97} Corals reefs that can recover to their previous state more quickly after a bleaching event are considered to be “resilient.”^{96, 98, 99} Factors that appear to improve the resilience of a coral reef include good connectivity to unimpacted or resistant reef areas, enabling coral larvae to move in and reestablish the coral population;^{97, 100} abundant herbivore populations to graze on algae, maintaining space on the reef surface for corals to recolonize,²¹ and the absence of other local threats such as pollution and sedimentation.¹⁰¹ Despite the potential for resilience, however, there is already evidence of a growing number of reefs for which recovery has been minimal, even over a decade or longer.^{102, 103, 104}

Trends: Mass coral bleaching has occurred multiple times since 1983, increasing in frequency and severity as sea temperatures have risen over time.^{84, 113} Predictions based on projected temperatures suggest that severe bleaching will occur with increasing frequency on reefs during the next two to three decades.^{86, 114, 115} With current global CO₂ emissions matching or exceeding levels projected under the most pessimistic scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)¹¹⁶ and the added challenge of “committed warming” (which would occur even if greenhouse gas emissions today were halted, due to lags in the

BOX 3.7 REEF STORY

Mesoamerican Reef: Low Stress Leads to Resilience

The Mesoamerican Reef—the largest continuous reef in the Western Hemisphere—is threatened by overfishing, coastal development, agricultural runoff, and warming seas. In 1998, a mass coral bleaching event caused significant coral mortality on the reef. However, some coral species in areas where the reef and surrounding waters were relatively free of sediment were able to recover and grow normally within two to three years, while corals living with excessive local impacts were not able to fully recover even eight years after the event. This pattern suggests that reducing local threats will also help corals to be more resilient in the face of rising sea temperatures.¹⁰⁵ See full story online at www.wri.org/reefs/stories.

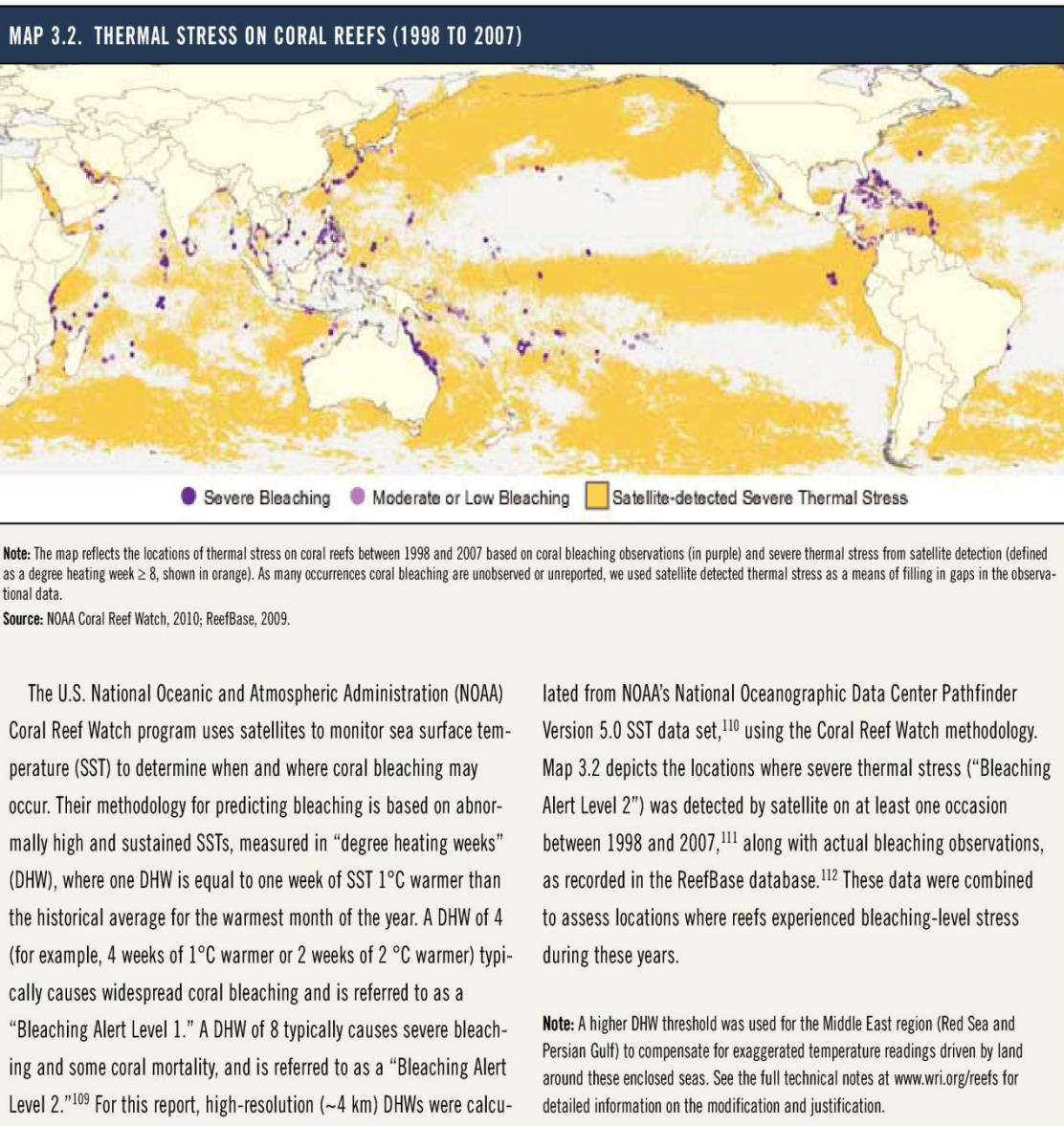
Story provided by Annie Reisewitz and Jessica Carilli of the Scripps Institution of Oceanography at the University of California, San Diego.



