

Didysis Kinijos kanalas – didžiausia pasaulyje dirbtinė kanalų sistema, skirta laivybai ir laukams drėkinti. Tai seniausias iš šiuo metu tebeveikiančių hidrotechniniais įrenginiais reguliuojamų vandentvarkos objektų, kurio statyba laikoma didžiausiu pasaulyje inžineriniu projektu, įvykdytu iki pramonės revoliucijos laikotarpio. Pagrindinis kanalas, jungiantis Pekiną su Hangdžou, sudarytas iš vidurinio, šiaurinio ir pietinio ruožų, kuriuose išskiriama keliolika skirtingu metu įvairiais tikslais įrengtų atkarpų (I pav.). Kanalas kerta didžiąsias rytų Kinijos upes: Haihę, Huanghę (Geltonąją upę), Huaihę, Jangdzę. Kai kurios atkarpos driekiasi upių vagomis ir ežerais. Nuo pagrindinio kanalo vagos link atokiau esančių miestų prakasta atšakų. Per potvynius vanduo iš laivybos kanalų nuleidžiamas į plačioje teritorijoje įrengtą laukų drėkinimo sistemą.

Pagrindinio kanalo ilgis – apie 1 800 km. Bendras sistemos su svarbiausiomis atšakomis ilgis – daugiau kaip 2 500 km. Pagrindinio kanalo plotis – nuo 40 iki 350 m, gylis farvateryje – 2–4 m. Dėl menko nuolydžio kanalo ir atšakų vandens tekėjimo kryptis nepastovi, nes, pakilus vandens lygiui kurioje nors iš upių ar kanalo atkarpų, vanduo nesunkiai pradeda tekėti priešinga vyraujančiam nuolydžiui kryptimi (vyraujantis pagrindinio kanalo srautas – iš šiaurės į pietus).

Kanalo atsiradimą lėmė natūralus senovės Kinijos hidrografinis tinklas. Dauguma laivybai tinkamų upių tekėjo į rytus (Ramiojo vandenyno link), o aktyviai naudojami prekybos keliai driekėsi šiaurės–pietų kryptimi. Laivyba buvo labiausiai išvystyta transporto rūšis, tad kanalo įrengimas užtikrino stabilų prekių (pirmiausia grūdų) pervežimą iš šiaurės į pietus bei praplėtė kariuomenės judėjimo šia kryptimi galimybes (II pav.).



I pav. Didžiojo Kinijos kanalo schema (Wikipedia)



II pav. Laivų vilkstinė Didžiajame Kinijos kanale (Wikipedia)



III pav. Senovinis tiltas per Didįjį Kinijos kanalą (Shutterstock)

Dėl tikslaus kanalo amžiaus nesutariama. Dirbtinės vandentėkmės laivybai viduriniame kanalo ruože pradėtos rengti jau VII a. pr. Kr. Greičiausiai tai buvo pavienės atkarpos, jungusios gretimus miestus. Realia Didžiojo Kinijos kanalo įrengimo pradžios data įprasta laikyti 486 m. pr. Kr. Seniausias – Huaihės ir Jangdzės upes jungiantis vidurinis kanalo ruožas, įrengtas iki V a. pr. Kr. vidurio.

Ši vandens sistema ne kartą plėsta ir rekonstruota. Aktyviausi pagrindinio kanalo kasimo darbai vyko VII a. pradžioje (įrengta didžioji pietinio ruožo dalis ir jo apylinkių irigacinis ir navigacinis tinklas). XIII a. baigus statyti šiaurinį ruožą, bendras dirbtinių vandens kelių ilgis viršijo 2 000 km. Kanalą modernizuojant, ne kartą keista jo struktūra (didžiausios renovacijos vyko XV a. pradžioje ir XVII a.). Pagrindiniame kanale ir atšakose išliko daug senųjų žemių ir akmenų pylimų, užtvankų. Daugiau kaip 20 iki šiol naudojamų šliuzų ir keliasdešimt tiltų įrengti seniau kaip prieš tūkstantį metų (III pav.). 2014 m. Didįjį Kinijos kanalą UNESCO paskelbė Pasaulio paveldo objektu.

