



**STUDIJS,
NUSTATANČIOS ATSKIRŲ SEKTORIŲ JAUTRUMĄ KLIMATO KAITOS
POVEIKIUI, RIZIKOS VERTINIMĄ IR GALIMYBES PRISITAIKYTI PRIE
KLIMATO KAITOS, VEIKSMINGIAUSIAS PRISITAIKYMO PRIE KLIMATO
KAITOS PRIEMONES IR VERTINIMO KRITERIJUS,
PARENGIMAS**

Galutinė ataskaita

Rengėjas
VšĮ Gamtos paveldo fondas

Vilnius, 2015

STUDIJA RENGĖ:

DARBO VADOVAS:

Prof. dr. (HP) Arūnas Bukantis

EKSPERTAI:

Prof. dr. Egidijus Rimkus

Doc. dr. Zenonas Gulbinas

Doc. dr. Justas Kažys

Doc. dr. Donatas Pupienis

Doc. dr. Gintautas Stankūnavičius

Doc. dr. Edvinas Stonevičius

Doc. dr. Gintaras Valiuškevičius

Dr. Rita Linkevičienė

Dr. Judita Liukaitytė

Doktorantė Lauryna Šidlauskaitė

Doktorantas Vaidotas Valskys

Turinys

Įvadas	4
1. Lietuvos klimato kaitos prognozės ir scenarijai	6
2. Energetika	31
3. Transportas	38
4. Pramonė	46
5. Žemės ūkis	55
6. Kraštovaizdis	63
7. Teritorijų planavimas	75
8. Ekosistemos ir biologinė įvairovė	85
9. Žuvininkystės ir akvakultūros sektorius	92
10. Miškininkystės sektorius	98
11. Turizmas	106
12. Požeminio vandens ištekliai	114
13. Atliekų tvarkymas	118
Apibendrinimas	126
Literatūros sąrašas	129
Priedas	144

Ivadas

Klimato ištekliai – labai svarbus žmonijai gamtos turtas. Kaip ir kiek jis panaudojamas, lemia atmosferos bei klimato procesų pažinimas, gebėjimas tas žinias integruoti į socialines-ekonomines sistemas. Klimato sąlygos, priklausančios nuo viso komplekso gamtos veiksnių, labai kontrastingos. Net nedidelėje šalyje ar regione vien reljefas ir nuotolis nuo vandenyno gali sukurti labai margą klimato bruožų mozaiką. Todėl įvairūs ūkio sektoriai turi būti gerai informuoti ne tik apie bendrąsias vienos ar kitos zonos klimato ypatybes, bet ir apie svarbiausius vietinio klimato bruožus bei jų kaitos tendencijas.

Technologijų ir mokslo pažanga, gyventojų skaičiaus augimas, miestų ir dirbamų laukų plėtra, agresyvi aplinkos tarša kuria labai sudėtingus žmogaus ir aplinkos santykius. Dažnai juos reikia reguliuoti ne tik ekonominėmis ar techninėmis, bet ir juridinėmis priemonėmis. Kad ir kaip būtų, žmogus išlieka labai pažeidžiamas: orų anomalijos ir ekstremalios klimato sąlygos (uraganai, sausros, šalčiai, karščiai, liūtys, potvyniai ir pan.) gali padaryti milžiniškų ekonominių nuostolių, sunaikinti dešimtmečiais kurtus žemdirbių, statybininkų ar miškininkų darbo vaisius. Pažeidžiamumą labai padidina didelė pramonės ir žemės ūkio gamybos koncentracija tankiai apgyvendintose teritorijose.

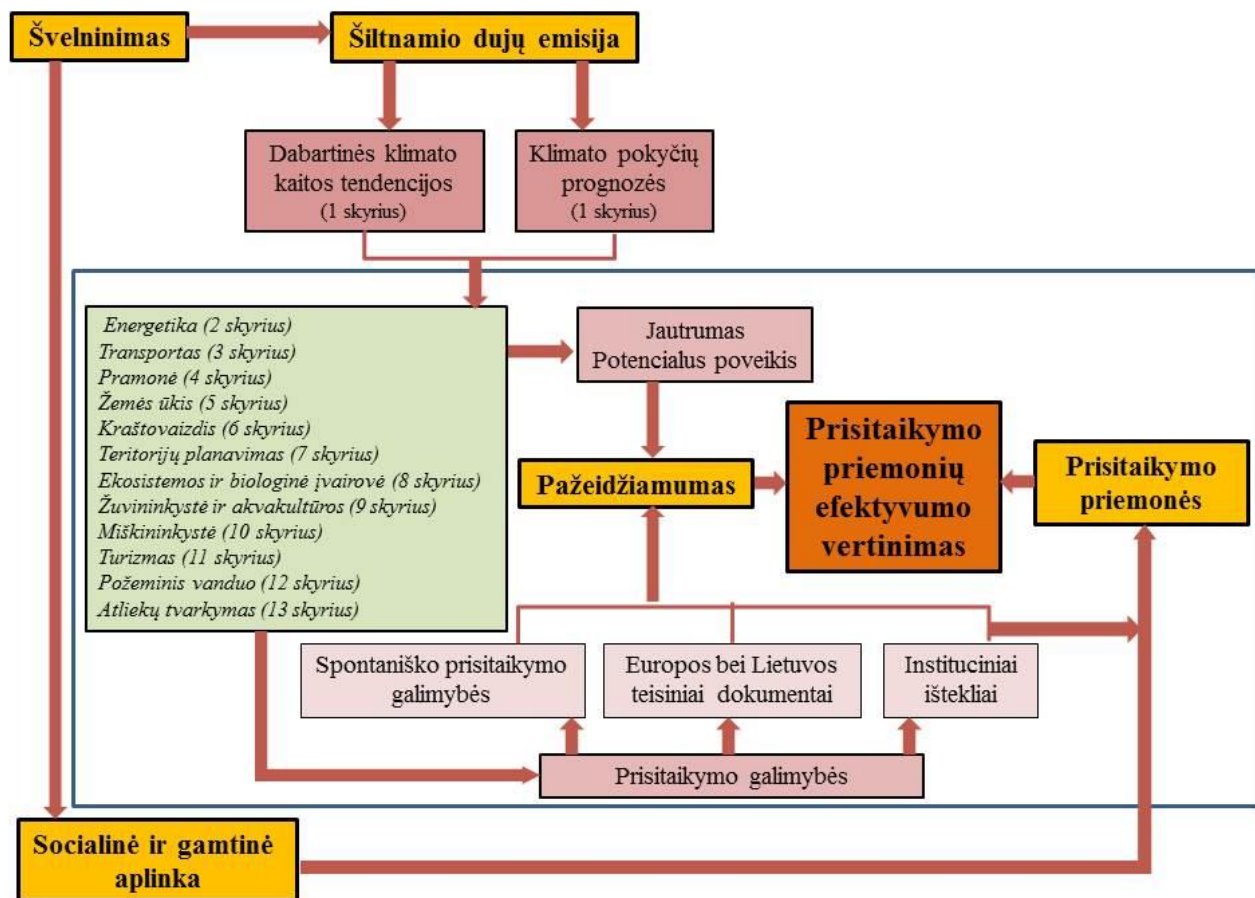
Lietuvoje, kaip ir kitose šalyse, klimato pokyčiai lemia ir lems nemažas gamtinės bei žmogaus aplinkos permainas, prie kurių teks prisitaikyti. 2013–2014 metais paskelbtoje Tarpyvyriausybės klimato kaitos komisijos (IPCC) ataskaitoje daug dėmesio skiriama ne vien tik fizikiniams procesams (IPCC, 2013) bei klimato kaitos poveikio švelninimui (IPCC, 2014b), bet ir prisitaikymo galimybių paieškai (IPCC, 2014a). Europos Sąjunga (ES) noriai imasi pasaulinio lyderio vaidmens keldama aukštus tikslus dėl atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo, šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) kiekių mažinimo, aplinkosauginių reikalavimų griežtinimo, prisitaikymo galimybių stiprinimo. Vienas pagrindinių pastarųjų veiksnių, susijusių su klimato kaita, yra „ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategija“ (Europos komisija, 2013). Lietuva, būdama ES dalimi, prisiima ir vykdo visus ES įsipareigojimus ir dalyvauja klimato kaitos politikos formavime, rengia nacionalinius strateginius dokumentus.

