

Regeneráció

A klímakatasztrófa elkerülése társadalmunk és
élővilágunk megújításával egy generáció alatt

Paul Hawken

A fordítás alapja:

Paul Hawken: *Regeneration: Ending the Climate crisis in one generation*

This edition published by arrangement with Penguin Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC

Copyright © Paul Hawken, 2021

Fordította: © Darnyik Judit, 2022, 1-169

©Weisz Böbe, 2022, 170-256

Szakmailag lektorálta: dr. Jánossy László, Papp Tibor, dr. Mártonfi Attila

Szerkesztette: Sebes Katalin

Borítóterv: Juhász Gábor Tamás

A könyv megjelenését az i-Tango Kft. / Gartner támogatta.

A fényképek és az idézett művek forrása a 256. oldalon található.

HVG Könyvek, Budapest, 2022

Kiadóvezető: Budaházy Árpád

Felelős szerkesztő: Krausz Veronika

www.hvgkonyvek.hu

ISBN 978-963-565-184-9

Minden jog fenntartva. Jelen könyvet vagy annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképeszeti úton vagy más módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

Kiadja a HVG Kiadó Zrt., az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Szauer Péter

Nyomdai előkészítés: HVG Grafikai Stúdió

Nyomás: Alföldi nyomda Zrt.

Felelős vezető: György Géza vezérigazgató

A MUNKAKÖZÖSSÉG TAGJAI

PROJEKTIGAZGATÓ: Paul Hawken
ÜGYVEZETŐ: Samantha Wright
STÁBFŐNÖK: Connor Akio Jordan
TERVEZŐ: Janet Mumford
VEZETŐ ÍRÓ: Courtney White
KUTATÁSELEMZŐ: Saseen Najjar

ADATELLENŐRZŐ: Devon Burger
RENDSZERADMINISZTRÁTOR: Jonathan Hawken
HONLAP: Chad Upham
KÖZÖSSÉGI MÉDIA: Jasmine Scalesciani
SZERKESZTŐ: Will Palmer
SZERKESZTŐ: Jane Cavolina

KUTATÓK

Anjali Katta
Elise Zufall
Elwin Lim
Gabriela Maia Leslie

Gabrielle M. J. Tan
Hanna Malzenski
Jaxon Z. Jacobs
Jordan French

Kavya Gopal
Lia „Bear” Kim-Woodward
Mireille Vargas
Sabine Nix

Sadie Cwikel
Sarah T.
Jay Wong Cai Jie

TÁRSSZERZŐK

Brittany Frater
Connor Akio Jordan
Emily Pidgeon
Jaxon Jacob

Jennifer Howard
Jorge Ramos
Joseph W. Veldman

Juliana Birnbaum
María Claudia Díazgranados
Reed F. Noss

Shyla Raghav
Steve Chapple
Timothy L.H. Treuer

ESSZÉÍRÓK

Carl Safina
Charles Massy
Ellen Dorsey

Isabella Tree
Jane Goodall
Jonathan Safran Foer

Leah Penniman
Lyla June Johnston
Mary Reynolds

Mimi Casteel
Nemonte Nenquimo
Richard Powers

IGAZGATÓTANÁCS

Chip Conley
Jack Kornfield
Julia Jackson

Konda Mason
Lyla June Johnston
Maisa Arias

Mark Rampolla
Melinda Kramer
Rachel Hodgdon

Steve McCormick
Tara Meehan

KÖSZÖNET FINANSZÍROZÓINKNAK, ADOMÁNYOZÓINKNAK ÉS TÁMOGATÓINKNAK

Grounded.org
Aileen Getty
Jacobs Family Foundation
Chip Conley
Mark and Maura Rampolla
Natalie Orfalea Foundation

Wallace Global Fund
Fred Moon
Claude and Noelle Poncelet
Dr. Bronner's
Bill and Lynne Twist
Incite.org

Jessica and Decker Rolph
Shari Sant and 'Troutboy' Plummer
Tara Meehan
Russell and Suki Munsell
Jack Kornfield
Jasmine Scalesciani

Lisa and Douglas Goldman Fund
Konda Mason
Lyla June Johnston
Maisa Arias
Melinda Kramer
Rachel Hodgdon

TANÁCSADÓK

Adam Parr
Aileen Getty
Alex Lau
Amira Diamond
Bren Smith
Bill Twist
Brian Von Herzen
Carole Tomko
Charles Massy
Chhaya Bhanti
Cyril Kormos

Damon Gameau
Danielle Nierenberg
Dave Chapman
Durita Holm
Erik Snyder
Geert Noels
Gay Dillingham
Haley Mellin
Jason McLennan
Jeff Bridges
John Elkington

Jonathon Porritt
Justin Schwartz
Justin Winters
Kyle Whyte
Karl Burkhardt
Livia Firth
Lucas Hedges
Lynne Twist
Marc Kasky
Melinda Kramer
Michael Burbank

Nirmal Tulsidas Kishnani
Per Espen Stoknes
Robyn O'Brien
Robyn Scott
Roy Straver
Russell Munsell
Spencer Beebe
Susan Olesek
Sven Jense
Tara Meehan



Az Izland déli részén, Vik közelében fekvő Thakgil kanyont gleccserek, folyók, jégbarlangok, fekete homokos tengerpartok és az ország legjobb túraútvonalai veszik körül.

Tartalomjegyzék

Előszó: Jane Goodall 6
Előszó a magyar kiadáshoz 8
Regeneráció 9
Felelősség 10
Hogyan használjuk ezt a könyvet? 12
Olvasói útmutató 14

ÓCEÁNOK

Bevezetés 16
Védett tengeri területek 18
Moszaterdők telepítése 22
Mangrovék 26
Az árapályzóna sós mocsarai 28
Tengerifüvek 30
Moszatpáfrány 32

ERDŐK

Bevezetés 34
Az erdők megmentése 36
Hideg égövi erdők 38
Trópusi esőerdők 42
Erdősítés 44
Tőzeglápok 46
Agrárerdészlet 50
Égetéses gazdálkodás 54
Bambusz 56
Richard Powers *Égig érő történet*
(*The Overstory*) című művének
szereplője: Patricia Westerford 59

VADVILÁG

Bevezetés 63
Táplálékláncok 64
A legelés ökológiája 68
Ökológiai folyosók 72
Isabella Tree: *Vadvilág* 76
Füves puszták 80
Beporzók visszatelepítése 82
Vizes élőhelyek 84
Hódok 86
Biorégiók 88
Carl Safina: *Vad dolgok* 90

FÖLD

Bevezetés 95
Talajmegújító gazdálkodás 96
Állatok bevonása
a talajjavításba 100
Tönkretett termőföldek
helyreállítása 102
Komposzt 104
Gilisztakultúra 106
Esőcsinálók 108
Bioszén 110
Charles Massy: *A nádirigó éneke*
113

EMBEREK

Bevezetés 116
Óslakosok 117
Hindou Oumarou Ibrahim 120
Nemonte Nenquimo: *Kilenc*
vezetőnek írt levél 122
Lyla June Johnston: *Az erdő mint*
farm 124
Nők és élelmiszer 128
Leah Penniman:
Soul Fire Farm 130
Tiszta égésű tűzhelyek 134
Lányok oktatása 136
Mary Reynolds:
Gyógyító gesztusok 138
Mimi Casteel: *Ki termeli meg a*
betevő falatot? 142
Ellen Dorsey: *Adományokkal a*
klímaválság ellen 144

NAGYVÁROSOK

Bevezetés 149
Karbonsemleges városok 150
Épületek 152
Városi kertészkedés 156
Természet a nagyvárosban 159
Városi mobilitás 162
A 15 perces város 164
Szénsemleges építészet 167

ÉLELMISZER

Bevezetés 171
Pazarlás nélkül 172
Változatos étrend 174
Helyi jelleg 176
Az élelmiszerrendszer lebontása 180
Rovarok kiirtása 182
Fák mint élelmiszerforrások 186
Jonathan Safran Foer: *Globális*
öngyilkosság 189

ENERGIA

Bevezetés 193
Szélenergia 194
Napenergia 198
Elektromos járművek 202
Geotermikus energia 204
Teljes körű villamosítás 207
Energiatárolás 210
Mikrohálózatok 212

IPAR

Bevezetés 215
Big Food 217
Egészségipar 220
Bankipar 223
Hadiipar 226
Politikaipar 229
Ruhaipar 232
Műanyagipar 236
Szegénységipar 240
Kompenzáció helyett tettek 244

CSELEKVÉS ÉS KAPCSOLÓDÁS

Mi a teendő? 249
Hol kezdjük? 249
Készítsünk feladatlistát! 250
Climate Action Systems – Dolgozzunk
együtt 250
Látóterünk kiterjesztése – A Nexus 251
A cél 252
Védelem 254
Még valami... 254

Damon Gameau: *Utószó* 255
Köszönetnyilvánítás 256
A fényképek forrása 256

A kötet megírásához végzett kutatómunkánk során több ezer hivatkozást, idézetet és forrásanyagot gyűjtöttünk össze.

Bár ez a nagy szám lehetetlenné teszi, hogy megjelenjenek a könyvben, forrásaink megtalálhatók a www.regeneration.org/references honlapon.



Előszó

Jane Goodall

Miközben a csimpánzokat tanulmányoztam, eszméltem rá, hogy az esőerdőben minden mindennel összefügg. Hogy minden növény- és állatfaj szervesen beágyazódik az élet szövetébe. Ha egy faj kihal, lyuk keletkezik ezen a szöveten, s ha majd az egész csupa lyukból áll, egy teljes ökoszisztéma is összeomolhat. Pedig mi magunk is a természet részei vagyunk. Függsünk a természettől, hiszen tőle kapjuk az étető oxigént, az élelmet, a vizet, a ruhaneműk alapanyagát és annyi minden mást. Mégsem bánunk vele kesztyűs kézzel.

Intellektusunk ugrásszerű fejlődése különböztet meg minket legközelebbi élő rokonainktól, a csimpánzoktól – és az összes többi állattól. Az állatok jóval intelligensebbek, mint egykor hittük, mégsem tudná egyetlen állat sem kidolgozni a relativitáselméletet, és a Holdra sem tudna eljutni. Milyen viszsza, hogy ennek ellenére mi, a legintelligensebb faj, tesszük tönkre az egyetlen otthonunkat. Mintha megszakadt volna a kapcsolat az okos agyunk és a szívünknek tulajdonított érzelmei: a szeretet és a szenvedély között. Pedig szerintem csak akkor bontakoztathatjuk ki képességeink legjavát, ha a fejünket és a szívünket összhangba hozzuk egymással.

Rengeteg területen magunk alatt vágjuk a fát, és ahogyan ebben a könyvben Paul Hawken oly meggyőzően hangsúlyozza: a problémáink mind összefüggenek egymással. Ezért a megértésük és a megoldásuk is csak összefüggéseikben lehetséges. Fel kell számolnunk a szegénységet, a jóléti társadalmak fenntarthatatlanul pazarló életstílusát, társadalmi igazságot kell teremtenünk, és mindenre kiterjedő egészségügyi ellátást és oktatást kell biztosítanunk. Szerencsére születnek innovatív megoldások ezekre a problémákra. Paul Hawken ezeket mutatja be a kötetben.

Személyes tapasztalatom is van arról, hogy mi minden siklott félre. Amikor 1960-ban csimpánzokkal kezdtem dolgozni, a Gombe Nemzeti Park még az Afrika egyenlítői részén elterülő széles erdősáv része volt. Az 1980-as évek közepére az egykori széles erdősáv kicsiny, szigetszerű erdőfoltá zsugorodott össze a csupasz dombok tengerében. Az itt élő emberek nem fenntartható életmódot folytattak: kizsigerelték a földeket, és kivágták a fákat, hogy területet nyerjenek a mezőgazdaságnak és a faszénermelésnek. A pusztta túlélésért küzdöttek. Ekkor jöttem rá, hogy ha nem tudunk nekik segíteni abban, hogy a környezetük rombolása nélkül jussanak megélhetéshez, akkor a csimpánzokat sem tudjuk megóvni. Nem védhetünk meg egyetlen állatfajt sem, ha nem óvjuk meg közben a környezetüket is, ami lehetetlen a helyi közösségek közreműködése nélkül – erre pedig nem kerül sor, ha nyomorban élnek.

A Jane Goodall Intézet ezért indította el a Tanganyika-tó Vízyűjtő Terület Újraerdősítési és Oktatási (Lake Tanganyika Catchment Reforestation and Education, TACARE) programot, ezt a közösségi indíttatású természetvédelmi projektet. Helyi, tanzániai lakosokat választottunk ki, és kértünk fel, hogy járják be a Gombe környéki falvakat, és kérdezzék meg a lakosokat: miben lehetünk a segítségükre. Egyértelmű választ kaptunk a kérdésre: több élelmiszert szeretnének ter-



melni, és jobb egészségügyi ellátásra és oktatásra vágnak. Az Európai Uniótól kapott csekély támogatás felhasználásával segítettünk nekik a talaj termékenységének vegyszermentes helyreállításában. A tanzániai kormánnyal együttműködésben fejlesztettük a helyi iskolákat és a falusi orvosi rendelőket, valamint új rendelőket is létrehoztunk. Vízgazdálkodási programokat, agrárerdészetet és permakultúrát vezettünk be. Geoinformációs rendszerek és műholdfelvételek segítségével támogattuk a falusiakat földhasználati tervek kidolgozásában. Önkénteseknek megtanítottuk, hogyan dokumentálják okostelefonnal a falujukát övező erdők egészségi állapotát. Az ösztöndíjaknak köszönhetően a lányok középiskolába járhatnak, a mikrohitelprogramok pedig lehetővé tették, hogy a falubeliek – elsősorban nők – saját, fenntartható vállalkozást indítsanak. A családtervezési tájékoztatást lelkesen fogadták, mivel a szülők taníttatni szeretnék a gyerekeiket, miközben az iskoláztatás drága. Így a TACARE program a környezetet és az embereket egyaránt szolgálja.