Po 1855 m. potvynio Huanghei vėl pakeitus savo vagą (nuo VII a. pr. Kr. iki mūsų dienų upės vaga ilgomis atkarpomis kito daugiau nei 25 kartus) Didžiuoju kanalu sunkiai begalėjo praplaukti prekiniai laivai, todėl nuo XIX a. vidurio, plėtojant geležinkelius, kanalo ekonominė svarba labai sumenko. XX a. pirmoje pusėje daugelis kanalo atkarpų, ypač šiauriniame ruože, uždumblėjo ir tapo retai naudojamos. Kai kurios ankstesnio kanalo dalys dabar virtusios sausomis vagomis, kurios prisipildo vandens tik per didžiuosius poplūdžius (iš dalies dėl to „kaltos“ ir technologiškai tobulesnės, mažiau vandens eikvojančios drėkinimo sistemos, kurias įdiegus tokio pat ploto laukai aprūpinami vandeniu naudojant žymiai retesnį kanalų tinklą).

Nuo XX a. pabaigos Didįjį kanalą vėl gilinant ir rekonstruojant, viduriniame ir pietiniame ruože plėtojama turizmo ir vandens transporto infrastruktūra. Šiuo metu kanalas vis dar tebėra vienas iš svarbiausių regiono vidaus susisiekimo kelių.

Įvairioms žmonių veiklos sritims reikia skirtingų vandens sąnaudų. Imliausias vandeniui yra žemės ūkis ir maisto gamyba. Ypač daug vandens sunaudojama, siekiant pagaminti daug proteinų ir krakmolo turinčius produktus: mėsą, ankštines kultūras (32 pav.). Maža to, kaip tik žemės ūkio produkcijai pagaminti būtinas santykinai didžiausias negrįžtamai suvartojamo vandens kiekis. Net ir ta vandens dalis, kuri žemės ūkyje ir maisto pramonėje galėtų būti naudojama pakartotinai, dažnai tampa nebetinkama valyti dėl pernelyg didelio užterštumo pavojingomis cheminėmis medžiagomis.

Po hidrologijos užkaborius pasidairius

Per vienus metus suaugęs žmogus per savo organizmą prafiltruoja maždaug 1 m³ (1 toną) vandens. Apie 60 % šio kiekio išgeriama, dar apie 40 % gaunama su maistu. Be to, išsivysčiusiose regionuose žmonės vartoja net kelis kartus daugiau vandens nei besivystančiose šalyse.

Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje ir nesusiduria su vandens stygiaus problemomis. Skirtingai nuo daugumos pasaulio šalių, Lietuvoje didžioji dalis vandens naudojama energetikos sektoriuje. Gausūs požeminio gėlo vandens išteklių leidžia Lietuvai užtikrinti geriamojo ir buitiniams reikmėms skirtą vandens tiekimą nenaudojant paviršiniuose telkiniuose susikaupusio vandens, kuris paprastai labiau užterštas ir kurį reikia papildomai apdoroti prieš tiekiant vartotojams (galimybę užtikrinti komunalinio vandentiekio veiklą naudojant požeminį vandenį Europoje turi vos kelios šalys). Komunalinėms ir pramonės (kuri daugiausia taip pat aprūpinama požeminiu vandeniu) reikmėms mūsų šalyje per metus paimama apie 0,16 km³ požeminio vandens.

Lietuvos vidaus vandens keliai

Ne tik apie vandenį

Laivyba Lietuvos upėmis vyksta nuo seno. Ypač aktyviai stambesnėmis šalies upėmis plaukiota nuo XVIII a. pabaigos iki XX a. vidurio. Iki XIX a. visi didesni Lietuvos upėse plaukioję laivai buvo krovininiai. Daugiausia krovinių plukdyta Nemunu. Laivybą skatino upės tarptautiškumas – prekės iš Abiejų Tautų Respublikos (o vėliau iš Rusijos ir Lietuvos) Nemunu galėjo būti plukdomos į Prūsiją ir atgal.