PHOTO: JASON VALDEZ

global climate system), continued mass bleaching events seem almost certain.¹¹⁷

For this report, we used the best-available models that combine NOAA’s methodology for predicting bleaching episodes with estimates of future sea surface temperature due to climate change to predict the frequency of bleaching episodes in the future. Map 3.3 shows the frequency of Bleaching Alert Level 2 for the decades 2030 to 2039 and 2050 to 2059 based on an IPCC A1B (“business-as-usual”) emissions scenario. Note that these estimates have been adjusted to account for historical temperature variability, but have not been adjusted by any other resistance or resilience factors. We have used both recent past bleaching likelihood and future

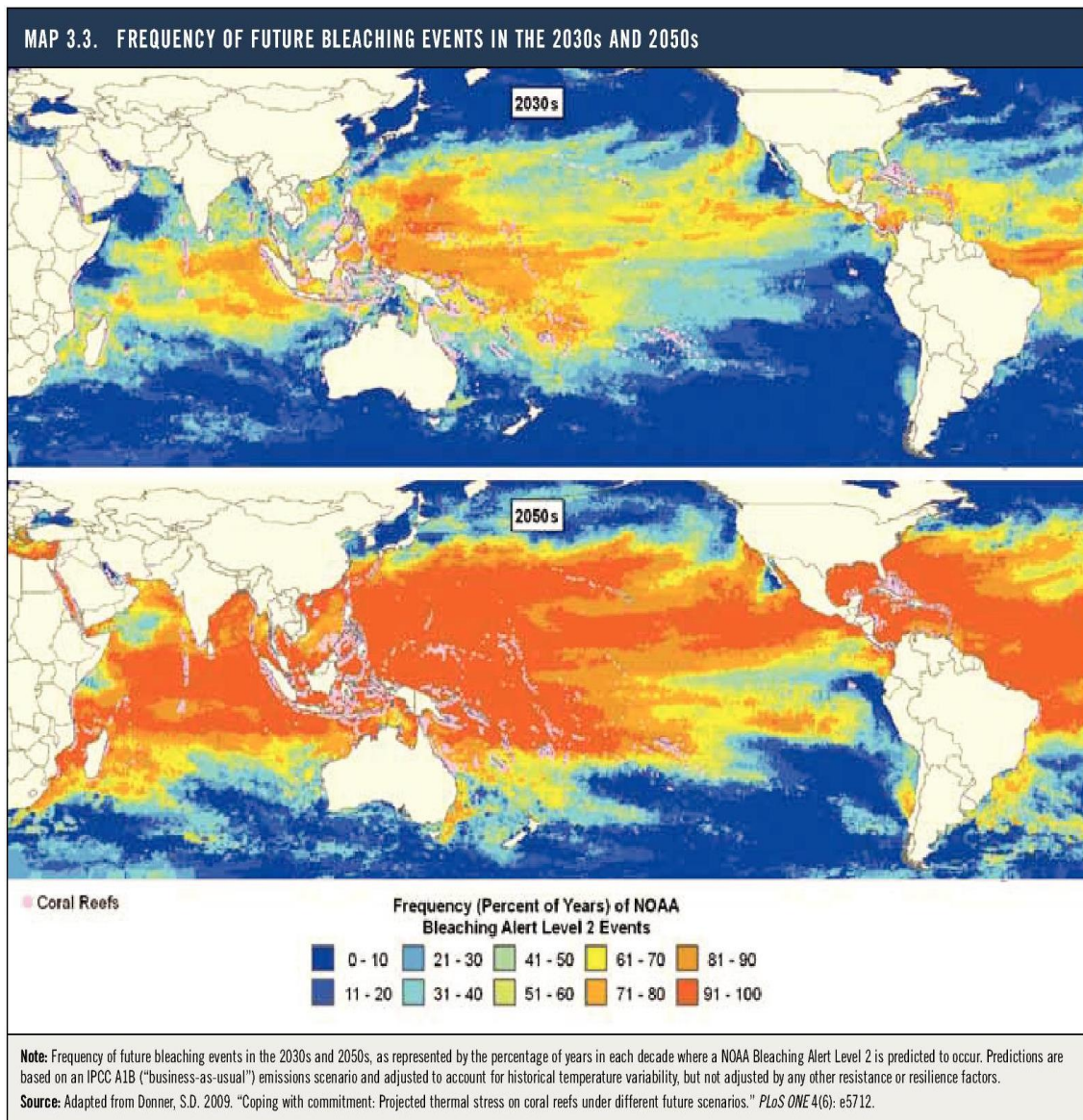


bleaching risk maps to develop global-level threat measures for the world’s reefs, as described further in chapter 4. Although coral reefs show some capacity to adapt, experts predict that extreme bleaching events could eventually become so frequent that corals will not have time to recover between events.¹¹⁵ This point may have already been reached in parts of the Caribbean, where bleaching stress is compounded by other local threats and where recovery has been minimal between recent bleaching events.⁹³

Remedies: Ultimately the only clear solution to this threat will be a concerted and successful global effort to reduce atmospheric greenhouse gas emissions and to stabi-

lize atmospheric concentrations somewhere around or below current levels.⁹⁴

Recognizing the challenge of global emissions reductions, it is critical that we apply any local measures we can to encourage resistance and resilience. This may buy time for global responses to climate change to take effect, and should help to maintain, for as long as possible, the critical ecosystem services on which so many people depend. A key factor in promoting reef resilience to climate change is the reduction or elimination of local threats. Recommended interventions include reduction in pollution, sedimentation, and overfishing; the protection of critical areas where natu-



ral environmental conditions improve resistance and resilience; the replication of protection such that different reef zones or communities are protected in multiple locations; and rapid adaptive management responses when bleaching events occur.¹¹⁸ Such responses include measures to reduce local stress on reefs from physical damage (for example, from boats or divers), pollution, or fishing during bleaching events. Past bleaching events have shown that even in the most severe cases, there is rarely a total elimination of corals on a reef, with better survival in certain areas or zones such as areas of local upwelling, localized shading, channels, or lagoon reef patches.¹¹⁹ Thus, even while research continues to discover the locations of greatest resistance and resilience, and the underlying mechanisms of each, enough is already

known to manage reef systems in a way that will encourage resilience.¹¹⁹ Such measures will not prevent coral bleaching, but they can accelerate recovery.²¹

