

# Vandenynas – laiko gelmė

*Žemės mokslai – visuomenei*



*[www.esfs.org](http://www.esfs.org)*

Skiriamą vienai pagrindinių tarptautinių planetos Žemės metų temai

## Kam skiriamas šis leidinukas

Leidinukas skiriamas vienai iš svarbiausių Tarptautinių planetos Žemės metų mokslinių temų.

## Tarptautiniai planetos Žemės metai

Jungtinių Tautų Organizacija su UNESCO ir IUGS (Tarptautinė geomokslų sąjunga) 2008 metus paskelbė tarptautiniais planetos Žemės metais. Šios iniciatyvos tikslas – mažinti visuomenei kylančius gamtos ir žmogaus veiklos keliamus pavojus; mažinti pavojų sveikatai, didinant gamtos mokslų medicininių aspektų suvokimą; rasti naujus gamtos išteklius ir užtikrinti racionalų jų naudojimą; skatinti visuomenės domėjimąsi gamtos mokslais ir kt.

## Norite žinoti daugiau...

Jei norite sužinoti daugiau apie kitus tyrimus ir temas, aplankykite [www.yearofplanetearth.org](http://www.yearofplanetearth.org) (ten rasite visas mūsų publikacijas).

1147 mln. žmonių gyvena 30 km

pločio vandenynų pakrantėse

## Pažvelk, jūra!

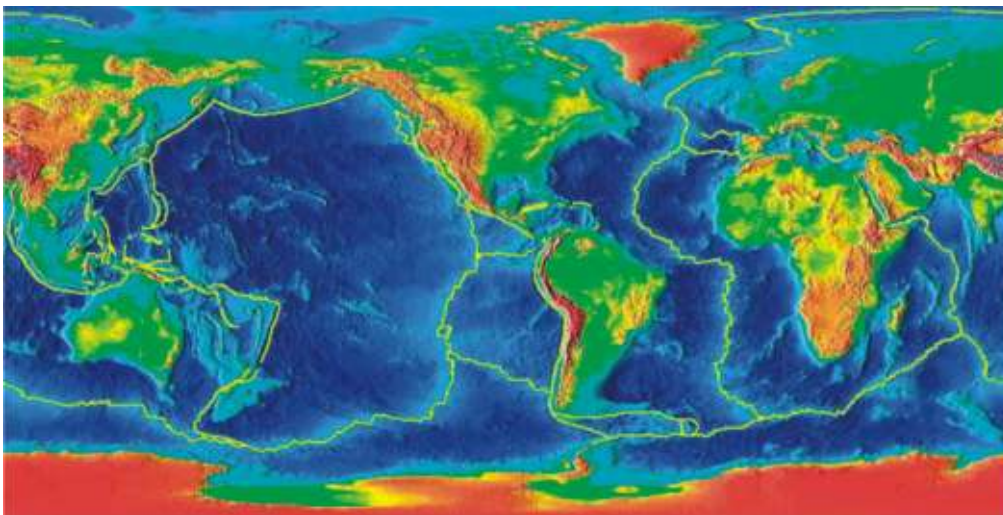
*Vandenynai, kurių moksliniai tyrimai prasidėjo tik prieš 200 metų, yra Žemės pažinimo raktas. Vandenynų nuosėdose sukaupti duomenys apie klimato pokyčius per paskutiniuosius 200 milijonų metų. Mūsų įgytos žinios apie vandenynus (ypač sukauptos jūrinių ekspedicijų metu po Pirmojo pasaulinio karo ir inicijavo plokščių tektonikos teorijos sukūrimą 1960 metais) iš pagrindų pakeitė ir mūsų supratimą apie Planetą kaip apie visumą, ne tik apie tai, kiek naudos gali duoti vandenynas žmonijai ir aplinkai, bet ir kaip sušvelninti tuos pavojus, kurie gali kilti žemynų pakrantėse. Apie 21 proc. pasaulio gyventojų, t. y. 1147 milijonai žmonių, gyvena zonoje, nutolusioje ne daugiau kaip 30 km nuo kranto linijos.*

Remiantis naująja globalios litosferos plokščių tektonikos teorija centrinėse vandenynų dalyse esantys kalnagūbriai su riftiniais slėniais – aiškiais tempimo dariniais – yra vandenynų dugno plėtimosi vietos. Pagal šią hipotezę vandenynai susidaro atsiskiriant stambiems kontinentinės plutos fragmentams dėl mantijoje veikiančių konvekcinų srovių, kurios kildamos į viršų išsiskaido ir nukrypsta į priešingas puses. Šio proceso metu vandenynų vidurio kalnagūbrių riftiniai slėniai prisipildo bazaltinės magmos masės, susidariusios astenosferoje (viršutiniame mantijos sluoksnyje) dėl selektyvaus lydymosi. Taip sukurama nauja Žemės pluta, ir šis procesas vyksta išilgai globalios vandenynų vidurio kalnagūbrių sistemos, nusitęsusios per visus vandenynus.

Vandenynų pakraščiuose Žemės pluta nugrimzta vadinamojoje subdukcijos zonoje. Subdukcija – tai tektoninis procesas, kurio metu vienos litosferos plokštės kraštas pasineria po kita plokšte arba vyksta dviejų plokščių pakraščių susispaudimas ir bendras grimzdimas. Nuosėdinė danga, suklota virš bazaltinio pagrindo, šioje zonoje nugrimzta giliai į didelio slėgio ir aukštos temperatūros sferą. Šie procesai sukelia žemės drebėjimus, kurių židiniai susitelkę siaurose žemynų arba pakraštinių (t. y. nuo vandenynų atskirtų tik salų lankais) jūrų zonose.