XIX pav. Kauno žiemos uostas XX a. pirmojoje pusėje (nežinomo autoriaus nuotrauka, Nacionalinis M. K. Čiurlionio dailės muziejus)

Į Nemuno žemupį tradiciškai keliavo žaliavos: degutas, linai, sėmenys, grūdai, spiritas, medus, kaulai, sviestas, lašiniai. XIX a. į Prūsiją gabenta ir geležis, plytos. Iki 1960 m. daugeliu upių žemyn plukdyta sieliais surišta mediena. Aukštupio link vežti importiniai produktai: cukrus, vynas, romas, silkės, prieskoniai, manufaktūrose gaminti ūkio reikmenys. Kol nebuvo geležinkelio, daugelis prekių Nemunu gabenta iš tolimų rajonų (dabartinių šiaurinės Ukrainos, centrinės ir pietinės Baltarusijos, šiaur rytinės Lenkijos sričių), vėliau ypač svarbiais perkrovimo punktais tapo stambūs Gardino ir Kauno uostai, kurie aktyviai veikė dar iki XX a. vidurio (XIX pav.). Nemunu nuolat kursavo keli šimtai laivų: žinoma, kad XIX a. 6-ojo dešimtmečio viduryje Kauno uoste per metus buvo perkraunama apie 3 500 laivų.

Ilgai pagrindiniai Nemunu plaukioję laivai buvo vytinės. Ėmus eksploatuoti Augustavo ir Oginskio kanalus, pradėti naudoti ir kitokie nevarikliniai laivai, pritaikyti įveikti siauras ir seklias atkarpas tarp šliužų (I lentelė). Laivų korpusai buvo mediniai, todėl be kapitalinio remonto atlaikydavo apie 10 m. (tik metalinius korpusus turėjusios gabarės tarnaudavo iki 30 m.). Tvirtesnės rekonstruojamų laivų dalys naudotos po kelis kartus: 1992 m. Nemune ties Merkine aptiktos vytinės liekanų tyrimai parodė, kad seniausios jos detalės pagamintos XVIII a. viduryje, nors pats laivas galėjo būti eksploatuotas iki XIX a. vidurio. Laivai turėjo bures (XX pav.), bet pasroviui paprastai buvo leidžiami savieiga, o prieš srovę kildavo velkami lynais krantu einančių vytininkų. Pirmieji garlaiviai Nemune pasirodė XIX a. viduryje. Daugelis jų buvo universalios paskirties: skirti tiek keleiviams ir kroviniams plukdyti, tiek baržoms vilkti. Galingesni garlaiviai greitai nukonkuravo nevariklinius laivus (1884 m. Nemuno baseine oficialiai buvo registruoti 696 variklio neturintys

Laivo tipas	Ilgis, m	Plotis, m	Borto aukštis, m	Vandentalpa, t
Vytinė	53	7,8	1,8	224
Barkas	40	5,7	1,1	80
Berlinė	43	5,0	1,4	64
Baidokas	40	6,0	1,2	70
Gabarė	30	3,2	1,1	40

I lentelė. Apytiksliai Nemuno nevariklinių laivų vidutiniai parametrai XIX a. viduryje (pagal: Диков, 1882)

laivai, 1895 m. jų skaičius sumažėjo iki 492, o 1906 m. – iki 365). Netrukus mažesni varikliniai laivai ėmė kursuoti ir kitomis šalies upėmis: Nerimi, Nevėžiu, Dubysa. XX a. pradžioje Nemuno baseino upėmis nuolat plaukiojo 35 garlaiviai (prasidėjus I pasauliniam karui, vokiečių armija vien aukštupyje savo reikmėms mobilizavo 13 didesnių laivų). Variklinių laivų atsiradimas paskatino keleivinio susisiekimo upėmis plėtrą. Nuo XIX a. 8-ojo dešimtmečio Nemunu vykdomi reguliarūs keleivinių laivų reisai. 1920–1937 m. Lietuvos Respublikoje kasmet buvo parduodama vidutiniškai po 182 000 bilietų vykstantiems vandens keliais.