Jelenleg közel 7,9 milliárdan élünk a Földön. A világ számos részén gyorsabban éljük fel a természeti erőforrásokat, mint ahogyan a természet újra tudná termelni. Becslések szerint 2050-re akár 10 milliárdan is lehetünk. Ezzel párhuzamosan a haszonállatok száma is nő. Márpedig az állattenyésztés egyre több földterületet és vizet emészt fel, és rengeteg metánt termel. Ráadásul a szegénységből kitörő emberek érthető módon magasabb életszínvonalra vágnak – miközben ez fenntarthatatlan, és tudjuk, hogy változtatnunk kell rajta. Ha így folytatjuk, akkor... azt mondhatnám, sötét jövő vár ránk, de a sötét nem elég erős kifejezés.

Újszerű viszonyt kell kialakítanunk a természettel, és fel kell készítenünk a gyermekeinket az általunk okozott problémák megoldására. Számos program szolgálja a környezeti nevelést, mások pedig a társadalmi igazságosság kérdésével foglalkoznak. 1991-ben indítottam útjára a Roots &

Shoots nevű környezetvédelmi és humanitárius mozgalmat, amely mostanra 68 ország több ezer csoportját egyesíti az óvodától az egyetemig. Minden csoportnak három területről – emberek, állatok és környezet – kiválasztott projektekben kell részt vennie, hogy megértsék: a társadalmi és környezetvédelmi problémák nem választhatók el egymástól. A tagok a tevékenységük során megtapasztalják, hogy képesek változtatni. Sok ezer fiatal számára ad erőt és reményt ez a tapasztalat, akik az orvvadászattól és a vadállatok tiltott kereskedelmétől a hajléktalanságon, a női jogokon és az állatjogokon keresztül egészen a diszkriminációig terjedő témákon dolgoznak együtt.

Három okom van a reményre: az ifjúság energiája és elkötelezettsége; a természet ellenálló képessége (a Gombét övező erdő visszatelepült) és az állat- és növényfajok kihalástól való megóvásának lehetőségei; valamint az emberi értelem, amely arra összpontosít, hogyan élhetnénk nagyobb harmóniában a természettel.

Paul Hawken a maga megszokott, utánózzhatatlan stílusában leírja a legfontosabb megoldási lehetőségeket az önmagunk által előidézett környezeti és társadalmi problémákra, és bemutatja, hogyan függenek ezek össze egymással. A *Regeneráció* őszinte és informatív könyv, cáfolat azoknak a vészmadaraknak, akik azt hiszik, hogy elkéstünk: már úgyis vége mindennek. Azt az erős hitemet támasztja alá, hogy még nyitva áll előttünk egy időablak; hogy léteznek gyakorlati megoldások, amelyek megvalósításával mi és intézményeink helyreállíthatjuk bolygónk éghajlati stabilitását. Törekedjünk arra, hogy rászorgáljunk tudományos nevünkre: *Homo sapiens*, az értelmes ember. ●

Kudia és Ultimo, a két elárvult majom ölelkezik a JGI Tchimpounga Csimpánzrehabilitációs Központban, a Kongói Köztársaságban. A rezervátumban 160 csimpánzról gondoskodnak egész életükben.

Előszó a magyar kiadáshoz

A szén nem vész el, csak átalakul. A Földön található szénatomok mennyisége nagyjából állandó. Egy részük évmilliók óta el van temetve a föld vagy az óceánok mélyén. Más részük viszont az emberi tevékenység következményeként a levegőbe kerül. A szénatomoknak van egy természetes körforgása a természeti jelenségek hatására, amikor a levegőből visszakerülnek a földbe. Ilyen például a fotoszintézis, amikor a fák levelei lebontják a szén-dioxidot és beépítik a saját fatestükbe. Ez viszont egy nagyon lassú folyamat, és rohanó életünkben nincs időnk megvárni ezt a természetes körforgást. Az ipari forradalom óta létrehoztunk egy óriási méretű, egyirányú áramlást: szén-dioxid kerül a levegőbe a fosszilis-energia-kibocsátás, a nagyüzemi termelés és az erdő kivágások nyomán. A könyvben választ kapunk arra, hogy mit tehetünk mi, egyének és a közvetlen környezetünk, hogy a szélsőséges szén-dioxid-kibocsátás visszatérjen az eredeti, fenntartható, természetes körforgáshoz.

Paul Hawken nemcsak író, hanem sikeres vállalkozó is, aki a saját, valamint munkái során megismert gyakorlati tapasztalatait osztja meg. Könyve egyszerre szemléletformáló és stratégiai útmutató, amely ráébreszti az olvasót, hogy nem csak képletesen – hanem a gyakorlatban is – a jövő rajtunk, mindannyiunkon múlik. Megfordítja a korábbi, visszatekintő és vádaskodó narratívát: nem a fenyegetettség kerül középpontba, hanem az emberre és az emberek cselekedeteire koncentrálna belső igényként jeleníti meg a változást. Izgalmas, innovatív, gyakorlati példákon keresztül mutatja be azokat a mozgalmakat és eszközöket, amelyek az igazságosság, a biodiverzitás, az éghajlat, a méltányosság és az emberi méltóság figyelembevételével kínálnak megoldást a klímaválásra.

Mindannyian ugyanannak az ökoszisztémának vagyunk a részei, és a Földön, az életünkben minden mindennel összefügg. Tudják, hogy mi a közös a szusiban és a mangroveerdőkben, hogyan „beszélnek” a fák, milyenek a 15 perces városok, illetve milyen kihívást jelent az e-mobilitás az élővilágra, avagy milyen az, amikor visszaadjuk a természetnek az irányítást? Az egyes fejezetekben többek között olyan, a gyakorlatban is már kipróbált megoldásokat ismerhetünk meg, mint a védett tengeri területek, biorégiók, moszatpáfrány hasznosítása, élelmiszerek lokalizálása, regeneratív mezőgazdaság, erdőgazdaságok, talajmegújítás, a nők szerepe és oktatása, iparágak átalakítása és a teljes körű villamosítás. Az előbbi példák csak rövid

ízelítők abból, hogy mennyi mindent lehet tenni a napenergia hasznosításán vagy a faültetésen túl.

A könyv egyértelműen rámutat arra is, hogy bár mindenki hallott már a globális felmelegedésről, ennek ellenére nem kezeljük prioritásként. Sokan igyekezünk ugyan nap mint nap tenni valamit, de az emberiség nagyobbik része különböző okok miatt (mélyszegénység, oktatás hiánya, gazdasági érdekek stb.) nem tud vagy nem akar cselekedni. A könyv egyik legnagyobb értéke, hogy klímamegoldásként visszaadja az emberek kezébe a kezdeményezés lehetőségét, és a könyv elolvasása után mindenki úgy érzi majd, hogy cselekednie kell, és tudja is pontosan, hogy mit tegyen.

A jövőben a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás jelenti majd a vállalatok vezetői számára az egyik legnagyobb kihívást. A 2010-es években az üzleti stratégiában már helye volt a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére és a fenntarthatóságra irányuló tevékenységeknek, de ekkoriban még nem volt kulcsfontosságú szerepük. Ez 2020-ra megváltozott, ebben az évtizedben a klímaváltozással kapcsolatos követelmények egyre nagyobb szerepet kapnak, és átforgatják a vállalatok stratégiáját és tevékenységét.

Ennek ellenére jelenleg a vállalatok vezetőinek csupán a fele gondolja azt, hogy a klímaváltozás hatással van az üzletmenetre, és csak 11 százalékuk sorolja az öt legfontosabb üzleti prioritása közé. Az i-Tangónál, a Gartner bulgáriai és magyarországi képviselőjénél ennek a megújulásnak teljes mértékben az elkötelezett hívei vagyunk. A világ topcégei számára folyamatosan azt kutatjuk, hogy a jövőnk milyen irányba fog változni. Kiemelten foglalkozunk ESG- (környezetvédelmi és fenntarthatósági) szempontokkal, így elengedhetetlen, hogy ez a könyv minden partnerünk polcán előkelő helyet kapjon. Bízunk benne, hogy az egyéni és a vállalati szerepvállalásunk mellett a technológia fejlődése és ennek megfelelő felhasználása az ebben a könyvben kitűzött célt valósítja meg.

Kedves Olvasó!

Amikor ezeket a sorokat olvassa, azt bizonyítja, hogy Ön szeretne tenni a klímaváltozás ellen, és jobb társadalmi viszonyokat kíván kialakítani. Ha tényleg komolyan is gondolja, akkor következő lépésként változtatnia kell a megszokott mindennapi életén. Ez a könyv segít abban, hogy megértse, a klímaváltozás megállítása és a regeneráció hozzájárul egy jobb világ és a bőség megteremtéséhez. Ehhez kívánok erőt és kitartást a saját jövőnk fenntarthatósága érdekében!

Papp László, az i-Tango Kft. ügyvezetője

Regeneráció

A regeneráció (megújítás) azt jelenti, hogy minden lépésünk és döntésünk középpontjába az életet helyezzük. Ez minden formációra – füves pusztákra, farmokra, emberekre, erdőkre, halállományra, vizes élőhelyekre, partvidékekre és óceánokra – vonatkozik, és a családokra, közösségekre, városokra, iskolákra, régiókra, kultúrákra, vállalatokra és kormányokra is egyformán érvényes. A természetet és az emberiséget egyaránt kapcsolatok páratlanul komplex hálózata alkotja – ez minden erdő, föld, óceán, nép, ország és kultúra fennmaradásának kulcsa.

Bolygónk és ifjúságunk ugyanazt a történetet meséli: az emberek és a természet közötti, a természeten belüli és a népek, vallások és kormányok közötti létfontosságú kapcsolatok megszakadtak. Ebben rejlik a klímaválság gyökere – és itt kell felfedeznünk a jövedelemtől, etnikumtól, nemtől és meggyőződéstől függetlenül mindenkit megmozgató megoldásokat és lépéseket is. Haldokló bolygón élünk. Ez a kijelentés nem is olyan régen még túlzónak hatott volna. Földünk biológiai hanyatlása a bolygó tetteinkre adott válasza. A természet sohasem téved. Mi viszont igen. A Földön újra kivirágzik majd az élet, bármit művelünk is vele – de a népek, nemzetek és kultúrák fennmaradására nincs semmiféle garancia. Ha nem az élet jövőjét helyezzük minden törekvésünk középpontjába, akkor mit keresünk itt egyáltalán?

A klímaválság elsődleges okai többek között a gépjárművek, az épületek, a háborúk, az erdőirtás, a szegénység, az olaj, a korrupció, a szén, a mezőgazdaság iparosítása, a túlzott fogyasztás és a rétegrepesztéses palagáz-kitermelés. Mind-egyiknek azonos a gyökere és a hatása: az emberi jólétet szolgáló gazdasági szerkezetek károsítják a földi életet; veszteséget, szenvedést és a bolygó felmelegedését okozzák. A pénzügyi rendszer a bolygó pusztítását támogatja befektetéseivel – a profit rövid távú hajszolása belátható időn belül természeti károkhöz, szegénységhez és egyenlőtlenséghez vezet.

Az elmúlt 40 évben nemigen vettünk tudomást a globális felmelegedés visszafordításának leghatékonyabb módjáról. A felmelegedés elsődleges oka a fosszilis tüzelőanyagok elégetése. Ezért ezt kellene sürgősen felszámolnunk – enélkül nincs visszaút. Az éghajlat stabilizálásához a légköri szén-dioxidot is meg kell kötni. A klímaválság visszafordítására az egyetlen hatékony és gyors módszer az élet teljes körű helyreállítása. A globális felmelegedést csakis akkor fordíthatjuk vissza, ha a globális leépülést is visszafordítjuk.

Eldönthetjük, hogy gazdasági rendszereink, befektetéseink és irányelveink a világ degenerációját (tönkretételét) vagy regenerációját segítik-e elő. Leromboljuk-e, vagy felépítjük a

jövőt? Jelenlegi gazdasági rendszerünket a kiszípolozás jellemzi. Elveszünk, gátat szabunk, leigázunk, kizsákmányolunk, törünk, fúrunk, mérgezünk, égetünk, vágunk, ölünk. A gazdaság kizsákmányolja az embereket és a környezetet. A pusztítás a figyelmetlenségünkől, a fásultságunkból, a kapzsiságunkból és a nemtörődömségünkől adódik. Az éghajlatváltozás miatt úgy érezhetjük, hogy választásra kényszerülünk „a bolygó védelme” és saját boldogságunk, lelki és anyagi jólétünk között. Pedig korántsem ez a helyzet. A regeneráció nem pusztán azt jelenti, hogy meggyógyítjuk a világot, hanem egyúttal az önmagunk meggyógyítását is. Célja és értelme van, hűséget és jóságot fejez ki, kibontakoztatja a kreativitást. Befogadó, magával ragadó és nagylelkű – és bárki képes rá. Helyreállítja az erdőket, a pusztákat, a termőterületeket és az óceánokat. Átalakítja a városokat, megfigzethető, zöld otthonokat terem, visszafordítja a talajok erózióját, megfiatalítja a tönkretett termőföldeket, és új életet lehel a városi közösségekbe. A bolygó regenerációja életet és megélhetést nyújtó, magunk és mások jóllétéhez hozzájáruló munkahelyeket terem. Kiutat mutat a szegénységből, értelmes elfoglaltságot, hasznos tevékenységet kínál a közösségen belül, kenyeret, méltóságot és a tisztas öregség lehetőségét nyújtja.