Taigi, dėl šios aktyvios tektoninės veiklos – spredingo, kuris ypač būdingas Atlanto vandenynui, ir subdukcijos, ypač būdingos Ramiajam vandenynui, procesų vandenynų dugnas nuolat atsinaujina. Šiems vandenynuose vykstantiems procesams ir skiriami svarbiausi mokslininkų tyrimai.

**Žemės plutos plokščių ribos** (Žemės litosferos plokštės)



Pasaulinis vandenynas (oceanas) – vientisa hidrosferos dalis, vidutiniu 3795 m storio sluoksniu dengianti 71 proc. planetos paviršiaus ir užimanti 361 mln. km<sup>2</sup> plotą.

Pasaulinis vandenynas suskirstytas į keturis baseinus: Arkties, Atlanto, Indijos ir Ramujį.

Vandenynų vidurio kalnagūbrių riftai – tai mantijos degazacijos sritis, kurioje iš giluminių sluoksnių į dugno paviršių pakyla iki 1000 °C įkaitusi bazaltinė lava, lydima tirpalų ir dujų. Ši sritis vadinama spredingo zona. Joje tarp atsiskiriančių ir tolstančių viena nuo kitos litosferos plokščių pamažu aušta ir kristalizuojasi astenosferos medžiaga, formuodama naują pluta. Šie procesai sukelia žemės drebėjimus, kurių židiniai yra ne giliau kaip 20 kilometrų.

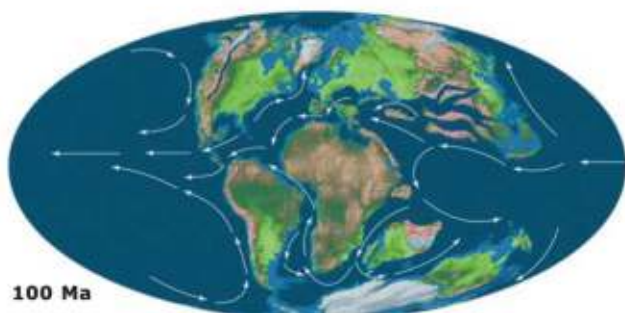
## Pakrantėse

Per pastarąjį dešimtmetį buvo organizuotos dvi tarptautinės iniciatyvos – InterRidges ir InterMARGINS – koordinuoti tarptautines mokslininkų pastangas spręsti žemynų pakrantėse kylančias problemas. Be to, 1968 m. buvo pradėta globali vandenynų tyrimo programa DSDP (*Deep Sea Drilling Project*, 1968–1983), pagrįsta giliuoju Pasaulinio vandenyno dugno gręžimu. Gausi faktinė medžiaga patvirtino daugelį hipotezių apie Pasaulinio vandenyno raidą, tarp jų – ir pagrindinius plokščių tektonikos teiginius. Gauta daug naujų faktų apie planetos vandenyno struktūras, vandens lygio svyravimus, globalią cirkuliaciją, klimato pokyčius per daugiau nei šimtą milijonų metų. Vėliau gręžimo darbai buvo tęsiami pagal naujas programas ODP (*Ocean Drilling Program*, 1985–2003) ir IODP (*Integrated Ocean Drilling Program*, 2003), kurių tikslas – ištirti Žemės plutos ir viršutinės mantijos – litosferos ir astenosferos – sudėtį, struktūrą ir dinamiką, Žemės planetos aplinkos – hidrosferos, kriosferos, atmosferos ir biosferos – evoliuciją.

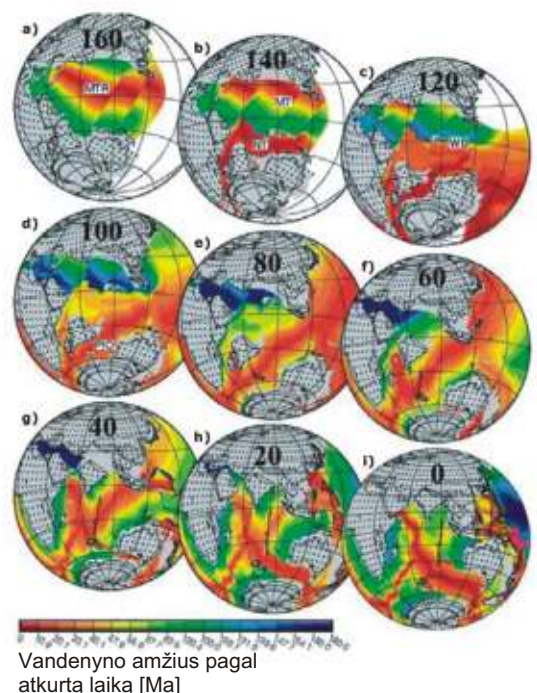
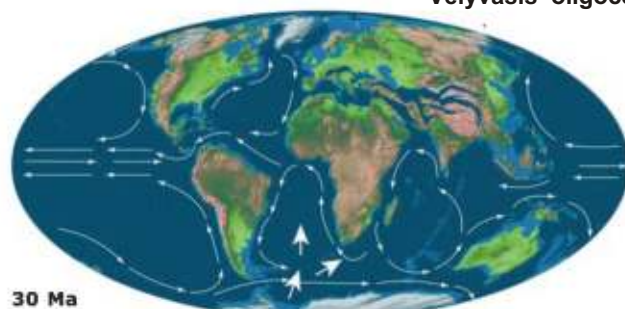
Tarptautinių planetos Žemės metų tema „Vandenynas“ skiriama dviem pagrindiniams klausimams:

- kaip litosfera, hidrosfera ir biosfera susijusios vandenynų vidurio kalnagūbriuose ir kokį vaidmenį jų sąveika vaidino gyvybei atsirasti Žemėje;
- kokie Žemės procesai veikia žemynų pakraščių formavimąsi ir evoliuciją bei kokią naudą ir grėsmę tai kelia žmonijai.

