

KAS NOTIEK

MŪSU OKEĀNOS?

Skats uz Atlantijas okeānu. Autore foto

EDĪTE SARVA

Globālā sasilšana kā liela mēroga klimatiskā izmaiņa jau gadiem nodarbinājusi neskaitāmu zinātnieku prātus. Pastāv divas galvenās teorijas par šī fenomena izcelšanos. Viena no tām apgalvo, ka globālo sasilšanu izraisa cilvēks, kura darbības rezultātā atmosfērā lielos daudzumos nonāk tādas vielas kā metāns un oglekļa dioksīds. Tas izraisa tā saucamo siltumnīcas efektu, proti, atmosfērā esošās oglekļa dioksīda un metāna molekulas absorbē no zemes virsmas nākošo infrasarkanā starojumu, kas neizkliedējas kosmosā, bet paliek atmosfērā, tādēļ temperatūra uz Zemes pieaug.

Otra teorija tiek balstīta ar Zemes periodiskajām klimata izmaiņām. Šīs teorijas piekritēji apgalvo, ka cilvēka darbība nav vainojama globālās sasilšanas norisē vai vismaz nav vienīgais faktors, kas to izraisa. Zinātnieki, kuri piekrīt šai teorijai, apgalvo, ka mūsdienās novērojamās globālās klimata izmaiņas ir vien jauna, siltāka perioda iestāšanās (un tādi Zemes vēsturē ir bijuši ļoti daudzi), ko, iespējams, paātrina cilvēka darbība. Tiesa, ģeoloģiskajos pētījumos atklātās agrākās Zemes globālās sasilšanas bija līdz pat 100 reizēm lēnākas nekā tā, ko mēs piedzīvojam pašlaik. Tas nozīmē, ka cilvēka ietekmei varētu būt nozīme globālās sasilšanas procesā.

Lai mainītu, jāizprot

Lai kura no teorijām būtu patiesa, neviens nevar noliegt, ka globālās klimata izmaiņas notiek, temperatūra uz Zemes pieaug kā sauszemes rajonos, tā arī okeānos, kuriem ir liela nozīme klimata regulācijā. Lai mazinātu cilvēku ietekmi uz klimatu, ir jāsaprot, kā notiek dažādu ķīmisku vielu aprīte dabā. Te mūs kavē, piemēram, zināšanu trūkums par daudzām barības ķēdēm okeānā, kurās iesaistīti viensūņņi, baktērijas, vīrusi un daudzšūnu planktona organismi, kā arī par ekosistēmām, ko tie veido. Ir grūti izprast, kādu ietekmi uz okeānu ekosistēmām atstās temperatūras paaugstināšanās un pH līmeņa celšanās, ko izraisa globālā sasilšana, – vai okeāna