ACIDIFYING SEAS

Description of threat: In addition to warming the ocean, increases in atmospheric CO₂ will have another impact on coral reefs in coming decades.¹²⁰ About 30 percent of the CO₂ emitted by human activities is absorbed into the surface layers of the oceans, where it reacts with water to form carbonic acid.¹²¹ This subtle acidification has profound effects on the chemical composition of seawater, especially on the availability and solubility of mineral compounds such as calcite and aragonite, needed by corals and other

organisms to build their skeletons.^{20, 122} Initially these changes to ocean chemistry are expected to slow the growth of corals, and may weaken their skeletons. Continued acidification will eventually halt all coral growth and begin to drive a slow dissolution of carbonate structures such as reefs.¹²³ Such responses will be further influenced by other local stressors. In addition, acidification has also been shown to produce an increased likelihood of temperature-induced coral bleaching.¹²⁰ At the ecosystem level, acidification might first affect reefs by reducing their ability to recover from other impacts, and by driving a shift toward communities that include fewer reef-building corals. At the present time, most of the impacts of acidification have been predicted through models and manipulative experiments. However, monitoring on the Great Barrier Reef and elsewhere suggests acidification might already be slowing growth rates.¹²⁴ Without significant reductions of emissions, acidification could become a major threat to the continued existence of coral reefs within the next few decades.¹²⁴

Trends: Shallow tropical waters are normally highly saturated with aragonite, the form of calcium carbonate that corals and some other marine organisms use to build their skeletons and shells. However, aragonite saturation levels have fallen dramatically within the past century, from approximately 4.6 to 4.0.^{94, 125} An aragonite saturation level of 4.0 or greater is considered optimal for coral growth, while a level of 3.0 or less is considered extremely marginal for supporting coral reefs.¹²³ These delineations are based on current-day reef distributions, and are thus somewhat subjective, but recent work appears to support this assessment.²⁰ Map 3.4 compares estimated aragonite saturation states in tropical waters around the world for CO₂ stabilization levels of 380 ppm, 450 ppm, and 500 ppm. These CO₂ stabiliza-

BOX 3.9 REEF STORY

Papua New Guinea: Marine Protection Designed for Reef Resilience in Kimbe Bay

Located off the island of New Britain, Papua New Guinea, the rich marine habitat of Kimbe Bay supports local economic and cultural life. However, Kimbe Bay's reefs are particularly threatened by land pollution, overfishing, and bleaching. In response, local communities and government agencies are working together with The Nature Conservancy to design and implement one of the first marine protected area (MPA) networks that incorporates both socioeconomic considerations and the principles of coral reef resilience to climate change, such as biological connectivity (to promote the exchange of larvae between reefs). The lessons learned from this pilot MPA will help to give coral reefs and associated ecosystems around the world a better chance to survive climate change. See full story online at www.wri.org/reefs/stories.

Story provided by Susan Ruffo and Allison Green of The Nature Conservancy.