### Ankstyvoji kreida



### Vėlyvasis oligocenas



## Vandenynų vidurio kalnagūbriai

### mūsų planetoje aktyviausios vulkanizmo

### ir dažnų žemės drebėjimų zonos

Baltijos jūra yra vidinė Atlanto vandenyno jūra, giliai įsiterpusi į žemyną ir per Šiaurės jūrą sąsiauriais susisijusi su vandenynu. Ši sekli, plytinti ant kontinentinio tipo Žemės plutos jūra dar vadinama šelfine jūra.

Baltijos jūros plotas kartu su sąsiauriais yra 425,4 tūkst. km<sup>2</sup>, vandens tūris – 20,1 tūkst. km<sup>3</sup>, didžiausias gylis 459 m, o vidutinis gylis yra tik 48 m.

Tai labai jauna jūra, kurios istorija prasidėjo maždaug prieš 13 000 metų sutirpus paskutiniajam ledynui (pagal R. Žaromskį).

### ***Kokia yra litosferos, hidrosferos ir biosferos sąveika vandenynų vidurio kalnagūbriuose ir koks jos vaidmuo gyvybei atsirasti Žemėje?***

Kai tektoninės plokštės, sudarančios mūsų planetos išorinį apvalkalą, juda viena nuo kitos, žemės paviršiuje atsiranda milžiniški plyšiai. Vandenynų viduryje palei tuos plyšius susidaro vandenynų vidurio (vidurokeaniniai) kalnagūbriai – milžiniški ištįsę gūbriai, su riftiniu slėniu, suskaidyti tektoninių skersinių lūžių. Vidurokeaniniai kalnagūbriai sudaro globalią sistemą, kuri tęsiasi per visus vandenynus apie 60 tūkstančių kilometrų ir apjuosia visą Žemės paviršių. Šių kalnagūbrių plotis 1000–2000 km, o jų aukštis virš giliavandenių duburių yra 3–4 kilometrai. Visiems kalnagūbriams būdingos tektoninių lūžių zonos (t. y. siauri tarpekliai, 1–2 km gilesni už greta esantį rifto slėnį), suskaidančios juos į daugelį blokų, dažnai pasislinkusių vienas kito atžvilgiu po keletą kilometrų. Kalnagūbrių ašinėse dalyse – riftuose dugno paviršiuje slūgso bazaltinės uolienos, o pažemėjimai užpildyti nuosėdomis. Žemės pluta po vandenyno vidurio kalnagūbriais yra tipiška vandenyninė (okeaninė), o medžiaga, iš kurios ji sudaryta, matyt, yra mažesnio tankio, bet aukštos temperatūros. Tai patvirtina ne tik aktyvi hidroterminė veikla, būdinga riftų zonoms, bet ir didelis šilumos srautas. Čia aktyvi ir nenutrūkstanti tektoninė veikla: dažni negilaus židinio žemės drebėjimai. Didesnis seismiškumas būdingas rifto slėniams ir tektoninių lūžių zonoms. Vandenyno dugnas vidurio kalnagūbriuose ir palei juos be perstojo keičiasi. Iš Žemės gelmių į jūros dugno paviršių liejasi skysta magma (lava), sukeldama dujų ir karštąsias – dažnai toksiškas – sroves bei žemės drebėjimus, ji lėtai teka nuo gūbrių ir padengia vis naujus jūros dugno plotus, todėl povandeninis vietovaizdis nuolat keičiasi.

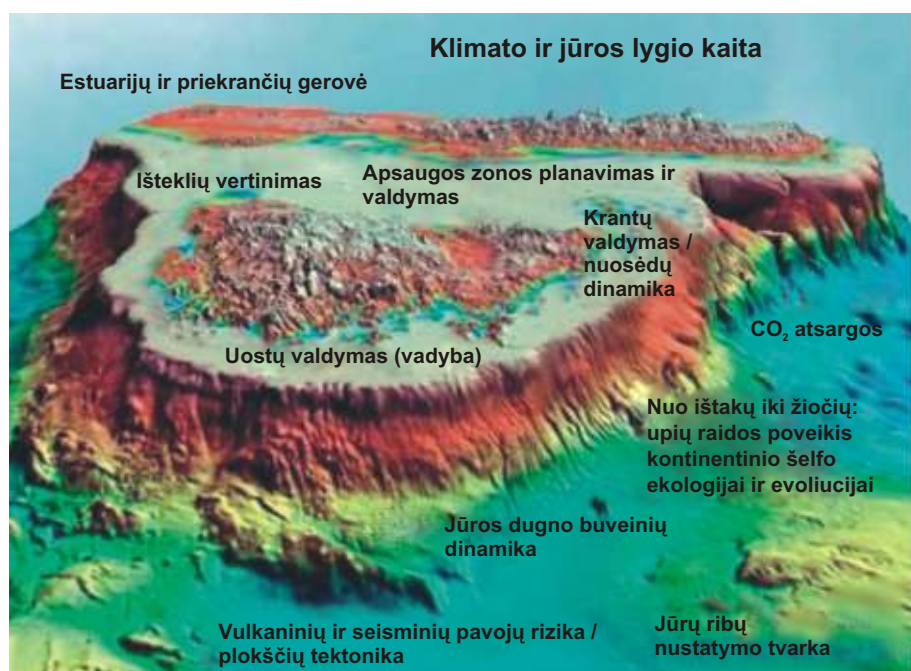
Tai yra įdomi ir daugiausia nežinoma mūsų planetos paviršiaus dalis. Kyla klausimas, kiek šis vulkaninis aktyvumas svarbus pasauliui kaip visumai ir gyvybei pasaulyje palaikyti. Kokia jo svarba mineralinėms nuosėdoms susidaryti, vandenynų cheminei sudėčiai reguliuoti, giliavandinės jūros maisto grandinėje, galiausiai gyvybei atsirasti. Turint omenyje didžiulį šių vandenyno vidurio kalnagūbrių ilgį ir jų nepasiekiamumą, atsakymui į šiuos klausimus reikėjo ir reikia iki šiol – globalaus koordinuoto tarptautinio bendradarbiavimo.





