

*Stanislovas Sinkevičius, Gytautas Ignatavičius**

Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakultetas

Gamtinės aplinkos kaita ir tikėtinos pasekmės Lietuvai

Gamtinės aplinkos samprata apima funkcionuojančią tarpusavyje susijusių elementų (žemės paviršius ir gelmių, oro ir vandens, dirvožemio ir augalų bei gyvūnų, organinių ir neorganinių medžiagų, taip pat antropogeninių komponentų) visumą bei juos vienijančias natūralias, pusiau natūralias ir antropogenines sistemas. Lietuvos gamtinės aplinkos ir jos komponentų bei išteklių būklė, jų raida ir išsaugojimas klimato kaitos bei antropogeninės (technogeninės) veiklos integruoto ir progresuojančio poveikio sąlygomis sudaro valstybei ir visuomenei iškilusios problemos esmę. Dabartinės klimato kaitos negalima atskirti nuo ekonominės globalizacijos, energijos ir išteklių išekvojimo, skurdo mažinimo, socialinės nelygybės ir saugumo stokos iššūkių, todėl ir sprendimais iš dalies nebus išspręstos ateities tvarumui grėsmę keliančios problemos. Nagrinėjant vykstančius procesus, vykstančius mus supančioje aplinkoje, labai svarbu atskleisti pagrindinius priežastingumo ryšius tarp aplinkos būklės ir ją veikiančių procesų. Mes niekada negalėsime sėkmingai spręsti aplinkos saugos problemų visiškai nesuvokdami visos priežasčių pasekmės grandinės.

Įvadas

Pasaulio mokslininkai pripažįsta, kad per paskutiniuosius du šimtus metų žemės ekosferoje (platesnis gamtinės aplinkos apibrėžimas) vykstančių procesų pusiausvyra tapo sutrikdyta globalaus poveikio aplinkai veiksmu tapusios antropogeninės veiklos. Technogeninė ekspansija vardan visokeriopos pažangos nuskurdino sukauptus gamtinius išteklius, pakeitė ir tebekeičia gamtinių sistemų struktūras ir jose vykstančius procesus, o tai pasireiškia blogėjančia visos gamtinės aplinkos kokybe, nuo kurios priklauso ir žmonių tolesnė visuomenės egzistencija ir/ar jos, atskirų dabartinių visuomenių materialinė gerovė buvo sukurta be saiko eksploatuojant gamtos išteklius bei kuriant ekologines problemas ir aplinkos riziką, kuri dėl savo technologinės prigimties gerokai skyrėsi nuo ankstesnės – gamtinės ir žmonių sukeltos, tai vertė vis labiau abejoti modernios visuomenės instituciniu gebėjimu valdyti ekologinę riziką, besiskverbiančią į visas visuomenės sferas¹, raida, Ulricho Beko teigimu.

* *Doc. dr. Stanislovas Sinkevičius* – Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto Ekologijos ir aplinkotyros centro vedėjas. Adresas: M. K. Čiurlionio 21/27, 03101 Vilnius, tel. 8 5 2398299, el. paštas – stanislovas.sinkevicius@gf.vu.lt. *Doc. dr. Gytautas Ignatavičius* – Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto Ekologijos ir aplinkotyros centro mokslo darbuotojas. Adresas: M. K. Čiurlionio 21/27, 03101 Vilnius, tel. 8 5 2398750, el. paštas – gytisi@takas.lt.

¹ Beck U., Risk Society: Towards a New Modernity, London, Sage, 1992.

Pastaraisiais dešimtmečiais ne tik pasaulyje, Europos Sąjungoje (toliau ES), bet ir Lietuvoje pripažinta, kad stebima globali klimato kaita, integruota su didėjančiu antropogeniniu poveikiu, yra pavojingi visuomenei, jos gyvenamajai ir ypač gamtinei aplinkai, tolimesnei šalies raidai, o Lietuvoje vykstanti gamtinės aplinkos kaita susijusi su daugialypėmis ekonominėmis ir socialinėmis pasekmėmis valstybei ir jos gyventojams².

Dėl klimato kaitos vykstanti globalinės aplinkos kaita toliau inspiruoja dviejų tipų ekonomines ir socialines problemas. Visų pirma tai nuostoliai, kurie patiriami dėl tiesiogiai aplinkos kaitos sukeltų nepalankių gamtinių reiškinių, anomalijų ar katastrofų. Jie yra didžiuliai, kol kas sunkiai valdomi ir prognozuojami. Tačiau dažnai ne ką mažesnių ekonominių ir socialinių problemų dabartiniu metu sukuria ir kovos su klimato ar aplinkos kaita programos. Juk šie veiksmai yra susiję su papildomomis išlaidomis, diegiant aplinkosauginius sprendinius į gamybą, technologiniais suvaržymais pasirenkant gamybos būdą, realizacijos rinkoje problemomis, papildomais mokesčiais, naujais pokyčiais socialinėje sferoje. Tenka pripažinti, kad tai, ką dabartinė visuomenė pradeda mokėti už savo „agresiją“ prieš aplinką, yra mokestis už ilgąmetį nihilistinį požiūrį į gamtą ir jos potencialo alinimą.

Pasaulyje atliekami išsamūs gamtinės aplinkos kaitos tyrimai, kurių apibendrinti rezultatai gali būti netiesioginis indikatorius, prognozuojant vyksiančius pokyčius Lietuvos gamtinėje aplinkoje, kur tokių tyrimų trukmė kol kas dar labai trumpa. Reikia prisiminti, kad egzistuoja dar regioniniai specifiniai gamtinių ekosistemų ir jų komponentų erdvinio savitumo, unikalumo ar sudėtingumo skirtumai. Kalbant apie Lietuvos kraštovaizdį, pasak prof. P. Kavaliausko³, bene didžiausiu aktualumu išsiskiria vykstantys geocheminiai procesai (agrarinės ir urbanizuotos teritorijos), šlaitiniai (miestų teritorijos), litoraliniai (pajūris), karstiniai (Šiaurės Lietuvos regionas), biogeniniai (įvairios hidrosistemos) gamtiniai procesai.

Beveik visos pasaulio ekologinės problemos egzistuoja ir turi poveikį geografiškai mažoje Lietuvos teritorijoje (fizinis gamtinių sistemų ir jų komponentų biologinės įvairovės naikinimas, neatsistatančių ir atsistatančių išteklių hipereksploatacija, gamtinių sferų tarša ir visos su tuo siejamos pasekmės, naujai atsirandantys ir plintantys reiškiniai ne tik gamtinėje, bet ir konkrečiuose socialinės sferos sektoriuose). Neigiamas globalus antropogeninis poveikis pasireiškia ne tik per tiesioginį gamtinės aplinkos degradavimą, bet ir per kitus netiesioginius poveikio mechanizmus, dėl kurių vyksta tolesni ilgalaikiai, dažnai negrįžtami pokyčiai. Viena iš tokių – globali klimato kaita, inicijuojanti grandinę virsmų, persitvarkymų, prisitaikymų seką. Reiktų priminti, kad minimi pokyčiai vyksta nevienodai bei nevienodu tempu net tokioje santykinai mažoje erdvėje kaip skirtingų ES šalių teritorijos.

² Nacionalinė mokslo programa „Lietuvos ekosistemos: klimato kaita ir žmogaus poveikis“, Bendrosios nuostatos, 2008 01 15, projektas, Vilnius, VU Ekologijos institutas, 2008.

³ Kavaliauskas P., „Kraštovaizdis“, *Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida*, Aplinkos apsaugos agentūra, Vilnius, 2008, p. 102–103.

Vykstantys klimato pokyčiai pirmiausia siejami su papildomomis dujų emisijomis, jų koncentracijų didėjimu atmosferoje ir sukeliančių šiltnamio efektą. Jungtinių Tautų (toliau JT) ir Pasaulinės meteorologinės organizacijos įsteigtos Tarpvvyriausybinė klimato kaitos komisijos (TKKK) paskelbtoje ataskaitoje apie galimus šiltnamio efektą sukeliančių ir kitų klimato sferos raidai svarbių dujų emisijas yra įvardijamos keturios (A1, A2, B1 ir B2) galimų raidos scenarijų grupės⁴. Emisijų kaitos atmosferoje scenarijai paremti socialinėmis ir ekonominėmis žmonijos raidos, nuo atskirų šalių gebėjimo perimti ir adaptuoti modernias technologijas, kitas institucines naujoves keičiant poveikį gamtinei aplinkai prognozėmis. Pirmame A1 scenarijuje numatomas labai greitas ekonomikos augimas, gyventojų skaičiaus didėjimas iki XXI a. vidurio, o po to mažėjimas, greitas modernių technologijų diegimas.

Čia išskiriami trys pogrupiai (A1F1 – vyrauja deginami greitai neatsinaujinantys gamtiniai išteklių, A1T – vyrauja deginami greitai atsinaujinantys gamtiniai išteklių, A1B – planuojamas subalansuotas kuro vartojimas) dar bei subalansuotas kuro vartojimas. A2 scenarijuje prognozuojamas išlikęs dar labai heterogeniškas pasaulis su nuolat didėjančiu gyventojų skaičiumi. Numatomas lėtas ekonomikos augimas, o naujos technologijos bus diegiamos tik kai kuriuose, labiau išsivysčiusiuose regionuose. B1 modeliuojama staigi globalizacija, gyventojų skaičiaus kaita panaši, kaip numatyta A1B scenarijuje, bet kartu ypač greitas ekonominės sistemos virtimas informacine bei mažiau vartotojiška visuomene su intensyviu naujų švarių technologijų diegimu. B2 – pasaulis orientuotas į vietos ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių problemų aktyvesnį visapusišką sprendimą. Didžiausia šiltnamio dujų koncentracija ore prognozuojama tuo atveju, jei žmonija vystytusi pagal A2 emisijų scenarijų, o B1 scenarijaus išsipildymas lemtų gana nedidelius pokyčius klimato sferoje. Realiausias yra A1B tarpinis variantas, kiek artimesnis A2 scenarijui.

Šių scenarijų duomenys – tai bendrosios cirkuliacijos modelių (GCM – *General Circulation Model*) įvesties duomenys, kurių pagalba pasauliniai klimato tyrimų centrai modeliuoja ateities klimato pokyčius. Atskirų Europos regionų klimato prognozėms šiuo metu dažniausiai naudojami globalūs HadCM3 (sukurtas Hadley klimato tyrimų ir prognozių centre Jungtinėje Karalystėje) bei ECHAM5 (sukurtas Makso Planko meteorologijos institute bei Vokietijos klimato skaičiavimo centre) klimato modeliai. Dr. E. Rimkaus teigimu, trys emisijos scenarijų (A1B, A2 ir B1) modelių išvesties rezultatai buvo panaudoti Lietuvos klimato prognozėms. Tačiau klimato modelių tinklelio gardelės dydis yra per didelis, kad prognozėse atsispindėtų numatomi regioniniai Lietuvos klimato pokyčių ypatumai. Norint pereiti iš globalios į lokalią skalę buvo atliktas statistinis modelio tinklelio raiškos didinimas. Šiam tikslui buvo pritaikytas linijinės ir daugianarės regresijos metodas. Klimato rodiklių prognozės XXI a. sudarytos 16-ai Lietuvos meteorologijos stočių. Norint parodyti galimų pokyčių spektrą oro temperatūros, kritulių kiekio ir vėjo rodiklių

⁴ Nakicenovic N., Swart R., eds., Special Report on Emissions Scenarios, 2000, www.ipcc.ch/pub/reports. TKKK – Tarptautinė klimato kaitos komisija – Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC.

prognozės pateikiamos remiantis HadCM3 modelio A1B scenarijumi (dideli numatomi pokyčiai) ir ECHAM modelio B1 scenarijumi. Prof. A. Bukančio ir doc. E. Rimkaus duomenimis, jau pirmajame XXI a. trisdešimtmetyje (lyginant su 1971–2000 metų vidurkiu) oro temperatūra pagal HadCM3 modelio A1B emisijų scenarijų turėtų išaugti. Žiemos metu temperatūros visoje Lietuvoje kils apie 1,3°C; pajūryje jos taps teigiamos (0,5°C), o Rytų Lietuvoje pakils iki –3,1°C. Pavasario oro temperatūra išaugs gerokai mažiau, tik apie 0,5°C pasiekdama 6,2–7,4°C. Vasaromis ji pakils 0,6°C; Žemaičių aukštumoje vyraus 16,2°C, Rytų Lietuvoje 16,6°C, o didžiojoje teritorijos dalyje jau >17°C. Rudenį vidutinės oro temperatūros pasikeitimas bus stipresnis Vakarų Lietuvoje dalyje, kur pakiltų 0,9–1,2°C, o kitur 0,4–0,8°C. Rudens vidutinė oro temperatūra pajūryje taptų artima 10°C, o Rytų Lietuvoje 6–7°C. Pagal ECHAM5 modelio B1 emisijų scenarijų prognozuojami mažesni oro temperatūros pasikeitimai. Oro temperatūra žiemą pakils apie 0,8°C; didžiojoje teritorijos dalyje vyrautų tarp 0 ir –2°C temperatūros, o rytinėje teritorijos dalyje laikytųsi apie –3,5°C. Pavasario temperatūra vidutiniškai padidės 0,2–0,3°C. Vasaromis pagal šį scenarijų oro temperatūra pakiltų apie 0,3°C, o rudens 0,5–0,7°C. Pagal HadCM3 modelio A1B scenarijų kritulių kiekis per artimiausius trisdešimt metų žiemą visoje Lietuvos teritorijoje padidės vidutiniškai 6 mm. Didžiausi pokyčiai (8–9 mm) numatomi Pietryčiuose ir Žemaičių aukštumoje, čia žiemos kritulių kiekis pasieks 140–180 mm. Pavasario kritulių kiekis turėtų išaugti mažiau, 3 mm, o pietrytinėje šalies dalyje prognozuojamas nežymus kritulių kiekio mažėjimas. Vasarą ir rudenį kritulių mažės visoje Lietuvos teritorijoje po 6–7 mm per sezoną. Pajūryje šis rodiklio reikšmės pasikeis mažiau. Kylant oro temperatūrai mažės dienų su sniego danga skaičius. Per artimiausius du dešimtmečius sutrumpėtų net 10–15 dienų. Mažės ir pastovios sniego dangos susiformavimo tikimybė: apie 2030 metus pajūryje ji susidarys vidutiniškai tik kartą per 4–5 metus, o rytuose pastovios sniego dangos susidarymo tikimybė sumažės iki 70 proc.^{5, 6}.