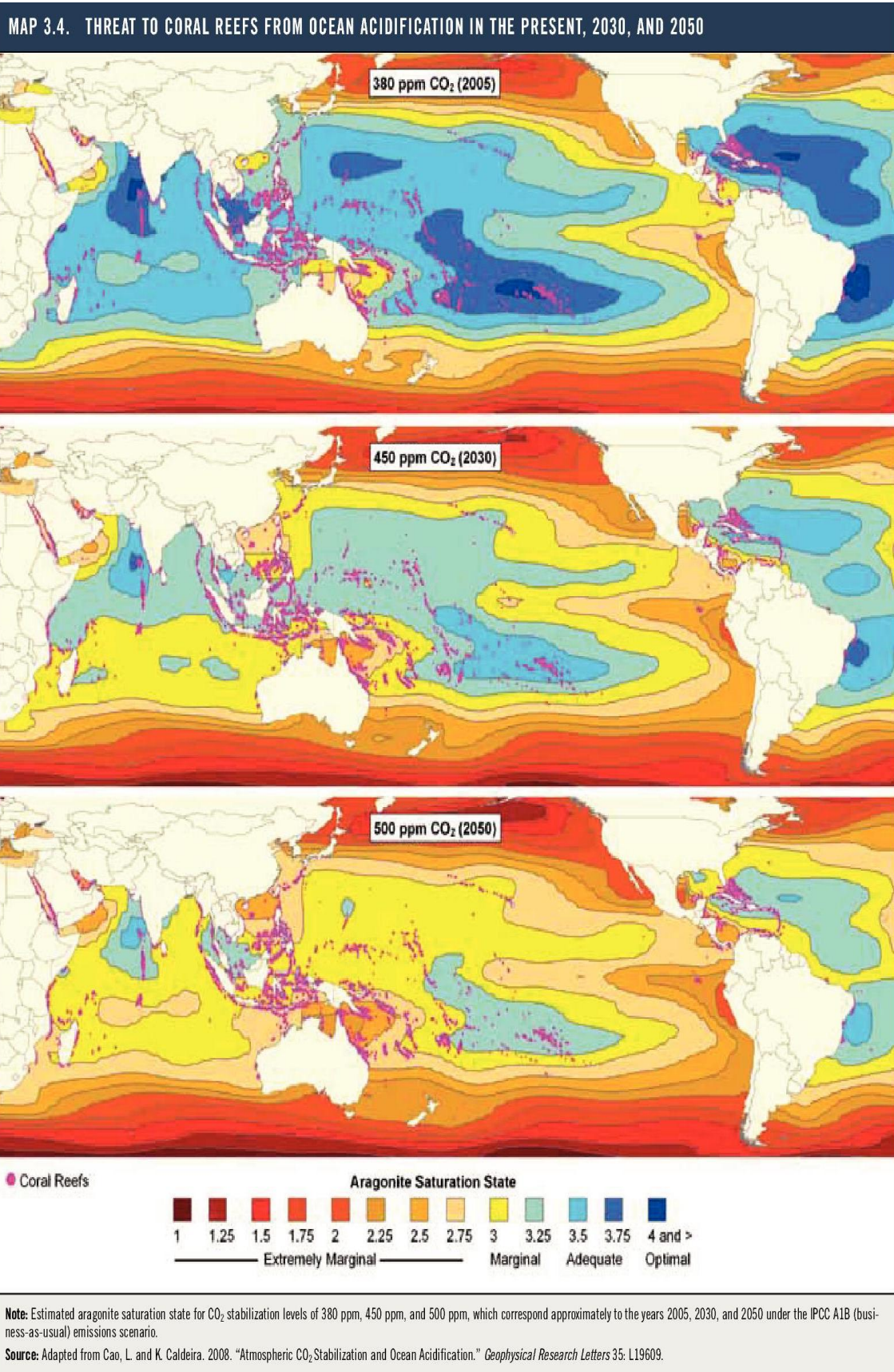
tion levels correspond approximately to the years 2005, 2030, and 2050 under the IPCC A1B (business-as-usual) emissions scenario.

Scientists have predicted that at CO₂ levels of about 450 ppm, aragonite saturation levels will decrease enough in many parts of the world that coral growth will be severely

BOX 3.8. THE THREAT OF EXTINCTION

Losses of coral reef ecosystem function and of provisioning services typically precede the complete loss of species, but for some species global extinction remains a real risk. IUCN has a formal and consistent framework for assessing extinction risk, and a number of important reef species have been assessed, including fish, corals and turtles. Overall, some 341 coral reef species are threatened,¹⁰⁶ including 200 reef-building corals¹⁰⁷ for which the combined impacts of coral bleaching and

disease have been critical drivers of decline, with climate change representing an additional major threat. Staghorn and elkhorn corals were once the two major reef-builders in the Caribbean, but both are now listed as critically endangered. Threatened fish include prime fisheries targets such as larger groupers and bumphead parrotfish, as well as species with restricted ranges¹⁰⁸ for which relatively localized threats may have severe consequences.



reduced and reef ecosystems will start losing structural complexity and biodiversity.^{94, 126} At CO₂ levels greater than 500 ppm, it is predicted that only a few areas of the world's oceans will be able to support reef-building (calcifying) corals.¹²⁶ The current, rapid (geologically speaking) increase in acidification is likely unprecedented in the history of the planet.^{94, 127}