2020 decemberében dr. Joeri Rogelj, a londoni Grantham Intézet munkatársa, az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) hatodik értékelő jelentésének szerzője figyelemre méltó kijelentést tett: „Legjobb tudomásunk szerint, ha elérjük a nettó nulla szén-dioxid [kibocsátást], akkor a felmelegedés megszűnik. Az éghajlat egy-két évtizeden belül stabilizálódik. Utána csak nagyon csekély mértékű felmelegedés várható, sőt legoptimistább becslésünk szerint semennyi.” Ez a kijelentés a tudományos konszenzus jelentős változását tükrözi. Hiszen évtizedekig az volt az uralkodó vélemény, hogy még ha meg tudnánk is állítani a szén-dioxid-kibocsátás növekedését, akkor is még évszázadokig folytatódna a felmelegedés. Ez tévesnek bizonyult. A klímakutatás jelenlegi eredményei szerint ugyanis a globális felmelegedés alábbhagy, mihamarabb csupán annyi szén-dioxidot bocsátunk ki, amennyit a bolygónk fel is vesz.

Ez vízválasztó pillanat az emberiség történetében. A bolygónk közkincs. Valamennyiünk közös élettere. A klímaválság kezeléséhez és megoldásához összefogásra és kölcsönösségre van szükség. Ki kell lépniünk a komfortzónánkból, és össze kell szednünk minden bátorságunkat. Ez nem azt jelenti, hogy a magunk igazának hangoztatása közben lehurrogjuk a többieket, mondván: tévednek, hanem azt, hogy figyelmesen és tisztelettel meghallgatjuk őket, és áthidaljuk az élettől és egymástól elválasztó szakadékokat. Nem reményt és nem is kétségbeesést jelent, hanem bátor és elszánt cselekvést. Elérkezett az igazság pillanata. A klímaválság nem tudományos, hanem emberi probléma. A világ megváltoztatásának kulcsa nem a technológiákban rejlik, sokkal inkább a saját magunk, embertársaink és minden élőlény iránt tanúsított alázatban, tiszteletben és szeretetben. Ezt jelenti a regeneráció.

Felelősség

A klímaválság nem egyenlő a globális felmelegedéssel. A tudósokat inkább az aggasztja, milyen hatással jár a felmelegedés a Föld élővilágára nézve. A légkör hőmérsékletének növekedése, az óceáni áramlatok átrendeződése és a sarkvidéki jégsapka olvadása több fronton is az egyensúly felborulását okozhatja, amint egy bizonyos – már küszöbönálló – fordulópontot elér. Ez többek között a trópusi területek egyre gyakoribb aszályaihoz vezet, amelyek miatt a világ esőerdői tűzvészre hajlamos szavannákká változnak át. Az óceáni áramlatok átrendeződése drámai változásokat idéz majd elő a világ időjárásában és mezőgazdaságában. Az egyre gyakoribb erdőtüzek és az erdők kártevői az északi erdők összeomlásához vezethetnek. Az óceánok felmelegedése és elsavasodása a világ valamennyi korallzátonyának elpusztulását okozhatja. Az antarktiszi Thwaites-gleccser egyre fokozódó olvadása miatt közel egy méterrel emelkedik majd meg a tengerszint. A sarkvidéki permafroszt elolvadása gigászi mennyiségű, az ősidőkben elraktározott szén-dioxid és metán felszabadulását eredményezi. Nehéz, de nem lehetetlen elképzelni, mivel járna mindez a mérsékelt égövön élő családok, városok, gazdaságok, vállalatok, élelmiszer-termelés, politika és gyermekek szempontjából. Mindenesetre a több mint kéttucatnyi sarkvidéki kultúra képviselőinek már nincs szükségük képzelőerőre: az inuitok, jupikok, csukcsok, aleutok, számik, nyenyecék, atabaszkánok és gviscinek, akik több mint tízezer éve élnek a földjeiken, a saját bőrükön érzik a sarkvidéki jég olvadásának hatásait.

Akármilyen pontosak is az éghajlati előrejelzések, elfedhetnek egy sor újabb fordulópontot – számos apró változást és rendkívül fontos következményt. Aktív részvételre, nem pedig télen rettegésre van szükség, hiszen a megfelelő tevékenységek lassítják le, előzik meg és fordítják vissza az éghajlatváltozást. A klímaválság felszámolása akkor lehetséges, ha 2030-ra a megfelelő sebességgel, megfelelő irányba tartó társadalmat alakítunk ki, és 2050-ig elérjük a nettó nulla kibocsátást. Azaz 2030-ig a felére, majd 2040-re megint a felére csökkentjük a kibocsátást. Több tízezer szervezet, tanár, vállalat, építész, földműves, bennszülött és törzsi vezető tudja, hogy mi a teendő, és aktívan tesz a megvalósításáért. A klímamozgalom lenyűgöző tempóban növekszik, de a világ lakosságának még mindig csak töredéke vesz részt benne. Emberek százmillióinak kell még megérteniük, hogy felelősségük és lehetőségük van cselekedni, s hogy közösen megakadályozhatjuk a globális felmelegedés elszabadulását.

Az, aki képes lehet elhárítani a klímaválságot, éppen itt ül, kezében ezzel a könyvvel. Ha logikusan szemléljük, ez

badarságnak tűnik – hiszen a kisember minden bizonnyal tehetetlen a globális felmelegedés világméretű okaival és következményeivel szemben. Ez helyes következtetés, ha abból indulunk ki, hogy a jelenlegi intézményeknek kell megoldaniuk a problémát. Vitatott, hogy az egyéni tettek vagy a kormányok felelősek-e a klímaválság felszámolásáért. Ugyanakkor ennek a kérdésnek nincs értelme, hiszen a társadalom minden létező résztvevőjét be kell vonni a feladatba.

Izgalmas és lenyűgöző kiszámítani a saját szénlábnymunkát, de a *Regeneráció* más, és szélesebb irányvonalat követ, hiszen nincs olyan, hogy különálló egyén. Amikor azt *gondoljuk*, hogy egyedi lények vagyunk, akkor az önazonosságunkat keressük. Az *egyéni lét* annyit tesz, hogy folyamatos, szerves és szoros kapcsolatban állunk a többi emberrel és az élővilággal. Ha nagyobb perspektívából nézzük, mindannyian a sokaság részei vagyunk. Különböző képességekkel és adottságokkal rendelkezünk: tudunk megosztani, választani, bemutatni, tanítani, megőrizni és számos módon segíthetjük a vezetőket, a városokat, a vállalatokat, a szomszédokat, a munkatársakat és a kormányokat a tudatosításban és a cselekvésben.

Aggasztó, hogy nem vagyunk szakértők? Elárulom: szinte senki sem az. De épp elegendő tudunk ahhoz, hogy a tettek mezejére lépjünk. Tudjuk, hogyan működnek és melegítik fel a légkört az üvegházhatású gázok; tapasztaljuk, hogy egyre szélsőségesebb az időjárás; és ismerjük a szénkibocsátás elsődleges forrásait. Stabil éghajlatot, élelmiszer-termelést, tiszta vizet és levegőt, biztos jövőt szeretnénk az utánunk következő nemzedékekre hagyni. Más-más kultúrából, családból, közösségből, országból származunk, más hivatást gyakorlunk, és más képességekkel rendelkezünk. Különbözik az élethelyzetünk. Ugyan ki tudja nálunk jobban, hogy itt és most mi a teendő?

Mindazonáltal nem érzünk sürgető, zsigeri késztetést a klímaválság megoldására. Egyszerűen nem ez a természetünk: a jövőbeli egzisztenciális fenyegetés túl elvont számunkra. Az olyan háborús metaforák sem segítenek, mint a klímaváltozás legyőzése, leküzdése és a klímaváltozás elleni harc. Ki az, aki reggelente arra ébred, hogy alig várja: 30 éven belül elérje a „nettó nulla” kibocsátást? A legtöbbben átugorják az éghajlatváltozásról szóló szalagcímeket, és ez nem véletlen. A döntő többségünk jelenlegi, nem pedig leendő gondokkal küzd. Az élete előtt tonyosuló aktuális akadályokat igyekszik elhárítani, nem pedig azokat, amelyek majd 2050-ben jelentkeznek. Másrészt viszont az emberek különösen eredményes összefogásra képesek, ha problémák megoldásáról van szó. Elég egy közvetlen fenyegetés, például egy közelgő ciklon, árvíz vagy hurrikán, és vállvetve küzdenek az elhárításáért. Ha az emberiség többségét be akarjuk vonni a klímaválság felszámolásába, akkor erre kell apellálni: a globális felmelegedés visszafordításához az aktuális emberi szükségletekre és nem egy elképzelt negatív utópiára hivatkozva lehet őket megszólítani.

Ha azt szeretnénk, hogy az emberek figyeljenek ránk, nekünk is figyelniük kell rájuk. Ha meg akarjuk menteni a vilá-

got a globális felmelegedés fenyegetésétől, olyan világot kell létrehozunk, amelyet érdemes megmenteni. Ha nem vagyunk tekintettel a gyerekeinkre, a szegényekre és a kirekesztettekre, nem jól közelítünk a klímaválság kérdéséhez. Ha az alapvető emberi jogok és szükségletek csorbát szenvednek, zátonyra futnak a válságkezelő megmozdulások. Ha az egyének és a családok nem érzékelnek előnyöket, nem tudjuk megnyerni őket az ügyünknek. Gyakran találkozunk olyan narratívával, hogy az ember és az élővilág érdekei ütköznek egymással – választani kell a biodiverzitás és a szegénység, az erdők és az éhínség között –, pedig valójában az emberi társadalom és a természet sorsa elválaszthatatlanul összefonódik, sőt gyakran egy és ugyanaz. A társadalmi igazságosság a vészhelyzet megoldásának nem pusztán mellékterméke. Az igazságtalanság viszont számos további problémát szül. Ha minden gyereknek oktatást, mindenkinek megújuló energiát biztosítunk, felszámoljuk az élelmiszer-pazarlást és az éhezést, biztosítjuk a nemek közötti egyenlőséget, a gazdasági igazságosságot, ha felelősségünket felismerve orvosoljuk a múltbéli igazságtalanságokat közösségek egész sorában – az az egész emberiség, a gazdagok, a szegények és a középosztálybeliek számára egyaránt áldásos hatásokkal jár. A klímaválság visszafordítása csak következmény. Valójában az ember és az élővilág egészségének, biztonságának és jóllétének helyreállítása és az igazságosság a cél.

Ehhez globális, kollektív, elhivatott összefogásra van szükség. A társadalmi közösségeket nem az intézmények hívják életre. Úgy születnek, hogy jön valaki, akihez csatlakozik valaki más, és a láthatatlan közösségi térben az elhivatottság társul a tettekkészséggel. Így létrejön előbb egy kisebb, majd nagyobb csoport, végül egy mozgalom. Egyszóval: ne várjunk segítségre. Hiába várjuk, hogy majd valamiféle agytröszt megoldja a problémákat, amíg mi nyugodtan ülünk a babérjainkon. A világ legösszetettebb, legfejlettebb klimatechnológiai megoldásai az emberi szívben és fejben, nem a napelemekben keresendők. Miközben a klímaválság küszöbén állunk, egy másik fontos állomáshoz is elérkeztünk. Exponenciálisan növekszik azok száma, akik felébrednek az éghajlatváltozással kapcsolatban, és megértik a mibenlétét, ahogy egyre inkább megtapasztalják a hatásait.

Miközben mind szélsőséesebb időjárási viszonyokkal szembesülünk, és fokozódó tudatossággal, aggodalommal kísérjük figyelemmel a változásokat, a klímaválság visszafordítása valószínűleg az emberiség történetének legnagyobb mozgalmává női ki magát. Évtizedek alatt jutottunk el ideig.

Teljesen természetes, ha úgy érezzük: a tetteink nem sokat érnek, ha közben a többiek ölbe tett kézzel ülnek. A bolygó szempontjából mindegy, hogy valaki klímaválságtagadó, vagy tisztában van a problémával, de nem tesz ellene semmit. Az ember azonban elsősorban akkor változik, ha a körülötte élők változnak. A Stanford Egyetem agykutatója, Andrew Huberman kutatása szerint nem a meggyőződésünkből fakad, hogy mit teszünk vagy nem teszünk. Épp ellenkezőleg. Nem a meggyőződésünk változtatja meg a cselekedeteinket, hanem a cselekedeteink változtatják meg a meggyőződésünket. Úgy véljük, hogy semmit sem tehetünk a változás érdekében? Világos. Félünk a jövőtől? Érthető. Szorongunk az éghajlatváltozás miatt? Nem csoda. A stresszel azonban azt üzeni az agyunk, hogy cselekedjünk. A stressz egy jelzés, amely tettekre sarkall. Ráadásul a cselekedeteink nemcsak a saját, hanem mások meggyőződését is megváltoztatják.