Dabartinė klimato sistema tapo daug sudėtingesnė, nes, mažėjant savi-reguliuojančių ekosistemų kaip pasaulio miškai plotams ir sparčiai plečiantis agrolandšafto ir urbanizuotų teritorijų plotams, iš kur didėja oro tarša ir papildomos dujų emisijos, stiprėja „šiltnamio efektas“, nyksta Žemę saugantis ozono sluoksnis, spartėja hidrosistemų bei dirvožemių kaita, vyksta negrįžtami biologinės įvairovės pokyčiai, o pasaulio žmonių sveikata tampa vis labiau pažeidžiama. Didėjant visuomenės išprusimui, sąmoningumui, aplinkos taršos padarinių suvokimui pastariesiems dešimtmečiams visame pasaulyje yra būdingas svarbiausio visuomenės požiūrio į globalinę klimato kaitą ir jos padarinius aktyvėjimas bei kardinalus susiformavusių vartotojiškų vertybių perkainojimas, atsižvelgiant į darnaus vystymosi ir klimato kaitos prevencijos reikalavimus. Dar prieš kelis dešimtmečius įvairių šalių mokslininkai ir aplinkosaugininkai savo dėmesį ir pastangas akcentuodavo atskirų klimatinių anomalijų ir jų padarinių analizei, atskirų gamtos ir civilizacijos vertybių apsau-

⁵ Bukantis A., „Klimato kaitos priežastys“, *Globali aplinkos kaita*, Vilnius, 2007, p. 77–105

⁶ Rimkus E., „Klimato kaitos prognozės“, *Globali aplinkos kaita*, Vilnius, 2007, p. 107–132.

gai, tačiau jau paskutiniais XX a. dešimtmečiais, didėjant aplinkos teršimui ir gamtinių anomalijų ir katastrofų skaičiui bei padarinių mastui, taip pat sparčiai didėjant tokių reiškinių daromiems nuostoliams bei sparčiai didėjant pavojui žmonių saugumui, susiformavo būtinybė jau kompleksiskai vertinti klimato kaitos procesų priežastis ir pasekmes (Europos Komisija, 2008)⁷.

Remiantis tik turimais Lietuvos ir pasaulinio klimato kaitos stebėjimo bei tolesnės raidos duomenimis, dar sunku objektyviai įvertinti, kokie gamtines aplinkos kaitos procesai, susiję su antropogenine veikla ir klimato kaita, yra Lietuvai aktualiausi, kokios galimos šių procesų pasekmės aplinkai ir žmogui.

Dažnai yra užduodamas klausimas, kokia yra piniginei išraiška nuotolių ar papildomų išlaidų, kurias patiria ir patirs šalies visuomenė dėl neišvengiamų gamtinės aplinkos kaitos proceso padarinių. ES ekspertų duomenimis, yra tam tikrų įrodymų, kad žalos mastai dėl tolesnio neveiklumo gali siekti 5–20 proc. pasaulinio bendro vidaus produkto (toliau BVP) kasmet, o tinkamos klimato ir investicijų į švarias technologijas politikos sąnaudos iki 2050 m. sudarytų 0,5–1 proc. pasaulinio metinio BVP, ir tai dar duotų papildomos naudos gamtai ir sveikatai. Kažkokio vieno atsakymo, kiek žmonijai ar Lietuvai kainuoja klimato kaita, nėra. Jei kalbėsime apie trumpalaikes vertinimo pozicijas, tai atskiroms ūkio šakoms, tokioms kaip žemės ūkis, turizmas, komunalinis ūkis, tokia kaita gali atrodyti ir naudinga. Tačiau tokiu būdu mes dalyvaujame lenktynėse su laiku, kuriose ant kortos statoma gyvenimo kokybė, saugumas ir Europos konkurencingumas

Pasaulio mokslininkai, šios srities autoritetai, pripažįsta, kad bet kokie dabartiniu metu esantys šios problemos modeliai ar studijos remiasi daugybe išlygų ir principu „jeigu“. O tai lemia jų sąlygiškumą ir užprogramuota nutolinimą nuo realios situacijos⁸. Tokį sąlygiškumą lemia matematinuose modeliuose naudojamų diferencialinių lygčių sistemų sudėtingumas ir atskirų veikiančių faktorių tarpusavio daugiafaktorinių sąveikų supaprastinamas iki elementarių tiesinių lygčių koeficientų.

Jei nekalbėtume apie anksčiau išsakytas mintis dėl žalos ir prevencinių priemonių finansinio įvertinimo komplikacijų, visų pripažįstama, kad už praeityje vykdytas, o dažnai ir dabar besitęsiančias neapgalvotas žmogaus invazijas į gamtą mokėsime brangiai ir ilgai, o tikslūs skaičiai ir nuostoliai vėliau priklausys nuo to, koku keliu eis tolesnis žmonijos vystymasis. Jeigu mums pasukti savo ekonominių ir socialinių vystymąsi bei perorientuoti savo poreikius darnaus vystymosi kryptimi, tada šie nuostoliai mažės ir mums pavyks suvaldyti neigiamus globalinės aplinkos kaitos padarinius. Priešingu atveju gali būti ir patys pesimistiškiausi ateities scenarijai numatantys net ir civilizacijos žlugimą Žemėje.

⁷ Europos Komisija, Vyriausiojo įgaliojimo ir Europos Komisijos dokumentas, Europos vadovų tarybai. Klimato kaita ir tarptautinis saugumas, 2008, www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/LT/reports/99402.pdf.

⁸ Using the ODD protocol for comparing three agent-based social simulation models of land use change., Polhill, J. G.; Parker, D. C.; Brown, D. G.; Grimm, V., *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2008, 11(2),

1. Globali klimato kaita ir jos keliami pavojai gamtinei aplinkai

Pasaulyje klimato kaitos poveikis stebimas jau dabar: sutrikdyti globalūs geocheminiai pagrindinių medžiagų ciklai, dėl jų kyla temperatūra, tirpsta ir mažėja kalnynų, ašigalių bei arktinių šelfų ledynai, ekstremalūs meteorologiniai įvykiai tampa ne tik dažnesni, intensyvesni, bet keičiasi ir jų geografija. Prognozuojama, kad jau po devyniasdešimt metų vidutinė globali temperatūra gali viršyti užfiksuotą 1990 metais 1,4–5,8°C. Sausumoje temperatūriniai pokyčiai bus didesni nei vandenyne, vis didėjantys su aukštesnėmis platumomis. Išaugo ir jų paros, sezoninių, daugiamečių svyravimų amplitudės, keisis kritulių pasiskirstymas laike ir erdvėje⁹.

Daugelyje šiaurinio pusrutulio žemynų konstatuojamas biologinės įvairovės įvairių rūšių arealų slinkimas šiaurės kryptimi vidutiniškai 6,1 km per dešimt metų greičiu. Daugelis ekspertų prognozuoja, kad taigos miškai gali pasistūmėti kelis šimtus kilometrų šiauriau, o tundros zona trauksis ir jos kaip biomo teritorija kritiškai mažės. Išnykstantis amžinas išalas tundros zonoje „išlaisvins“ ten sukauptas dujas, tai sukels papildomai šiltnamio efekto didėjimą klimato sferoje. Tikėtina alpiinių ekosistemų spartus degradavimas, o likę 84 proc. koralinių rifų gali visai išnykti. Galimas net 85 proc. įvairių šlapžemių ekosistemų plotų sumažėjimas, o dykumų plotai toliau plės žolinių savanų ir eroduotų dėl netinkamo ūkininkavimo sąskaita. Dėl nesugebėjimo palikti tapusią nepalankią klimato zoną ir galimo gaisringumo padidėjimo miškų užimami plotai gali mažėti.

Kadangi dabartiniu metu klimato kaitos faktas nekelia jokių abejonių ir yra visų pripažintas faktas (diskusijos kyla tik dėl proceso priežasčių, raidos ir galimų pasekmių). Bet koks jo intensyvumo valdymas yra ilgalaikis procesas; yra reikalinga kurti kokybiškai naujas aplinkos apsaugos valdymo strategijas, kurios apimtų ne tik paties klimato kaitos proceso intensyvumo mažinimą ir priežasčių šalinimą, bet ir jo padarinių kontrolę, valdymą ir tuo pačiu gamtinių vertybių bei gyventojų apsaugą.

Aplinkos apsaugos problemos pasižymi savo globališkumu, o jų sprendimai ne atskiros įmonės ar gamybinio procese, o kompleksiskai vertinant jas miestų, pramonės rajonų, regionų, visos šalies ir šalių grupėse. Kita svarbi klimato kaitos problemos nagrinėjimo ypatybė yra tai, kad ji turi būti vertintina kaip kompleksinė problema. Šios problemos kompleksiskumas yra apsprendžiamas sistemos sudėtingumo, kadangi ją lemia net trys komponentai: gamtinė aplinka, visuomenė ir gamyba. Be to, šios sistemos vystymasis neįmanomas be kompleksinio socialinių, ekologinių, techninių, ekonominių, teisinių ir tarptautinių aspektų įvertinimo¹⁰.

⁹ Mc Carthy et al., eds., *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2001

¹⁰ Ed. by Pachauri K et all, *Climate change 2007 Synthesis report.*, WMO, 2007, 104 p.

Dėl klimato kaitos kylanti rizika yra reali, o tokios kaitos poveikis jau tapo globaliu. JT komisijos skaičiavimais, 2007 m. visi, išskyrus vieną, iš jos skubių kreipimūsi dėl humanitarinės pagalbos buvo susiję su klimatu. TKKK išvados rodo, kad net jei iki 2050 m. į atmosferą išmetamų teršalų kiekis būtų sumažintas iki mažesnės nei pusė 1990 m. lygio ribos, bus sunku išvengti temperatūros pakilimo 2°C palyginti su iki industrializacijos buvusiu lygiu. Dėl tokio temperatūros pakilimo kils rimta saugumo rizika, kuri nuolat didės, jei atšilimas tęsis. Nesušvelninus klimato kaitos, temperatūrai padidėjus daugiau kaip 2°C, kils precedento neturinčių saugumo problemų, kadangi dėl to greičiausiai atsiras ne vienas lemiamas pokytis, dėl kurių klimato pasikeitimai dar pagreitės, taps nebegražinami ir dažniausiai nebeprognozuojami. Investicijos į poveikio sušvelninimą, siekiant išvengti tokių scenarijų, taip pat prisitaikymo prie neišvengiamybės būdai turėtų būti neatsiejamos priemonės sprendžiant tarptautiniam saugumui dėl klimato kaitos kilusios grėsmės problema; tiek viena, tiek kita turėtų būti laikoma prevencinės saugumo politikos dalimi¹⁰.

Klimato kaitą geriausia vertinti kaip grėsmės daugiklį, sustiprinantį esamas tendencijas, įtampą ir nestabilumą. Pagrindinis sunkumas yra tas, kad klimato kaita sukels papildomos naštos valstybėms ir regionams, kurie jau ir taip yra pažeidžiami bei konfliktiški. Svarbu suprasti, jog kylanti rizika nėra vien humanitarinio pobūdžio; ji taip pat susijusi su politine ir saugumo rizika, turinčia tiesioginį poveikį Europos interesams. Be to, atsižvelgiant į žmogaus saugumo koncepciją, akivaizdu, kad dauguma klausimų, susijusių su klimato kaitos poveikiu tarptautiniam saugumui, yra tarpusavyje susiję ir jiems išspręsti reikalinga išsami politika. Pavyzdžiui, kyla rimta rizika pasiekti tūkstantmečio vystymosi tikslus, kadangi metų metais vykdyta vystymosi srities veikla gali netekti prasmės, jei nebus nesusūvelninta klimato kaita. Tarp minimų svarbiausių veiksnių yra gyventojų skaičiaus kaita, energijos suvartojimas, ekonominis ir socialinis vystymasis, technologijų raidos ypatybės, kurių tolesnė atsirandančių procesų sklaida kai kurios įvairiuose pasaulio regionuose įgauna konkrečias formas kaip:

- lokalūs ir konfliktai dėl gamtinių išteklių naudojimo ar valdymo tarp valstybių;
- ekonominė staigių potvynių žala pakrančių miestams bei ypatingos svarbos infrastruktūros objektams kylanti rizika;
- teritorijos praradimas ir ginčai dėl sienų;
- ekologinių problemų sukelta gyventojų migracija;
- pažeidžiamumo ir radikalėjimo situacijos;
- įtampos dėl energetinių išteklių ir pačios energijos tiekimo;
- spaudimas tarptautinei valdymo sistemai.

Negalima nepaminėti ir žemėnaudos pokyčių bei aplinkos apsaugos politikos svarbos. Siekiant minimalizuoti klimato kaitos intensyvėjimą dėl antropogeninės veiklos ir valdyti šio reiškinio keliamus neigiamus ekologinius, socialinius ir ekonominius padarinius su minimaliu neigiamu poveikiu žmogui skatina priimti įvairių krypčių politinius sprendinius, kurie galėtų

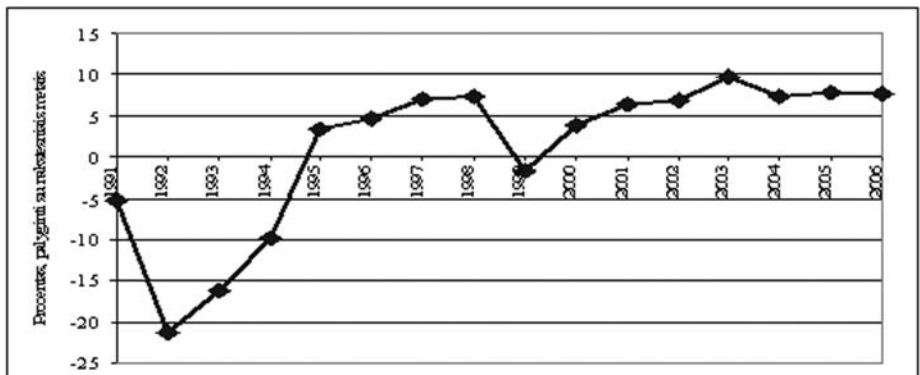
būti kaip adaptaciniai (prisitaikomojo pobūdžio tiek gamtinių sistemų, tiek socialinių-ekonominių sektorių), taip ir švelninamieji (atskirų antropogeninio poveikio rūšių aplinkai minimizavimas, pvz., dujų emisijų, itin pavojingos taršos mažinimas).