Naujausi tyrimai tik patvirtino, kokie svarbūs yra šie kalnagūbriai ne tik giliam vandenynui, bet ir visai žmonijai. Energija, išsilaisvinusi auštant kalnagūbriuose išsiliejusioms vulkaninėms uolienoms prilygsta pusei tos energijos, kurią pagamina žmonija branduolinėse jėgainėse arba degindama iškastinį kurą. Dabar ši energija tuščiai iššvaistoma jūros dugne ar arti jo arba veikia kaip varomoji didžiulių vandenynų vandens masių cirkuliacijos jėga. Šios cirkuliacijos rezultatas – karšti (iki 400 °C) ir labai rūgštūs hidroterminiai srautai, pernešantys ištirpusius metalus ir prisotinti dujų – metano ir vandenilio sulfido. Šiems metalais prisotintiems srautams išsiliejus ant jūros dugno ir reaguojant su šaltu gilios jūros vandeniu, išsiskiria ir nusėda metalų sulfidai. Taip formuojasi vienos iš didžiausių Žemėje metalų rūdų sandraupos.

Karšti, sulfidiniai ir metalų prisotinti srautai neatrodo ideali vieta gyvybei klestėti, bet būtent čia, kaip manoma, atsirado pirmosios gyvybės formos, ir būtent čia, aplink šias jūros gelmėse esančias angas, aptinkama didžiausia gyvybės koncentracija. Nors gyvūnai, rasti hidroterminėse angose, yra ganėtinai keisti (kaip antai didžiulės kirmėlės, kurių viduriuose esančios bakterijos „įkinko į darbą“ nuodingų chemikalų – ir vandenilio sulfido – energija), jie gali mus pamokyti, kaip išlikti ar net klestėti dinamiškoje ar net priešiškoje aplinkoje. Be to, mikrobai, rasti hidroterminėse angose, gali gyventi dar labiau ekstremalioje aplinkoje. Tik dabar pradedama tirti didžiulė jų įvairovė ir metabolizmo keliai, o taip pat ir virusai, rasti virš ir žemiau jūros dugno. Žinoma, kad kai kurios gyvybės formos gali egzistuoti ir ypač aukštoje temperatūroje. Ir, tiesą sakant, daugelis mokslininkų mano, kad būtent čia išsivystė pirmoji Žemės gyvybė.



Vandenynų vidurio kalnagūbriai yra aktyviausios mūsų planetoje vulkanizmo ir dažnų žemės drebėjimų vietos. Iš esmės tai unikali natūrali laboratorija ilgalaikiai povandeninių ugnikalnių, žemės drebėjimų ir fizinių sąlygų kaitos giliam vandenyne stebėsenai. Pavyzdžiui, naujausi tyrimai parodė, kad vidutinio dydžio žemės drebėjimams išilgai transforminių lūžių (lūžių, kurie kerta kalnagūbrį), palyginti su panašiais kontinentiniais žemės drebėjimais, būdinga daugiau pirma kylančių požeminių smūgių negu atsirandančių po drebėjimo. Maža to, vandenyno potvynių ir atoslūgių pokyčiai gali būti seisminio aktyvumo netoli povandeninių ugnikalnių priežastimi. Taigi, naujos žinios, gautos tiriant litosferos ir hidrosferos sąveiką vandenynų vidurio kalnagūbrių vulkaninėse-tektoninėse sistemose, ypač svarbios taikomajam mokslui ir vulkanizmo bei žemės drebėjimų grėsmei žemyne prognozuoti.

Vandenynų vidurio kalnagūbriuose vykstantys vulkaniniai, tektoniniai ir hidroterminiai procesai kontroliuoja ir cheminę Žemės vandenynų litosferos (uolienų, kurios formuoja vandenynų dugną) sudėtį bei didžiulių abisalinių (giliau nei 2000 m žemiau jūros lygio) lygumų reljefą. Po sparčiai besiplečiančiais kalnagūbriais, pavyzdžiui, Rytiniu Ramiojo vandenyno kalnagūbriu, veikia nuolatiniai magmos „fabrikai“. Iš jų tekanti išsilydžiusi magma dažnai užpildo plyšius (taip susidaro daikos), išsilieja ar išsiveržia po vandeniu, sukeldama sprogimus. Nuo magmos kylanti šiluma sukelia karšto vandens (hidroterminę) cirkuliaciją vandenyninėje plutoje.

Kai kuriuose lėtai besiplečiančiuose kalnagūbriuose (Vidurio Atlanto kalnagūbryje ar Hakelio kalnagūbryje po Arkties vandenynu) magminiai įvykiai retesni, o vandenyno dugnas plečiasi dėl tektoninio litosferos tempimosi ir pleišėjimo. Dabar tik pradėdame pažinti, kas vandenynų vidurio kalnagūbriuose kontroliuoja magminių ir tektoninių įvykių ciklus.