Amikor a felderítő méhek gazdag nektárlelőhelyre találunk, visszatérnek a kaptárhoz, és a bejáratánál szimbolikus rezgőtáncot járnak. A táncmozdulatok pontosan megadják a virágok vagy virágzó fák irányát és távolságát. Minél élelkebben rázzák a méhek a potrohukat, annál gazdagabb a nektárforrás. Miután a dolgozók végignézték a táncot, a szükséges információ birtokában egyenesen a forráshoz repülnek. Ideje volna az embereknek is a tudásukra, a helyükre és az elkötelezettségükre utaló rezgőtáncot koreografálni. De úgy is tekinthetünk jelenlegi korunkra, hogy bolygónk otthon oktatást nyújt nekünk. Ez a könyv ezt a tudást igyekszik átadni.

– Paul Hawken

Hindou Oumarou Ibrahim a hagyományos tudás, valamint a tudomány és a technológia ötvözésének szószólója. Mozgalma igyekszik a bennszülött nők szerepét növelni a bolygónk jövőjét befolyásoló szabályozások és gyakorlatok kidolgozásában.



Hogyan használjuk ezt a könyvet?

A *Regeneráció* célja, hogy egyetlen nemzedék alatt felszámoljuk a klímaválságot. A válság felszámolása azonban nem egyenlő a globális felmelegedés megállításával. Az utóbbihoz ugyanis évszázados elkötelezettségre van szükség. A válság felszámolása annyit tesz, hogy emberi összefogással 2030-ra 45-50%-kal csökkentjük az üvegházhatású gázok teljes kibocsátását. A könyv megírásakor még ellenkező irányba tartunk: a kibocsátás növekszik.

Ez a könyv és a hozzá társuló honlap utat mutat az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete 2018. októberi, a „Global Warming of 1.5 °C” (1,5 °C-os globális felmelegedés) című speciális jelentésében kitűzött célok eléréséhez. A jelentés szerint a globális üvegházhatásúgáz-kibocsátás 2010-es szintjéhez képest mindkét következő évtizedben 45-50%-os csökkentést kell elérni ahhoz, hogy elkerüljük a 1,5 °C-ot meghaladó globális hőmérséklet-növekedést. A válsággal kapcsolatban a leggyakrabban felmerülő kérdés az: „És mit tehetek én?” Egy magán-személy vagy egy intézmény hogyan fejtheti ki a lehető legnagyobb hatást a legrövidebb idő alatt a klímaválságra? A legtöbben nem tudják, mit tehetnének, vagy úgy gondolják, hogy úgysem tehetnek eleget. Mi másként gondoljuk.

Más javaslatoktól eltérő megközelítést alkalmazunk a klímaváltozás megfékezésére. Ez a megközelítés a regeneráció ötletén alapul. Nem ellenezzük a többi stratégiát és tervet sem. Épp ellenkezőleg: minden megközelítésért hálásak vagyunk. Az viszont aggaszt bennünket, hogy a világ népességének nagy része ölbe tett kézzel ül, miközben az emberiség javát cselekvésre kellene bírni. A regeneráció (megújítás) a klímaváltozás leküzdésére vagy enyhítésére szolgáló, nagy tömegeket megmozgató és hatékony stratégia: alkot, épít és gyógyít, azt teszi, amit az élet mindig is tett. Mi vagyunk az élet, és ez lebeg a szemünk előtt. A regeneráció (megújítás) magában foglalja, ahogyan élünk és amit teszünk – szerte a világon.

A könyvet a „Cselekvés és kapcsolódás” című fejezettel zárjuk. Ebben bemutatjuk, hogy az itt részletezett megoldások megfelelnek a klímatudósok és az IPCC által kitűzött céloknak. Mindegyik megoldási javaslat megvalósítható és realizisztikus. Egy feltételük van, és ez a széles körű részvétel. Nyugodtan olvassa el előre a könyv végét, ha szeretné.

Megközelítések. Az alábbiakban bemutatunk hat alapvető megközelítést a klímaválság megoldására. Közöttük számos átfedés van, de minden kategória felfedezések és újítások egész sorát tartalmazza. A „Cselekvés és kapcsolódás” című fejezet bemutatja, hogy milyen kreatív és hatékony módsze-

rekkel érhetnek el eredményeket az emberek, a közösségek, a vállalatok, a szomszédok, a megyék, az iskolák, a szervezetek és az országok.

Napjainkban nem a megoldások hiánya, hanem a képzelőerő hiánya az, ami visszatart bennünket. Ha pesszimistának vagy kishitűnek érezzük magunkat, olvassuk el a könyvet vagy legalább egy részét, majd lapozzunk a végére. Lehet, hogy megváltozik a véleményünk.

Méltányosság. Azért ez az első, mert ebben minden benne van. A méltányosságnak minden lépésünket át kell hatnia. Az igazságosság a társadalmi rendről szól, arról, ahogyan egymással, önmagunkkal és az élővilággal bánunk. Bolygónk egy szempillantás alatt átalakult. Ha fel akarjuk számolni a klímaválságot, magunkon kell kezdenünk a változtatást, mégpedig azonnal. Az idő lényegi tényező. A társadalmi rendszerekre ugyanannyi gondoskodást, figyelmet és szeretetet kell fordítanunk, mint az ökoszisztémákra. A kettő nem hasonlítható össze, ugyanakkor elválaszthatatlan egymástól. A környezetünk állapota híven tükrözi mindazt az erőszakot, igazságtalanságot, tiszteletlenséget és bántást, amit a tőlünk eltérő kultúrájú, hitű és bőrszínű embertársainkkal szemben elkövetünk. Ahogyan Jane Goodall az „Előszó”-ban rámutat: úgy menthetjük meg az erdőket és a fajokat, ha segítünk jobb életkörülményeket teremteni az embereknek.

Csökkentés. A globális üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésének elsődleges módszere pofonegyszerű: ne eresszünk gázokat a légkörbe. Ugyanakkor ez a legnehezebb is, de hatalmas gazdasági lehetőségeket rejt magában. Jelenleg irdatlan mennyiségű fosszilis tüzelőanyagot égetünk el. Világszerte naponta 100 millió hordó kőolajat, 21 millió tonna szenet és 10 milliárd köbméter földgázt égetünk el, ami összességében évente 34 milliárd tonna szén-dioxidot juttat a légkörbe. Komoly kihívás felváltani a szenet, a gázt és az olajat, amelyektől jelenleg ilyen nagymértékben függünk. A csökkentés a mezőgazdaság, az élelmiszer-termelés, az erdőirtás, az elsvatagosodás és az ökoszisztémák lerombolása során felszabaduló szén-dioxid és metán kibocsátásának leszorítását is magába foglalja. Ennek egyik kulcsa a szél- és a napenergia, kritikus pontjai a megújuló energia tárolása és a mikrohálózatos elosztása, melyeket most fejlesztenek. Kevesebb szó esik róla, pedig ugyanilyen fontos, hogy csökkentsük az energia- és anyagfelhasználást. A csökkentési megoldások közé tartoznak az elektromos járművek, a mikromobilitás, a szénpozitív épületek, a gyalogosbarát városok, a szénszemleges építészeti, az élelmiszer-hulladék visszaszorítása és a következő kategória: a védelem.

Védelem. A védelem egyet jelent a megórással és a megbecsüléssel. A könyvben találunk esszékét beporzókról, ökológiai folyosókról, hódokról, élőhelyekről, biorégiókról, tengerifüvekről, vándorlásról és legeltetésről is, pedig a klímaválság megoldásáról általában nem ezekre a témákra asszociálunk.



Hogyan lehetséges, hogy ezek a klímaválság legfontosabb megoldásai közé tartoznak? Úgy, hogy nélkülözhetetlenek azoknak a biológiai rendszereknek a fennmaradása szempontjából, amelyeket erősíteniünk és óvnunk kell. A szárazföldi növények 3300 billió tonna szenet tárolnak a föld alatt és a föld fölött. Ez nagyjából négyszer annyi, mint amennyi a légkörben található. Ez a szénmennyiség erdőkben, tőzeglápokon, mocsarakon, füves pusztákon, mangrovékban, az ár-árpály zóna sós mocsaraiban, termőföldeken és legelőkön van lekötve, és fontos lenne, hogy ott is maradjon. Mégis, ezeknek az ökoszisztémáknak egy része évről évre elpusztul, átalakul vagy elvész. Ez százalékos arányban viszonylag kevés, de az évek során összeadódik. Ha az ökoszisztémák leromlanak vagy megsemmisülnek, a föld alatt és fölött élő növények és mikroorganizmusok elpusztulnak, a lebomlásuk során szén-dioxid kerül a légkörbe. Ha a szárazföldi társulások 10%-át elveszítjük, ez 100 ppm-mel növelheti a légköri szén-dioxid koncentrációját. A védelem az ökoszisztémák egészséges működésének megővését jelenti, ami által több szenet kötnek meg. Ha egy ökoszisztéma összeomlik, az ott élő madarak, hüllők, emlősök, rovarok és egyéb állatok elvesztik az élőhelyüket. Ez a fajok kihalásának elsődleges okozója. És fordítva: ha az erdeinket, mocsarainkat vagy füves pusztáinkat benépesítő fajok kihalnak, akkor az ökoszisztémák összeomlanak. A felületes szemlélő számára úgy tűnhet, hogy a kolibriknek, a szendereknek és a cápáknak vajmi kevés közük van a klímaváltozáshoz, de ennek épp az ellenkezője igaz. A biodiverzitás, az ember, a föld, a kultúrák, az óceánok és az éghajlat elválaszthatatlanok egymástól.

Megkötés. Természetes szén ciklus működik a Földön több száz millió éve. A szén bekerül a légkörbe, majd újra kilép onnan. Az erdők, a növények és a fitoplankton felveszik a szén-dioxidot, és oxigénné és szénhidráttá alakítják. Az általunk kibocsátott szén nagyjából 25%-át az óceánok nyelik el. Ennek egy részéből épül fel a halak, moszatok, bálnák, kagylók és a fókák teste, de a nagyobbik része szénssavvá alakul át, s lassan ható méregként elpusztítja a tengeri élővilágot és az óceánt. Az ember elsősorban a talajmegújító mezőgazdálkodás, az irányított legeltetés, az erdők megmentése, az erdősítés, a tönkretett termőföldek helyreállítása, a mangrovék újraültetése, a mocsarak visszaállítása és a meglévő ökoszisztémák védelme útján járulhat hozzá a szén megkötéséhez. Nem a gyakran emlegetett nettó nulla kibocsátás a cél, hanem az, hogy a légköri szén-dioxid szintjét az iparosodás kora előtti szintre szorítsuk vissza.

Nyomásgyakorlás. Idetartoznak a törvények, a szabályozások, a beruházási támogatások, az irányelvek és az építési szabályzatok. Például az egy dolog, ha önként lemondunk a műanyag zacskók használatáról, de még jobb, ha betiltják az egyszer használatos műanyagot. Miközben mindannyian a saját magunk által okozott hatást igyekszünk megvizsgálni és módosítani, bepillantást nyerünk a káros folyamatok, termékek és szolgáltatások okaiba és forrásaiba. A már használatos műanyagok okozta szennyezést és károkozást már nem tudjuk megakadályozni. Az okokat a folyamat elején kell keresni, és erre összpontosítani az erőfeszítéseket. Például kezdehetjük az iskolánknak, a városunk vagy a vállalkozásunk beszerzési szabályozásával és szokásaival. Vállalatoknak és szakmai szervezeteknek küldött levelek, e-mailek és üzenetek útján is gyakorolhatunk nyomást. Avagy fordulhatunk szóban vagy írásban az önkormányzati képviselőkhöz, az állami törvényhozókhoz és a parlamenti képviselőkhöz is. Hirdethetünk bojkottot és tiltakozó akciókat. Az egyes ember nem tudja megváltani a világot. De ha sokan összefognak, a változás igenis elérhető.

Támogatás. Az éghajlat, a társadalmi igazságosság és a környezet gyakorlatilag minden területén vannak hozzáértő, élenjáró szervezetek, amelyek felhalmozott tudásuknak és kapcsolatrendszerüknek köszönhetően a változások hatékony motorjai lehetnek. A „Cselekvés és kapcsolódás” című fejezetben megtalálhatók a világszerte valódi regenerációs tevékenységet végző szervezetek listái. E szervezetek vezetői gyakran nagyon korlátozott erőforrások fölött rendelkeznek, mégis a kormányokat és a nagyvállalatokat megszégyenítő eredményeket érnek el. A listákat helyre, ökoszisztémára, fajokra, társadalmi igazságosságra, élelmiszerre, szennyezésre, vízre stb. lebontva közöljük. A kívánt földrajzi elhelyezkedésű és a kívánt területen tevékenykedő szervezetek könnyen és gyorsan megtalálhatók. ●

Fiatál brama kuvikok (*Athene brama*) csoportja az indiai Tamilnádban.

Olvasói útmutató

Van-e különbség a klímaváltozás és a globális felmelegedés között?