Tačiau net ir įgyvendinus geriausias ir efektyviausias klimato kaitos švelninimo priemones, klimato kaita ir su ja susijęs poveikis įvairiems sektoriams nesiliaus, todėl, siekiant užtikrinti saugų ekonomikos, socialinio ir aplinkos sektorių funkcionavimą, būtina parengti ir įgyvendinti prisitaikymo prie klimato kaitos strategijas. Tokių nacionalinių strategijų įgyvendinimas padidintų atsparumą klimato kaitos poveikiui.

2. Kai kurie Lietuvos gamtinės aplinkos kaitos aspektai

2. 1. Lietuvos ūkio augimo vertinimas klimato kaitos kontekste

Istoriniu požiūriu po Nepriklausomybės atkūrimo Lietuvoje praėjo dar labai nedaug laiko, tačiau šalies ūkyje įvyko fundamentalių permainų. Po Nepriklausomybės atkūrimo buvo patirtas gana didelis ūkio nuosmukis (1 pav.), hiperinfliacija ir didelis nedarbas, prasidėjusi emigracija, vėliau atsigauanantį Lietuvos ūkį neigiamai paveikė Rusijos ekonominė krizė. Apie 2002 m. šalies ūkyje ėmė ryškėti naujos tendencijos – spartus vidaus vartojimo kilimas, nedarbo mažėjimas. Nuo 2003 m. vidaus paklausos ir eksporto subalansuota plėtra bei išsisiūbavęs skolinimosi bumas išvedė Lietuvą į visos Europos lyderius pagal bendrojo vidaus produkto augimo ir nedarbo mažėjimo tempus.

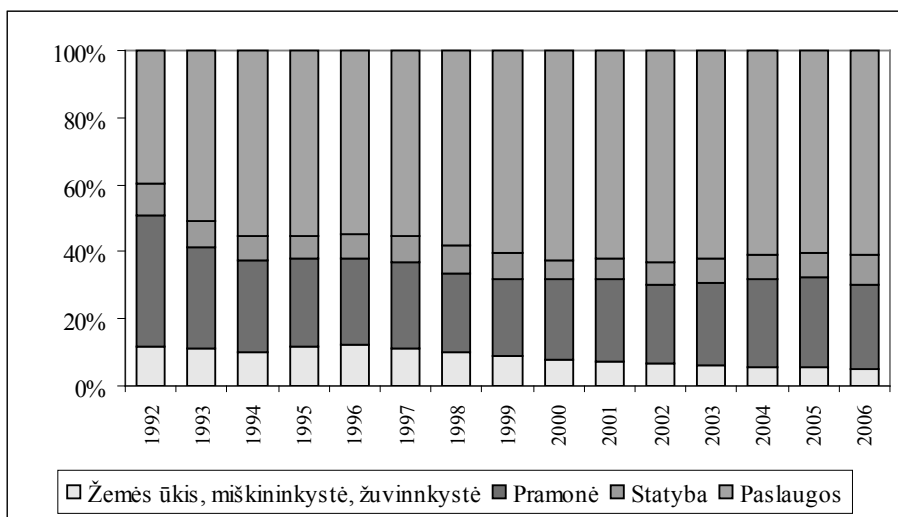


1 pav. Bendrojo vidaus produkto pokytis procentais, palyginus su ankstesniais metais¹¹

¹¹ Duomenų šaltinis: Statistikos departamentas.

Deja, prasidėjusi pasaulinė ekonominė krizė neaplenkė ir Lietuvos, ir prasidėję pokyčiai socialiniame – ekonominiame sektoriuose (ypač energetikos) dar ilgus metus turės įtakos ir klimato kaitos švelninimo procesuose.

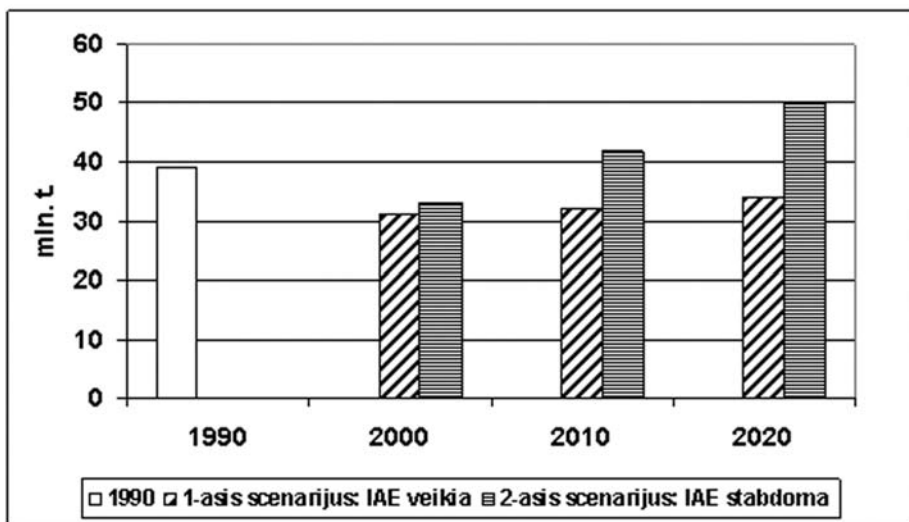
Kitas labai svarbus momentas, apie kurį būtina kalbėti, vertinant šalies ūkio įtaką klimato kaitos procesui, yra jo struktūra. Lietuvos ūkio struktūra yra įvairialypė, tačiau per Nepriklausomybės metus pasikeitė iš esmės (2 pav.) – vis didesnę dalį BVP sukuria paslaugų ir aukštųjų technologijų sektoriai, sumažėjo energijai ir žaliavoms imlios pramonės dalis.



2 pav. Bendrojo vidaus produkto struktūra Lietuvoje¹²

Kalbant apie energetiką atskiro paminėjimo reikalauja Ignalinos atominės elektrinės uždarymo ir su tuo susijusi šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio emisijos didėjimo problema. Per paskutinius 5 metus Ignalinos atominė elektrinė (IAE) pagamino nuo 77 proc. iki 85 proc. visos Lietuvos energijos. Uždarius IAE 2009 metų pabaigoje išaugs naftos produktų ir gamtinių dujų sunaudojimas pirminiame energijos balanse. Kadangi naftos produktai ir gamtinės dujos yra žymiai taršesnės kuro rūšys „šiltnamio efektą“ sukeliančių dujų emisijų požiūriu, logiška, kad šių dujų emisijos Lietuvoje augtų ir lemtų šiltnamio dujų emisijų padidėjimą 9 proc. 2010 metais ir dar po dešimt metų jau 28 proc., lyginant su 1990 metais (3 pav.).

¹² Duomenų šaltinis: Statistikos departamentas.



3 pav. Anglies dioksido (CO₂) kiekiai ir jų prognozė Lietuvoje¹³

2007 m. sausio 18 d. LR Seimas priėmė jau ketvirtą po nepriklausomybės atkūrimo Lietuvos energetikos strategiją, kurioje pagrindiniu nauju akcentu, lyginant su ankstesnėmis strategijomis, yra aiškiai išreikštas prioritetas strateginis tikslas iki 2015 metų pastatyti naują atominę elektrinę. Nenagrinėjant būsimų ES energetinių tiltų su Lietuva kol kas pagrindinis kuras Lietuvos elektrinei bent iki 2015 m. gali būti gamtinės dujos iš Rusijos, o kaip rezervas – mazutas, kurio realiausias šaltinis – ta pati Rusija, iš dalies Baltarusija, Venesuela ar kiti nauji šaltiniai. Todėl, siekiant maksimaliai sumažinti prognozuojamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos padidėjimą, didelis dėmesys yra skiriamas atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimui Lietuvos energetikos sektoriuje. Didžiausias dėmesys, vertinant skirtingų atsinaujinančių energijos šaltinių Lietuvos energetikos sektoriuje panaudojimo galimybes ir perspektyvas, yra teikiamas elektros energijos gamybai iš vėjo, vandens ir biomasės, o transporto sektoriuje – iš biomasės pagamintam biokurui¹⁴. Bene geriausios perspektyvos Lietuvos ateities energetikoje 2010–2020 m. prognozuojamas vėjo energetikai, kuri galėtų sudaryti iki 39 proc. ir hidroenergjai, kuri atitinkamai sudarys 50 proc. nuo visų atsinaujinančių energijos šaltinių sukurtos energijos.

Dabartiniai Lietuvos aplinkosaugos politikos prioritetai aplinkos sektoriuje yra glaudžiai susieti su Lietuvos darnaus vystymosi prioritetais – pagrindinių ūkio šakų poveikio aplinkai ir pavojaus žmonių sveikatai mažinimo,

¹³ Jaskelvičius B., Žiugžda V., Energetika ir atmosferos tarša Lietuvoje, Lietuvos mokslas ir pramonė: Šilumos energetika ir technologijos, KTU konf. pranešimų medžiaga, 2001 vasario 1–2 d., Kaunas, Technologija, 2001, p. 249–252.

¹⁴ Katinas V., Atsinaujinančių energijos išteklių vartojimas energijos gamybai ir plėtros galimybės Lietuvoje, LEI pran. konferencijoje „Šilumos energetika ir technologijos“, KTU, 2006 m. vasario 2–3 d.

pasaulio klimato pokyčių ir jų padarinių švelninimo – kaip matome klimato kaitos procesui čia skiriamas ypatingas dėmesys. Nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje, kuri buvo patvirtinta 2003 m., yra numatyta tobulinti aplinkos kokybės vertinimo ir valdymo sistemas, siekiant užtikrinti reikalingą oro kokybę žmonių sveikatai ir ekosistemoms visoje šalies teritorijoje.

2.2. Lietuvos klimato kaitos prognozės XXI a.

Lietuvos klimato svyravimai yra neatsiejama viso Žemė rutulio klimato sistemoje vykstančių procesų dalis. Tad Lietuva yra potencialiai atvira tiek globaliems klimato pokyčiams, tiek rezultatams, pasiektiems mažinant šiltnamio dujų (toliau ŠD) išmetimus.

Lietuvos klimatą lemia zoniniai (globalūs) veiksniai ir vietinės geografinės sąlygos (azoniniai veiksniai). Zoniniai veiksniai – tai Lietuvos teritorijos geografinė padėtis ir vyraujanti oro masių pernaša iš vakarų, apimanti visą troposferą ir žemutinę dalį stratosferos. Lietuvos klimato bruožai priklauso dar ir nuo aplinkinių sausumos plotų, vandenynų ir jūrų išsidėstymo, nuo reljefo absoliutinio aukščio, dirvožemio savybių, paklotinio paviršiaus dangos. Į vakarus nuo Lietuvos plyti Baltijos jūros bei Atlanto vandenyno akvatorijos ir tik nedideli sausumos plotai – Skandinavijos ir Jutlandijos pusiasaliai su salomis. Į rytus – kelis tūkstančius kilometrų tęsiasi Eurazijos žemynas. Taigi dalį teršalų kiekio pastoviai gauname iš vakarų kartu su oro masių pernaša.

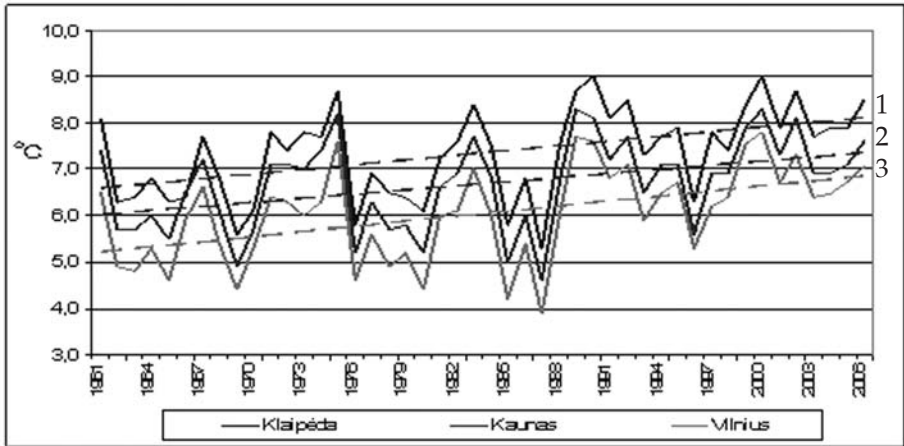
Dabartiniu metu pasaulyje yra sukurta tikrai nemažai įvairių klimato kaitos prognozavimo scenarijų ir modelių, tačiau tenka pripažinti, kad nei vienas iš jų dar negali atvaizduoti tikro, o ne „hipotetinio“ raidos scenarijaus¹⁵. Todėl šiame skyrelyje remsimės autoritetingų Lietuvos mokslininkų atliktų tyrimų ir sukauptų duomenų apibendrinimais. Klimato kaitos registravimo ir tolesnio prognozavimo tyrimai Lietuvoje nuosekliai vykdomi nuo praėjusio amžiaus¹⁶.

¹⁵ Gómez-Hernández, J. J., Complexity or stochasticity? Proper labels and ways to handle uncertain inputs in environmental modeling. Report on NATO ASI Uncertainties in environmental modeling and consequences for decision making, Vrsar (Croatia) September 30 – October 10, 2007.

¹⁶ Rimkus, E., Klimato kaita: modeliai, prognozės, faktai, Geografijos metraštis, T. 32, Vilnius, 1999, p. 16–25.

Rezultatai yra pateikti moksliniuose darbuose^{17, 18, 19, 20, 21}, visuose yra pateikiama aiški mokslinė nuomonė: klimatas Lietuvoje keičiasi ir dabar ir keisis.

Klimatologų duomenimis, vidutinė metų oro temperatūra Lietuvoje rodo spartų klimato šiltėjimą. Atšilimo tendencijos ryškiausias Šiaurės ir Vakarų Lietuvoje. Visuose didmiesčiuose, priklausomai nuo jų topografinės vietos, vidutinės metinės oro temperatūros auga (pav. 4).