Vandenynų vidurio kalnagūbriuose ir „karštuosiuose taškuose“, kaip antai: Islandijoje, Azoruose ir Galapagų salose, vandenyno dugną pasiekia iš mantijos kylantys didžiausi šilumos srautai.

Dėl šių „karštųjų taškų“ lėkštėja ir kyla vandenyno dugnas, išimtiniais atvejais net iškildamas į paviršių (taip atsirado Havajų salos Ramiajame vandenyne ir Islandija Atlanto vidurio kalnagūbryje), auga vandenyno plutos storis, keičiasi povandeninio vulkanizmo tipas bei intensyvumas ir jūros dugno plėtimosi (sprendingo) centrų konfigūracija.

Kai „karštieji taškai“ sąveikauja su vandenynų vidurio kalnagūbrių plėtimosi (sprendingo) centru, lava išsiveržia į vandenyno dugno paviršių (ir į „karštųjų taškų“ salas) atnešdama didžiulį kiekį informacijos apie Žemės mantijos cheminę sudėtį. Vis dėlto dar nežinoma, ar didžioji dalis vandenyno baseinuose rastų „karštųjų taškų“ turi šaknis apatinėje Žemės mantijoje, ar tai tik viršutinės Žemės mantijos anomalijos. Ateities tyrimai vandenynų vidurio kalnagūbriuose ir „karštuosiuose taškuose“ padės atsakyti į šiuos ir kitus klausimus.



● Žemynų pakrantės žmonijai

taip pat kelia pavojus ●



## Paramos programa

Tarptautinių metų Paramos programa sukoncentruota į skirtingo mastelio iššūkius. Sunkiai suvokiama, kaip būtų galima norminiais teisės aktais išleisti 10 milijonų JAV dolerių. Tiek individualiai, tiek komisijose būtų sunku rasti pakankamai protingų būdų šiai didelei sumai išleisti.

Taigi, Paramos programa, kaip mokslinė programa, veiks kaip fondas, gaunantis finansinės paramos paraiškas – bet kam iš švietimo ar humanitarinių mokslų srities, kas padės perduoti visuomenei pagrindinę metų žinią. Tai suteiks galimybę būti po tarptautinės schemos, kredito profilio ir darnos skėčiu.



***Kokie Žemės procesai veikia žemynų pakraščių (žemynų pakrančių) formavimąsi ir kaitą, kokią naudą jie atneša ar kokias grėsmes kelia žmonijai?***

Sąlyginai statūs žemynų pakrančių šlaitai (tarp šelfo ir žemyno papėdės esanti vandenyno dugno dalis), prasidėję nuo šelfo (t. y. sekliavandenės jūrų ir vandenynų dalies, tiesiogiai prasidedančios nuo dinaminės kranto linijos) briaunos ir dažnai besitęsiantys 2–3 km, o kartais ir giliau, gali veikti vandenynų srovių kryptis. Atvirose jūrose siaučiantys vėjai gali nešti gilesnio, gausiai prisotinto maisto medžiagų dugno vandens srautus pakrančių link. Žemynai taip pat yra šaltinis nuosėdų, upių nešamų ar vėjų supustomų į vandenyną. Žemynų pakraščiuose esančios nuosėdos, turtingos organinių karbonatų, gali būti svarbios kaip angliavandenių ar dujų hidratų išteklių, taip pat ir įvairių biologinių bendruomenių buveinė. Daugelyje žemynų pakrančių nuosėdų yra užfiksuoti kai kurie buvusios klimato kaitos aspektai.

Žemynų pakraščiai žmonijai taip pat gali kelti pavojų. Ypač pavojingos, galinčios sukelti pakrantėse katastrofinių padarinių, yra cunamio bangos. Jos susidaro dėl stiprių žemės drebėjimų, vulkanų išsiveržimų, didelių nuosėdų nuošliaužų povandeniniame šlaite. Cunamio bangos atvirame vandenyne yra neaukštos – 1–2 m, tačiau jų sklidimo greitis labai didelis (iki 1000 km/val.), o bangų ilgis net 200–300 km. Atvirame vandenyne jos nelabai pastebimos, tačiau priartėjusių prie kranto cunamio bangų greitis staigiai krinta iki 30–100 km/val., taip pat sumažėja ilgis, bet smarkiai padidėja bangų aukštis. Kokio dydžio cunamio banga „išlips“ į krantą ir kiek nusiaubs pakrantę, priklauso nuo povandeninio šlaito reljefo. Dar nėra aišku, kokį poveikį krantų stabilumui gali turėti klimato atšilimo sukeltas jūros lygio kilimas. Kitose pakrantėse, gretimose riftams ar subdukcijos zonoms, pavojų kelia seisminis aktyvumas ir vulkanizmas.

Žemynų pakrantės yra teršiamos atliekomis, atneštomis iš žemyno upių ar tiesiog dėl pramonės, komercinės veiklos ar poilsio industrijos. Pakrantės taip pat svarbios kariniam jūrų laivynui, žuvų išteklių ir angliavandenių eksploatacijai, saugiai navigacijai.

Riftinėse pakrantėse pagrindiniu poveikiu pakrančių plėtrai reikėtų laikyti originalios kontinentinės litosferos plokštės prigimtį, t. y. jos deformacijų ir srauto ypatybes, nuo kurių priklauso kaip plokštė supleišės. Norint kurti prognozinis riftingo (supeišėjimo) ir žemynų išsiskyrimo modelius, taip pat reikia žinoti litosferos plėtimosi greitį riftingo metu, evaporitų ir magmatizmo ypatybes, žemės paviršiaus grimzdimo istoriją.