Kas yra prisitaikymas prie klimato kaitos? Prisitaikymas – tai veiksmai, kurių imamasi siekiant prisitaikyti prie šiuo metu kintančių klimato sąlygų, pavyzdžiui, gausesnių kritulių, aukštesnės temperatūros, vandens stygiaus ar dažnesnių audrų, arba numatant, kad jos pakis ateityje. Prisitaikant siekiama kuo mažesnėmis sąnaudomis sumažinti šiuo metu patiriamų ir ateityje numatomų neigiamų klimato kaitos pasekmių grėsmę ir žalą. Tokie veiksmai – tai, pavyzdžiui, efektyviau naudoti ribotus vandens išteklius, statybos reikalavimus pritaikyti prie būsimų klimato sąlygų ir ekstremalių meteorologinių įvykių, statyti užtvanas nuo potvynių ir kelti pylimų aukštį siekiant apsisaugoti nuo jūros lygio kilimo, veisti sausras atsparias pasėlių veisles, rinktis audroms ir gaisrams atsparesnes medžių rūšis ir miškų ūkio metodus.

Prisitaikymas apima nacionalines bei regionines strategijas ir praktinius bendruomenės arba asmeninius žingsnius. Prisitaikymo veiksmai gali būti numatyti iš anksto arba jie gali būti reakcija į susidariusias sąlygas. Prisitaikyti prie klimato kaitos turi ir gamtos, ir žmonių sistemos. Patikimų investicijų užtikrinimas visą jų skyrimo laikotarpį, atsižvelgiant į klimato kaitą, yra esminė priemonė didinti atsparumą klimato kaitai.

1 paveiksle pateikiama schema, kurios laikantis buvo rengiama ši Studija. Daugelis gamtinių ir socialinių-ekonominių sektorių (ekosistemos, paviršinio vandens ištekliai, energetika, gyvenvietės ir kt.) yra jautrūs klimato pokyčiams. *Jautrumas* parodo klimato poveikio (teigiamo ar

neigiamo) analizuojamai sistemai laipsnį. Poveikis gali būti tiesioginis (pavyzdžiui, derlingumo pokytis dėl temperatūros augimo) arba netiesioginis (pavyzdžiui, šiltėjančios žiemos palankiai veiks augalų kenkėjų žiemojimo sąlygas ir jų gausą). Sistemos *pažeidžiamumas* yra jautrumo bei gebėjimo prisitaikyti funkcija. Jis parodo, kiek sistema gali pasikeisti dėl klimato pokyčių.



1 pav. Studijos rengimo loginė schema.

Rengiant Studiją buvo naudojami šiuolaikiniai klimato modeliavimo ir prognozavimo įrankiai, naujausi šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijų scenarijai RCP (angl. *Representative Concentration Pathways*), remiamasi IPCC ataskaitomis, įvairiais ES ir Lietuvos Respublikos strateginiais dokumentais.

Klimato prognozavimui pasirinkti keturi pagrindiniai RCP scenarijai, kurie yra apibrėžiami ir vadinami pagal būsimą bendrą energinį poveikį 2100 metais: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ir RCP8.5. Energinio poveikio įvertinimas grindžiamas ŠESD ir kitų veikiančių faktorių poveikiu (plačiau apie RCP skaityti 1 skyriuje). Šie RCP scenarijai naudojami klimato modeliuose. Prognostinės klimato rodiklių reikšmės Lietuvos teritorijai apskaičiuotos pagal visus keturis scenarijus, o siūlomos prisitaikymo priemonės orientuotos į vidutinio (RCP6.0) ir didžiausio energetinio poveikio (RCP8.5) scenarijus. Pastarieji du scenarijai dar vadinami „pesimistiniais“, nes remiantis jais modeliuojami didžiausi klimato kaitos tempai.

Kai kurios ES šalys, rengdamos prisitaikymo priemones, remiasi RCP8.5 scenarijumi, t. y. ruošiasi blogiausiam variantui, nors tokiu būdu išauga galimi prisitaikymo kaštai. **Lietuvoje siūlomos prisitaikymo priemonės orientuotos į vidutinio (RCP6.0) ir didžiausio energetinio poveikio (RCP8.5) scenarijus.**

Studiją sudaro įvadas, 13 skyrių, apibendrinimas, priedas ir literatūros sąrašas.

1 skyriuje analizuojamos Lietuvos klimato kaitos tendencijos, pateikiamos prognozės pagal įvairius ŠESD emisijų scenarijus XXI amžiui, aprašyti naudoti modeliai ir metodai, juos papildančios schemos, žemėlapiai ir lentelės.