4 pav. Vidutinė metų oro temperatūra ir jos kaitos tiesinės trajektorijos (punktyrinės linijos) Klaipėdoje, Kaune ir Vilniuje 1961–2006 m.²²

Analizuojant įvairių mėnesių temperatūros pokyčius nustatyta, kad 1991–2006 m. vidutinė oro temperatūra beveik visais mėnesiais buvo didesnė nei 1961–1990 m. Atvės orai visoje Lietuvoje tik lapkritį (0,1–1,0°C), pajūryje dar ir spalį bei gruodį (0,1–0,8°C). Žemaičių aukštumose atvėso gegužė, spalvis ir lapkritis (0,1°C). Labiausiai oro temperatūra pakilo sausio, vasario, balandžio, liepos ir rugpjūčio mėnesiais (1,3–2,5°C) (5 pav.). Kas siejama ir su kritulių pasiskirstymu ir jų kiekiais?

¹⁷ Rimkus E., Analysis of winter climatological indices change in Vilnius (1893–1995), Proceedings of the international conference on climatic dynamics and the global change perspective, Cracow, 1995, p. 309–312.

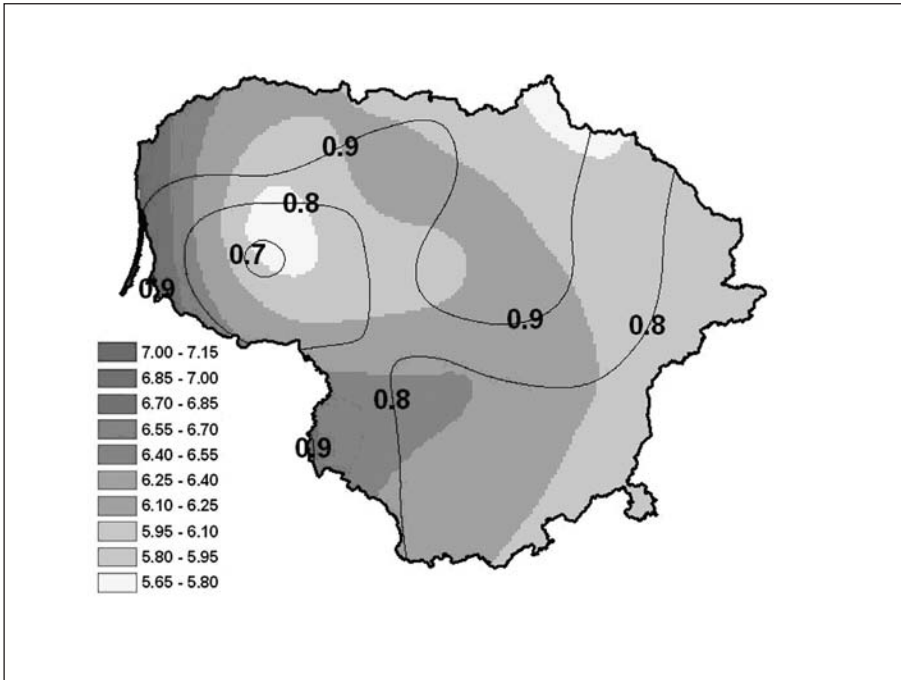
¹⁸ Bukantis A., Rimkus E., Lietuvos agroklmatinių išteklių kaita ir prognozės, Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos, Mokslinės konferencijos pranešimai, Vilnius, 1997, p. 5–11

¹⁹ Bukantis A., Rimkus E., The Lithuanian climate in the 18th–21st centuries. Long term ecological research Baltic conference, 2004, p. 14.

²⁰ Bukantis A., Climatic fluctuations in Lithuania against a background of global warming, Acta Zoologica Lituonica, vol. 11 (2), Vilnius, 2001, p. 113–120.

²¹ Bukantis A., Valiuškevičienė L., Oro temperatūros ir kritulių kiekio ekstremumai, Meteorologija ir hidrologija Lietuvoje: raida ir perspektyvos, Mokslinės konferencija, Vilnius, 2005, p. 29–30.

²² Duomenų šaltinis: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.



5 pav. Vidutinė metų oro temperatūra (°C) 1961–1990 m. Izolinijomis parodytas oro temperatūros skirtumas (°C) tarp 1961–1990 ir 1991–2006 m.²³

Pastaraisiais dešimtmečiais sparčiai keičiasi ir temperatūros ekstremumų tikimybė. Tokie karščiai ir speigai, kai paros maksimali oro temperatūra lygi arba viršija 30°C, ir speigų, kai paros minimali oro temperatūra nukrinta iki -20°C ir žemiau, yra pavojingi žmonių sveikatai, padaro žalos gamtai, transporto, žemės ūkio ir kitiems sektoriams. XX a. pabaigoje pradėjo daugėti ekstremaliai karštų dienų (tai veikia gyventojų sveikatą). Jų tikimybė 1991–2006 m., lyginant su 1961–1990 m., išaugo net 2–2,5 karto ir jau būna 2–6 dienas per metus. Didžiausia jų tikimybė Pietų ir Pietvakarių Lietuvoje – 4–6 dienos per metus. Tuo tarpu speiguotų dienų Lietuvoje pastebimai sumažėjo: jeigu 1961–1990 m. Rytų Lietuvoje jų per žiemą pasitaikydavo vidutiniškai po 12–15, tai pastaraisiais metais – tik po 8–9 dienas per sezoną. Pajūryje speigų tikimybė sumažėjo iki 0,5 per žiemą, t. y. vidutiniškai speigas tikėtinas tik kas antri metai. Nustatyta, jog šie karščių ir speigų tikimybės pasikeitimai daugiausiai susiję su anticikloninių procesų dažnesniu pasikartojimu vasarą ir retesniu žiemą.

Mokslininkai prognozuoja, kad XXI a. Lietuvoje oro temperatūra ir toliau kils, tačiau netolygiai atskirais metų sezonais. Vidutinė metinė temperatūra Lietuvoje priklausomai nuo vykdomo žmonijos socialinės ir ekonominės raidos scenarijaus, išaugs 2–5°C. Ypač dideli jos pokyčiai yra numatomi žiemos

²³ Duomenų šaltinis: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.

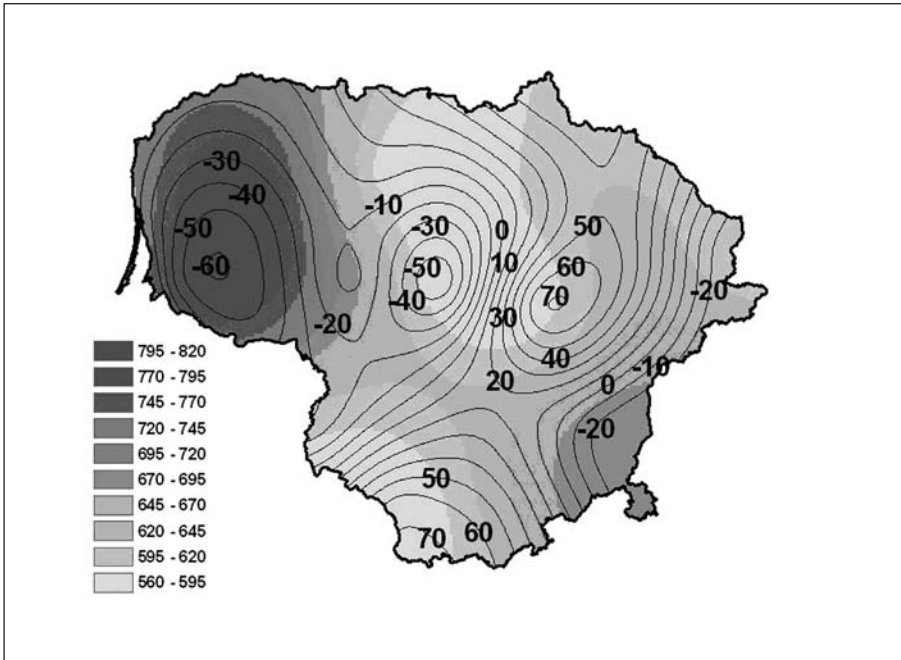
mėnesiais. Paskaičiuota, kad vidutinė šio sezono temperatūra, gali padidėti 4–8°C. Didžiausi temperatūriniai pokyčiai numatomi Pajūryje, pietiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose. Šie pokyčiai bus didesni negu prognozuojami pasikeitimai Vidurio bei Vakarų Europoje, tačiau mažesni nei Skandinavijoje ir Šiaurės Rytų Europoje²⁴. Tikėtina, kad tai atsilieps socialiniam, ekonominiam, energetiniam sektoriams.

Mažiausi oro temperatūros pokyčiai numatomi vasarą, tikėtina kad šiuo sezonu temperatūra turėtų pakilti tik 1,5–3°C. Tačiau vertinant pokyčius vidutinės sklaidos požiūriu, temperatūros pasikeitimai vasarą nenusileidžia žiemai ir daugeliu atveju dvigubai viršija vidutinį kvadratinį nuokrypį. Manoma, kad XXI a. pabaigoje ir Vilniuje ir Klaipėdoje vidutinė vasaros mėnesių temperatūra bus tarp 18–20°C.

Kritulių pasiskirstymui Lietuvoje didžiausią reikšmę turi reljefas, šlaitų padėtis vyraujančių oro tėkmių atžvilgiu ir nuotolis nuo jūros. Todėl vidutinis metų kritulių kiekis Lietuvoje kinta nuo 850–900 mm priešvėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose iki 570–590 mm Vidurio Lietuvos žemumoje. Vidutinis kritulių kiekis – apie 675 mm (44 km³).

Vidutinis metinis kritulių kiekis 1991–2006 m., lyginant su 1961–1990 m., Vakarų ir Vidurio Lietuvoje sumažėjo 12–56 mm, o Pietų ir Šiaurės rytų Lietuvoje padidėjo 20–66 mm (6 pav.). Nustatyta, jog šiltojo sezono kritulių mažėja, o šaltojo – visoje Lietuvoje, išskyrus Žemaičių aukštumą, daugėja. Didžiausi kritulių kiekio pokyčiai nustatyti pajūryje šiltuoju sezonu (–9 proc.), o Žemaičių aukštumoje ir Vidurio Lietuvoje – šaltuoju sezonu (atitinkamai –10 ir +9 proc.). Įvairių mėnesių kritulių kiekis 1991–2006 m., lyginant su 1961–1990 m., pakito nevienodai: visoje Lietuvoje kritulių sumažėjo rugsėjį, lapkritį ir gruodį, o padaugėjo – sausį, vasarį ir spalį. Kitos kritulių kiekio kaitos tendencijos turi regioninį pobūdį. Vakarų Lietuvoje per liepos mėnesį iškrantančių kritulių kiekis sumažėjo net 18–35 proc., o birželio kritulių Vidurio ir Rytų Lietuvoje sumažėjo 21–22 proc.

²⁴ Solomon S. Q. in D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. Miller H. L. (eds.), IPCC, 2007: Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 2007.



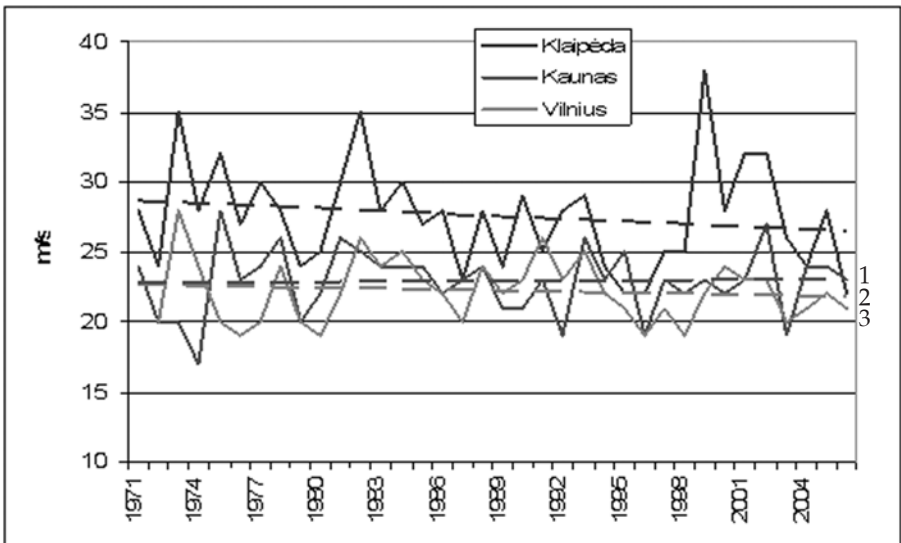
6 pav. Vidutinis kritulių kiekis per metus (mm) 1961–1990 m. Izolinijomis parodytas vidutinių metinių kritulių kiekių skirtumas (mm) tarp 1961–1990 ir 1991–2006 m²⁵

Prognozuojant kritulių kiekio pokyčius, vykstančius ir prognozuojamus šiame šimtmetyje, Lietuvoje mokslininkai pripažįsta, kad tai yra vienas labiausiai varijuojančių meteorologinių elementų, kuris labai priklauso nuo metų laiko ir naudojamų visuomenės raidos scenarijų. Čia, priklausomai nuo to, kaip visuomenė elgsis ir vystysis ateityje, daromos skirtingos prognozės: pagal vienus scenarijus prognozuojamas vidutinio metinio kritulių kiekio padidėjimas 30–85 mm, tačiau galima ir atvirkštinė šio rodiklio raida kai kritulių kiekis sumažės apie 40 mm. Pagal visu turimus klimato kaitos modelius Lietuvoje numatomas kritulių kiekio augimas žiemą (nuo 5 iki 60 mm šimtmetį) ir ne toks intensyvus pavasarį (nuo 5 iki 38 mm per šimtmetį). Taip pat visi be išimties scenarijai numato kritulių kiekio sumažėjimą vasarą (iki 0,3088 mm/metus). Tai klimato modeliavimo rezultatai rodo, kad visoje Šiaurės Europoje ir žiemą ir vasarą kritulių kiekis turėtų didėti, o Pietų Europoje mažėti, kadangi Lietuva užima tarpinę padėtį, tai joje ir numatomi skirtingo ženklo pokyčiai skirtingais sezonais.