## Tausojanti plėtra

Terminas „tausojanti plėtra“ (plėtra, išlaikanti ekologinę pusiausvyrą) kilo iš tų, kurie palaiko nuoseklią Žemės aplinkos tausojimo politiką, ir ekonominės plėtros šalininkų priešpriešos.

Aplinkosaugininkai pripažįsta, kad ekonominė plėtra buvo būtina ir ekonominis sąstingis dažniausiai sumažina paramą aplinkos apsaugai. Taip pat tie, kas palaiko ekonominę plėtrą, pripažįsta aplinkos apsaugos fondų ir tausojančios ekonomikos kapitalo koncepcijos analogiją. Perspektyvi ekonomika privalo laikui bėgant gyvuoti iš šių pajamų be kapitalo redukcijos. Gyventojai taip pat privalo neperžengdami kompetencijos gyventi ekosistemos, reprezentuojančios natūralų gamtinį foną, viduje.

Subdukcijos zonose konvergencinių (sudvejintų) pakraščių formos ir jų keitimasis labai priklauso nuo vandenyninių nuosėdų, įtrauktų į subdukcijos procesą, likimo, t.y. ar jos nuplėšiamos nuo dugno ir užkeliamos ant užšliaužiančios (viršutinės) plokštės (obdukuojamos), ar nugramzdinamos į gelmę (subdukuojamos). Taip pat, skirtingu masteliu, reikia suvokti, kokį vaidmenį pakrančių formų įvairovei ir kaitai turi plokščių subdukcijos (nirimo) greitis ir pasvirimo kampas, vandenyninės plutos temperatūra, skysčių ir porų slėgis, raukšlėjimo procesai, seismingumas ir vulkanizmas bei litosferos plokščių, kurios pasiekia astenosferą (plastišką mantijos sluoksnį, esantį po litosfera), likimas.

Mokslinės problemos, spręstinės žemynų pakrantėse, skiriasi pagal užmojų, reikšmę ir poveikį žmonijai ir aplinkai. Galima tokia jų klasifikacija:

- giluminė sandara,
- nuosėdos,
- kietieji ištekliai ir skysčiai,
- pavojai,
- asimiliacijos faktai,
- technologijos pažanga.



● Žemynų pakraščių mokslinės

problemos skiriasi žmonijos

reikmių užmoju ir poveikiu jai ●

### ***Riftinių pakraščių giluminė sandara***

Pagrindinė riftinių pakraščių problema yra plėtoti efektyvius prognozinčius konceptualius ir skaitmeninius litosferos evoliucijos pakraščių formavimosi metu modelius. Šiam darbui reikia informacijos apie įvairius vandenynų plutos uolienu tipus ir jas dengiančias nuosėdas, jų mechanines ir fizines savybes, amžių ir raidos istoriją, plastišką ar trapų reagavimo į tempimą būdą. Būtų idealu gauti komplektą vaizdų abiejuose rifto pakraščiuose, naudojant tuos pačius tyrimų metodus. Pagrindinės tam reikalingos priemonės yra gilusis mokslinis gręžimas (įskaitant ir pakopinį gręžimą) pergręžiant nuosėdines dugno uolienas ir įsigręžiant į pagrindines uolienas, seisminiai tyrimai (įskaitant 3D modelius), bei kiti tyrimų metodai, ypač tokie nauji, kaip antai elektrinio savitojo laidumo, kiti geofiziniai matavimai.



Pasaulinės (globalios) padėties nustatymo

sistemos (GPS) atsiradimas

visiškai pakeitė geodeziją

### ***Giluminė subdukcijos zonų sandara ir nuosėdinė danga***

Spaudimo (kompresiniuose) žemynų pakraščiuose (pakrantėse) esančių nuosėdų likimas mažai priklauso nuo jų klostymosi istorijos, tačiau šios nuosėdos kartu su gilesniais Žemės plutos ir mantijos sluoksniais aktyviai dalyvauja dinaminuose subdukcijos procesuose.

Žemės drebėjimus, vykstančius grimztančioje litosferos plokštėje, išprovokuoja staigūs vandenyninės plokštės postūmiai kaip reakcija į subdukcijos (gramzdinimo) procesą, kuris paprastai vyksta kelių centimetrų per metus greičiu. Panaudojant seisminius ir kitus geofizinius parametrus, turi būti kuriami drebėjimus generuojančių zonų 3D modeliai, vaizduojantys plokštės reakciją į tektoninę apkrovą. Šis supratimas yra ypač svarbus, jei toliau ekstrapoliuojama tai, kas bus gauta iš įvairių jutiklių (senorių) gręžimo seisminėse zonose metu.

Pasaulinės (globalios) padėties nustatymo sistemos atsiradimas visiškai pakeitė geodeziją. Dabar galima nuolat stebėti sausumos plotus, patiriančius deformacijas. Šis gebėjimas turi būti pritaikytas ir jūros dugnei. Bandomieji eksperimentai įrodė šios idėjos galimumą. Galima turimą techniką toliau tobulinti pritaikant darbui jūros dugne, kad būtų galima įvertinti ten vykstančias Žemės deformacijas. Jei mokslininkai galės tiksliai išmatuoti deformacijas, nustatyti netikėtus, staigius energijos proveržius žemės drebėjimų metu, tai leis jiems geriau suprasti salų lankų evoliuciją, vulkanizmą ir jų keliamus pavojus.