2–13 skyriai (jų pavadinimai atitinka analizuojamus sektorius) suskirstyti į keturis poskyrius:

1) poskyryje „*Jautrumo ir rizikos vertinimas*“ pateikiamas sektoriaus jautrumo klimato kaitos poveikiui, rizikos ir galimybių prisitaikyti prie klimato kaitos vertinimas;

2) poskyryje „*Europos šalių patirtis*“ pateikiama glausta Europos aplinkos agentūros, Europos Sąjungos ir kitų valstybių patirties prisitaikant prie klimato kaitos analizė;

3) poskyryje „*Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės*“ pateikiamos veiksmingiausios sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės;

4) poskyryje „*Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai*“ siūlomi prisitaikymo priemonių efektyvumo kiekybiniai ir kokybiniai vertinimo kriterijai.

Priede pateiktas „Sektorių jautrumo klimato kaitai, prisitaikymo prie klimato priemonių ir jų vertinimo kriterijų sąvadas“.

1. Lietuvos klimato kaitos prognozės ir scenarijai

Globalūs ir Lietuvos klimato pokyčiai

Per pastaruosius šimtą penkiasdešimt metų itin išaugo antropogeninių faktorių įtaka klimatui. Dėl žmogaus ūkinės veiklos stipriai keičiasi atmosferos dujinė sudėtis. Sparčiai auga anglies dioksido ir kitų termodinamiškai aktyvių dujų emisijos. Remiantis NCDC (National Climate Data Center, 2015) duomenimis nuo 1901 m. globali oro temperatūra išaugo 0,86 °C. Itin stiprus augimas prasidėjo XX amžiaus devintajame dešimtmetyje. 10 pačių šilčiausių metų (nuo matavimų pradžios XIX amžiaus viduryje) buvo užfiksuoti 1998–2014 m. O 2014 m. buvo patys šilčiausi nuo instrumentinių meteorologinių matavimų pradžios 1860 m. Didžiausi pokyčiai užfiksuoti aukštosiose Šiaurės pusrutulio platumose, o tropinėje zonoje jie yra mažesni. Globaliu mastu mažėja šaltų dienų ir naktų bei auga karštų dienų bei naktų skaičius, daugėja terminių ekstremumų.

Nors globalus kritulių kiekis kito nežymiai, tačiau galime išskirti kelis svarbiausius pokyčių bruožus: tropinėse platumose kritulių kiekis mažėja, o aukštosiose platumose (ypač Šiaurės pusrutulyje) – auga; didėja gausių kritulių dalis bedrame kritulių kiekyje; kai kuriuose pasaulio regionuose didėja sausringumas (1.1 lentelė). Kiti svarbiausi klimato kaitos padariniai globaliu mastu yra vandenyno lygio kilimas, ledynų tirpimas, klimato ekstremalumo didėjimas (IPCC, 2013).

Dėl globalaus klimato atšilimo kyla Pasaulinio vandenyno lygis. Tai vyksta ne tik sparčiai tirpstant Antarktidos, Grenlandijos ir kalnų ledynams, bet ir dėl vandens terminio plėtimosi. Nuo 1901 m. vandenyno lygis pakilo 17–21 cm. Sparčiausiai jis kyla nuo 1993 m. – po 3,2 mm per metus. Apskaičiuota, kad Pasaulinio vandenyno lygis, pakilus vandens temperatūrai 1°C, dėl terminio vandens tūrio plėtimosi pakiltų apie 1 metrą. Baltijos jūros vandens lygis ties Lietuvos krantais pastaraisiais metais pakyla apie 4 mm per metus.

1.1 lentelė. TKKK 5-ojoje ataskaitoje pateiktos ekstremalių reiškinių kaitos tendencijos (IPCC, 2013).

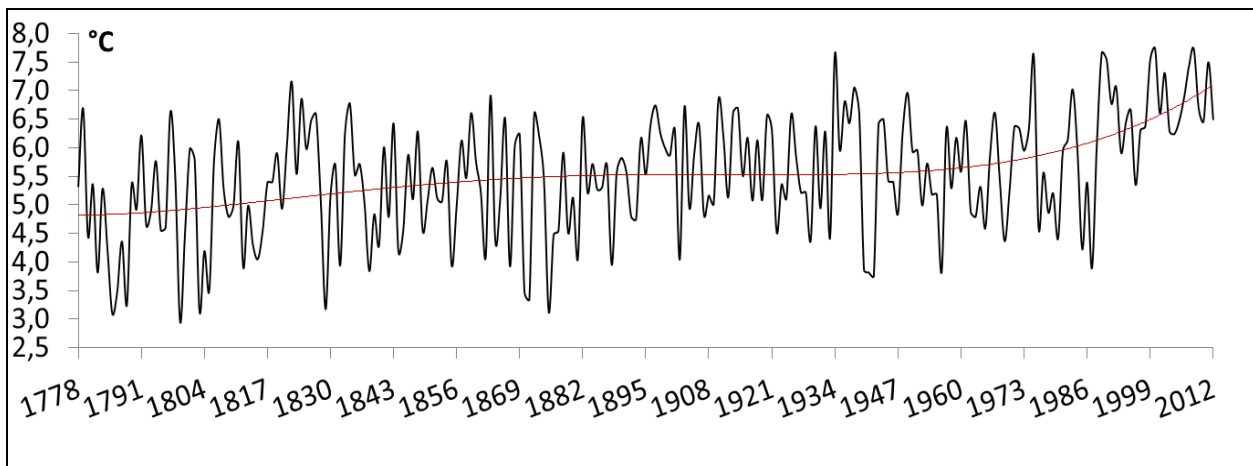
Reiškinys	Pokytis	Regionas	Periodas	Patikimumas
Šaltos dienos bei naktys, dienos su neigiama temperatūra	Mažėja. Labiau naktys nei dienos.	Didžiojoje pasaulio dalyje	Nuo 1951	Labai tikėtina
Karštos dienos bei naktys	Auga	Didžiojoje pasaulio dalyje	Nuo 1951	Labai tikėtina
Karščio bangų pasikartojimas	Auga	Labiausiai Europoje, Azijoje ir Australijoje. Kitur pokyčiai ne tokie ryškūs	Nuo 1951	Tikėtina
Gausių kritulių pasikartojimas	Auga daug didesniame sausumos plote nei mažėja	Didžiojoje pasaulio dalyje	Nuo 1951	Tikėtina
Sausros	Didėja paveikti plotai	Kai kurie regionai	Nuo 1951	Globaliu mastu patikimumas mažas. Tikėtina kai kuriuose regionuose.
Tropiniai ciklonai	Auga pasikartojimas ir egzistavimo trukmė	Labiausiai Šiaurės Atlante	Nuo 1970	Globaliu mastu patikimumas mažas. Neabejotina Šiaurės Atlante.