Vidutinis metų vėjo greitis (10 m aukštyje) Lietuvoje didžiausias pajūryje (4,5–5,5 m/s), mažėja einant į rytus ir minimalias reikšmes (2,7–3 m/s) pasiekia miškinguose ir kalvotuose Rytų ir Pietryčių Lietuvos rajonuose. Lyginant

²⁵ Duomenų šaltinis: Aplinkos ministerija, Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.

dviejų laikotarpių 1971–1990 ir 1991–2006 m. vidutinius metinius vėjo greičius nustatyta neryški vėjo silpnėjimo tendencija 0,2–0,4 m/s. Tačiau neatmetama galimybė, kad šie vėjo greičio pokyčiai galėjo atsirasti dėl meteorologijos stočių aplinkos pasikeitimo (užstatymo, apželdinimo ir pan.), o ne dėl atmosferos cirkuliacijos ypatumų. Labiausiai, 0,5–1,1 m/s, vėjai susilpnėjo Klaipėdoje vasaros pabaigoje ir rudenį. Maksimalus vėjo greitis gūsiuose prie Baltijos jūros gali pasiekti net 35–40 m/s, o kitur Lietuvoje 25–28 m/s. Didžiausias gūsiuose užfiksuotas vėjo greitis yra pasiekęs net 40 m/s. Dažniausios ir stipriausios audros siaučia spalio–sausio mėn. Analizuojant maksimalius vėjo greičius per 1971–2006 m. reikšmingų ilgalaikių jų kaitos tendencijų nenustatyta (7 pav.). Tačiau reikia pastebėti, jog pajūryje per 1999–2006 m. užfiksuota net trys stipresnio nei 30 m/s vėjo atvejai. Iš viso per 1971–2006 m. 30 m/s ir stipresnis vėjas užfiksuotas aštuonis kartus. Yra pagrindo manyti, jog šylant klimatui uraganinio stiprumo vėjų dažnumas gali ir toliau didėti.



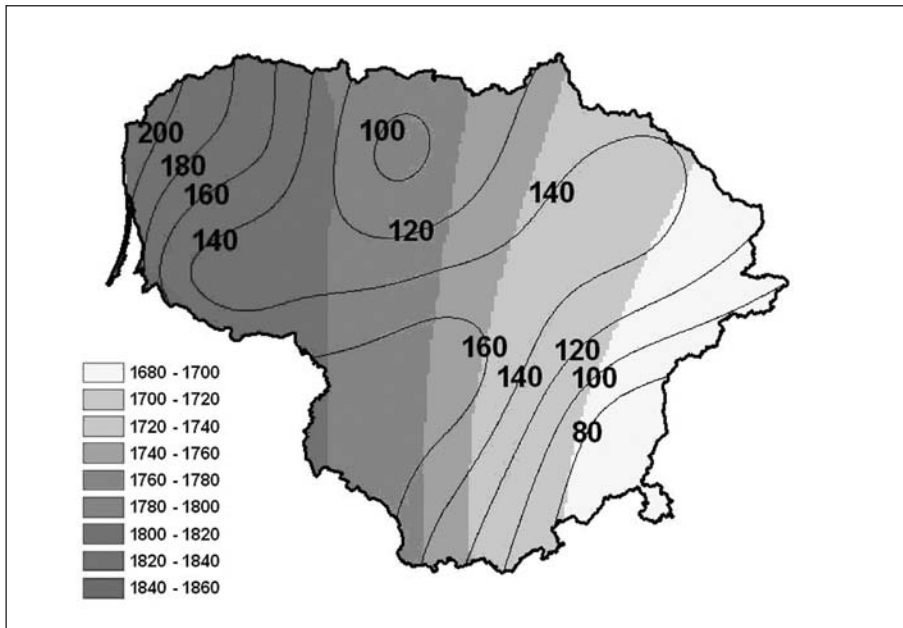
7 pav. Maksimalus vėjo greitis gūsiuose (m/s) ir jo kaitos tiesinės trajektorijos 1971–2006 m. ²⁶

Rudenį ir žiemą Lietuvoje dažniausiai pučia P, PV ir V vėjai, vasarą išivyrą V ir ŠV vėjai. Lyginant vidutinį vėjo kryptių pasikartojimą 1961–1990 ir 1991–2006 m., nustatyta, kad visoje Lietuvoje 1,6–4,5 proc. sumažėjo PR vėjų pasikartojimas, Vakarų ir Vidurio Lietuvoje 1,3–4,5 proc. padaugėjo P, V ir Š vėjų, o Klaipėdoje 2,4 proc. sumažėjo V vėjų, bet 2–2,6 proc. išaugo PV, ŠR ir R kryptių pasikartojimas. Tuo tarpu audrų Vidurio ir Rytų Lietuvoje sumažėjo perpus ir dabar jų tikimybė per metus tesiekia 2 proc. Pajūryje ramių, be vėjo orų tikimybė padidėjo nuo 0,7 iki 1,4 proc..

²⁶ Duomenų šaltinis: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.

Vertinant vėjo kryptčių ir intensyvumo pokyčius, tai čia prognozuojama, kad išaugs vakarinių rumbų vėjų pasikartojimai. Vasarą turėtų dar dažniau pūsti šiaurės vakarų, o kitais metų laikais pietvakarių vėjai. Manoma, kad vidutinis vėjo greitis XXI a. keisis nedaug, šiek tiek daugiau jis gali padidėti pajūryje. Tokia informacija reikalinga atskirose teritorijose, planuojant vėjo jėgaines kaip perspektyvią alternatyvių energetinių šaltinių kryptį. Nuo padidėjusio jūros vandens lygio ir vėjų krypties žymia dalimi priklauso ir druskingo vandens prietaka į Kuršių marias.

Saulėtų valandų skaičius per metus didžiausias Kuršių nerijoje ir pajūryje (apie 1860) ir mažėja link rytų iki 1690 val. Saulėčiausi gegužės–rugpjūčio mėnesiai (vidutiniškai po 230–270 val.), o mažiausiai saulėtų valandų būna lapkritį – sausį (vidutiškai po 30–45 val.). Per pastaruosius šešiolika metų (1991–2006 m.), lyginant su 1961–1990 m., saulėtų valandų skaičius išaugo 80–200 val.: daugiausiai Vakarų Pietvakarių Lietuvoje, mažiausiai šalies Rytuose (8 pav.). Šios papildomos prognozės siejamos su rekreacijos ir turizmo rūšių industrijos vystymo ypatumais atskiruose regionuose. Iš kitos pusės pernelyg dideli ultravioletinės spinduliuotės (UVB – eriteminė 280–315 nm spinduliuotė) kiekiai gali sukelti odos ir akių ligas, susilpninti žmonių imuninę sistemą (išauga prognozavimo ir gyventojų informavimo sistemos būtinumas).



8 pav. Vidutinis saulėtų valandų skaičius per metus 1961–1990 m. (spalvų skalė). Izolinijomis parodytas saulėtų valandų skaičiaus skirtumas (val.) tarp 1991–2006 ir 1961–1990 m.²⁷

²⁷ Duomenų šaltinis: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.

Remiantis turimais klimato kaitos modelių rezultatais, galima teikti, kad vidutinė metinė saulės spindėjimo trukmė XXI a. didės. Tikėtina, kad ji labiausiai išsaugos gegužės – rugsėjo mėnesiais, o žiemos mėnesiais ji turėtų sumažėti. Be to prognozuojama, kad dėl teritorinių saulės spindėjimo intensyvumo netolygumu, Vilniuje saulė spindės perpus trumpiau negu dabartiniu metu.

2.3. Paviršinių vandens telkinių būklės kaita Lietuvoje

Atskirai reiktų paminėti ekologines problemas, susietas su požemio vandenimis – pagrindinio geriamo ir ūkyje ir buityje (~77 proc. nuo viso sunaudojamo požeminio vandens) naudojamo išteklių būklę. Tikslių duomenų apie žmonijos gėlo vandens poreikius per artimiausius 2–25 metus nėra; apytikriai per metus tai sudarytų ~ 28000 km³. Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos, taip pat ir pasaulio valstybių, kurių gyventojai savo reikmėms vartoja tik požeminį vandenį. Klimato kaita siejama ne tik su pasaulinio vandenyno, bet ir požeminio vandens lygio kitimu. Dirvožemio degradacija sukelia gruntinio vandens lygio kritimą ir didesnės teritorijos sausėjimą. Atskiros specifinės ekologinės problemos. Kintant požeminio vandens balansui – keičiasi gyvenamosios nišos sąlygos, o tai viena iš biologinės įvairovės nykimo priežasčių, ekonominiai nuostoliai žemdirbystės, miškininkystės sektoriuose. Atmosferos taršos poveikis lietaus ir gruntinio vandens rūgštėjimas, kuris lig šiol Lietuvoje buvo neutralizuojamas paviršiniuose nuogulų sluoksniuose. Paviršinė išsklaidyta ir koncentruota tarša gali sukelti gruntinių ir požemio vandenų cheminės sudėties kaitą. Lietuvoje dėl šachtinių šulinių netinkamos vietos taršos šaltinių atžvilgiu pasirinkimo, blogos jų priežiūros per 30–40 proc. gyvenvietėse ir kaimuose tirtų šachtinių šulinių vandenyje nustatyta padidėjusi (>50 mg/l) nitratinė tarša²⁸. Nustatyta, kad požeminio, ypač gruntinio vandens, kiekybinė būklė tiesiogiai priklauso nuo meteorologinių sąlygų, kurios per pastaruosius dvidešimt metų buvo nepalankios ir sumažino gruntinio vandens kiekį. Itin žemi metų lygiai buvo 2003–04 ir 2006 metais.

Manoma, kad klimato kaita, intensyvėjantis požemio vandens naudojimas bei melioracinės priemonės sutrikdė Šiaurės Lietuvos karstinio regiono vandens balansą ir pakeitė ankstesnį gipso klodų denudacijos greitį, tai sudarė prielaidas spartesniam požeminių tuštumų susidarymui ir daug dažnesniam smegduobių atsiradimui. Tai pablogino teritorijos planavimo ir naudojimo sąlygas, sumažino gyventojų civilinę saugą²⁹.

Dėl aplinkos kaitos kyla pagrindinės Lietuvos paviršinio vandens kokybės problemos: tai Kuršių marių ir kai kurių ežerų eutrofikacija, vagų užaugimas visuose upių baseinuose. Šių reiškinių priežastys yra žmogaus ūkinė veikla, dėl kurios konstatuojamas dideli nuotekų kiekiai į upes ir mažesnius upelius, kurie

²⁸ Drulytė I., „Vanduo ir sveikata (kokybė, sauga ir priežiūra)...“, Seminare: „Vanduo kasdieniam vartojimui ir pramonės poreikiams – efektyviausi aprūpinimo ir tvarkymo būdai“, Vilnius, 2007, p. 3–27.

²⁹ Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida, Aplinkos apsaugos agentūra, Vilnius, 2008, p. 238.

prateka pro didesnius miestus ar gyvenvietes. Pavojų kelia nuotekų teršalai iš gyvenamųjų namų ar rajonų, neprijungtų prie centralizuotos nuotekų surinkimo sistemos. Nevalytos nuotekos dar dažnai patenka į paviršinius vandens telkinius. Kadangi teršalai menkai praskiedžiami, net ir pastačius valymo įrenginius pagal visus Europos Sąjungos standartus, jų koncentracijos upės vandenyje viršija DLK. Pavyzdžiui, tokia padėtis Kulpėje ties Šiauliais.

Kadangi visi Lietuvos upių baseinai yra tarptautiniai, iš kitų valstybių atnešami teršalai turi didelės neigiamos įtakos šalies upių kokybei. Situaciją sunkina tai, kad į Lietuvą teršalai atplaukia iš Rusijos ir Baltarusijos – iš šalių, kurioms Europos Sąjungos direktyvų reikalavimai nėra privalomi. Tai sukelia atitinkama pavojų tekančių vandenų biologinei įvairovei, hidrosistemų stabilumui, rekreacijai, kartais ir žmonių sveikatai. Pavyzdžiu gali būti tikriausiai dėl klimato kaitos kraujasiurbių mašalų atsiradimas ir jų populiacijų gausumo protrūkis Pietryčių Lietuvoje tapęs rimta problema ne tik laukiniams ir naminiams gyvūnams, bet ir žlugdantis Druskininkų kaip kurorto ir apylinkių rekreacines galimybes³⁰.

Siekiant pagerinti sąlygas žemdirbystei, sovietiniu laikotarpiu upeliai buvo plačiai melioruojami. Todėl iš esmės pakeitė šių vandens tėkmių vaginius procesus, nešmenų sudėtį, vandens hidrocheminės ir hidrofizinės savybės ir juose gyvavusi biologinė įvairovė. Daugiausia tokių upelių yra vidurio ir šiaurės Lietuvoje – pagrindiniame šalies žemės ūkio regione. Drastiškas baseino paviršiaus pertvarkymas smarkiai keičia vandens balansą ir ekstremalias nuotėkio reikšmes, kas tiesiogiai turi poveikį agrarinio komplekso produktyvumo rodikliams.

Be kitų atsiradusių veiksnių (papildomi biogenų kiekiai iš nuotekų, paviršinės nuoplovos ir kt.) Drūkšių ežere „vandens žydėjimą“ skatina ir pastovi pašildytų vandenų prietaka iš AE reaktoriaus aušintuvų. Pakito tiek bendra, tiek atskirų žuvų biomasė. Upių vagos daugiausia yra užaugusios vidurio Lietuvoje, kur maistmedžiagių prietakos iš didelių žemės ūkio plotų efektą sustiprina lėta upių tėkmė ir dėl to susiformuojantis aukštesnių temperatūrų režimas. Upėse dominuoja šiltavandenių upių žuvis.

Šaltavandenėms (lašišinėms, sykinėms, vėgėlinėms) dėl tokios klimato kaitos ir tinkamos gyvenamosios aplinkos plotai yra stipriai sumažėję. Dėl papildomų antropogeninių trukdžių (užtvankos) migruojančioms žuvis (lašišos, šlakiai, žiobriai) ženkliai sumažėjo nerštaviečių teritorijos.

Nors mažinant vandens taršą bei tiekiant kokybišką vandenį per pastarąjį dešimtmetį ir buvo padaryta didelė pažanga, tačiau nuotekų valymas ir geriamojo vandens kokybės gerinimas tebėra viena aktualiausių problemų. Šiai ir kitoms vandens sektoriaus problemoms spręsti ir vandens kokybei bei kiekybei veiksmingai valdyti yra suformuota ir nuolat tobulinama visa teisinė bazė, administracinė ir kontrolės struktūra. Lietuvos teisės aktams didelės įtakos turėjo Europos Sąjungos direktyvų – bendrosios vandens politikos, geriamojo vandens, nitratų, miesto nuotekų, gėlavandenių žuvų, maudyklų ir kitų – reikalavimai.