Remedies: The slowing and reversal of ocean acidification will ultimately depend on the reduction of CO₂ emissions, perhaps alongside the active removal of CO₂ from the atmosphere, such as through carbon sequestration in soil and vegetation. Many scientists have concluded that 350 ppm is the critical maximum level of atmospheric CO₂ that the world should strive to achieve in order to minimize climate and acidification-related threats to coral reefs and other marine organisms.^{94, 128} However, achieving this target depends on the political will of all countries and their agreement to internationally collaborate toward a collective reduction in emissions, as well as concerted effort by people around the world. Little or nothing can be done at the local scale to prevent acidification impacts on reefs, although as with bleaching, it seems possible that multiple stressors acting together may hasten the decline of reefs. Reduction in local pressures may therefore again buy time for the impacts of emission reductions to occur.

SEA LEVEL RISE AND STORMS

To date, climate change has had the most dramatic impact on coral reefs through bleaching events and associated mortality, while the effects of increasing acidification are now becoming detectable. But climate change may also influence reefs in other ways. Sea level rise and high-intensity storms were not explicitly included in the modeling of global-level threats, but represent additional climate-related threats that could impact reefs in the future.

Sea level rise

Global sea level is rising, through both the expansion of water due to warming temperatures and the considerable increase in ocean volumes from the melting of terrestrial ice sheets and mountain glaciers. Together, these changes have already led to an increase in sea level of 20 cm since 1870, with a rate of rise currently at 3.4 mm per year and

accelerating.^{129, 130} Predictions vary, but by 2100, seas are likely to have risen by 90 to 200 cm over a 1990 baseline level.^{129, 131}

Healthy, actively growing reefs are able to “keep up” with rising seas as they build their limestone structures toward the sea surface, and even the more extreme projections point to levels that are probably insufficient to greatly affect reefs in most areas during the period of focus of this work (to 2050). However, the same resilience may not be found in low-lying reef landforms, such as coral islands and atolls, which are the basis for many human settlements, especially in the Pacific. Such islands are formed by sand and coral rock deposited on the reef by waves and currents. For nations like Kiribati, Tuvalu, and the Maldives, made up entirely of coral islands, even small rises in sea level will leave these landforms extremely vulnerable. It is not automatically the case that such islands will erode or be inundated by sea level rise, as the processes by which they were formed will continue, and indeed there is some evidence that under moderate sea level rise some islands may persist or even grow.¹³² Even so, it seems that accelerating sea level rise presents a significant threat, and one that is already impacting some islands. The processes of impact may vary: erosion will likely increase,¹³³ the lowest-lying areas may become inundated during storm events, and rising seas may pollute the shallow freshwater “lens” below the islands, which is critical for drinking water, vegetation, and crops.¹³⁴

Tropical storms

Patterns of tropical storms vary considerably around the world. Equatorial reefs are rarely, if ever, hit by tropical storms, but toward the edges of the tropics, powerful storms form most years. In these areas, individual reefs may be hit multiple times during the same year, or may avoid storm damage for twenty or more years.

Storms can be powerful drivers of change for these coral reefs. They are a natural perturbation in many areas, but nonetheless can dramatically affect reef life by reducing the coral framework to broken rubble that can no longer support high levels of abundance and diversity. Recovery can take years or decades. Where reefs are already weakened by other threats, storms are a complicating factor, bringing an already ailing reef to complete failure.

While it is known that tropical storms exert a powerful influence on reefs, the influence of climate change on storms is less clear.¹³⁵ Recent studies have predicted that the frequency of very intense tropical storms may increase as a result of warming sea surface temperatures.¹³⁶ Currently, the linkages between climate change and storm activity are still under investigation, and effects will most likely vary regionally.