Lietuvos klimatas yra pereinamojo pobūdžio tarp vidutinių platumų jūrinio ir žemyninio. Kritulių iškrinta pakankamai visais metų laikais (vidutiniškai apie 670 mm), gausiau – šiltuoju laikotarpiu balandį–spalį (apie 2/3 metinio kritulių kiekio), žiemą susidaro sniego danga.

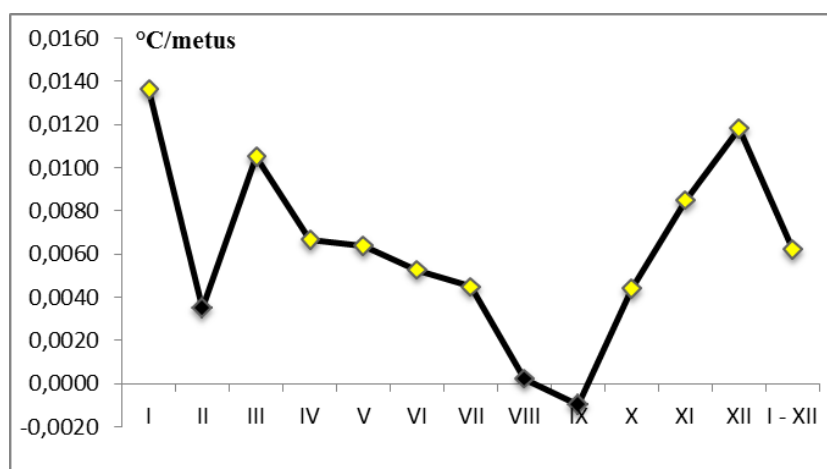
Vidutinė liepos temperatūra Lietuvoje yra apie 17 °C, o sausio mėnesio – apie –4 °C. Oro temperatūra vasarą kartais pakyla virš 30 °C, o žiemomis gali nukristi ir žemiau nei –30 °C. Vakarinio Lietuvos pakraščio (Pajūrio žemumos) klimatas panašus į Šiaurės Lenkijos ir Vokietijos (vidutinė šalčiausio mėnesio oro temperatūra aukštesnė kaip –3 °C), o likusioje teritorijos dalyje klimatas panašesnis į Rytų Europos. W. Keppeno pasaulio klimato klasifikacijoje didžiosios Lietuvos dalies klimatas priskiriamas vidutiniškai šalto (borealinio) klimato juostai (D). Vakarinio Lietuvos pakraščio klimatas šioje klasifikacijoje priskiriamas vidutiniškai šilto klimato juostai (C). Šylant klimatui prognozuojama C juostos rytinio pakraščio ribos persistūmimas į Vidurio Lietuvą.

Lietuvoje vykstantys klimato svyravimai yra neatsiejama viso Žemės rutulio klimato sistemoje vykstančių procesų dalis. Lietuva yra neapsaugota nei nuo globalių klimato pokyčių, nei nuo jų padarinių. Per meteorologinių matavimų Vilniuje laikotarpį (nuo 1777 metų) ypač atšilo žiemos. Vėsus klimatas Lietuvoje buvo XVIII a. pabaigoje ir XIX a. pirmajame dešimtmetyje. Tai buvo „mažajo ledynmečio“, prasidėjusio XV a., pabaiga (Bukantis, 1994). XIX a. pasižymėjo didele metinės oro temperatūros amplitude (vidutinė metų temperatūra svyravo tarp 3 ir 7 °C), buvo dažnas šaltų žiemų ir vėsių vasarų pasikartojimas. XX a. pirmieji keturi dešimtmečiai buvo šiltesni, bet 5–9 dešimtmečiuose vėl padaugėjo šaltų žiemų, o vidutinė metų temperatūra apie 0,5 °C sumažėjo. Nuo 1988 m. vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje ėmė staigiai kilti, per pastaruosius 15 metų ji nei karto nebuvo žemesnė nei 6 °C. (1.1 pav.).

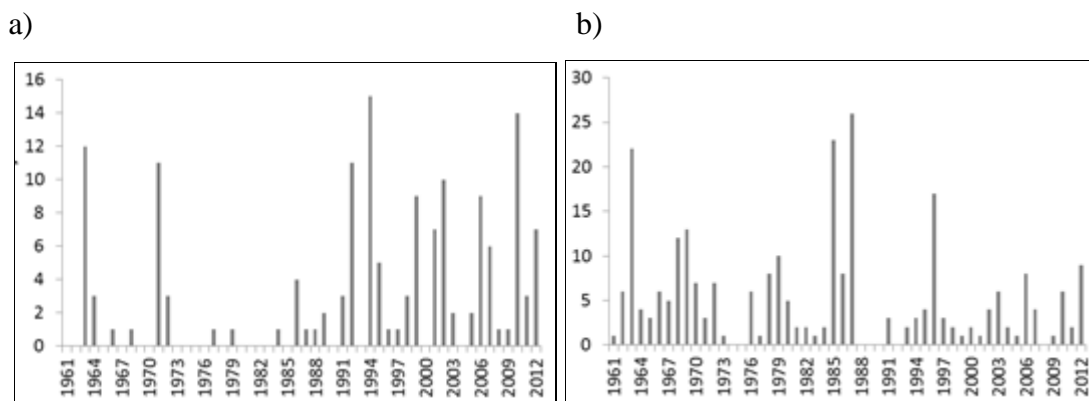
Vidutinė oro temperatūra Vilniuje nuo 1778 m. pakilo apie 1,4 °C. Didžiausi pokyčiai nustatyti žiemos mėnesiais (sausį pakilo 3,2 °C), mažiausi – šiltuoju metų laiku (1.2 pav.). Vilniuje oro temperatūra 1850–2012 m. augo greičiau nei globaliu mastu (Mickevič, Rimkus, 2013). Pavyzdžiui, pokyčiai kovo mėnesį Vilniuje buvo beveik trigubai didesni.



1.1 pav. Metinė oro temperatūra Vilniuje 1778–2012 metais (Mickevič, Rimkus, 2013).



1.2 pav. Vidutinės mėnesio oro temperatūros kaitos trendai (°C/metus) Vilniuje 1778–2012 metais (geltoni rombai rodo statistiškai patikimus trendus, kai $\alpha \leq 0,05$) (Mickevič, Rimkus, 2013).