³⁰ Žalakevičius M., Klimato kaitos poveikio ekosistemoms ir jų sudėtinėms dalims pastarųjų dešimtmečių tyrimai Lietuvoje, „Biota ir globali kaita -II“, Vilnius, 2008, p. 31.

Iki 1990 metų Lietuvoje pagal tuo metu galiojusius reikalavimus buvo valoma tik 25% surenkamų nuotekų. Atgavus Nepriklausomybę, pagrindinis valstybės dėmesys aplinkosaugos srityje buvo skiriamas miestų nuotekų valymui. Per paskutinius 14 metų į didžiųjų miestų nuotekų valymo įrenginių statybas buvo investuota apie 1,2 milijardo litų, todėl šiuo metu pagal galiojančius reikalavimus valoma 69% centralizuotomis sistemomis surenkamų nuotekų. Nevalomos arba nepakankamai valomos yra mažų miestelių ir kaimų nuotekos, kurių dalis bendrame surenkamų nuotekų kiekyje nors ir nėra didelė, tačiau objektų

skaičius yra labai didelis, todėl sąlyginė problemos sprendimo kaina (pvz., investicijų poreikis vienam gyventojui) yra gerokai didesnė už analogiškų priemonių įgyvendinimą didžiuosiuose miestuose. Lietuvoje centralizuoto nuotekų surinkimo ir tvarkymo paslauga tinkama tik 58% visų gyventojų, tačiau kaimo vietovėse šis rodiklis daug mažesnis. Ši problema išliks ir netolimoje ateityje, o klimatiniai pokyčiai (oro temperatūra) dar labiau pablogins tokių teršiamų vandenų būklę. Nuo 1990 metų kaimo vandentvarkos objektams nebuvo skiriama beveik jokio dėmesio. Buvusių kolūkių ir tarybinių ūkių vandentvarkos objektai savivaldybių įmonėms buvo perduodami be inventorizacijos ir turto įvertinimo. Dėl sunkios ekonominės padėties ir smulkių vandens tiekimo įmonių gausos, maždaug trečdalis Lietuvos gyventojų neturi galimybės gauti geriamąjį vandenį iš patikimų (kontroliuojamų) vandens šaltinių. Pagal atliktus preliminarinius tyrimus iki 60 proc. kaimo gyventojų naudoja netinkamos kokybės geriamąjį vandenį, kuris yra ypač kenksmingas vaikų sveikatai.

Padėtis vis prastėja dėl blogos kaimo ekonominės padėties. Gyventojai negali mokėti už tiekiamą vandenį tiek, kad surinktų lėšų pakaktų senai ir neefektyviai vandentvarkos infrastruktūrai išlaikyti, todėl vis daugiau kaimo vandens tiekimo sistemų yra nebeeksploatuojamos, o gyventojai yra priversti ieškoti kitų geriamojo vandens šaltinių. Nuotekų tvarkymo situacija kaimo vietovėse dar blogesnė.

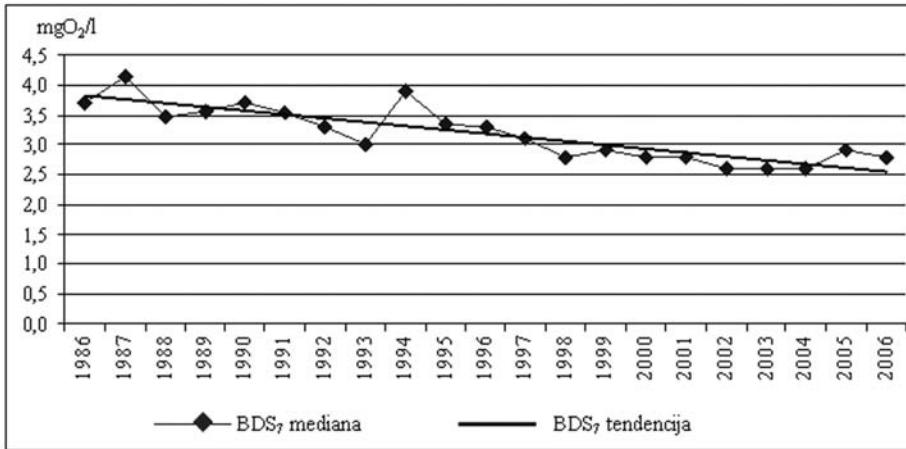
Dėl lėšų stygiaus įrenginių remontui, nepatenkinamos jų eksploatacijos, pasenusios neekonomiškos ar iškomplektuotos įrangos ir sumažėjusio nuotekų kiekio, apie 600 gyvenvietėse esančių nuotekų valyklų neveikia arba veikia nepakankamai gerai, kad nuotekos būtų išvalomos iki galiojančių normatyvų.

Tiriant 1992–2006 m. Lietuvos upių vandenį, stebimos ryškios bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei amonio azoto mažėjimo tendencijos (bendrojo azoto koncentracija sumažėjo apie 2 mg/l, bendrojo fosforo koncentracija – 0,1 mg/l, bendrojo amonio koncentracija – apie 0,2 mg/l). Tačiau nitratų koncentracijos upių vandenyje nuo 1986 iki 2004 m. didėjo ir tik nuo 2005 m. pastebimas ženklus sumažėjimas. Tai galėjo lemti pastaruoju laiku sumažėjęs upių vandeningumas (tebesitęsiantis grūntinių vandenų vidurkinio lygio žemėjimas), taip pat mažiau azoto junginių buvo išplauta su lietaus vandenimis iš žemdirbystei naudojamų laukų.

Apie organinių medžiagų kiekį vandenyje netiesiogiai galima spręsti pagal biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras (BDS₇) rodiklį, t. y. ištirpusio deguonies kiekį, reikalingą vandenyje esančioms organinėms medžiagoms biochemiškai oksiduoti.

Nagrinėjant 1986–2006 m. laikotarpį, Lietuvos upių vandenyje stebi-

ma ryški BDS₇ mažėjimo tendencija, t. y. BDS₇ koncentracija sumažėjo apie 1 mgO₂/l.



9 pav. BDS₇ metinių koncentracijų medianų kitimo tendencijos 1986–2006 m. ³¹

Pagal sąlygiškai pasirinktus koncentracijų intervalus bendrojo azoto koncentracijos daugiau nei 50 proc. visų upių tyrimų vietų svyruoja nuo 0,75 iki 2,5 mg/l. Reikia pastebėti, kad nuo 1995 m. bendrojo azoto koncentracijos, kurios yra didesnės už 7,5 mg/l, upių tyrimų vietose sumažėjo 10 proc., t. y. sudaro tik apie 10 proc. visų upių tyrimų vietų.

Apie 50 proc. visų upių tyrimų vietų bendrojo fosforo koncentracijos yra mažesnės nei 0,1 mg/l, o 40 proc. – svyruoja nuo 0,1 iki 0,25 mg/l ir apie 10 proc. didesnės už 0,5 mg/l. Daugiau nei 50 proc. upių tyrimų vietų BDS₇ rodiklio vertės svyruoja nuo 2 iki 3,5 mgO₂/l.

Iki 2002 m. BDS₇ rodiklio vertės apie 20 proc. visų upių tyrimų vietų buvo didesnės kaip 5 mgO₂/l ir tik nuo 2002 sumažėjo iki 10 proc. Nuo 1992 m. pastebima, kad BDS₇ rodiklio vertės yra mažesnės nei 2 mgO₂/l net 20 proc. visų tyrimų vietų.

Didžiausios bendrojo azoto, bendrojo fosforo ir organinių medžiagų (pagal BDS₇ rodiklį) vertės nustatytos upių vietose, esančiose žemiau miestų bei nedidelio vandeningumo upėse, į kurias išleidžiama nepakankamai išvalytų miestų nuotekų (Obelėje, Kulpėje, Sidabroje, Šalčioje, Laukuvoje, Lėvens žiotyse, Nevėžyje), intensyvios žemdirbystės teritorijose bei didžiosiose upėse – Nemune ir Neryje.

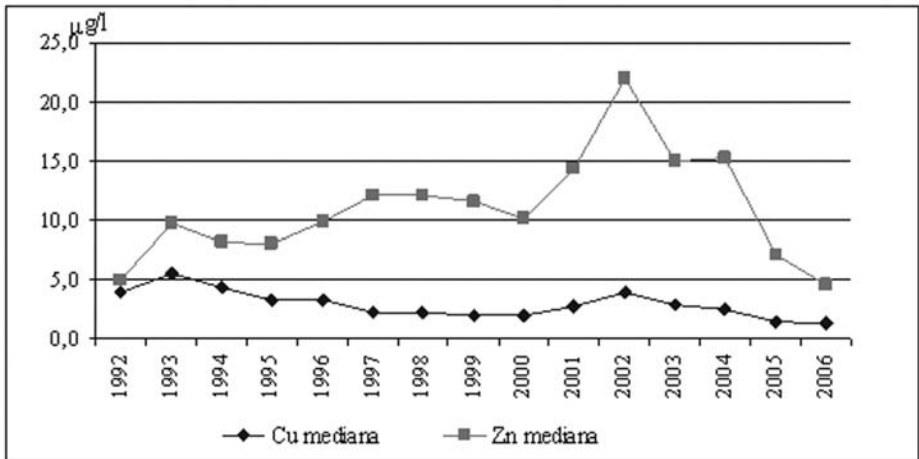
Upės, kuriose yra švarus vanduo, t. y. kuriame organinių, azotinių ir fosfatinių medžiagų vertės neviršijo didžiausių leistinų koncentracijų (toliau DLK) arba neženkliai viršijo, yra Minija, Jūra, Šešupės, Šventosios, Akmenos aukštupiai, Veiviržas, Šelmena, Žeimena, Būka, Strėva, Bartuva, Birveta, Laukesa ir Šventoji, įtekanti į Baltijos jūrą.

Tiriant 1992–2006 m. Lietuvos upių vandenį, pastebimos vario, chromo,

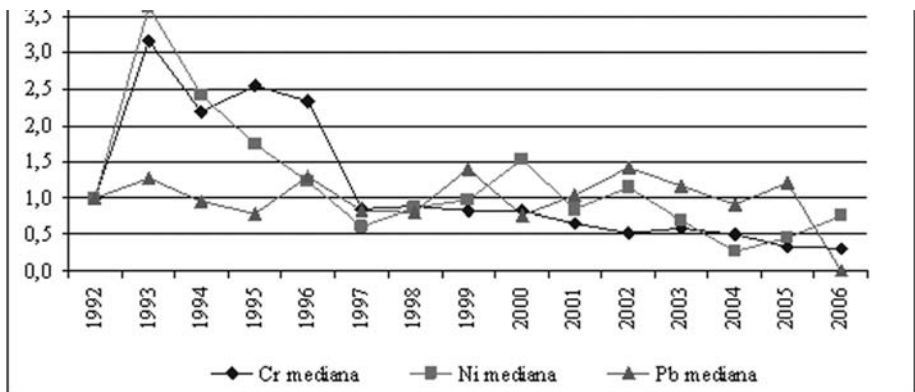
³¹ Duomenų šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra.

nikelio, gyvsidabrio ir švino mažėjimo tendencijos, ypačiai ryški mažėjimo tendencija nikelio ir chromo yra nuo 1997 m. Vario, nikelio ir švino koncentracijos tik 2002 m. padidėjo. Sunkiųjų metalų koncentracijų padidėjimui galėjo turėti įtakos sumažėjęs upių vandeningumas, nes dėl mažesnio praskiedimo kai kuriose upėse padidėjo sunkiųjų metalų kiekiai.

Nagrinėjant 1992–2006 m. laikotarpį Lietuvos upių vandenyje konstatuotinas cinko koncentracijų padidėjimas 2001–2004 m. bei staigus koncentracijų mažėjimas nuo 2005 m.



10 pav. Vario (Cu) ir cinko (Zn) metinių koncentracijų medianų kitimo tendencijos 1992–2006 m. ³²



11 pav. Chromo (Cr), nikelio (Ni) ir švino (Pb) metinių koncentracijų medianų kitimo tendencijos 1992–2006 m. ³³

³² Duomenų šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra.

³³ Duomenų šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra.

1997–2004 m. simazino buvo aptikta tik vieną kartą Nemune (1,15 µg/l), lindano buvo aptikta Nemune, Lokystoje ir Nemunėlyje, kurio koncentracija svyravo nuo 0,01 µg/l iki 0,06 µg/l. DDT aptikta 23 kartus penkiolikoje upių. Jo koncentracija svyravo nuo 0,01 µg/l iki 0,96 µg/l. Fenolių (pentachlorfenolio) aptikta devyniose upėse (Nemune, Šešupėje, Ventoje, Mūšoje, Sidabroje, Nemunėlyje, Lėvenyje ir Birvėtoje), kur jo koncentracija svyravo nuo 0,01 µg/l iki 0,4 µg/l. Kitų tirtų pavojingų medžiagų 1997–2004 m. buvo aptikta labai retai arba visai neaptikta²⁹.

Palyginus 1994–2006 m. upių hidrobiontų (makrozoobentos) rūšinės įvairovės duomenis matyti, kad vandens kokybė pagerėjo; gerokai padaugėjo tiriamų valstybinio monitoringo upių vietų, priklausančių I (labai švarus vanduo) ir II (švarus vanduo) vandens kokybės klasei. Nuo 2002 m. I klasei priklausė vidutiniškai 11 proc. tiriamųjų upių, 1994–1998 m. ir 2001 m. I klasės tiriamųjų valstybinio monitoringo vietų visiškai nebuvo identifikuota. 1994 m. II klasei priklausė 9,4 proc. tiriamųjų upių vietų, o 2006 m. priklausė 67 proc. tiriamųjų upių vietų. 1994 m. beveik 26 proc. tiriamųjų upių priklausė V klasei (smarkiai užterštas vanduo), o 2006 m. – vos 1 proc.

Pastebima ilgametė tendencija, kad nuo 1992 m. šalies upių vandenyje mažėjo pagrindinių teršiančių medžiagų koncentracijos.