Nepriklausomybę atkūrusioje Lietuvoje upės aktyviai naudotos ir kroviniams transportuoti. Laivybos intensyvumą Nemuno ruože žemiau Kauno 1927–1939 m. apibūdina šie skaičiai: iš Kauno pasroviui kasmet išvykstantys ir atgal grįžtantys laivai atlikdavo apie 4 300 reisų, į žemupį ir iš žemupio plukdomų krovinų vidutinis kiekis per metus sudarė 61 000 t. Upių transporto plėtrai tarpukario Lietuvoje trukdė nestabili politinė situacija (nesutarimai dėl Klaipėdos krašto dažnai neleido išnaudoti prekybos su Vokietija galimybių, iki 1938 m. buvo visiškai nutrūkęs ryšys su Lenkijos okupuotu Vilniaus kraštu).

Labiausiai išplėtotą ir ilgiausiai savo svarbą išlaikiusi Lietuvos vandens transporto šaka buvo sielių plukdymas (XXI pav.). Intensyviausiai sieliai plukdyti nuo XIX a. vidurio iki II pasaulinio karo. Tarpukariu Nemuno žemupyje esan-



XXI pav. Vytinė ties Karalienės Luizės tiltu Tilžėje 1911 m. (Wikipedia)



XXI pav. Sielininkai Nemune ties Vilkija XX a. pirmojoje pusėje (nežinomo autoriaus nuotrauka, Kauno rajono muziejus)

čius Smalininkus kasmet pasiekdavo keli šimtai sielių partijų (per metus buvo atplukdoma vidutiniškai apie 63 000 t medienos). 1935 m. Lietuvoje oficialiai buvo registruoti 33 plukdomųjų upių ruožai, kurių bendras ilgis viršijo 1 500 km (spėtina, kad sieliais surišta mediena plukdyta ir mažesnėmis, į vandens kelių registrą neįtrauktomis upėmis).

Šiuo metu Lietuvos vidaus vandens kelių svarba gerokai sumenkusi: bendras laivybai pritaikytų upių (Nemuno, Neries, Nevėžio) ruožų ilgis sudaro apie 700 km, bet navigacija juose neaktyvi, nes daugelis upių nepritaikytos didesniems laivams (1,5 m gylis farvateryje užtikrinamas tik Nemune tarp Smalininkų ir Rusnės). Tikėtina, kad ateityje didės rekreacinės ir turistinės laivybos reikšmė.

Be tiesioginio vandens vartojimo gerti, buitiniams reikmėms, laukams laistyti, gyvuliams girdyti, maisto gamybai ir pramonės technologiniams procesams, yra nemažai sričių, kurioms vandens ištekliai svarbūs netiesiogiai. Pasaulyje ypač anksti paplito vandens transportas, kuris iki šiol yra viena pagrindinių transporto šakų. Tarptautiniu mastu labai svarbus jūrų transportas: vandenynais plukdomų krovinių kiekis nuolat didėja (33 pav.). Kai kuriose šalyse – ypač regionuose, kur menkai išvystyta sausumos kelių infrastruktūra, – reikšmingos susisiekimo arterijos yra ir upės, aktyviai naudojamos keleiviams ir kroviniams

tojimo tikimybė yra apie 10 %; 15,1 m aukštį viršijančių bangų – 1 %; o 18,6 m – tik 0,1 %. Didžiausių bangų aukštis atviraime vandenyne viršija 30 m. Ramiojo vandenyno šiaurinėje dalyje užfiksuotos 34 m, Indijos vandenyne – 32 m, Atlanto pietinėje dalyje – 32 m aukščio bangos (kadangi bangų aukščio nustatymas iš laivų nėra itin tikslus, kai kurie tyrėjai šiais skaičiais linkę abejoti, nes bangų aukščiui matuoti skirtos bujos panašių rezultatų kol kas neužfiksavo). Vėjinių bangų aukštis centrinėse vandenynų dalyse labiausiai priklauso nuo vėjo greičio, todėl šiam rodikliui būdingas zonis pasiskirstymas (97 pav.), be to, bangų aukštis smarkiai skiriasi įvairiais metų sezonais (pavyzdžiui, Šiaurės Atlante stiprios audros šaltuoju metų laiku kartojasi ke- liolika kartų dažniau nei šiltuoju).

Didysis Indijos vandenyno cunamis

Ne tik apie vandenį

Cunamis – vandenyje kylanti ilgoji banga. Dauguma cunamių kyla vandeny- nuose. Pagrindinės jų priežastys – povandeniniai žemės drebėjimai (daugiau kaip 80 % atvejų), nuošliaužos, povandeninių ugnikalnių išsiveržimai, stam- bių ledkalnių atsiskyrimas nuo ledo skydo.