Subdukcija – tektoninis procesas, kurio metu vienos litosferos plokštės kraštas pasineria po kita plokšte arba vyksta dviejų plokščių susispaudimas ir bendras grimzdimas – gali būti laikoma savitu fabriku, perdirbančiu Žemę sudarančias medžiagas. Mūsų galutinis tikslas yra suprasti visą Žemės medžiagos apykaitos ciklą. Iš nedideliuose gyliuose vykstančio anglies ciklo susijusio su metano hidrato raida galima suprasti apie globalinį medžiagų apykaitos ciklą Žemėje. Iki šiol nėra aišku, koks litosferos poveikis šiam ciklui, pavyzdžiui, kaip jį veikia subdukuojanti (grimztanti) serpentinizuota vandenyno pluta ar vidinis plokščių magmatizmas.

### ***Riftinių pakrančių nuosėdos***

Pakrantės ir priekrantės nuosėdos atspindi riftinių pakraščių ekstensyvią, erozinę ir nuosėdinę istoriją, taip pat, tų pakraščių iškilimą ar nusėdimą. Nebūtina nuosėdų tyrinėti abiejuose vienoduose rifto pakraščiuose, tačiau, kad suprastume pilną susidarančių kartu su riftu (sinriftinių) ir po rifto (postriftinių) nuosėdų istoriją viename pakraštyje, reikia atlikti geologinį kartografavimą, pakrantės ir priekrantės tankaus tinklo seisminius tyrimus (įskaitant 3D) ir paimti pavyzdžių (įskaitant ir gręžimą) atviroje jūroje. Tai būtina, norint dideliu atstumu atsekti susidariusias stambias sekas ir svarbius refleksinius (atspindžio) horizontus. Turi būti patobulintas senųjų gylių rekonstravimo pagal nuosėdas metodas. Naujų nuosėdų kompleksų tyrimams taip pat reikia įsigyti šoninės apžvalgos sonarus ir daugiakanalę (multibeam) batimetrinę įrangą.



### ***Kietosios naudingosios iškasenos ir skysčiai***

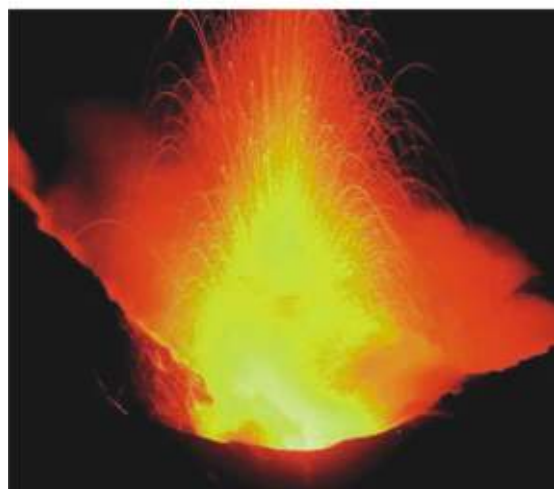
Pagrindiniai išteklių, randami riftiniuose pakraščiuose, yra angliavandeniliai (nafta ir dujos), o riftiniuose ir suspaudimo (kompresiniuose) pakraščiuose – dujų hidratatai. Galbūt svarbiausios žinios, reikalingos angliavandeniliams žvalgyti ir įvertinti jų potencialius išteklius, yra žinios apie terminę, t. y. šiluminę, Žemės istoriją. Tai gali būti įvertinta, išmatavus magmatizmo mastą ir apimtį, nuosėdų amžių ir storį bei šiuolaikinį karščio srautą. Metano hidratų aptinkama dideli kiekiai ir jis yra potencialus energijos šaltinis. Deja, vis dar nesurastas saugus aplinkai ir ekonomiškai metano pašalinimo iš jūros dugno būdas. Ateities tyrimai yra būtini tuose plotuose.

Fluidų (suspaustų skysčių) proveržiai buvo nustatyti tiek riftiniuose, tiek kompresiniuose žemynų pakraščiuose. Jų temperatūra artima aplinkos temperatūrai, todėl jie vadinami „šaltosiomis srovėmis“. Šaltosios srovės dabar buvo rastos įvairiose vietose – kanjoniniuose slėniuose, prie aktyvių kontinentinių pakrančių, iš klinčių atodangų plyšiuose ir virš angliavandenilių klodų. Toje aplinkoje klestinčios įvairių tipų bakterijos bei gyvūnų bendrijos naudoja energiją, kurią išskiria iš jūros dugno kylantys redukuotų chemiškai turtingų skysčių srautai. Galime tik paviršutiniškai įvertinti tą biologinę mikrobu ir gyvūnų įvairovę, jų potencialų biotechnologinį prisitaikymą ir unikalų metabolizmą. Šaltas sroves taip pat galima atrasti ir tirti akustiniais metodais. Pakraščiuose esančių skysčių tėkmė ir cheminė sudėtis gali būti susijusi ir su apačioje slūgsančių nuogulų diageneze. Tai yra nauja tyrimų sritis, reikalaujanti originalių idėjų ir naujų tyrimų metodų.

### ***Pavojai***

Labai svarbu numatyti žemės drebėjimų ir vulkanų išsiveržimo keliamą pavojų subdukcinių zonų pakraščiuose.