A globális felmelegedés konkrétan a hő felhalmozódását jelenti a Föld légkörében, a talajban és az óceánokban az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának megnövekedése következtében. A klímaváltozás ugyanakkor változások szélesebb körét jelenti, többek között az esőzések megváltozását, az aszályt, a jégsapkák megolvadását, az emiatt fellépő árvizeket. Ezeket részben az okozza, hogy a melegebb légkör több vízgőzt tud tárolni.

Mennyire melegedett már fel a Föld?

A 2020-as felszíni átlaghőmérséklet $0,98^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb az iparosodás előtti átlaghőmérsékletnél. Az 1980-as évek óta az átlaghőmérséklet évtizedenként $0,18^{\circ}\text{C}$ -kal növekedett.

Pontosak-e a globális felmelegedésre vonatkozó előrejelzések?

A globális felmelegedés jelenlegi növekedése megfelel a 30 évvel ezelőtt készült tudományos hőmérsékleti előrejelzéseknek. Ugyanakkor a tudomány nem látta előre a felmelegedés minden következményét. A vártnál nagyobb ütemben olvadnak a sarki jégsapkák, emelkedik a tengerszint, és súlyosbodik a szárazság.

Mikor fedezték fel a globális felmelegedés jelenségét?

1824-ben Joseph Fourier francia fizikus és matematikus megmutatta, hogy a légköri gázok elnyelik és visszatartják a hőt. 1856-ban Eunice Newton Foote amerikai fizikus meghatározta, hogy a légköri gázok közül a szén-dioxidnak a legnagyobb a hőelnyelő hatása. John Tyndall ír fizikus 1859-es tanulmányában írta le az üvegházhatás jelenségét. 1896-ban Svante Arrhenius svéd tudós rámutatott, hogy a szén-dioxid szintjének növekedéséért elsősorban az ipar felelős, és a szén-dioxid koncentrációjának 50%-os növekedése $5-6^{\circ}\text{C}$ -kal növelné a hőmérsékletet világszerte. Üvegházhatású gázok nélkül Földünk fagyos, jeges kődarab lenne, és nem létezne rajta a jelenleg ismert élet. Miközben a szén-dioxid koncentrációja sokkal magasabbra nőtt, mint az emberi civilizáció történetében valaha, gyakorlatilag duplán szigeteli a Földet: több hőt nyel el, és kevesebb tud elillanni a világűrbe.

Mennyi szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gáz található a légkörben?

A szén-dioxid légköri koncentrációja jelenleg 419 ppm, ez 50%-kal több, mint amennyi az ipari forradalom kezdetén volt. Mindenesetre más üvegházhatású gázok is vannak a légkörben, többek között (a vízgőzön kívül) metán, dinitrogén-oxid és freon – közülük nagy mennyisége és erőteljes hatása miatt a metán a legjelentősebb. A gázokat a szén-dioxidhoz képest mért globális felmelegítő hatásuk szerint osztályozzák. Ebben a könyvben a többi üvegházhatású gázt a „szén-dioxid-egyenértékével” jellemezzük, ami arra utal, hogy a szén-dioxidhoz képest milyen mértékű felmelegedést okoznak 100 éves időtartam alatt. Ha ezeket a gázokat is tekintetbe vesszük, akkor az üvegházhatású gázok légköri szintje 500 ppm – ami több mint 20 millió év óta a legmagasabb a bolygónk történetében.

Mi a különbség a szén és a szén-dioxid között?

A szén egy elem. Ha egy szénatom két oxigénatommal egyesül, akkor gáznemű anyag – szén-dioxid – jön létre. A légkör széntartalmát szén-dioxid formájában mérjük. A talaj és a növények széntartalmát szén formájában. Egy tonna szénből 3,67 tonna szén-dioxid jön létre.

Mennyi szén van a Földön?

Hozzávetőlegesen 121 millió gigatonna szén található a Föld felszínén vagy a felszín közelében. Ennek nagyjából kétharmada, 78 millió gigatonna mészkő, üledékek és fosszilis tüzelőanyagok formájában. A fennmaradó szénből 41 millió gigatonna az óceánban, 3300 gigatonna a szárazföldön és mindössze 885 gigatonna van a légkörben, légnemű szén-dioxid formájában.

Mennyi egy gigatonna szén-dioxid?

Egy gigatonna egymilliárd tonnát jelent. Az egy gigatonnás jégkocka minden éle hozzávetőleg egy kilométeres lenne. Évente világszerte 7,7 billió kg szenet és szénhidrogént égetünk el, és minden kiló szén elégetésekor átlagosan 0,84 kg szén-dioxid szabadul fel, így összesen 14,5 gigatonna szén-dioxidot bocsátunk ki a levegőbe.

Hogyan fordítható vissza a felmelegedés?

A globális felmelegedés három irányból orvosolható. Egyrészt csökkentenünk kell, majd idővel meg kell szüntetnünk a nettó szén-dioxid-kibocsátást. Másrészt meg kell védenünk és helyre kell állítanunk a gigászi szénraktárként szolgáló erdőket, mocsarakat, füves pusztákat, sós mocsarakat, óceánokat és a talajt. Végül pedig megkötés útján vissza kell hozni a földre a légköri szén-dioxidot.

Mit jelent a megkötés?

A megkötés azt jelenti, hogy a növények a fotoszintézis során felveszik a légkörből a szén-dioxidot, és egy részét a talajban vagy önmagukban elraktározzák. Amikor a növény szén-dioxidot köt meg, akkor oxigént bocsát ki a levegőbe, a szenet pedig vízzel együtt cukrokká alakítja. Ezek a cukrok táplálják a növényeket, a gyökereket és a talajban élő mikroorganizmusokat. Gyakorlatilag minden ökoszisztéma – a füves puszták, az óceánban élő moszatok, a mangroveerdők, az erdők és a tőzeglápok is – aktívan köti meg a szenet. Léteznek a szén megkötésére mesterséges módszerek is, például a közvetlen szén-dioxid-leválasztás és -tárolás, de egyelőre még nem tudjuk, hogy ezek a technikák nagyüzemileg praktikusak és megfizethetők lesznek-e.

Mit nevezünk párizsi éghajlatvédelmi megállapodásnak?

Az ENSZ által a világ fővárosaiban, éves rendszerességgel megrendezett konferencia keretében (Conference of the Parties, COP) a részt vevő felek különféle lépéseket határoznak meg a globális felmelegedés megelőzésére. 2016-ban, egy évvel a Párizsban megrendezett COP 21 után megállapodás született arról, hogy a 191 részt vevő ország csökkenti a kibocsátását a globális felmelegedés 1,5 °C alatt tartása érdekében. Ezt nevezzük párizsi éghajlatvédelmi megállapodásnak.

Hogyan áll jelenleg a világ a párizsi éghajlatvédelmi megállapodással?

A 191 aláíró ország közül csak nyolc tűzte ki az eredeti 2 °C-os célt, és kettő az 1,5 °C-osat: Marokkó és Gambia. A G7-országok – az Egyesült Államok, Kanada, Franciaország, Németország, Olaszország, Japán és az Egyesült Királyság – közül egyik sem tűzött ki a párizsi éghajlatvédelmi megállapodással összhangban álló célokat.

Milyen mértékegységeket használunk?

Az SI-mértékegységrendszert.

Óceánok

An aerial photograph of a turbulent ocean. The water is a deep, dark teal color, with intricate white foam patterns swirling across the surface. A bright, multi-colored rainbow is visible in the upper left quadrant, arching over the churning water. The overall scene conveys a sense of immense power and natural beauty.

Az óceánok szenvedik el az emberi tevékenységek leg-súlyosabb következményeit a bolygón, mégis ide irányul a legkevesebb figyelem. A népesség 10%-a közvetlenül a halászatától függ, és további hárommilliárdan a fehérjebevitelük legalább 20%-át az óceánokból fedezik. Ennek ellenére a legtöbben nincsenek tudatában, hogy milyen gyorsan alakítja át az óceánokat a globális felmelegedés és a féktelen szennyezés: a felmelegedés, az elsavasodás, a ragadozók túlhalászása és az ellenőrizetlen kémiai és műanyagszennyezés hatására felborul az egyensúlyuk.

Az óceánok a Föld legnagyobb széntárolói. 12-szer annyi szén raktároznak, mint a szárazföldek és 40-szer annyit, mint a légkör. Az óceánok vették fel a légkör felmelegedésének 93%-át és a szén-dioxid-kibocsátás 25%-át, emiatt felmelegedtek és elsavasodtak. A tengervíz pH-ja ugyanis csökken, amikor a légköri szén-dioxid feloldódik benne. Az elsavasodás hatására lecsökken a karbonátionok koncentrációja a vízben, márpedig számos élőlény – többek között az óceán szénmegkötő képességében kulcsszerepet játszó fitoplanktonfajok – szilárd váza ebből épül fel. Az óceánok szén- és hőmegkötő képessége a határához közelít. Világszerte hőhullámok tapasztalhatók a vizekben; hatalmas területeken melegebb a víz, mint a történelem során bármikor. 2020-ban a kaliforniai partoktól nyugatra, egy Kanada méretű területen a szokásosnál közel 4 °C-kal melegebb vizet mértek. Az óceán felmelegedése a halállomány jelentős csökkenéséhez, ezáltal a vízimadarak és a tengeri emlősök tömeges pusztulásához vezethet. Ezenkívül a korallok tömeges kifehéredését és a fitoplankton-eloszlás felborulását vonhatja maga után.

Az óceán lett a környezetszennyezés leg-súlyosabb károsultja. A tengeri műanyagszennyezés 80%-a a szárazföldről származik, a maradék a hajózásból, a halászatból, az olajfúrásból és a közvetlen szemétkibocsátásból. A parti vizek több ezer különböző típusú szennyeződést tartalmaznak, többek között ipari és mezőgazdasági vegyszereket, kőolajszármazékokat, növényvédő szereket, gyógyszereket, kezelt és tisztítatlan szennyvizet, nehézfémeket és utcai hulladékot. Évente akár 12 millió tonna műanyag-hulladék köt ki az óceánokban. Ennek rövid és hosszú távú hatásait még csak most kezdjük megismerni.

Az óceánok és a légkör elválaszthatatlanok egymástól. A sarkvidékeken, ahol hidegebb a víz, és több szén-dioxidot tud megkötni, sósabb és sűrűbb is. Ez a sűrű, szén-dioxidban gazdag víz az óceán legmélyebb régióiba süllyed le, ahonnan azután az áramlások az óceánok minden sarkába elviszik, a benne megkötött szén-dioxiddal együtt. Az áramlásokban csak úgy nyüzsögnek az élőlények, amelyek felveszik, a táplálékláncba bekapcsolják, és végső soron megkötik a szén-dioxidot. Első körben a felszínen lebegő fitoplankton veszi fel a gázt. A fotoszintézis során e mikroszkopikus méretű cianobaktériumok és algák a napfény segítségével szén-dioxidból és vízből állítják elő saját szerves anyagaikat. Ezek az autotrófok alkotják az óceánok táplálékláncának

alapját. A fitoplankton táplálékforrással szolgál mindenféle élőlénynek, a mikroszkopikus zooplanktontól kezdve a rákokon át egészen a halakig. A kisebb állatokat a nagyobbak fogyasztják el, így a szén a tápláléklánc minden tagjának szervezetébe beépül.

Bár minden tengeri faj teste tartalmaz szenet, a fitoplankton kimagaslik közülük: világszerte 0,5–2,4 milliárd tonna szén tárol. Ez majdnem annyi, mint amennyit a Föld összes fája, fűféléje és egyéb szárazföldi növénye raktároz. Míg a tengeri állatok a legtöbb fitoplanktont elfogyasztják, egy kis, de fontos része elpusztul, lesüllyed, és a tengerfenék üledékeiben hosszú távon elraktározott szénkészletek részévé válik. Szinte kizárólag az apró fitoplanktonnak és néhány mikroszkopikus állatfajnak köszönhető, hogy a szén a mélytengerekbe jut, s ezáltal hosszú távon kivonódik az óceánokból és a légkörből.

A tengeri állatok kulcsszerepet játszanak az óceán szén ciklusában: szenet építenek be a szervezetükbe, és kibocsátják, amikor lelegeznek, ürítenek és elpusztulnak. Néhány faj, például a bálnák, hatalmas mennyiségű szenet halmoznak fel a testükben, amely haláluk után lesüllyed az óceánok mélyére. Ráadásul az ezen gigantikus állatok ürülékében található tápanyagok és szén táplálja a fitoplanktont és a tápláléklánc alján elhelyezkedő apró állatokat. Ezek további szenet vonnak ki a vízből és a légkörből, és táplálékul szolgálnak újabb élőlényeknek.

Az óceánokkal kapcsolatban leginkább a védelem kérdése merül fel: hogyan akadályozzuk meg az évről évre fokozódó pusztulásukat, szennyezésüket és elsavasodásukat? Ebben a fejezetben olyan módszereket derítünk fel, amelyek az óceánok védelme és helyreállítása mellett az emberi szükségleteket is kielégítik. Bolygónk felszínének 70%-át óceánok borítják, ezért a bennük rejlő lehetőségek hatalmasak és globálisak. Fontos lépés lenne, ha nem használnánk többé szemétkibocsátókat az óceánt.