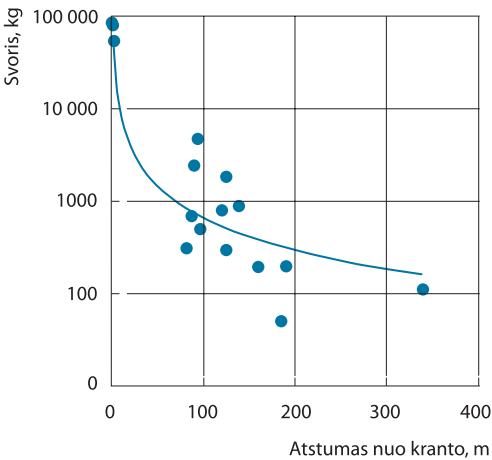
Cunamis – pakrantės gyventojams ypač pavojingas reiškinys, nes artėda- ma prie kranto banga sulėtėja, o jos aukščio svyravimų amplitudė smarkiai



XXXIV pav. 2004 m. didžiojo Indijos vandenyno cunamio epicentras ir jo paveiktos šalys (Wikipedia)



XXXV pav. Cunamio padariniai Šri Lankos pakrantėje (Wikipedia)



XXXVI pav. Pakrantėje gulėjusių riedulių, perneštų 2004 m. gruodžio 26 d. cunamio, svoris skirtingu atstumu nuo kranto esančiose vietose Lhok Nga vietovėje Sumatros saloje (pradiniai duomenys iš: Paris *et al.*, 2009)



XXXVII pav. 600 m gilyje prie dugno pritvirtintos jūrinės bujos, kuriomis nustatomos artėjančias cunamio bangos (JAV Geologijos tarnybos (USGS) nuotrauka)

išauga. Gilesnėse vandenyno vietose cunamis dėl savo aukščio ir ilgio santykiu sunkiai pastebimas (bangos ilgis siekia kelis šimtus kilometrų, o aukštis – 1–3 m), o link kranto besiritanti banga staiga išryškėja: jos aukštis čia dažnai siekia keliolika (ypatingomis sąlygomis – iki kelių šimtų) metrų. Manoma, kad geologinėje praeityje didžiulių meteoritų susidūrimo su Žeme sukelti supercunamiai galėjo būti viena iš svarbių staigios ekosistemos rūšinės sudėties pokyčius lėmusių priežasčių.

Istoriniu laikotarpiu vienas daugiausiai žmonių aukų nusinešusių ir žalos padariusių cunamių užfiksuotas Indijos vandenyne 2004 m. gruodžio 26 d. Tada apytiksliai žuvo 200–250 tūkstančių žmonių (įvairių šaltinių duomenys smarkiai skiriasi). Dar apie 1 750 000 žmonių po šios nelaimės liko be gyvenamosios vietos. Katastrofinį reiškinį sukėlė 9,3 balo (matuojant pagal momentinio stiprumo skalę M_w) povandeninis žemės drebėjimas, kilęs į vakarus nuo Sumatros salos. Šis žemės drebėjimas buvo trečias pagal stiprumą tarp visų iki šiol oficialiai užregistruotų drebėjimų ir truko palyginti ilgai (arti 10 min.). Be to, jo epicentras buvo tokioje vietoje, iš kurios cunamio bangos galėjo skliti į visas puses, todėl didelių nuostolių patyrė apie 15 Indijos vandenyno pakrančių šalių (XXXIV pav.). Žemės drebėjimas apėmė itin didelę teritoriją: 1 200 km ilgio ruože Žemės pluta pasislinko apie 15 m.