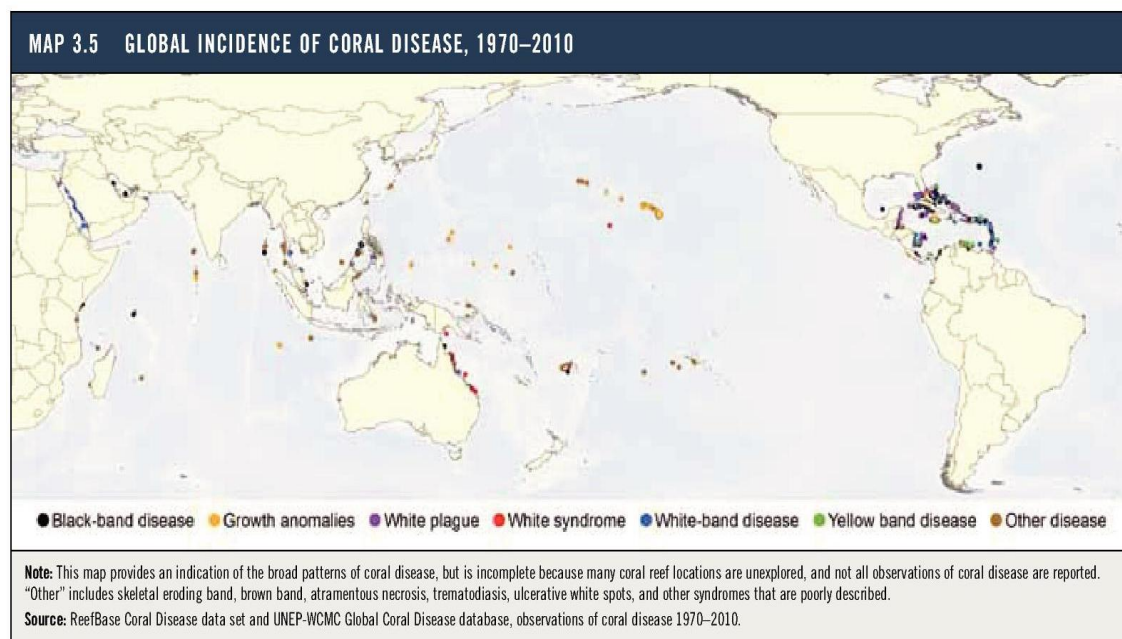
COMPOUNDING THREATS: DISEASE AND CROWN-OF-THORNS STARFISH

Coral diseases and outbreaks of crown-of-thorns starfish (COTS) can occur naturally on reefs, but are now occurring with increased frequency, often in conjunction with other threats or following coral bleaching events. Disease and COTS (*Acanthaster planci*) were not explicitly included in the modeling because globally consistent data were not available for them, and because uncertainties remain regarding their specific drivers. In the case of disease, its somewhat ambiguous role as both a threat and symptom of other threats represented a further obstacle to modeling its impacts on reefs, while for COTS, at least some of the proposed drivers (such as overfishing, terrestrial runoff) are already included in the model. We describe these key threats below and discuss their co-occurrence with the modeled threats.

DISEASE

Diseases are a natural feature in any ecosystem and are present in background populations of most species. Both in terms of prevalence and geographic distribution, coral diseases have increased in recent years.¹³⁷ The drivers of increasing disease occurrence are still not clearly understood, but it is probable that corals have become more susceptible to disease as a result of degraded water quality and that warming due to climate change may cause some pathogens to become more virulent and may also affect a coral's immunodefense capabilities.¹³⁸ There is strong evidence that disease outbreaks have followed coral bleaching events.¹³⁹

Undoubtedly, disease has already altered reef systems in the Caribbean.¹⁴⁰ White-band disease has virtually wiped out elkhorn (*Acropora palmata*) and staghorn (*Acropora cervicornis*) corals, which were once the two greatest reef-builders in the region.¹⁴¹ Another disease, which affects the long-spined sea urchin (*Diadema antillarum*), has also dramatically altered Caribbean reefs.¹⁴² These urchins are major grazers of algae on reefs, particularly in areas where overfishing has removed most grazing fish. An outbreak of an unknown disease among urchins in 1983–84 was followed by a surge in algal growth on corals in the absence of these grazers. In recent years, urchins have recovered in some parts of the Caribbean, such as along the north coast of Jamaica, with associated reductions in algae and some regeneration of corals.¹⁴³