2.4. Kuršių marių ir Baltijos jūros pakrantės vandenų būklės kaita

Lietuvai tenka tik apie 100 km jūros pakrantės, o jos teritoriniai ir ekonominės zonos vandenys sudaro tik 1,5 proc. viso Baltijos jūros ploto. Lietuvai taip pat priklauso $\frac{1}{4}$ (413 km²) marių akvatorijos ploto – dalis centrinės ir šiaurinės Kuršių marių dalis, su Klaipėdos sąsiauryje įsikūrusiu valstybiniu uostu. Būtent šiuose vandenyse daugiausia susiduriama su vandens užterštumo ir eutrofikacijos problemomis.

Kuršių marios – tai eutrofikuotas vandens telkinys, veikiantis Baltijos pakrantės vandenų būklę. Kuršių marių vandens kokybę lemia buitinės, gamybinės, paviršinės (lietaus) nuotekos, žemės ūkio, laivybos, kitokia tarša ir gamtinės sąlygos. Į Kuršių marias suteka vanduo iš 75 proc. Lietuvos teritorijos, nudrenuodami 5,8 proc. Baltijos jūros upių baseino ploto. Biologinio produktyvumo didėjimą sąlygoja gausūs maistinių medžiagų (azoto, fosforo) kiekiai, patenkantys su miestų ir gyvenviečių nuotekomis, Nemunu ir kitomis upėmis, iš atmosferos ir kitų taršos šaltinių. Į Kuršių marias ir Baltijos jūrą iš įvairių taršos šaltinių patenka ir kitos, specifinės teršiančios, medžiagos, tokios kaip naftos angliavandeniliai bei sunkieji metalai. Žinant atskirų iš jų savybe kauptis gyvuose organizmuose išlieka potencialus pavojus ir žmonių sveikatai.

Daugiamečių tyrimų duomenimis, į šiaurinę marių dalį vis dažniau patenka sūraus vandens iš Baltijos jūros. Visus metus Klaipėdos sąsiauryje vyksta vandens masių dinaminė cirkuliacija tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros. Didžioji dalis gėlo upių sunesto vandens iš Kuršių marių išteka į Baltijos jūrą. Juodkrantės ir Nidos postų druskingumo duomenys rodo gana dažnus drus-

kingų jūros vandenu pritekėjimus į Kuršių marias. Nuo 1981 m. druskingumas ties Juodkrante padidėjo 0,31 proc. (apie 29 proc.), centrinėje marių dalyje ties Nida – 0,01 proc. (apie 12,5 proc.). Dienų skaičius, kai ties Juodkrante buvo sutinkamas gėlas vanduo (<0,5 ‰), 1995–2005 laikotarpiu buvo jau 7 proc. mažesnis nei 1984–1994 m.²⁹

Vandens druskingumo padidėjimą labiausiai lemia hidrometeorologinės sąlygos, tai yra vyraujantys ir dažnėjantys štorminiai šiaurės vakarų krypčių vėjai, formuojantys vandens lygio patvanką pietrytinėje Baltijos jūros dalyje, šiaurės Atlanto atmosferos cirkuliacijos pokyčiai, sumažėjęs Nemuno vandens vandeningumas, su klimato kaita susijęs globalus vandens lygio kilimas. Klaipėdos uosto gilinimas taip pat sudaro palankesnes sąlygas sunkesniai ir tankesniai jūriniam vandeniui skverbtis į marias ir įtekėjusiam vandeniui ilgiau užsilaikyti mariose. Dažnas druskėtų vandenu pritekėjimas į marias gali būti labai žalingas. Gėlesnius vandenį mėgstančias augalus ir gyvūnų rūšis išstumia pusiau sūraus vandens rūšys, kurių įvairovė kur kas mažesnė (ūkiniu požiūriu dar mažesnė) ir tampa konkurentėmis vietinėms verslinėms žuvims. Klimato kaita pastoviai trumpina ledo dangos trukmę Kuršių mariose ir Nemuno žemupyje. Keičiasi žuvų migracijos ir neršto terminai. Pastebima, kad dėl žemo vandens lygio ir aukštų temperatūrų liepos ir rugpjūčio mėnesiais pabaigoje didelė dalis žuvų migruoja į Rusijos Federacijai priklausančią gilesnę centrinę Kuršių marių sritį. Poveikis akivaizdus ne tik verslinei žvejybai³⁴.

Lietuvos dalies Baltijos jūros pakrantės vandens kokybę daugiausia lemia vandenu srautai, plūstantys iš Kuršių marių, į jūrą išleidžiamos nuotekos, tiesiogiai ir per artimiausius upelius įtekančių upių vandens kokybė. Vasarą, vandenu eutrofikacijos metu, Kuršių marių pakrantėse dėl pūvančių dumблиų pablogėja rekreacinės sąlygos, mėgėjiška žvejyba.

Klaipėdos sąsiauryje, kur neišvengiama tarša vyksta dėl uosto veiklos, mažesnių uostelių akvatorijose, rajonuose, kur vandens kokybę lemia ištekančios nuotekos ir kt. Vis dar aplinkoje nustatoma chlororganinių pesticidų, tokių kaip DDT bei HCH, kurie kaupiasi ne tik vandenyje ir dugno nuosėdose, bet gerai akumuliuojasi ir biotoje. Tačiau prieš kelis dešimtmečius, uždraudus šių medžiagų naudojimą, biotoje yra nustatomos labai nedidelės koncentracijos, stebimos jų kiekių mažėjimo tendencijos. Tai rodo sėkmingą šių medžiagų pašalinimą iš gamtinės aplinkos.

2.5. Baltijos jūros krantų erozija

Lietuvos pajūrio būklė priklauso nuo gamtinių ir antropogeninių veiksnių tarpusavio sąveikos. Krantų raidai neigiamos įtakos turi nesubalansuotas antropogeninės veiklos vykdymas, taip pat ir natūralūs gamtiniai reiškiniai (audros, uraganai), kurie ardo krantus, mažina paplūdimių plotį, įtakoja spartesnę

³⁴ Repečka R., Globaliosios kaitos poveikis žuvų ištekliams ir tvarus žuvų išteklių vartojimas, „Biota ir globali kaita I“, Vilnius, 2007, p. 197–210.

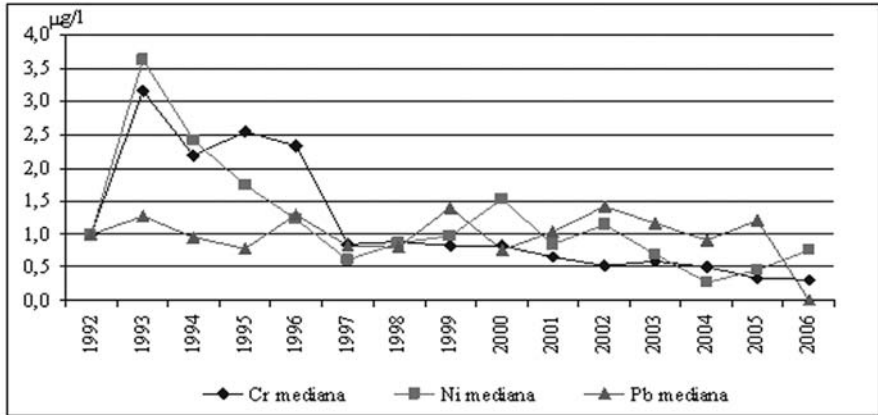
kopų slinkimą. Su klimato kaita XXI a. siejama ne tik dažnesni ekstremalių orų dažnėjimai, bet ir spartesnis vandens lygio kilimas yra nepalankios Lietuvos krantams tendencijos. Kylant vandens lygiui vis didesni sausumų plotai patiria ardomąją bangų veiklą, greičiau keičiasi krantų linijos, vis dažnėja jūrinių vandenų invazija (ypač sutampant palankiems vėjams) į Kuršių marias. Baltijos jūros krantų erozija arba krantoarda kelia nemažai problemų, susijusių su:

- Lietuvos teritorijos mažėjimu;
- rekreacinės erdvės mažėjimu bei jos būklės prastėjimu;
- saugia hidrotechninių įrenginių eksploatacija;
- grėsme, kylančia greta jūros kranto esantiems statiniams, infrastruktūrai.

Baltijos jūros krantų būklę geriausiai nusakantis rodiklis – jūros krantų dinamika – parodo išplautos ar išpustytos ir akumuliuotos krantą sudarančios medžiagos, apskaičiuojamos pagal vidutinį daugiamečių jūros lygį, pokyčius laiko ir erdvės atžvilgiu. Jis geriausiai atspindi daugiamečių kranto būklės dinamikos tendencijas (eliminavus lokalinius bei sezoninius kranto būklės pokyčius). Tai pagrindinis rodiklis rengiamoms gamtos saugos priemonėms pagrįsti.

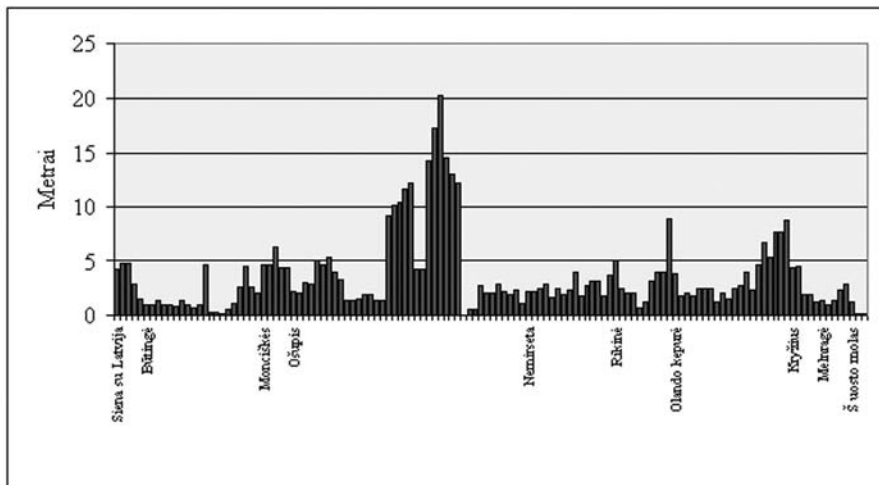
Turimais duomenimis, Palangos tilto tvirtinimai „priaugino“ 450 m kranto ir sąlygojo plačių smulkaus smėlio paplūdimių susidarymą. 1997–1998 metais, kai dauguma šių tvirtinimų buvo nuardyta, po tiltu formavosi išplovimai, pakrante uraganų metu vėl plovė bangos, paplūdimys sumažėjo tris kartus. Erozijos procesai suaktyvėjo ties Melnrage ir Kopgaliu po Klaipėdos uosto vartų rekonstrukcijos 2001–2002 metais. Silpnai tvirtinant krantus, jų krantų erozija plinta į šiaurę iš Kaliningrado srities. Krantų erozija žemyno pakrantėje yra aktyvesnė.

1961–2004 m. vidutinių metinių vandens lygių kaita Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių mariose ties Nida rodo vandens lygio kilimo tendenciją. Nuo 1997 m. vidutinis metinis vandens lygis yra aukštesnis nei 1961–1990 metais. 2004 metais jis vidutinį daugiamečių mariose ties Nida viršijo 15,6 cm, Klaipėdos sąsiauryje – 12,9 cm. Vandens lygio kilimas pastaruoju laikotarpiu yra tiesiogiai susijęs su krantų ardymo, hidrotechninių įrenginių saugumo, sausumos užliejimo ir ekologinės pusiausvyros pažeidimo problemomis. Paskaičiuota, kad per praėjusį šimtmetį vidutinis jūros lygis pakilo 15 cm.



12 pav. Vidutinio metinio vandens lygio kaita Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių mariose ties Nida 1961–2004 m.³⁵

Krantai katastrofiškai buvo nuardyti uraganų 1967, 1983, 1999 ir 2005 metais, jūros vandens lygiui pakilus virš 150 cm atžymos. Žemyno pakrantėje 2003–2004 m. sutvirtinti šlaitai pristabdė erozijos procesus. Jeigu pakrantės kopagūbris nebūtų sutvirtintas šakomis, 2004 m. ties Palanga bangos būtų nuardžiusios dar apie 10 m apsauginio paplūdimio kopagūbrio. Nuo 1998 m. Palangoje ties „Voveraite“ nuardyta 40 m (iš 100 m) šio kopagūbrio. Kasmet dviem metrais atsitraukia skardis ties Olando kepure. Žemyno pakrantėje praūžus Anatolijaus uraganui, iš viso negrižtamai buvo prarasta 30 ha kopagūbrio ir dar 13,5 ha po to. Kol kas atstatyta tik 10 proc. Anatolijaus uragano nuardytų krantų.



13 pav. Bendri pakrantės juostos smėlio išplovimo nuostoliai žemyninėje dalyje 2000–2004 m.³⁶

³⁵ Duomenų šaltinis: Jūrinių tyrimų centras.

³⁶ Duomenų šaltinis: Jūrinių tyrimų centras.

2002–2004 metais dėl suintensyvėjusios cikloninės veiklos kranto ardymo procesai sustiprėjo beveik visame Lietuvos jūriniame krante ir daugelyje kranto ruožų viršijo daugiamečius kranto išplovimo dydžius. Intensyviausia arda vyksta kranto ruožuose ties valstybine siena su Latvija, taip pat Palangos tilto (Rąžės upelio – Birutės kalno) ir Olandų kepurės bei Kopgalio kranto ruožuose. Per pastaruosius trisdešimt metų (1976–2006) Lietuvos pakrantėje bendras akumuliacinio tipo (suklostomo) kranto ruožų ilgis kasmet vidutiniškai sutrumpėdavo po 1100 metrų, o bendras išplaunamų krantų ilgis padidėdavo vidutiniškai po 367 m.²⁹.

Prognozuojama, kad kranto būklės blogės ir artimiausioje ateityje. Krantų ardos intensyvumą didins ir oro temperatūros augimas, kuri mūsų platumose dažniausiai nulemia šiltėjančios žiemos. Atsižvelgiant į dabartines krantų ruožų dinamikos tendencijas bei tikėtiną jų kaitą, galima išskirti problematiškiausius Lietuvos pajūryje kranto ruožus.

Palangos rekreacinėje zonoje kasmet didėja rekreacinė apkrova, intensyvėja urbanizuotų teritorijų plėtra. Dėl sąnašų deficito krante bei priekrantėje šis kranto ruožas jautriai reaguos į klimato pokyčius.