Pradinėje stadijoje bangų sklidimo greitis siekė apie 1 000 km per valandą, bangos aukštis atvira vandenyne svyravo tarp 0,5 ir 1 m. Iš viso kilo keliolika bangų, trys pirmosios buvo pačios stipriausios. Kai kuriuose rajonuose buvo artėjančio cunamio ženklų (prieš atsiritant didžiosioms bangoms, jūra atsitraukdavo nuo kranto), tačiau daug kur reiškinio pradžia buvo netikėta. Artimiausias Indonezijos salas cunamis pasiekė po keliasdešimties minučių, Afrikos rytines pakrantes – po 10–15 val. Kadangi cunamį sukėlusio Žemės plutos poslinkio ašis buvo išsidėsčiusi maždaug šiaurės–pietų kryptimi, intensyviausiai bangos sklido link rytų ir vakarų.

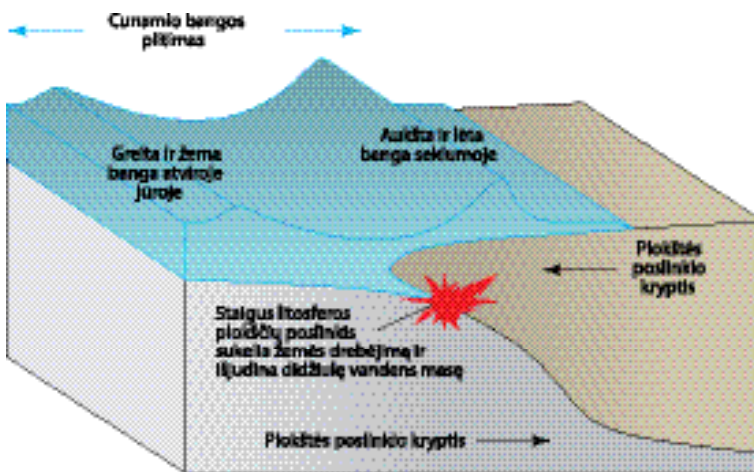
Daugiausia žmonių aukų patyrė Indonezija, Šri Lanka, Indija ir Tailandas. Smūgio išvengė tik nuo

tiesioginio bangų poveikio salų ir pusiasalių uždengti Indijos vandenyno pakrančių regionai (Australija, Persijos įlankos šalys, Mozambikas). Didžiausias bangų aukštis pakrantėse svyravo nuo 30 m kai kuriose Indonezijos salose iki 1–1,5 m Afrikoje. Dalis banguojančio vandens prasiskverbė į Ramųjį vandenyną, kuriame pastebėta ryškių vandens lygio netolygumų, kai kur taip pat sukėlusį nedidelių cunamių (Meksikos pakrantes pasiekusios bangos aukštis vietomis viršijo 2,5 m). Daugelyje vietovių cunamio bangos įsiveržė į pakrantę po keliasdešimt metrų ir daugiau, kartu nešdamos viską nuo paviršiaus (XXXV pav.). Nukentėjo ne tik statiniai, medžiai ir automobiliai. Cunami turėjo nemenką poveikį ir pakrančių uolienoms, nes nešė labai daug grunto ir riedulių (XXXVI pav.).

Ypač dideli 2004 m. cunamio padaryti nuostoliai ir išskirtinis jo mastas priverė susirūpinti dėl cunamių perspėjimo sistemos steigimo. Šiuo metu ją sudaro į vientisą tinklą sujungti seisminių judesių, bangų (XXXVII pav.) ir potvynių davikliai, išdėstyti atvirame vandenyne, pakrantėje ir žemyne, bei specialius detektorius turintys dirbtiniai Žemės palydovai.

Iš kitų bangų išskirtinėmis ir dažnai pavojingomis savybėmis pasižymi *cunamiai*. Cunamiu vadinama specifinė seisminė banga, susiformuojanti dėl galingo išorinio poveikio visai vandens stovyme. Pagrindinė cunamių priežastis – stiprūs žemės drebėjimai po vandeniu arba sausumoje netoli vandenyno kranto, kuriems vykstant gali staiga pakilti arba nusileisti didelis dugno ar priekrantės zonos plotas (98 pav.). Todėl cunamiai būdingi seismiškai aktyviems vandenyno regionams (dažniausiai cunamių kyla Ramiajame vandenyne).

Cunamio bangos ilgis paprastai siekia kelis šimtus kilometrų, o aukštis atvirame vandenyne svyruoja nuo 0,5 iki 3 m, tad cent-



98 pav. Cunamio bangų formavimosi schema