1.3 pav. Dienų skaičius, kai maksimali oro temperatūra Vilniuje viršijo 30 °C (a), o minimali oro temperatūra buvo mažesnė nei –20 °C (b).

Lietuvoje nuo 1961 m. stipriausia vidutinės oro temperatūros kilimo tendencija nustatyta žiemą (ypač sausį). Šiuo metų laiku labiausiai atšilo Rytų Lietuvoje. Visuose Lietuvos regionuose statistiškai reikšmingi temperatūros trendai buvo balandį, liepą, rugpjūtį. Taip pat statistiškai reikšmingai visoje teritorijoje augo ir vidutinė metinė oro temperatūra, o rudenį, taip pat kaip ir

gegužę bei birželį, oro temperatūra pakito labai nedaug. Per pastaruosius 50 metų 2–3 kartus išaugo karštų dienų ($\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) pasikartojimas, o šaltų dienų sumažėjo perpus (1.3 pav.).

Kritulių kiekis Vilniuje pradėtas matuoti 1887 metais. Po 1887 m. buvo trys šlapymečiai: 1897–1906, 1921–1936 ir 1945–1962 m. Tarp jų – du palyginti neilgi sausmečiai. 1963 m. prasidėjo sausmetis, kuris tęsėsi iki 1987 metų. Vėliau kritulių kiekis vėl pradėjo augti. Po 1961 m. Rytų Lietuvoje nustatytas (iki 13 %) metinio kritulių kiekio padidėjimas, o Vakarų Lietuvoje nežymus sumažėjimas (iki 5 %).

Stiprių kritulių atvejų (kai per parą kritulių iškrinta $\geq 10\text{ mm}$) daugiausiai pasitaiko Vakarų Lietuvoje, mažiausiai – Vidurio Lietuvoje (atitinkamai 18–22 dienas ir 10–12 dienų per metus). Per 1991–2010 m., palyginti su 1961–1990 m. laikotarpiu, stiprių kritulių atvejų didžiojoje Lietuvos teritorijos dalyje padaugėjo 1–2 dienomis (Bukantis ir kt., 2013; Rimkus ir kt., 2011).

Lietuvos klimatas ir jo kaita labiausiai priklauso nuo atmosferos cirkuliacijos procesų: cikloninių ir anticikloninių darinių dažnumo, oro masių advekcijos, vertikalaus oro maišymosi. Šie procesai užtikrina nenutrūkstančią šilumos ir drėgmės apykaitą tarp įvairių Žemės rutulio regionų, taip pat tarp Žemės paviršiaus ir atmosferos. Atmosferos cirkuliacijos procesai lemia trumpalaikius klimato svyravimus, sezonines orų anomalijas ir apskritai visas orų permainas.

Per pastaruosius 50 metų pastebima priežeminio atmosferos slėgio augimo tendencija: vidutinės metinės slėgio reikšmės Lietuvoje pakilo 1,5–2 hPa. Nustatyta, kad nuo XX a. ketvirtojo dešimtmečio vis dažniau per Lietuvą praslenka gilūs ciklonai, sustiprėjo ir oro masių pernaša iš vakarų. Tokios atmosferos cirkuliacijos tendencijos lėmė terminių sezonų trukmės pokyčius (pailgėjo terminių pavasario ir rudens sezonų trukmė) bei sezoninių oro temperatūros ir kritulių kiekio skirtumų, sniego dangos rodiklių (dienų su sniego danga skaičiaus ir sniego storio) mažėjimą (Bukantis ir kt., 2013; Rimkus ir kt., 2006).

Nuo XX a. vidurio įšalo trukmė sutrumpėjo vidutiniškai dviem savaitėmis, be to, padidėjo jo visiško atitirpimo ir kartotinio užšalimo tikimybė. Kelis kartus per sezoną pasikartojantis įšalas daro poveikį dirvodaros procesams ir trumpina dirbtinių dangų bei kitų dirvožemyje esančių konstrukcijų eksploatavimo laiką. Įšalo atitirpimų padažnėjimas visoje šalyje rodo, kad per pastaruosius 50 metų ne tik atšilo žiemos, bet ir iš esmės turėjo pasikeisti šaltojo laikotarpio vandens infiltracinės sąlygos, upių minimalusis nuotėkis ir pavasarinio potvynio pobūdis.

Oro temperatūros kaitos prognozės iki 2100 metų

Klimato modeliai yra pagrindinė priemonė leidžianti įvertinti klimato pokyčius ateityje ir kurti prisitaikymo prie kintančio klimato strategijas. Ateities klimato pokyčiai siejami su RCP – tipiniais koncentracijų scenarijais (*angl. Representative Concentration Pathways*). Jie susideda iš socioekonominių, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų ir klimato prognozių rinkinių. Energinis RCP poveikis nustatomas įvertinant balanso tarp ateinančios ir išeinančios spinduliuotės pokyčius susijusius su atmosferos cheminės sudėties kaita – tai yra pagrindinis įvesties parametras klimato modeliavimui.

Šiame skyriuje pateikiami Vilniaus universiteto Hidrologijos ir klimatologijos katedroje 2013–2015 metais vykdytų ir dabar vykdomų klimato prognozavimo tyrimų rezultatai (Rimkus, Kažys, 2014; Rimkus ir kt., 2015; Keršytė, 2015; Keršytė ir kt., 2015). Jie gauti vadovaujantis CMIP5 – Pasaulinės klimato tyrimų programos Penktojo modelių palyginimo projekto (*angl. Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*) sudarytomis klimato prognozėmis. Buvo pasirinkti keturi RCP, kurie yra apibrėžiami ir vadinami pagal būsimą bendrą energinį poveikį

Žemės paviršiui 2100 metais. Energinio poveikio įvertinimas grindžiamas šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir kitų veikiančių faktorių poveikiu (Moss ir kt., 2010; van Vuuren ir kt., 2011 b).

RCP2.6 sukurtas Netherlands Environmental Assessment Agency modeliavimo grupės. Emisijų kryptis veda prie labai žemo šiltnamio efektą sukeliančių dujų lygio. Tai scenarijus, pagal kurį spindulinio poveikio pikas bus pasiektas ties $\sim 3 \text{ W/m}^2$ (~ 490 ppm anglies dvideginio ekvivalentu) dar prieš 2100 m., o iki 2100 m. sumažės iki 2.6 W/m^2 . Norint pasiekti tokį energinio poveikio lygį, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas būtina gerokai sumažinti (van Vuuren ir kt., 2011 a).