Második lépésként védett tengeri területeket kellene létrehozni, ahol betiltják a halászatot, a bányászatot, az olajfúrást és a tenger kiszippolyozásának minden egyéb formáját. Ha kulcsfontosságú tengeri területeket érintetlenül hagyunk, az élővilág újra kivirul, ráadásul nemcsak a védett területeken, hanem a környező vizekben is. Ha felfüggesztjük a beavatkozásokat, lehetővé tesszük a halak, a hínárok, a fitoplankton és a kagylók megsaporodását, mivel az óceánok képesek a megújulásra. Szárba szökkent egy olyan mozgalom is, amelynek képviselői visszatérnek a tengerhez, és jó gazda módjára segítik az óceáni rendszerek helyreállítását. Módszereik egyrészt hozzájárulnak a szén megkötéséhez, másrészt milliárdokat látnak el élelemmel. ●



Védett tengeri területek

Abennszülött népek évezredek óta békében éltek együtt az óceánnal, és élvezték az áldásait. A csendes-óceáni szigetvilág kultúráit a korallzátonyok egészséges halállománya, a kaliforniai partok mentén húzódó Csatorna-sziget őslakóit a tengeri fülcsiga, míg az aleutokat a Bering-tenger tengeri emlősei látták el bőséges étellel. Amikor a spanyol telepesek először megérkeztek a Karib-tengerre, annyi tengeri teknős ütközött a hajóiknak, hogy a kapitányok a hajónaplóikban veszélyes dörömbölésről számoltak be. „Úgy tűnt, mintha a hajók zátonyra futnának rajtuk. Szinte fűrödtünk bennük” – írta Andrés Bernáldez 1494-ben, Kolumbusz második expedícióján. Amikor a velencei felfedező, John Cabot társaival 1497-ben Kanada partjainál, a később Grand Banksnek keresztelt területen halászott, a matrózok csak leeresztettek egy kövekkel megterhelt fonott kosarat a vízbe, és amikor felhúzták a fedélzetre, csak úgy nyüzsgött benne a tőkehal. Amikor a holland felfedezők megérkeztek arra a területre, ahol ma New York van, az egész szigetet osztrigatelepek övezték. Az osztrigák egészen a 20. század közepéig egyet-

len hét alatt megszárták és megtisztították a Cheseapeake-öböl vizét. Mára nagyrészt eltűntek, és a műtrágyamaradványokkal és a sertésenyésztés hulladékával szennyezett Cheseapeake-öböl vize mérgezővé vált. A sós mocsarak visszatartották a hurrikánokat New Orleans déli részéről. A mangrovék megtörték a cunamik lendületét Dél-Ázsia-szerte, a korallzátonyokon pedig gazdag ökoszisztéma alakult ki a Lizard-sziget, Queensland, Bonaire-sziget partjainál és a Karib-tenger déli részén. Napjainkra a teknősök, tőkehalak és korallak száma megcsappant, sok helyről el is tűntek. Egy bűvárszemüveggel és bűvárpipával felszerelt, nyaraló gyerek szemében még mindig mesésen gazdagnak tűnik a víz alatti világ, miközben már csupán ámyéka annak, amilyen egykor volt. Csak közben megváltozott az összehasonlítási alapunk. Amit ma létezőnek és lenyűgözőnek látunk, az nyomába sem ér annak, amitől annak idején leesett a gyarmatosítók álla, és amit a bennszülöttek ismertek, élveztek, és amivel fenntarthatóan gazdálkodtak. Ez ugyanúgy igaz arra is, hogy mit tekintünk „normális” időjárásnak.



A védett tengeri területek (Marine protected areas, MPA) az óceánok és a tengerpartok természetnek visszaadott, nagyobb zónái. A háborítatlanság hatására a lepusztult, túlhalászott tengeri és tengerparti ökoszisztémák új erőre kapnak. Az MPA-k növelik és helyreállítják a biodiverzitást, a fajok és ökoszisztémák buja gazdagságát, a cápától egészen a tengerifűig. Ha jó a tervezés és a végrehajtás, akkor megóvják a városokat a viharkároktól, a hurrikánoktól és a tengerszint emelkedésétől, és magát az óceánt a további elsavasodástól. Jelenlegi helyzetünkben talán a legfontosabb, hogy az élő növények és állatok megkötik és több száz évre elraktározzák a szénét.

De nem minden MPA egyforma. Némelyiknek az a célja, hogy növelje a határain túl élő halpopulációkat (ez a túlsordulás jelensége), más, általában parti területeknek pedig az, hogy a szénét megkötve, eltemetve tartsák. A partközeli – zöld óceánnak is nevezett – zónák és a nyílt, avagy kék óceáni területek is eltérnek egymástól. A tudósok széles körben folytatott kísérletek során arra a következtetésre

jutottak, hogy ha 2030-ra a bolygó tengereinek 30%-a védelem alá kerül – ez a „30-ra 30” megközelítés –, akkor megáll, sőt visszafordul a halállomány csökkenése, fokozódik a széndioxid megkötése, és a fitoplankton még több oxigént termel nekünk, szárazföldi élőlényeknek. (Minden második lélegzetvételünket a hosszan tűrő tengereink szponzorálják.)

Az óceánok és a part menti területek védelme dőcögösen indult. Az első mozgalom csak 1966-ban jött létre a tenger védelmére. A bennszülöttek közben már évszázadok, sőt évezredek óta közösségi alapon gazdálkodtak a helyi tengeri erőforrásokkal. Például Hawaiiin a *kapu*, Palaun pedig a *bul* nevű korlátozást alkalmazták, azaz meghatározott halfajok halászatát bizonyos időszakokban betiltották, hogy az egészséges halállomány tartósan fennmaradjon, és a közösség javát szolgálja. A túlhalászás miatt viszont a 21. század elejére a nagy testű, ragadozó halak 90%-a eltűnt a világ óceánjaiból, és a halállomány 30%-a biológailag fenntarthatatlan szintre csökkent. Egyszerű, merész és erősen vitatott volt az a javaslat, hogy a helyzetet tengeri rezervátumokkal oldják meg: ahol tilos a hal- és a kagylóhalászat, valamint az ipari felhasználás, például a tengerifű vagy a homok kitermelése. Az ötlet azonban bevált. Igaz, a tőkehal és a kaliforniai szardínia nem tért vissza, mivel az ökoszisztémák kimerültek. Más fajok esetén azonban a védett tengeri területek partjain ikrák, lárvák, halivadékok nyüzsgő sokasága jelent meg, és a rezervátumok ellen többségében hevesen tiltakozó halászok legnagyobb csodálkozására a környező területeken nőtt a halállomány – mégpedig gyakran jelentős mértékben. Hasonló eredményekkel járt a válogatás nélkül minden tengeri élőlényt megfizető halászati technikák felszámolása, például az eresztőhálók és a horogsoros halászat betiltása a rezervátumokon kívül és az országok felségvizein is.

Mi a tengeri rezervátumok sikerének titka? Először is a védelem: teljes háborítatlanságot kell biztosítani. Ha engedélyezik a halászatot vagy a kitermelést, akkor meggyengül, sőt akár össze is omlik a rendszer. Az olyan alapvetően fontos fajok, mint a cápák és a vidrák védelme, segít az egyensúly és a rend helyreállításában. A nyílt óceán jelenleg szabad préda: bárki halászhat, akinek van rá módja. Elsősorban a kínai ipari halászati flották élnek a lehetőséggel. Ugyanakkor a tengerpart környéki rezervátumok könnyen az orvhalászok áldozatául esnek, hacsak nem élveznek szigorú védelmet. Csökkenteni kellene a nagy flották számát és ellenőrizni a fennmaradókat, hogy betartsák-e a szabályokat. A gazdagabb országok rezervátumait általában könnyebb megvédeni a jobb anyagi és szabályozási háttérnek köszönhetően. Azokban az országokban, ahol egy-egy falu vagy régió túlhalásztá az állományt, az alternatív jövedelemforrások létrehozása

Közönséges levesteknősök (*Chelonia mydas*) egy kis, tengerparti üregben összezsúfolódva napoznak naplementekor. A tengeri teknősökre általában nem jellemző, hogy parton pihengessenek, kivéve a Hawaiiin és az Ecuadorhoz tartozó Galápagos-szigeteken élőket.

segíthet a helyreállításban. A Mexikó csendes-óceáni partjainál található Cabo Pulmó-i rezervátumot például éppen a helyi halászok petíciója következtében hozták létre. Látnyos sikerrel jártak: a rezervátumon belül élő halak tömege több mint négyszeresére nőtt, a halászat a rezervátum környékén jelentősen eredményesebb lett, és számos lakosnak nyújt megélhetést a járőrözés és a karbantartás a rezervátum vízi és parti területein – ami hasonló az afrikai nemzetipark-őrök munkájához. Ráadásul az idegenforgalom is fellendült. A helyi lakosság elkötelezettsége létfontosságú a világ minden részén, a Fülöp-szigetektől Gabonig.

Másodszor, a méret alapvetően fontos: a sikeres védelemhez 100 km²-nél nagyobb területre van szükség. A csupán a látszat kedvéért és politikai népszerűség növelése céljából létrehozott apró rezervátumokból ugyanis túl könnyen elvándorolnak a halak, a halivadékok és a lárvák. Még jobb, ha mély víz vagy homok is övezi a rezervátumot.

Harmadszor, a regenerálódáshoz idő kell. Erre általában 10 évet jelölnek meg. A tengeri rezervátumok lúgosítják az óceán vizét, ami ellensúlyozza az elsősorban a légköri szén-dioxid hatására fellépő savasodást. A bolygónk legnépesebb gerinces csoportját az óceán közepesen mély, a tengerszint alatt 200–1000 m mélységben, az ún. mezopelágikus (alkonyati) zónában élő halak teszik ki. Ezek napközben a zóna alján húzódnak meg, hogy elkerüljék a ragadozókat, majd éjszaka tömegesen emelkednek a felszínre, hogy plankton és egyéb apró organizmusokat fogyasszanak. A halak a mélyben emésztik meg a táplálékot lúgos gyomrukban, de a felszínre emelkedéskor ürítenek, kalcitot (kalcium-karbonát kristály), ezzel ellensúlyozzák az óceánok felszínének savas kémhatását. A tudósok ezt a jelenséget „biológiai szivattyúnak” nevezik. A nyílt tengeren halászó ipari flottáknak az utóbbi időben e halak hatalmas tömege felé fordult a figyelmük, miután más fajokat már lehalásztak. Ha a nyílt óceánon is tengeri rezervátumokat hoznánk létre, ezek a halak továbbra is csökkentenék az elsavasodást. Összetett, lenyűgöző és szinte varázslatos, ahogyan a sok milliárd apró hal, amelyek létezéséről a legtöbbünknek fogalmunk sincs, részt vesz az óceánjaink kémhatásának szabályozásában.

Negyedszer, a védett tengeri területek jelentős mértékben megkötik a szenet. A szénmegkötés bajnoka az óriás barnamoszat (*Macrocystis pyrifera*). Ez alkotja azokat a hatalmas barnamoszaterdőket, amelyeknek hullámzó ágai között a természetfilmekben fókák fickándoznak és kergetnek narancssárga korallsügeket. A moszatok gyorsan növekszenek, és korán hálnak: a *Macrocystis pyrifera* ideális körülmények között naponta akár 60 cm-t is nőhet. A védett tengeri területek a tengerifűmésznek is védelmet nyújtanak. Bár mindössze a világ óceánjai 0,1%-ának fenekét borítja tengerifű, ez a növény köti meg az óceán üledékébe évente leszálló szénmennyiség nagyjából 10%-át. A part menti mangroveerdők pedig kétszer annyi szenet kötnek meg hektáronként, mint a trópusi esőerdők. Meg kell akadályoznunk a parti