Pavojai, kuriuos sukelia cunamio bangos, yra ypatinga problema daugeliui subdukcijos zonos pakrančių. Norint sušvelninti šio pavojaus padarinius, būtina turėti žinių apie šiuose kritiniuose regionuose esančius potencialiai nestabilių nuogulų sluoksnius, turėti detalius batimetrinius ir topografinius matavimus. Skaitmeninis cunamio bangų sklidimo ir jų pagreičio modeliavimas yra labai svarbus, siekiant numatyti, kur cunamio bangos gali padaryti didžiausią žalą. Galimas dalykas, kad pasaulinio klimato atšilimo sukeltas jūrų vandens lygio kilimas ateinančiais dešimtmečiais paskatins pakrantėse gyvenančių žmonių migraciją į žemynų gilumą. Motyvuotas naujų kranto ruožų pasirinkimas kaimams ir miestams kurtis reikalaus fundamentalios informacijos apie cunamio bangų keliamą riziką.



Cunamio bangų keliamas

pavojus yra svarbiausia

visų pakrančių problema

## Tik viena Žemė

Žmonijai reikalinga jos planeta. Esame visiškai priklausomi nuo jos, nes išsivystėme iš jos, amžiams išlikome jos dalimi ir galime egzistuoti tik šiai savarankiškai Žemės sistemai mus maloniai priimant į savo glėbį.

Kuo daugiau mokomės, tuo labiau suprantame, kad privalome puoselėti Žemę savo vaikų labui.

### **Asimiliacijos faktai**

Jungtinių Tautų jūrų teisės konvencija (UNCLOS) įgalioja pakrantės valstybes reikalauti, kad atviros jūros dugnas būtų nužymėtas pagal tarptautinės teisės kriterijus. Kad būtų galima laikytis šių reikalavimų, daugelis valstybių turi suvienodinti didžiulį duomenų kiekį ar net atlikti specialius tyrimus ar batimetrinius matavimus. Nepaisant to, kad kai kurios valstybės savo turimus duomenis nori laikyti konfidencialiais, o kitos yra atviresnės, batimetriniai žemynų pakraščiu duomenys turi būti prienami visiems, būti bendra visų nuosavybė. Todėl būtinas pasaulinis duomenų centras, kuriame būtų sukaupti ir suvienodinti visi žmonijos turimi batimetrinių matavimų (o galbūt ir kitų tyrimų) duomenys ir kad šiuos duomenis būtų galima panaudoti okeanologijoje ir inžinerijoje.

### **Technologijų ir techninių priemonių pažanga**

Vulkaninio, tektoninio ir hidroterminio aktyvumo vandenynų vidurio kalnagūbriuose ir žemynų pakraščiuose tyrimai perėjo į aukštesnį lygį. Tyrimai bus vykdomi tobulinant gilaus vandenyno gręžimo technologiją ir priemones, įgalinsiančias gauti mokslui reikalingų naujų žinių. Tam bus panaudotos tokios pažangios technologijos ir technika, kaip kad žmogaus transportavimo priemonės (HOVs), suteikiančios galimybę tyrėjams pasiekti giliausias vandenynų vietas, nuotolinio valdymo (ROVs) ir autonominės povandeninės (AUVs) transporto priemonės bei nauja karta gilaus vandenyno tyrimų instrumentų, galinčių atlikti *in situ* seisminius, geofizinius, akustinius, hidroterminius, cheminius ir biologinius tyrimus.

Šios technologijų pažangos dėka bus galima atlikti ilgalaikius matavimus ant jūros dugno esančiose observatorijose, jos energija bus aprūpinamos naudojant standartinius ir optinio pluošto povandeninius kabelius. Šiais kabeliais bus galima ne tik tiekti energiją povandeninėms observatorijoms ar gilaus vandenyno gręžimo technikai (vandenyno plutos mokslinis gręžimas vandenynų vidurio kalnagūbriuose, Kompleksinė vandenynų gręžimo programa (IODP)), bet ir perduoti tyrimų metu gautus duomenis į žemynuose esančius tyrimų centrus.



## Autoriai:

**John Chen (Kinija, vadovas),  
Colin Devey (Vokietija),  
Charles Fischer (JAV),  
Jian Lin (JAV),  
Bob Whitmarsh (JK)**

Redaktorius Ted Nield  
Nuotraukos www.geolsoc.org.uk, Ted Nield,  
Henk Leeneers and John Simmons  
Dizainas André van de Waal, Coördesign, Leiden

## *Vertimas iš anglų kalbos ir papildymai*

Aldona Damušytė

Lietuvos geologijos tarnyba, 2008  
[www.lgt.lt](http://www.lgt.lt)

Miglė Stančikaitė

Geologijos ir geografijos institutas

## *Redagavo Danutė Petrauskienė*

*Lietuviškame leidime panaudotos A. Damušytės, M. Šimkaus,  
A. Bitino nuotraukos*



United Nations Educational Scientific  
and Cultural Organisation

## Supported by



## Full Partners

Geological Society of London  
Geological Survey of the Netherlands (NITG-TNO)  
International Association of Engineering Geology  
and the Environment (IAEG)  
International Geographical Union (IGU)  
International Lithosphere Programme (ILP)  
International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)  
International Union of Soil Sciences (IUSS)  
International Society of Rock Mechanics (ISRM)  
International Society of Soil Mechanics and  
Geotechnical Engineering (ISSMGE)

[www.esfs.org](http://www.esfs.org)



**International Year of Planet Earth**  
***Tarptautiniai planetos Žemes metai***

IUGS Sekretoriatas  
Norvegijos geologijos tarnyba  
N-7491 Trondheim  
NORVEGIJA  
T + 47 73 90 40 40  
F + 47 73 50 22 30  
E [iugs.secretariat@ngu.no](mailto:iugs.secretariat@ngu.no)  
[www.yearofplanetearth.org](http://www.yearofplanetearth.org)