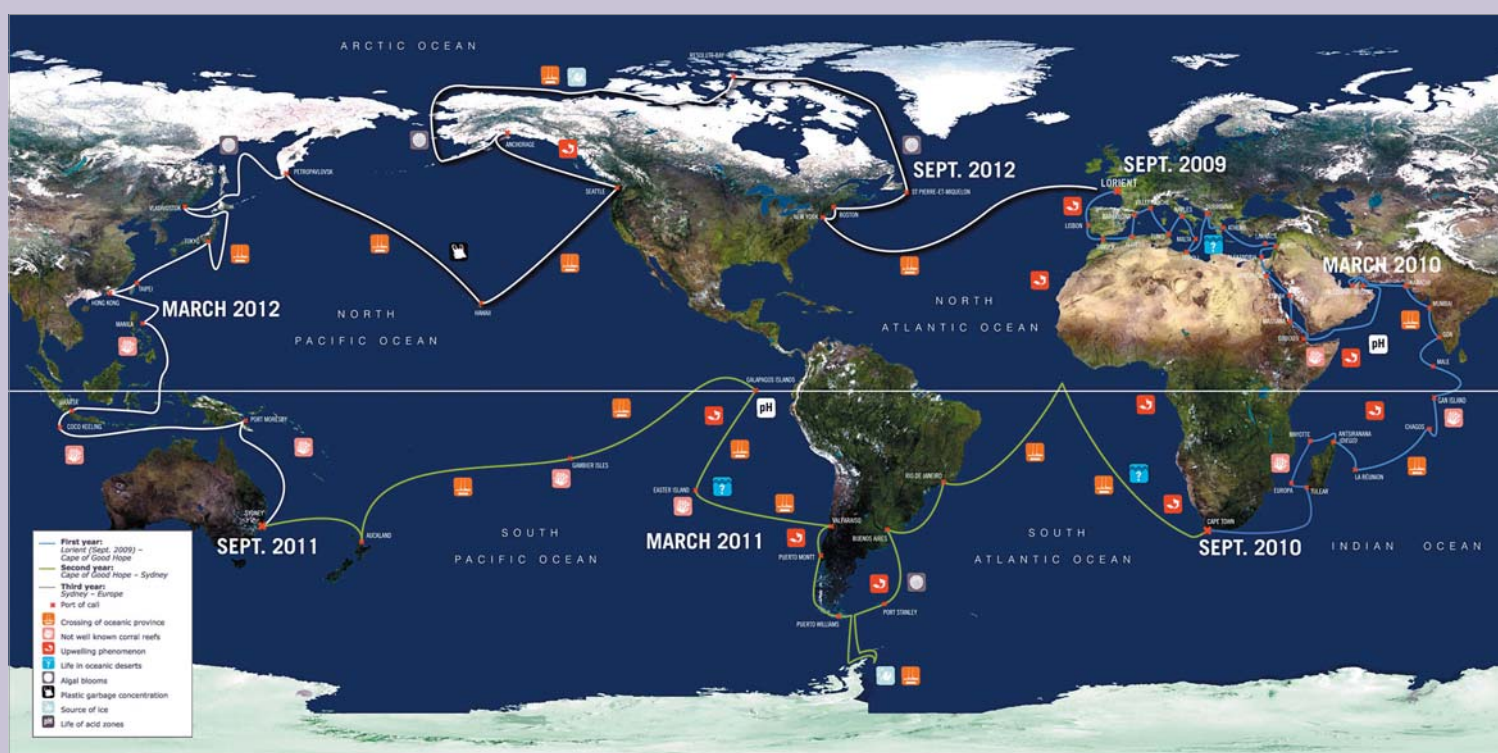
sugas migrēs un visā pasaulē veidosies invazīvo sugu monokultūras, vai notiks okeānu noplicināšanās?

Zinātnieku uzdevums šajā situācijā ir veidot pamatotus un darboties spējīgus matemātiskus modeļus, kas ļautu paredzēt globālās sasilšanas ietekmi uz klimatu, kā arī uz atsevišķām sugām un biosistēmām kopumā. Tas ļautu spriest par pasākumiem, ko nepieciešams veikt sugu saglabāšanai un cilvēku labklājības nodrošināšanai vai pat uzlabošanai. Labi izpētītām sugām šādi lokāli modeļi tiek veidoti, kamēr globālo modeļu veidošanai ārkārtīgi pietrūkst zināšanu par ekoloģisko sistēmu darbību pasaules okeānos.

Jauna pieeja okeānu bioloģisko procesu izpētei

2009. gada septembrī pēc zinātnieka Ērika Karsenti (*Eric Karsenti*) iniciatīvas tika uzsākts jauns projekts *Tara Oceans*, ko finansē Eiropas Komisija un virkne citu organizāciju. Projekta galvenais mērķis ir visai ambiciozs – izprast okeānu ekosistēmu darbības pamatprincipus un noskaidrot, kā paredzamās klimatiskās izmaiņas ietekmēs šīs ekosistēmas. Projekta ietvaros līdz 2012. gada septembrim plānots ievākt bioloģisko, fizikālo un ķīmisko pētījumu datus visos pasaulē okeānos 50 valstīs atšķirīgās okeānu ekosistēmās (1. att.).