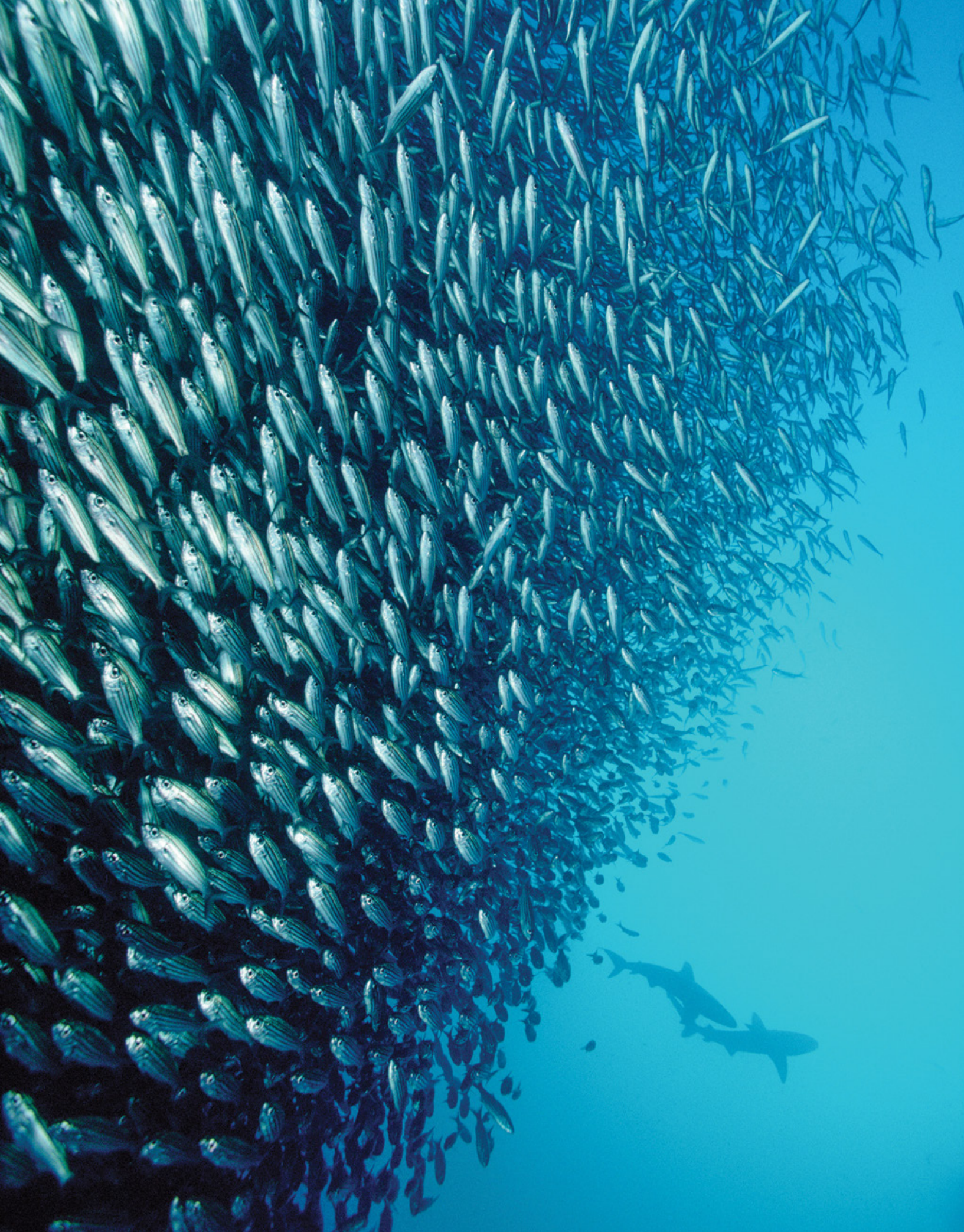
homokkotrást, a csatornák kiásását olaj- és gázvezetékek számára, a garnélarák-tenyésztést és a bányászatot, mivel mindezek tönkreteszik a jelentős mennyiségű szenet megkötő és tároló mangrovékat, osztrigatelepeket, sós mocsarakat, tengerifűmészöket és moszatokat.

A nyílt tenger, az akvakultúrát is beleszámítva, a tengeri élelmiszerforrások kevesebb mint 2,4%-át biztosítja, az óceáni halfogásnak pedig mindössze 4,2%-át. Ez a tonhalat, a chilei tengeri sügért, a vitorlaskardoshal-féléket és más, az élelmiszerrel gyakorlatilag bőségesen ellátott országok, például Japán, Egyesült Államok és Európa luxuspiaaira kifogott halakat fedi le. Jobbára Kína, Tajvan, Japán, Dél-Korea és Spanyolország bőkezűen támogatott flottái fogják ki a zsákmányt, és útjaik során rengeteg fosszilis üzemanyagot égetnek el. Megbízható adatok tanúsága szerint a nyílt tengerek halászat előli elzárását bőségesen ellensúlyozná az, ha a parthoz közeli területeken javulna a fogás.

Mivel egyre szélesebb körben ismerik el a védett tengeri területek értékét, 2000 és 2020 között 0,7-ről 5-7%-ra nőtt a védelem alatt álló vagy arra javasolt területek aránya az óceánban (szemben a szárazföldi 15%-kal). Ez tízszeres növekedést és Észak-Amerikáéval megegyező területet jelent több mint 15 ezer MPA-ban összesen. A legnagyobb amerikai rezervátum, az Északnyugati Hawaii-szigeteket övező, a korallzátonyoknak és a szigetek közötti tengerek védelmet nyújtó, 1,5 millió km²-es Papahānaumokuākea Tengeri Nemzeti Park mérete meghaladja az összes amerikai szárazföldi nemzeti park területét. A világ egyik legnagyobb MPA-ját, a Phoenix-szigetek Természetvédelmi Területét pedig a Kiribati Köztársaság hozta létre. Évről évre újabb országok állnak be a sorba – Palau, Franciaország, Argentína, Chile, Peru, Gabon –, sokan közülük az Enric Sala oceanográfus által alapított Pristine Seas projekt keretében. Sala a Scripps Kutatóintézet tanáráként dolgozott, amikor rádöbben, hogy gyakorlatilag az óceán gyászjelentését írja meg tudományos műveivel. Ennek hatására felmondott, és a nonprofit National Geographic Society támogatásával megalapította a Pristine Seas projektet, amelynek hatására több mint 5 millió km²-nyi óceán került védelem alá. Minden MPA egyedi és konkrét célokat szolgál. A rezervátum hatékonyságának fokmérője az itt élő halak és más tengeri élőlények biomasszája.

Az MPA csekély technológiai háttérrel igénylő, költség-hatékony stratégia a szén megkötésére és a világ partvidékeinek védelmére, helyreállítására. Kontinenseink 600 ezer km hosszú partvonala ad otthont az emberiség egyharmadának. Háromszoros nyereséget jelent, ha 2030-ig a világ óceánjainak 30%-a védelem alá kerül: több vadon élő hal tudja táplálni a növekvő népességet, helyreáll a biodiverzitás, és több szén kerül lekötésre. ●

Galápagosi csikos sügerek (*Xenocys jessiae*) raja és két galápagosi szírticápa (*Carcharhinus galapagensis*) 15 m mélyen, Galápagos-szigetek, Ecuador.





Moszaterdők telepítése

Képzetben öltünk bűvárruhát, és merülünk le a Monterey-öböl sziklás tengerparti vizébe. Egy-két méterrel mélyebben már halványul a fény. Itt már a páfrányhoz hasonló, lusta hullámszerűsükkel a tengeráramlatokat csillapító tengeri növények árnyékába kerültünk. Leveleik 30 m-es szárból, óriás moszathínárok tönkjeiből – a fatörzsek vízi megfelelőiből – ágaznak el. Búvárszemüvegünkön át a tengerfenéket az éggel összekötő foszlott köteleknek látszanak.

A tenger gyorsabban képes megkötni a szenet, mint Amazónia legbujább esőerdői. Az óriásmoszat-erdőket barna „makroalgák” alkotják. Ez a kifejezés 14 ezer különböző barnamoszatfajt takar, de sok vörös- és zöldmoszat, például a szushihoz használatos nori és az algasalátában található vakame is ide tartozik. Egyetlen négyzetméternyi egészséges makroalga évente több mint 10 kg szén-dioxidot képes megkötni a légkörből. A Monterey-öböl óriás moszatjai egyetlen nap alatt több mint 60 cm-t nőnek.

Ez azonban még nem minden. Fontos különbség van a tengeri és a szárazföldi erdőkben megkötött szén között. A szárazföldi erdőkben tárolt szén végső soron visszakerül a légkörbe, amikor a levelek és a faanyag lebomlik. A tengeri erdők viszont szerves szénből és oldott szerves szénből álló apró darabokat hullajtanak el, ahogyan az ember is levedli az elhalt hámsejteket. Emiatt a tengeri erdők egyfajta futószalagként az óceán mélyére juttatják a szenet, ahol hosszú évszázadokra vagy évezredekre (ha nem tovább) ülepsznek le, és többé nem járulnak hozzá az üvegházhatáshoz. Tehát a tengeri erdők területének növelése jó eséllyel állítja helyre ezt a természetes folyamatot, és nagyobb eséllyel vonja ki a szenet a körforgásból, mint a szárazföldi növényzet.

Kezdetnek célszerű lenne a tengeri moszatnövényzetet visszatelepíteni azokra a helyekre, ahol régen éltek moszatok, de jelenleg már nincsenek. Az Egyesült Államok nyugati partjának sok szakaszán az elmúlt évtizedekben kétszer is megtizedelték a moszaterdőket. Az első fázis a 20. század első felében, az ipari földművelés megjelenésekor zajlott. Az 1850 és 1900 között készült amerikai geodéziai felmérések térképeinek tanúsága szerint a moszatok első megcsappanása időben egybeesett az ipari mezőgazdaság megjelenése miatti eliszaposodással és vízszintemelkedéssel. A fiatal moszatok nem tudtak a mélyebb vízben növekedni. A második visszaesés az elmúlt évtizedben, az óceán felmelegedése miatt következett be, amikor egy Alaszka felől érkező nagy meleg víztömeg elfojtotta a Kalifornia-áramlat feláramlását, ezt pedig 2015–2016-ban az eddigi leghevesebb El Niño követte. A hideg áramlat elfojtása megfosztotta a moszatokat a tápanyag-utánpótlástól. A meleg víz ráadásul a tengeri sünök anyagcseréjét is felpörgette. Ezen hatások összjátéka az Észak-Kaliforniától Santa Barbaráig terjedő, egykor buja moszaterdők jelentős részét tengeri sünök lakta terméketlen pusztává silányította. Ezek a tüskés állatok a moszatok gyilkosai: elrágják a moszatokat a tengerfenékhez rögzítő szárazakat, így a növénytelepek sodródni kezdenek, végül elpusztulnak. Több évtizedes ökológiai vizsgálatok igazolják, hogy a tengeri sünök természetes ellensége, a tengeri vidra kipusztítása is hozzájárult a moszatok eltűnéséhez.

A tengeri vidra a menyétfélék legaranyosabb képviselője, de vesztere neki van az egész állatvilágban a legsűrűbb és legselymesebb bundája: bőrének egy négyzetcentiméterén 150 ezer szőrszál található. Puha aranynek nevezett, értékes

prémjéért 1741 és 1911 között, a nagy prémvadászat idején komoly hajsza folyt, amikor az orosz, spanyol és amerikai őslakos vadászok több százezer vidrát mészároltak le. Az Alaszka partjainál fekvő Aleut-szigetektől a Csendes-óceán partja mentén egészen a kaliforniai Santa Barbaráig zajlottak a hajtóvadászatok, amelyek eredményeképp a tengeri vidrák állománya világszerte 2000 példány alá esett vissza. Vidrák hiányában a Csendes-óceán északnyugati részének egykor dúsan tenyésző moszaterdeit bőszen irtják a globális felmelegedés és a tengeri hóhullámok hatására megnövekedett étvágyú és felgyorsult anyagcseréjű, ugrásszerűen megnőtt egyedszámú tengerisün-populációk.

Miközben a tengerividra-populáció növelésének és a moszaterdők helyreállításának a természetvédelem és a klímaválság-kezelés egyik elsőrendű feladatának kell lennie, a tenger nem erdősíthető bárhol. A moszatoknak sekély, sziklás tengerfenékre és hűvös, tápanyagban gazdag vízre van szükségük. A tengeri erdők akkor lehetnek segítségünkre a klímaválság elleni küzdelemben, ha azokba a partközeli vizekbe is moszatot ültetünk, amelyekben magától a tengeri sünök hiánya ellenére sem terjedne el. Ezt a folyamatot segítheti a moszaterdők telepítése. Ahogyan a szárazföldön is lehetséges erdősítés olyan helyeken, ahol emberi segítség nélkül nem alakulna ki erdő, tengeri erdőt is telepíthetünk közel üres óceáni területekre, ahol normális körülmények között nem telepedne meg.

A tengeri növényzet telepítéséhez nincs szükség modern technológiára. Már a 15. században is termesztettek makroalgát algafarmokon. 1670-ből származó beszámolók szerint japán gazdák a Tokiói-öbölben bambuszrudakat szúrtak le, hogy a fiatal tengeri moszatok meg tudjanak valamin telepedni a sekély, iszapos vízben. Azután a bambuszrudakat a tölcseirtorkolatokba vitték, hogy a tengeri moszat tápanyagban gazdag vízbe kerüljön. Az egyszerűnek tetsző módszer a tengeri növényzet telepítésére vonatkozó minden lényeges feltételnek megfelel: stabil alapot, bőséges napfényt, hűvös vizet és magas tápanyagtartalmat egyaránt biztosít a moszatok számára. A Tokiói-öböl gazdái elsősorban az élelmiszer-termelésre koncentráltak, a modern tengeri gazdák viszont az új technológiák és igények ismeretében nagyobb perspektívában gondolkodnak, többek között abban, hogy több gigatonna szenet köthetnek meg a légkörből.

A régi idők algafarmereinek és a modern algatelepítőknek van még egy meglepő közös vonásuk: a folyótorkolatok iránti érdeklődés. Míg az előbbieket kizárólag a moszataik növekedésének felgyorsítása izgatta, addig az utóbbiak rájöttek, hogy ha a tápanyagban dúsz hordalékvízbe telepítenek moszatot, dupla hasznot hajtanak: egyrészt megtisztítják a nitrogénnel és foszforral szennyezett vizeket, másrészt éppen e két tápanyagnak köszönhetően mind a mikro-, mind a makroalgákat gyors növekedésre készítetik. Az eljárást bioextrakciónak hívják. A gazdaságokból vagy a termőföldről a csapadék által kimosott műtrágya és az ellenőrizetlen szennyvízkibocsá-

tás rengeteg tápanyaggal telíti a természetes vizeket. Ez kedvez a káros mikroalgák vagy baktériumok elszaporodásának. Bár ezek az algák és baktériumok a tengeri és édesvízi ökoszisztémák természetes összetevői, ha túlszaporodnak, a cianobaktériumok annyi toxint termelnek, ami már károsítja a halakat és a kagylókat, sőt megbetegíthet, vagy akár meg is ölhet embereket. Amikor a túlszaporodott mikroalgák és baktériumok tömegesen pusztulni kezdenek, lebomló sejtjeik elvonják az oxigént a vízből, így a partközeli tengeri élőhelyeken hatalmas holt területek keletkeznek.