RCP4.5 sukurtas Pacific Northwest National Laboratory's Joint Global Change Research Institute (JGCRI) modeliavimo grupės. Tai stabilizacinis scenarijus, pagal kurį energinis poveikis (4.5 W/m^2) stabilizuosis iki 2100 m., o šiltnamio dujų koncentracija anglies dvideginio ekvivalentu sieks ~ 650 ppm. Pagal šį scenarijų turėtų būti pritaikytos įvairios technologijos ir strategijos skirtos mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijoms (Thompson ir kt., 2011).

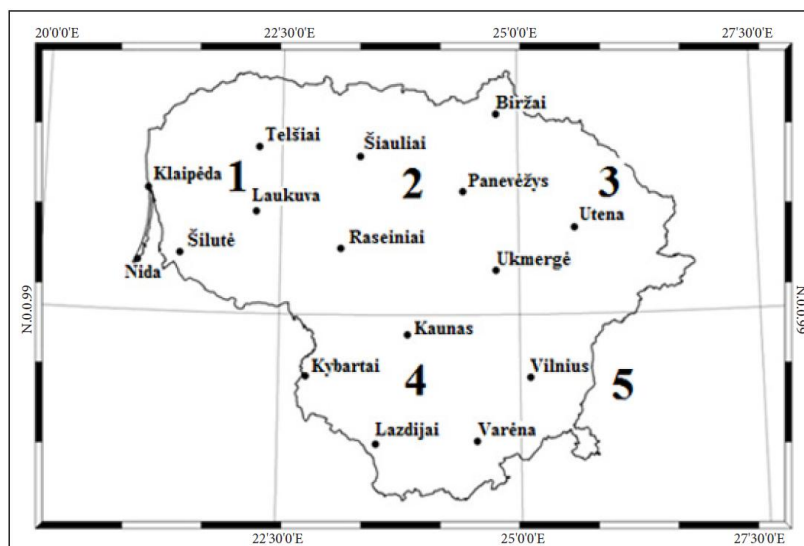
RCP6.0 sukurtas Japonijos National Institute for Environmental Studies (NIES) modeliavimo grupės. Tai irgi stabilizacinis scenarijus, kuriame energetinio poveikis (6.0 W/m^2) stabilizuosis po 2100 m., panaudojus technologijas ir strategijas, skirtas mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas. Šiltnamio dujų koncentracija anglies dvideginio ekvivalentu XXI a. pabaigoje bus lygi ~ 850 ppm (Masui ir kt., 2011).

RCP8.5 sukurtas Integrated Assessment Framework at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) modeliavimo grupės Austrijoje. RCP8.5 charakterizuojamas didėjančiomis šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijomis, vedančiomis prie didžiausių energetinio poveikio reikšmių (8.5 W/m^2). Šiltnamio dujų koncentracija anglies dvideginio ekvivalentu pasieks ~ 1370 ppm (Riahi ir kt., 2007; Riahi ir kt., 2011).

Šiandien neįmanoma pasakyti, kuris RCP scenarijus yra labiausiai tikėtinas. Pagrindinis klimato kaitos ir RCP realizacijos veiksnys – socioekonominė žmonijos raida. Kol kas nežinoma, kiek XXI a. pabaigoje pasaulyje gyvens žmonių, koks bus bendrasis vidaus produktas, kokios energijos gamybos formos vyraus, kokį lygį pasieks globalizacijos procesai, kiek dėmesio pasaulis (o ypač Pietryčių Azijos, Afrikos, Lotynų Amerikos šalys, kuriose gyvena ir gyvena absoliuti gyventojų dauguma) skirs dėmesio aplinkosaugai ir t. t. Nuo viso šito priklauso šiltnamio dujų emisija ir kaip pasekmė – spindulinis poveikis Žemės paviršiui ir, savo ruožtu, visų klimato rodiklių pokyčiai.

Šie RCP scenarijai naudojami klimato modeliuose, kurių išvesties duomenys yra CMIP5 dalis (Taylor ir kt., 2012). Prognostinės oro temperatūros ir kritulių kiekio reikšmės Lietuvos teritorijai pagal RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ir RCP8.5 scenarijus 1861–2100 metams gautos iš KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute) Climate Explorer duomenų bazės. Pagal 5-ąją IPCC ataskaitą 2006–2100 m. laikotarpis apima prognostines reikšmes, o duomenys iki 2006 m. yra laikomi istoriniais (jie yra vienodi visiems RCP).

Lietuvos teritorijoje buvo išskirtos 5 gardelės, kiekvienos gardelės dydis yra lygus $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ (1.4 pav.). Ateities oro temperatūros, kritulių kiekio ir kitų klimato elementų pokyčiai lyginami su 1986–2005 m. bazinio laikotarpio klimato rodikliais.



1.4 pav. Analizuojamos teritorijos suskirstymas į $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ gardeles.

KNMI Climate Explorer duomenų bazėje, priklausomai nuo RCP scenarijaus, skiriasi ir modelių, naudojamų apskaičiuoti kiekvienos gardelės rodiklių CMIP5 reikšmės, skaičius. Didžiausias modelių skaičius naudojamas įvertinti vidutinės oro temperatūros ir kritulių kiekio mėnesio reikšmės pagal RCP4.5 scenarijų, mažiausias – pagal RCP6.0. Atitinkamai, po 42 ir 25 modelių. RCP2.6 scenarijaus reikšmės apskaičiuojamos pagal 32, o RCP8.5 – 39 modelių rezultatus. Tyrimui buvo pasirinkti tik tie modeliai, kurie atlieka skaičiavimus pagal visus keturis RCP scenarijus. Iš viso tokių modelių buvo 24 (1.2 lentelė). Tyrime visų pirma buvo įvertinti numatomi oro temperatūros ir kritulių kiekio pokyčiai kiekvienoje Lietuvos teritoriją dengiančioje gardelėje. Rodiklių prognozės buvo sudarytos dviem laikotarpiams. Artimiausios ateities prognozės apima laikotarpį nuo 2016 iki 2035 m., o ilgalaikės prognozės – 2081–2100 m. Be to, apskaičiuota prognostinė vidutinės metinės oro temperatūros dinamika Lietuvos teritorijai visam 2006–2100 m. laikotarpiui.

1.2 lentelė. Klimato modeliai ir svarbiausios jų charakteristikos.