Paraugu ievākšanai paredzēts izmantot kuģi *Tara*, kas 2008. gadā atgriezās no 16 mēnešu ilgās ekspedīcijas uz Ziemeļu Ledus okeānu. Kuģis kopš tā laika piedzīvojis vairākas pārmaiņas, tostarp ieguvis nojumi uz klāja, kur kuģa personālam patverties no sagaidāmās tropisko apgabalu svelmes (2. att.). Paši zinātnieki kuģī smaidot dēvē par peldošo laboratoriju, jo, lai cik neticami tas neizklausītos, uz 36 metrus garā un 10 metrus platā kuģa, neskaitot guļamtelpas 15 cilvēkiem, virtuvi, apspriežu telpu, noliktavu, tehniskā aprīkojuma telpām un bibliotēku, ir izvietotas arī trīs laboratorijas. Jāmin, ka 80% no ekspedīcijas zinātniskās aparātūras ir jauni prototipi, kas izmēros mazāki par jau esošajām līdzī-



1. att. Tara Oceans ekspedīcijas plānotais maršruts.

Oceans.taraexpeditions.org

giem mērķiem paredzētajām iekārtām. Daļa aprīkojuma izgatavota speciāli šim projektam, paši pētnieki cer, ka šāds mazāka izmēra aprīkojums nākotnē tiks ieviests arī citviet, līdz ar to okeānu pētījumiem nebūs nepieciešami liela izmēra kuģi, kas dārgi izmaksā. Kā vienu no piemēriem var minēt jaunizveidoto planktona tīkliņu, kas paredzēts planktona organismu šķirošanai pēc izmēriem (3. att.).

Kuģa komandu veido 15 cilvēki, to skaitā arī zinātnieki. Ar pašu kuģošanas uzraudzību un koordināciju nodarbojas četru cilvēku komanda, par mehānismu darbību atbildīgs kuģa inženieris, bet par ēdiena iegādi un pagatavošanu gādā pavārs. Uz kuģa dzīvos un strādās arī pieci zinātnieki un vairāki žurnālisti. Varētu jautāt – kāpēc zinātniskā projektā

nepieciešami žurnālisti? Atbilde te ir vienkārša – globāla mēroga problēmu risināšanā svarīgs faktors ir sabiedrības informētība un ieinteresētība kaut ko mainīt. Jāpiebilst, ka komandas sastāvs nepaliks nemainīgs visus trīs gadus – katrā apstāšanās pilsētā pieci komandas locekļi tiks nomainīti. Kopumā projektā iesaistītas daudzu valstu vairāk kā 50 laboratorijas un institūti, tajā tieši darbosies 100 zinātnieki. Ievāktos datus plānots apstrādāt vēl vairākus gadus pēc ekspedīcijas beigām. Viens no svarīgākajiem sasniegumiem šo paraugu izpētē būs datu bāzes *Bio-bank* izveide, tajā tiks uzglabāta informācija par ekspedīcijas laikā ievāktajiem organismiem, novērojumiem un jūras organismu analīzi, dati būs brīvi pieejami.

“Zemeslodes otrā plauša” – viensūņi

Lielākā daļa okeānu primārās produkcijas veidojas ūdens virsējā 200 metru slānī, kurā iekļūst saules gaisma un risinās fotosintēze. Šis slānis, ko dēvē arī par fotisko zonu, ir nozīmīgs posms globālajā barības vielu cirkulācijas ķēdē, kas nodrošina atmosfērā atbrīvoto gāzu, tostarp oglekļa dioksīda, saistīšanu, tādējādi mazinot siltumnīcas efektu. Uzskata, ka minētajā cirkulācijas ķēdē svarīga loma ir planktona viensūņiem, kas pārstrādā oglekļa dioksīdu un ražo skābekli.



Kramalģe *Navicula lanceolata*.
people.westminstercollege.edu

Okeānā dominejošā planktona aļģu grupa ir kramalģes (sauktas arī diatomejas un diatomaļģes). Tās sedz cieti apvalki, kuru veidošanai nepieciešams SiO_2 .