Klaipėdos rekreacinėje zonoje apkrovos pastoviai auga. Numatoma gilnavandenio uosto statyba kartu su klimato kaitos priežastimis gali pabloginti zonos morfologinę būklę. Dėl esamos geodinaminės būklės ir ardos procesų stiprėjimo Kuršių nerijos krante problematiškiausias yra Kopgalio kranto ruožas.

2.6. Poveikis biologinei įvairovei ir žmogui

Klimato kaitos poveikis biologinei įvairovei vyksta pastoviai per individualius kiekvienai rūšiai mechanizmus, tačiau gamtinės sistemos (populiacijos, bendrijos) ne visada sugeba išlaikyti buvusią rūšinę sudėtį ir jų įvairovę. Šiame laikotarpyje dažniau konstatuojami praradimai, nei palankūs žmogui naujų rūšių atsiradimai ar buvusių prisitaikymai. Keičiantis Lietuvos gamtinei aplinkai iškyla naujos potencialios grėsmės, kaip:

- esamų ekosistemų/buveinių degradavimas: rūšių pasitraukimas ar/ir išnykimas, naujų svetimžemių rūšių išplitimas; tame tarpe ir nepageidautinų rūšių atsiradimas – naujų ligų sukėlėjai ar platintojai, kenkėjai, naujai persiklostantys mitybiniai ryšiai ekosistemose ir laukiamos pasekmės (pvz., sumažėjęs ekosistemų produktyvumas) kartais gali būti sunkiai prognozuojami;
- manomai sparti augalų asociacijų ir jau pačių miškų ekosistemų kaita pakeis sąlygas gyvūnijai, ypač amfibijoms, vabzdžiams, ropliams, paukščiams, kurių arealai stipriai pasikeis; vyks spartus rūšių nykimas ir tolesnė jų bei bendrijų sudėties kaita.
- pagal temperatūrų optimumus kis bestuburių sausumos ir vandens bestuburių, ir kitų bendrijų sukcesijos (kaitos) greitis; rūšių nykimo

greitis priklausys nuo klimato šiltėjimo greičio ir šių rūšių sklaidos ir/ar plitimo greičio.

- dėl pakitusių sąlygų retosios rūšys paliks jų saugomas teritorijas – atsiras nauji pavojai ir kliūtys saugomų teritorijų rūšių apsaugai realizuoti; daugelis įprastų, aplinkosaugoje šiuo metu taikomų rūšių apsaugos ir tvarkymo priemonių jau nebus efektyvios, o tai pareikalaus naujų koncepcijų, būdų ir priemonių (saugomų teritorijų tinklo kaita) jas išsaugoti, ypač padidės tarptautinės apsaugos poreikis, tarpvalstybinio bendradarbiavimo būtinybė kuriant ir pastoviai revizuojant bendras saugomų teritorijų sistemas ar tinklus.

Aptariant aplinkos veiksnius turinčius reikšmingos įtakos atskiriems ūkio sektoriams, siejamais su biologine įvairove (miškininkystė, žuvininkystė, iš dalies ir agrosektorius) galima konstatuoti galimas permainas. Numatant tolesnį aplinkos užterštumo didėjimą ir klimato kaitą miško ekosistemose turėtų vykti du skirtingi procesai: 1) dėl ozono bei sieros oksidų koncentracijų, kritulių rūgštingumo didėjimo ore turėtų blogėti medžių lajų būklė, dirvožemyje didėti mikroartropodų struktūriniai santykiai, mažėti miško hidrosistemose makrobentosos įvairovė ir kt.; 2) dėl didėjančio kritulių kiekio ir oro temperatūros turėtų didėti šių biotos komponentų atsparumas teršalams (didesnė rūšinė įvairovė, didesnis individų skaičius bendrijose)³⁷.

Temperatūra bei krituliai lems skirtingą spyglius bei jaunuolynus graužiančių kenkėjų židinių (populiacijų) susidarymą. Miško kenkėjų–vabzdžių (įvairių straubliukų, pušinio verpiko, pušinio pelėdgalvio, pušinio pjūklelio.) rūšis veikia ir temperatūrų ir kritulių skirtumai. Šilti ir sausringi orai suintensyvina židinių plėtimąsi ir greitą populiacijos augimą. Ypač tai gerai atsispindi paskutinių dviejų dešimtmečių laikotarpyje.

Karščio ir šalčio bangos ar ilgiau besitęsiantys reiškiniai (sausros) stipriai paveiks augalų (ypač žemės ūkio kultūrų) derlingumą, atnešdami ekonominius nuostolius, sukeldami naujas problemas dėl naujų adaptyvių (pritaikytų dabartinėms besikeičiančio klimato sąlygoms, panaudojant atskiruose rajonuose) veislių įdiegimo. Naujos žemės ūkio strategijos suformavimo.

Dauguma meteopatologijos specialistų teigia, kad beveik visi meteorologiniai veiksniai gali sukelti organizmo meteoropines^{38*} reakcijas. Didelės reikšmės turi atmosferinio slėgio svyravimai, vėjas. Atskirų meteorologinių veiksnių įtaka žmonių sveikatai nėra galutinai aiški. Manoma, kad elektromagnetinio lauko intensyvumo svyravimai gali keisti audinių bei organų bioelektrinį aktyvumą. Statistikos duomenimis, širdies ir kraujagyslių ligos dažniausiai paūmėja krentant atmosferos slėgiui; padažnėja hipertoninės krizės, insultai ir miokardo infarktai.

³⁷ Sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksiškas monitoringas, 2006, Aplinkos apsaugos agentūra, Vilnius, p. 97–98.

^{38*} Meteoropinis – susijęs su meteorologinėmis sąlygomis, orais, klimatu.

Atsirandant vis daugiau naujų rūšių didėja tikimybė naujų užkrečiamų ligų plitimu bei jų tolesniu pernešimu. Šiltėjant orams didėja užkrečiamų ligų ir jų sukėlėjų su vandeniu ir maisto produktais atsiradimu bei lokalsios ekologinės pusiausvyros pažeidimais.

Dėl klimato šiltėjimo, atmosferos taršos cheminiais junginiais ir biologinėmis medžiagomis (žiedadulkės, sporos ir kt.) daugėja ir daugės astmos ir alerginių susirgimų.

Pasaulyje yra atlikta daugybė mokslinių darbų bei tyrimų, siekiant išsiaiškinti klimatinių faktorių įtaką žmonių mirtingumui bei hospitalizacijai dėl miokardo infarkto ar insulto. Pastaruoju metu, smarkiai besikeičiant Žemės klimatui, tokie tyrimai tampa vis reikalingesni tiek meteolabiliems^{39*} žmonėms, tiek ir klinicistams. Sergantiesiems kraujospūdžio sutrikimu labiausiai veikia atmosferinio slėgio kitimai, stiprus vėjas, ypač šių faktorių asociacijos, praeinantys atmosferiniai frontai. Miokardo infarktai įvyksta dažniau, praeinant šaltų orų frontams, paprastai, naktį ir rytą. Smegenų insultams reikšmės turi kasdieniniai atmosferinio slėgio ekstremalūs pasikeitimai⁴⁰. Ryšį tarp temperatūros ir insulto bei miokardo infarkto gali paaiškinti tokie veiksniai, kaip pakitimai kraujo krešėjimo mechanizmuose, lipidų kiekio bei kraujo spaudimo pokyčiai. Tačiau sezoninis lipidų kiekio kitimas nepaaiškina sezoninių insulto atvejų variacijų užfiksuotą atliktoje studijoje.

Kraujo spaudimas pasižymi ryškiais sezoniniais kitimais – žiemos (šaltaisiais) mėnesiais jis būna kur kas aukštesnis. Pakilęs kraujo spaudimas yra reikšmingas rizikos faktorius insultui⁴¹. Ryškiausios meteotropinės reakcijos pasitaiko sergantiesiems kraujospūdžio sutrikimu, lėtine išemine širdies liga, smegenų kraujagyslių ateroskleroze ir reumatu. Sergantiesiems kraujospūdžio sutrikimu labiausiai veikia atmosferinio slėgio kitimai, stiprus vėjas, ypač šių faktorių asociacijos, praeinantys atmosferiniai frontai. Miokardo infarktai įvyksta dažniau, praeinant šaltų orų frontams, paprastai, naktį ir rytą. Smegenų insultams reikšmės turi kasdieniniai atmosferinio slėgio ekstremalūs pasikeitimai⁴².

Teigiama, jog 50–80% sergančiųjų širdies ir kraujagyslių ligomis yra meteolabilūs. Atsižvelgiant į tai bei išanalizavus GMP^{43*} iškvietimų dėl miokardo, smegenų infarkto bei insulto skaičiaus priklausomybę nuo tokių klimatinių parametru, kaip paros oro temperatūra, atmosferos slėgis bei jų pokytis, santykinė oro drėgmė bei saulės spindėjimo trukmė 2005–2007 metų laikotarpiu Vilniaus mieste buvo gauti atitinkami rezultatai; miokardo infarkto atveju buvo pastebima GMP iškvietimų skaičiaus padidėjimas esant žemoms paros oro temperatūroms bei esant dideliems neigiamiems oro temperatūros svyra-

^{39*} Meteolabilus – jautriai, patologiškai reaguojantis į meteorologines sąlygas.

⁴⁰ (Klimato kaitos poveikio šaliai įvertinimo studija ir pasekmių švelninimo strateginis planas, 2007).

⁴¹ (<http://www.bmj.com/cgi/content/full/329/7469/760-d>).

⁴² Prušinskaitė A., 2008, Klimato įtaka kai kurių ligų paūmėjimui, bakalauro darbas, VU, GMF,

⁴³ Ekologijos ir aplinkotyros centras, 47 p.

* GMP – greitoji medicininė pagalba.

vimams iš paros į parą (-10 laipsnių ir daugiau). Be to, šių klimatinių parametru koreliacija rodo aukštą patikimumo koeficientą – $p < 0,001^{18}$. GMP išskvietimų dėl miokardo infarkto 2005–2007 metų laikotarpiu Vilniaus mieste skaičiui didžiausią įtaką turėjo žema paros oro temperatūra (kada vidutinė paros oro temperatūra yra -10°C ir mažiau), ekstremalūs atmosferos slėgio svyravimai (<970 hPa arba >1020 hPa), taip pat saulės spindėjimo trukmė (saulės spindėjimo trukmei siekiant 0 h, išskvietimų skaičius padidėja 1,5 karto per mėnesį)³⁹

GMP išskvietimų dėl smegenų infarkto 2005–2007 metų laikotarpiu Vilniaus mieste skaičiui didelės įtakos nei vienas iš tirtų klimatinių parametru neparodė. Visgi prie aukštos vidutinės paros oro temperatūros ($>25^{\circ}\text{C}$), žemos santykinės oro drėgmės (<41 proc.) bei aukšto atmosferos slėgio (>1020 hPa) buvo užfiksuotas šiek tiek didesnis išskvietimų skaičius. GMP išskvietimų dėl insulto 2005–2007 metų laikotarpiu Vilniaus mieste skaičiui didžiausią įtaką parodė santykinė oro drėgmė, kuomet didėjant santykinėi oro drėgmei, didėja išskvietimų dėl insulto skaičius ($p < 0,01$; $r = 0,67$) ir trumpėjant saulės spindėjimo trukmei, išskvietimų skaičius didėja ($p < 0,07$; $r = -0,54$). Sezoninis GMP išskvietimų pasiskirstymas nustatytas tik miokardo infarkto atveju, su didesniu išskvietimų skaičiumi žiemos ir pavasario mėnesiais.

Apibendrinimas

Vertinant su klimato kaita vykstančius procesus bei perspektyvas Lietuvos aplinkoje, galima konstatuoti, kad be visų priimtų šalies aplinkosauginės būklės gerinimo strategijų ir programų bei taikomų jų priemonių, klimato kaitos procesai tęsis toliau. Tai vyks dėl klimato kaitą iš esmės apsprendžiančių globalinių, o ne regioninių ar atskirų valstybių aplinkos būklę įtakančių veiksnių. Dėl šios priežasties ateities klimato kaitos scenarijai bus neišvengiamai susiję su tolesne žmonijos vykdoma egzistavimo Žemėje strategija, politine, socialine ir ekonomine raida. Gamtinės aplinkos kaitą iš esmės lemia dvi komponentės – klimato kaita ir antropogeninės apkrovos intensyvumas. Kol kas susiduriame su prisitaikymo (adaptacijos) prie klimato kaitos poveikio ar kol kas lokaliai priimamų švelninančių susidarantį poveikį sprendimų globalia problema. Nors gamtinėje aplinkoje, atskirose ekosistemose šie procesai vyksta pastoviai, kas kita šios problemos sprendimai atskiruose visuomeninio gyvenimo sektoriuose.

Klimato kaitos procesai, vykstantys Lietuvoje, jau skatina ekstremalių gamtinių reiškinių (audrų, potvynių) intensyvėjimą, keičia vidutinę saulės metinę saulės spindėjimo trukmę ir sezoniškumą, ultravioletinės spinduliuotės kiekį, Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens lygio kilimą, pajūrio kranto eroziją, paviršinių vandenu eutrofikaciją ir greitesnį senėjimą, biologinės įvairovės nykimą, sudėties kaitą, produktyvumą, nepageidaujamų ir pavojingų žmogui invazinių rūšių atsiradimą, oro kokybę ir priežemio ozono, teršalų sklaidą mūsų didmiesčiuose bei kitus procesus.

Klimato kaita ir antropogeninė apkrova veikia aplinkos taršą su visais proceso padariniais, bendrą kraštovaizdžio ir atskirų teritorijų transformacijas bei praradimus, gamtinių išteklių išsekimą, kitus procesus. Galu gale tai be galo svarbu krašto socioekonominei, demografiniai plėtrai technologinėms inovacijoms, valdymui, ir svarbiausia žmonių sveikatai.

Reikia pripažinti ir suvokti, kad tik maksimaliai sumažindami antropogeninės apkrovos neigiamą poveikį aplinkai ir įgyvendindami subalansuotas prevencines priemones neišvengiamiems klimato kaitos įtakojamų gamtinės aplinkos degradacijos padarinių sušvelninimui, mes galėtume bent stabilizuoti Lietuvos gamtinės aplinkos būklę, o tuo pačiu ir dalinai išsaugoti jos vertybes.

Vilnius, 2008 m. liepa – rugsėjis