Modeliavimo centras	Modelio pavadinimas	Atmosfera			Vandenynas		
		Horizontali skiriamoji geba	Vertikalių lygių skaičius	Viršutinė riba	Horizontali skiriamoji geba	Vertikalių lygių skaičius	Viršutinė riba
Beijing Climate Center, China	bcc-csm1-1	T42	26	2,917 hPa	$1 \times 1^{\circ}$	40	25 m
National Centre for Atmospheric Research, USA	CCSM4	$0.9 \times 1.25^{\circ}$	27	2,194 hPa	$1.125 \times 0.27 - 0.64^{\circ}$	60	10 m
	CESM1-CAM5	$0.9 \times 1.25^{\circ}$	27	2,194 hPa	$1.125 \times 0.27 - 0.64^{\circ}$	60	10 m
Queensland Climate Change Center of Excellence, Australia	CSIRO-Mk3-6-0	T63	18	~4,5 hPa	~ $0.9 \times 1.875^{\circ}$	31	5 m
The First Institute of Oceanography, China	FIO-ESM	T42	26	3,545 hPa	$1.125 \times 0.27 - 0.64^{\circ}$	40	10 m
Geophysical Fluid Dynamics Laboratory,	NOAA GFDL GFDL-CM3	~ 200×200 km	48	0,01 hPa	$1 \times 1^{\circ}$	50	0 m

USA	NOAA GFDL GFDL- ESM2G	2.5×2°	24	3,65 hPa	1×1°	63	0 m
	NOAA GFDL GFDL- ESM2M	2.5×2°	24	3,65 hPa	1×1°	50	0 m
Goddard Institute for Space Studies, USA	GISS-E2-H p1	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1°	26	0 m
	GISS-E2-H p2	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1°	26	0 m
	GISS-E2-H p3	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1°	26	0 m
	GISS-E2-R p1	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1.25°	32	0 m
	GISS-E2-R p2	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1.25°	32	0 m
	GISS-E2-R p3	2×2.5°	40	0,1 hPa	1×1.25°	32	0 m
National Institute of Meteorological Research, South Korea	HadGEM2- AO	1.875×1.25°	60	84132,4 m	~1.875×1.25°	-	-
Met Office Hadley Centre, UK	HadGEM2- ES	1.875×1.25°	38	39254,8 m	1×1°	40	5 m
Institut Pierre Simon Laplace, France	IPSL-CM5A- LR	1.9×3.75°	39	0,04 hPa	2×2-0.5°	31	0 m
	IPSL-CM5A- MR	1.25×2.5°	39	0,04 hPa	2×2-0.5°	31	0 m
The University of Tokyo, National Institute for Environmental Studies and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan	MIROC5	T85	40	2,9 hPa	1.4×0.5-1.4°	50	1,25 m
	MIROC-ESM	T42	80	0,003 hPa	1.4×0.5-1.4°	44	1,25 m
	MIROC- ESM-CHEM	T42	80	0,003 hPa	1.4×0.5-1.4°	44	1,25 m
Meteorological Research Institute, Japan	MRI-CGCM3	TL159	48	0,01 hPa	1.0×0.5°	50	0 m
Bjerknes Centre for Climate Research, Norway	NorESM1-M	1.9×2.5°	26	2,194 hPa	1,125° (ties pusiauju)	53	1 m
	NorESM1- ME	1.9×2.5°	26	2,194 hPa	1,125° (ties pusiauju)	53	1 m

Skirtumo būdu buvo įvertinta, kiek pasikeis oro temperatūra ir kritulių kiekis sausio–gruodžio mėnesiais kiekvienoje gardelėje iki 2035 m. ir iki 2100 m. palyginti su 1986–2005 m. bazinio laikotarpio vidutinėmis reikšmėmis. Oro temperatūros pokyčiai nustatyti 0,1 °C tikslumu. Kritulių kiekio pokyčių reikšmės išreikštos procentais.

Remiantis CMIP5 išvesties duomenimis buvo įvertinta numatoma absoliučių metinių oro temperatūros maksimumų ir minimumų bei įvairių kritulių rodiklių kaita (dienų skaičius per metus, kai per parą iškrenta 1 mm kritulių (dienomis), dienų skaičius per metus, kai per parą iškrenta 10 mm kritulių (dienomis), metinis kritulių kiekio maksimumas (mm per dieną)) Lietuvos teritorijoje XXI a. Apskaičiuotos galimų pokyčių pagal visus keturis scenarijus medianos (pagal 24 modelių išvesties rezultatus), ir, norint aprėpti pokyčių spektrą, 10 bei 90 procentiliai. Remiantis prognostiniais CMIP5 išvesties duomenimis pagal visus keturis scenarijus buvo nustatyta, kuriais

metais globali oro temperatūra pakils 2, 3 ir 4 °C, lyginant su priešindustriniu laikotarpiu (iki 1860 m.).

Globali oro temperatūra XXI a. ir toliau kils. Prognozuojama, jog 2081–2100 m. (lyginant su 1986–2005 m.) oro temperatūra išaugs 0,3–1,7 °C (RCP2.6), 1,1–2,6 °C (RCP4.5), 1,4–3,1 °C (RCP6.0), 2,6–4,8 °C (RCP8.5) (5–95 % patikimumo intervalas). Oro temperatūros pokyčiai nebus vienodi regioniniu požiūriu: sausumoje jie bus 1,4–1,7 karto didesni nei vandenyne. Labiausiai šils Arktis, o mažiausi pokyčiai numatomi Šiaurės Atlante ir Pietiniame vandenyne palei Antarktidą (IPCC, 2013).

Prognostinio periodo pradžioje 2005 metais globali oro temperatūra buvo apytiksliai 0,85 °C (Lietuvoje 1,0 °C) didesnė nei priešindustriniu laikotarpiu. Remiantis CMIP5 duomenimis tik pagal RCP8.5 tikėtina, jog globali oro temperatūra išaugs daugiau nei 4 laipsniais, lyginant su priešindustriniu lygiu (1.3 lentelė). Lietuvoje oro temperatūra turėtų kilti greičiau: remiantis šiuo didžiausius pokyčius numatančiu scenarijumi vidutinė metinė temperatūra gali padidėti beveik 6 °C (1.4 lentelė). Pagal kitus scenarijus globalios oro temperatūros pokyčiai neviršys 3 °C, o pagal RCP2.6 ir 2 °C. Pagal pastarąjį scenarijų 2 °C riba Lietuvoje bus viršijama XXI amžiaus pirmoje pusėje, o po to oro temperatūra keisis mažai. Pagal 4.5 ir 6.0 scenarijus Lietuvoje vidutinė metinė oro temperatūra iki amžiaus pabaigos atitinkamai išaugs apie 3,2 ir 3,7 °C. Apibendrinant galima pažymėti, jog globalios oro temperatūros padidėjimo 2 °C, lyginant su priešindustriniu lygiu, galime laukti XXI amžiaus viduryje, o Lietuvoje – 15–20 metų anksčiau (1.3 ir 1.4 lentelės).