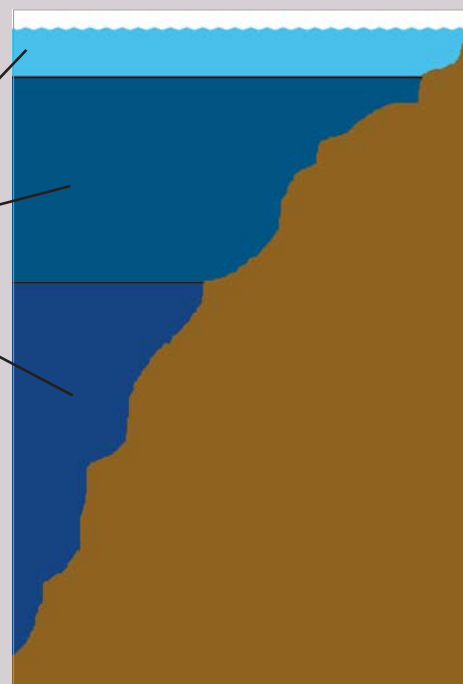
Fotiskā zona (0–200 m) – ūdenī iespīd gaiss un var notikt fotosintēzes process.

Disfotiskā zona (200–1000 m) – gaiss iespīd maz, dominē noārdīšanās procesi.

Afotiskā zona (dziļāk par 1000 m) – gaiss šajā ūdens slānī neiespīd, dominē organisko vielu noārdīšanās procesi.



Kramalģe *Cymbella stuxbergii*.
Mark B. Edlund





2. att. Kuģis *Tara* noenkurots Barselonas ostā.

Autores foto

Ieskats okeānu izpētes nākotnē

Līdzšinējie matemātiskie modeļi, kurus izmanto globālās sasīšanas un tās seku paredzēšanai, ir balstīti pārsvarā uz ķīmiskiem un fizikāliem datiem, vērā netiek ņemti bioloģiskie faktori. Tas arī ir viens no galvenajiem iemesliem, kāpēc līdzšinējās globālās sasīšanas seku prognozes ir tik neprecīzas. Jebkuri ekoloģiski pētījumi okeānu bioloģisko procesu izpratnei prasa sarežģītu matemātisku pieeju un lielu daudzumu datu, skaidrs, ka tam nepieciešams apjomīgs finansējums.

Projektā *Tara Oceans* paredzētie plaša mēroga pētījumi ietver liela daudzuma dažādu faktoru, tostarp arī ekoloģisko nianšu izpēti. Vēl nesenā pagātnē šādi pētījumi būtu atzīti par neiespējamiem, tomēr tehnoloģiskais progress ir darījis savu – ekspedīcijas zinātnieki izmantos jaunākās pieejamās datu ieguves un apstrādes metodes. Tā, piemēram, zooplanktona fotografēšanai tiks izmantots 3D mikroskops, kas nesen izveidots EMBL (Eiropas Molekulārās bioloģijas laboratorija), bet ievāktos viensūņus nosūtīs uz sauszemes laboratorijām, kur ar speciālu iekārtu tiks veikta to morfoloģiskā datēšana un genotipa analīze. Savukārt dažādu fizikālo, ķīmisko, ģeokīmisko un bioloģisko datu ievākšanai tiks izmantota speciāla iekārta *CTD Rosette*, kas ļauj ievākt datus 0–2000 m dziļumā ik pēc katriem 20 ūdens kolonnas centi-