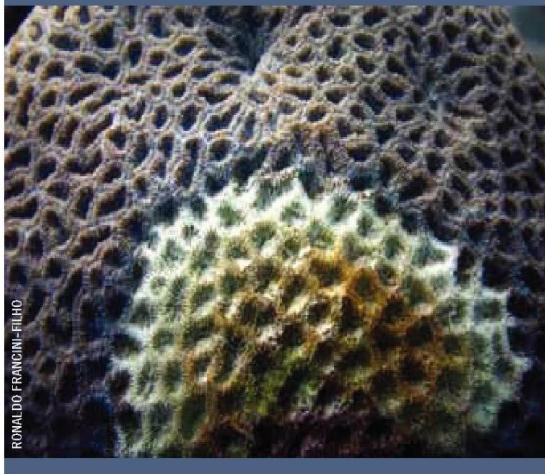


BOX 3.10 REEF STORY**Brazil: Coral Diseases Endanger Reefs**

Brazil's Abrolhos Bank contains some of the largest and richest coral reefs in the South Atlantic. In the last 20 years, the area's coastline has experienced increased tourism, urbanization, and large-scale agriculture, leading to discharge of untreated waste and contamination of the region's reefs. As a result, the prevalence of coral disease has dramatically escalated off the Brazilian coastline in recent years.

Furthermore, studies have linked the global proliferation of coral diseases to elevated seawater temperature, suggesting that climate change will lead to even greater incidences of disease in Brazil in the future. If the area's corals continue to die off at the current rate, Brazil's reefs will suffer a massive coral cover decline in the next 50 years. See full story online at www.wri.org/reefs/stories.

Story provided by Ronaldo Francini-Filho and Fabiano Thompson of the Universidade Federal da Paraíba and Rodrigo Moura of Conservation International, Brazil.



RONALDO FRANCINI-FILHO

Coral disease research is still in its infancy, but due to the urgency of the problem, research is currently being undertaken hand-in-hand with management efforts. Current efforts to address the threat of coral disease are aimed at understanding its drivers and impacts and how these may be affected by climate change. One important part of this work involves compiling both baseline and long-term data about the distribution and prevalence of coral disease, in order to examine spatial and temporal patterns and trends and to identify factors that influence vulnerability and resilience.¹⁴⁴ Map 3.5 provides an indication of the broad patterns of dis-

ease, but this map shows only a fraction of disease incidence due to limitations in reporting. Given that diseases are often more problematic where corals are already under stress, management efforts such as protecting water quality, preserving functional diversity, and reducing other threats to reefs may help to lessen the occurrence and impacts of disease.¹⁴⁵

CROWN-OF-THORNS STARFISH (COTS)

Another natural threat with severe consequences for reefs is the occurrence of plagues or outbreaks of the crown-of-thorns starfish (COTS) across the Indo-Pacific region.¹⁴⁶ These starfish are natural predators of coral, and usually occur at low densities on reefs. However, if their numbers reach outbreak proportions, they can kill vast stretches of coral, having an impact similar to that of an extreme coral bleaching event. Since the 1950s, such outbreaks have been recorded across much of the Indo-Pacific, and areas of recent outbreaks include reefs in the Red Sea, East Africa, East and Southeast Asia, and the Pacific.⁴⁷ The exact cause of these outbreaks remains unclear. Some occurrences may simply be natural fluctuations in population size, but there are indications that overfishing of predatory fish, such as wrasses and triggerfish, may play a part.¹⁴⁷ Nutrient pollution of coastal waters and estuaries may also contribute to outbreaks by stimulating the growth of algae, the preferred food for COTS larvae.¹⁴⁸

In a few places, efforts to physically remove COTS from relatively confined reef areas (such as around small islands or adjacent to tourist areas) have been successful. Larger-scale control programs have also been attempted, most notably in the Ryukyu Islands of Japan, but such efforts are now generally regarded as impossible. The best hope for reducing further outbreaks or minimizing their impact on reefs is likely to come from combating specific threats that cause outbreaks (such as overfishing and terrestrial runoff of nutrients).

The following chapter provides a summary of results of the *Reefs at Risk* modeling of current and future threats to the world's coral reefs.