A Tokiói-öböl gazdálkodóihoz hasonlóan, akik bambuszcölöpöket vertek le a tengeri moszat megtelepedésért elősegítendő, a tengerialga-tenyésztők hatalmas víz alatti platformokra igyekeznek telepíteni a moszatokat. Ezeket a platformokat – szintén a Tokiói-öbölhöz hasonlóan – a szennyezett folyók torkolatának közelébe szállítják, hogy a felesleges nitrogén és foszfor megkötésével csökkentsék a robbanásszerű algaszaporodást, és felgyorsítsák a moszatok növekedését. Ezek a moszaterdők napközben oxigént termelnek, és csökkentik az elhalt zónák kiterjedését. Ráadásul számos hal és kagyló, például a fésűkagyló, az osztriga és más kagylófajok társaságában termesztethetők, amelyek mind kiszűrlik és jó minőségű, fogyasztható fehérjévé alakítják a mikroalgát a vízből. Ez a konstrukció háromszoros hasznot nyújt: megköti a szenet, tisztítja a tengeri környezetet, és táplálékot biztosít a friss tenger gyümölcsei kedvelőinek.

Sőt a moszaterdők telepítése nem csupán a tápanyag bioextrakciójával enyhíti a nagyüzemi mezőgazdaság okozta károkat. Az óriás barnamoszatok telepítésével azonos technikával szerényebb méretű vörösmoszatok termesztethetők, többek között az *Asparagopsis* is. Ez az egyik algafaj, amely meglehetősen szupererővel rendelkezik: rendkívüli mértékben csökkenti az állattenyésztés üvegházgáz-kibocsátását. A szarvasmarhák belének oxigénszegény része normális esetben metanogén baktériumokat tartalmaz, amelyek a marha táplálékának 11%-át metánná, igen káros üvegházhatású gázzá alakítják át. A gáz azonban nem gyűlhet a végtelenségig az állat belében, így a többsége bőfőgés formájában, míg a kisebb része a másik irányba távozik. Egy tehén bőfőgése önmagában nem tartalmaz ugyan túl sok metánt, de a Földünkön több milliárd szarvasmarha, kecske, birka és egyéb kérődző él. Sőt egy becslés szerint a bolygón élő vadállatokhoz képest 14-szeres a tömegük. Összességében a szarvasmarhák emésztése a mezőgazdaság metánkibocsátásának fő

A Nagy-korallzátony, az egyetlen élő szervezet, amely a világűrből is látható. 1500 halfajnak, 4000 puhatestűnek és 500 algafajnak ad otthont, ezáltal a Földön itt a legnagyobb a biológiai sokféleség. Az elsavasodás és a felmelegedés következtében haldoklik. Tengeri algák telepítésére alkalmas platformok elhelyezése még megmentheti.

forrása. A kutatók viszont azt tapasztalták, hogy ha a tehenek takarmányának mindössze 0,5–5%-át *Asparagopsis* moszatra cserélik, az emésztésük során felszabaduló metán 50–99%-kal csökken, miközben még jobban is fejlődnek. Más tengeri növények is hasznosak lehetnek: ezek már szerepelnek a vadon élő, új-zélandi szarvasok, a Spitzbergákon élő rénszarvasok és 5000 éve az Orkney-szigeteki juhok étrendjében.

A moszaterdők telepítése olyan makroalgák ültetését is magában foglalja, mint az *Asparagopsis*, a szusitekercesek készítésére használatos nori alga és a tengerisaláta. Ezek a miniatűr tengeri erdők már széles körben terjednek. Rengeteg, part mentén élő embernek biztosítanak értelmes elfoglaltságot és megélhetést Alaszkától Tasmaniáig. A Világbank számítása szerint az algaolajipar nagyjából 100 millió munkahelyet teremthet világszerte. A farmok többnyire étkezési célra termesztik a makroalgát, de egyéb, nyereséges felhasználási célok is léteznek. Befektetői körökben elkezdődtek a spekulációk, miszerint a kozmetikai, mezőgazdasági és táplálékkiegészítő ágazat több milliárd dolláros keresletet támaszthat természetes alapanyagok egész sorára. Például a tengeri moszatokban megtalálható számos természetes olajat vitaminokban és arckrémekben már felhasználják. A makroalgákból készült biostimulátor serkenti a legtöbb virágos termény csírázását, növeli a terméshozamát és az ellenálló képességét. A moszatokkal feljavított talajban a gyökerek is jobban növekszenek.

A Climate Foundation (Éghajlatvédő Alapítvány) munkatársai az algák iránti óriási, szerteágazó és nagy haszonnal kecsegtető kereslet láttán nem hivatalos mottóként elfogadják „Az első gigatonnát mi álljuk” jelszót. Ezzel alapvetően arra utalnak, hogy pusztán barnamoszat- és vörösmoszattermékek értékesítéséből egy egész gigatonna légköri szén-dioxid megkötésének költségét fedezni tudják. Így a moszaterdő-telepítés állami támogatások, adócsökkentések és kölcsönök nélkül, nyereségesen kínál megoldást a klímaválság kezelésére. A jelszóban azonban az is benne foglaltatik, hogy nem állunk le egy gigatonna szén-dioxid megkötésénél. Miközben független értékelők megerősítik a moszaterdők ökológiai hasznát, a telepítésük felértékelődik, hiszen hasznosságuk nem merül ki az arckrémekben és a növényi biostimulátorokban való felhasználásukban. Néhány kutató szerint a Climate Foundation moszaterdő-telepítési tevékenysége szerény támogatás mellett is segíthet a légköri szén-dioxid megkötésében, élelmet biztosíthat a Föld népének, és támogathatja a moszat- és korallzátony-ökoszisztémák fennmaradását.

Becslések szerint a természetes tengerimoszat-erdők széntartalmának 11%-a végzi az óceánok hideg mélyén. Az elhalt moszatoknak ugyanis csak egy kis részét sodorja el a tenger az élőhelyükül szolgáló sekély tengerekből a mélytengerekbe. Tudatos gazdálkodással viszont a learatott moszatok akár 90%-a is szándékosan lesüllyeszthető volna a mélységbe, ahol évszázadokig, sőt évezredekig a légkörtől elzárva

marad a bennük tárolt szén. A moszaterdő-gazdálkodás ezáltal olyan hatalmas lehetőségeket rejt a klímaválság megoldására, mint maga az óceán. Képzeljük csak el, mennyi szenet lehetne megkötni, ha új moszaterdőkkel telepíthetnénk be az óceánt, és a növényi részeket lesüllyeszténénk a tenger mélyére. Visszaállíthatnánk a légkör szén-dioxid-tartalmát az ipari forradalom előtti időszak szintjére. Csak annyi a bökkenő, hogy a moszat nem terem meg a sivatagban.

Avatatlan szem számára az óceán mindenütt egyforma. Biológiai aktivitás szempontjából azonban 100–200 km-es vitorlázás olyan, mintha átruccannánk a Szaharából a Kongó-folyóhoz. Az óceán felszíne többnyire viszonylag üres. Ez fokozottan igaz a szubtrópusi területekre, ahol a mélytengerben el lehetne süllyeszteni a moszatot, így elraktározni a szenet. A moszaterdő-gazdálkodást akkor lehet nagyban végezni, ha biztosítjuk a moszatok számára szükséges négy feltételt: megtelepedésre alkalmas felület, napfény, hűvös víz és sok tápanyag. A víz alatti platformok megoldják az első két problémát, de hogyan juttassunk el bonyolult infrastruktúra nélkül hűvös, ugyanakkor tápanyagdús vizet a kopár tengeri területekre?

A Climate Foundation szerint a válasz az orrunk előtt van.

Sivatag a szárazföldön a vízhiány miatt alakul ki, ami a tengeri életet nyilván nem korlátozza. A partoktól távol eső, szubtrópusi óceánok felszíne helyett legtöbbször azért üres, mert nem tartalmaz tápanyagokat. A tápanyagban dús, elhalt plankton, állati tetemek és ürületek ugyanis a felszínről lesüllyednek a mélybe. Viszont a felszíntől nem túl távol, ahová már nem hatol le a napfény, szinte korlátlan mennyiségű hűvös, tápanyagdús vízkészletek rejtőznek. Ezek ritkán keverednek a felszíni vízzel, ezért tápanyaghiányát nem enyhítik, mivel a hűvösebb víz sűrűbb a melegebbnél. A legtöbb bűvár a saját bőrén is tapasztalta már, mennyire erőteljes az óceán rétegződése, amikor a nap által felmelegített, szabadon keveredő felszíni vizekből a csillámló „ugrórétegen” (az úgynevezett termoklinon) áthatolva alámerült a sokkal hidegebb vízrétegbe. A csillámlást a két vízréteg sűrűségkülönbsége okozza: egymástól kissé eltérő szögben verik vissza a fényt. A tenger rétegzettségét fokozza, ha a vízfelszín hőmérséklete magasabb. Sőt: a globális felmelegedés egyik káros következménye a tengervíz rétegzettségének fokozódása, és ezzel együtt az óceán termékenységének visszaesése. Ez okozta a perm időszakban a tömeges kihalást.

A moszaterdő-telepítők, még azok is, akik több gigatonna szenet szándékoznak megkötni, fő feladatukat abban látják, hogy hideg, tápanyagdús vizet hozzanak a felszínre megújuló energiával. A céljuk óceáni oázisok létrehozása a hatalmas, sívár óceáni területeken, úgy, hogy helyreállítják a természetes felfelé irányuló áramlásokat. Ezáltal ugyanis moszaterdőket telepíthetnek, amelyek segítségével több gigatonna szenet köthetnek meg, majd süllyeszthetnek biztonságosan a mélységbe. A Climate Foundation ezt a folyamatot *öntözésnek* nevezi.

Bármilyen abszurdnak hangzik is ez az óceánnal kapcsolatban, de a Fülöp-szigetektől egészen Tasmaniáig terjedő projektek keretében már megtették az első lépéseket, hogy bizonyítsák: a koncepció működik a gyakorlatban. Végző soron 1 km²-es platformokat terveznek, annyira a vízbe süllyesztve, hogy a rájuk telepített barna- és vörösmoszaterdők épphogy elérjék az óceán felszínét, így a hajók elhaladhatnak fölöttük. A tervek szerint minden platformon évente négyszer aratják le és süllyeszti a tenger mélyére az addigra több ezer tonna szemet megkötő moszatot. A pontos számot igazoló kísérletek eredményeire még várunk, de a Climate Foundation platformonként akár 3000 tonnára számít.

Ha nem volna elég, hogy a moszaterdők telepítése egy nemzedék alatt egészségesebbé varázsolja az éghajlatot, fenntarthatóbbá az állattenyésztést, és megelőzi a mérgező algavirágzást, akkor eláruljuk: mindez még ennél is több haszonnal jár. Az öntözéses moszattelepítésnek a fentiekén túl is van néhány elég látványos hozadéka.

Például orvosolhatja az Ausztrália partjainál elterülő Nagy-korallzátony károsodását. A víz alatti moszattermelő platformok hálózatán felszivattyúzott hideg víz elegendő lehet a tengeri hőhullámok ellensúlyozására – ezek idáig már a világ koralljainak több mint felét károsították, és a Nagy-korallzátony közel harmadát elpusztították.

A moszaterdők a halállomány megcsappanását is viszszafordíthatják. Ha az óceán felszínének 4–9%-át moszaterdőkkel telepítenénk be, egyes tudósok előrejelzései szerint 10 milliárd ember fehérje- és energiaszükségletét fedezhet-

nénk. A nyílt tengeren a halaknak menedékre van szükségük, hogy elrejtőzhessenek a ragadozók elől, ezért az egészséges moszaterdők környékén gazdag fogás várható. Több gigatonna légköri szén-dioxid megkötésére és raktározására egy kisebb terület is elég volna, így a globális felmelegedés visszafordítható lenne.

Persze az íróasztalnál sokkal könnyebb megtervezni 1 millió km²-nyi tenger alatti, viharoknak ellenálló moszaterdőt, mint a gyakorlatban megvalósítani. Ekkora léptékű átalakításhoz hatalmas összefogásra van szükség, arról nem is beszélve, hogy a moszattelepítés eddig kidolgozott technológiái még továbbfejlesztésre szorulnak. Ugyanakkor a legtöbb technikai akadály elhárítása már folyamatban van, hogy fenntarthatóan termesztessük és arathassuk a moszaterdőket.

Vonzó elképzelés, hogy a Monterey-öböl ringatózó moszaterdőit bárhol reprodukálhatjuk. Ezért a célért érdemes keményen küzdeni. ●

Borjúfóka (*Phoca vitulina*) a moszaterdőben (*Macrocystis pyrifera*), a kaliforniai Csatorna-szigetek egyike: Santa Barbara partjainál.