Korelācijas un to nozīme

Korelācijas ļauj spriest par dažādu faktoru saistību, paredzot viena faktora izmaiņas atkarībā no cita faktora. Ekoloģiskajos pētījumos meklē dažādu dzīvnieku un augu sugu populāciju lieluma saistību gan ar ķīmiskiem, gan fizikāliem, gan bioloģiskiem faktoriem (piemēram, starpsugu konkurenci). Korelācijas starp faktoriem var būt pozitīvas – palielinoties vienam faktoram, palielinās arī otrs, vai negatīvas – palielinoties vienam faktoram, otrs sarūk. Tā, piemēram, ir zināms, ka planktona aļģu augšanai nepieciešams slāpekļs un fosfors. Tātad, palielinot šo barības vielu daudzumu ūdenī, pieaugs aļģu populācija – būs vērojama pozitīva korelācija. Protams, ne vienmēr iespējams to tik precīzi paredzēt, jo svarīgi ir arī citi faktori, minētajā piemērā – saulaino dienu skaits un ūdens temperatūra. Tomēr šādas zināšanas ļauj spriest par ūdenstilpēs notiekošo, proti, ja ziemā dotajā ūdenskrātuvē notiktu liela fosfora un slāpekļa pieplūde, tad labvēlīgos laikapstākļos var sarā būtu gaidāma aļģu masveidīga savairošanās.

metriem (4. att.). Iekārta līdz šim praksē pārbaudīta tikai trīs reizes.

Apvienojot jauniegūtos datus ar jau esošajiem, projekta veidotāji plāno izveidot integrētu okeāna datu bāzi, kas ietvers informāciju par pasaules okeāniem, tostarp planktona organismu genotipus un fotogrāfijas, satelītu datus un okeanogrāfiskos datus. Datu bāze būs publiski pieejama; plānots, ka tajā būs arī rīks, kas spēs konstatēt korelācijas starp dažādiem datu bāzē esošiem datiem. Sprotams, ka tas ir liels izaicinājums un grūti paredzēt, vai šo ieceri izdosies īstenot. Tomēr, ja šīs datu bāzes izveide būs veiksmīga, ar tās palīdzību varēs pētīt kvantitatīvās izmaiņas planktona, vīrusu un baktēriju populācijās dažādu ķīmisko un fizikālo procesu ietekmē. Ģenētiskajā analīzē iegūtie dati palīdzēs izprast planktona organismu simbiotiskās¹ un trofiskās² attiecības, tā sniedzot svarīgu informāciju par oglekļa dioksīda apriti okeānu ekosistēmās. Datu bāze ļaus veidot dinamiskus okeānu ekosistēmu modeļus un palīdzēs izprast saistību starp klimata izmaiņām un okeānu ekosistēmu evolūciju. Protams, ka plašais morfoloģisko un ģenētisko datu bloks lieti noderēs šūnu bioloģijas un farmācijas nozarēm. Ņemot vērā, ka planktona paraugus ievāks līdz pat 2000 m dziļumam, tiek prognozēts, ka ekspedīcijas laikā tiks atklātas daudzas jaunas planktona organismu sugas. Informācija par tām arī glabāsies šajā datu bāzē.

¹ Simbiotiskās attiecības veidojas starp kopā dzīvojošām sugām; šādas attiecības var būt gan izdevīgas abām sugām, gan neizdevīgas vienai no tām un neitrālas vai izdevīgas otrai. Arī parazītisms ir simbiozes forma.

² Trofiskās attiecības apraksta katra organisma vietu barības ķēdē, vienkāršāk sakot – kurš organisms kuru ēd. Tā starp balto haizivi un roņiem vērojamas plēsēja–medījuma trofiskās attiecības, kur haizivs ir plēsējs, bet ronis – medījums.

Uzziņai

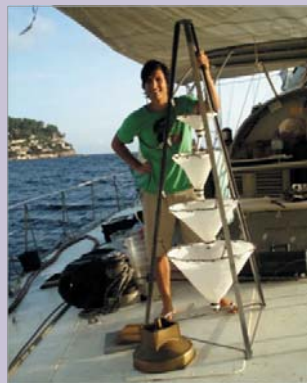
Informācija par *Tara Oceans* projekta ekspedīciju – oceans.taraexpeditions.org.

Eiropas Komisijas mājaslapa – ec.europa.eu.

European Maritime VISIONS – inovāciju ieviešana Eiropas jūras tehnoloģijās un jūras zinātnēs – www.maritime-visions.net.

3. att. Iekārta planktona organismu šķirošanai pēc izmēra.

Oceans.taraexpeditions.org



4. att. Iekārtas *CTD Rosette* testēšana.

Oceans.taraexpeditions.org