1.3 lentelė. Apytiksliai metai, kada pagal skirtingus RCP scenarijus globali temperatūra išaugs 2, 3 ar 4 °C, lyginant su priešindustriniu laikotarpiu pagal CMIP5 išvesties duomenis. Skliausteliuose pateikta tikimybė, jog ši riba bus pasiekta iki XXI amžiaus pabaigos (pagal IPCC, 2013). Kursyvu užrašytas numatomas oro temperatūros pokytis ties Lietuva (52,5–57,5 š. p. ir 20,0–27,5 r. i.) tais metais.

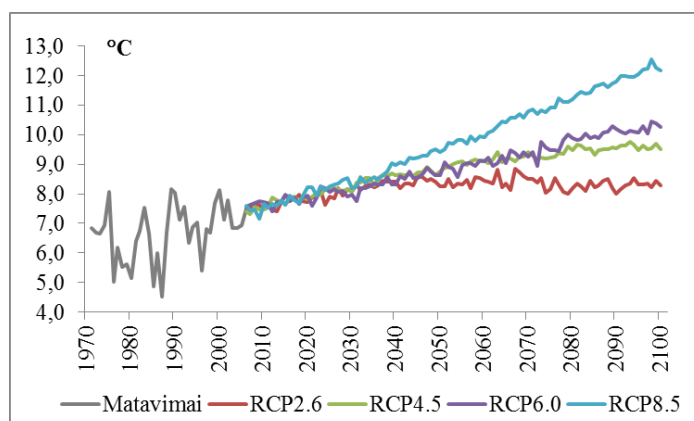
RCP	Temperatūros pokytis lyginant su priešindustriniu lygiu		
	>2 °C	>3 °C	>4 °C
2.6	ne (22 %)	ne (0 %)	ne (0 %)
4.5	2060 (79 %) ~2,8 °C	ne (12 %)	ne (0 %)
6.0	2060 (100 %) ~2,8 °C	ne (36 %)	ne (0 %)
8.5	2045 (100 %) ~2,9 °C	2065 (100 %) ~4,0 °C	2085 (62 %) ~5,2 °C

1.4 lentelė. Apytiksliai metai, kada pagal skirtingus RCP scenarijus oro temperatūra Lietuvoje (52,5–57,5 š. pl. ir 20,0–27,5 r. ilg.) išaugs 2, 3, 4 ar 5 °C, lyginant su priešindustriniu laikotarpiu pagal CMIP5 išvesties duomenis.

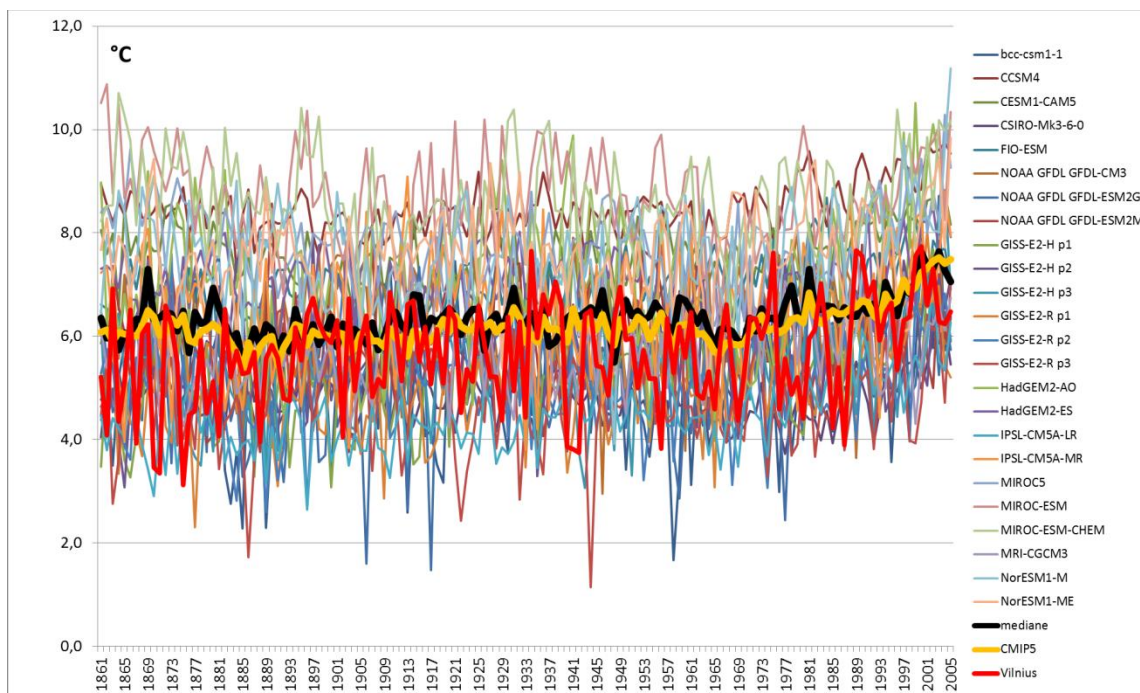
RCP	>2 °C	>3 °C	>4 °C	>5 °C
2.6	~2030	ne	ne	ne
4.5	~2030	~2065	ne	ne
6.0	~2030	~2065	ne	ne
8.5	~2030	~2050	~2065	~2080

Iki XXI a.vidurio numatomi oro temperatūros pokyčiai pagal įvairius RCP scenarijus mažai skiriasi (1.5 pav.). Yra numatoma, jog pirmaisiais XXI a. dešimtmečiais vidiniai klimato sistemos svyravimai vis dar gali būti didesni už šiltnamio dujų poveikį, todėl didelių skirtumų tarp scenarijų nėra (Kirtman ir kt., 2013). Vėliau prognostiniai rodikliai išsiskiria. Ilgalaikėse prognozėse yra numatoma, jog šiltnamio dujų poveikis bus žymiai stipresnis nei vidiniai klimato sistemos svyravimai, todėl klimato kaita tiesiogiai priklausys nuo numatomo spindulinio poveikio stiprumo (Kirtman ir kt., 2013).

Lietuvoje iki XXI a. pabaigos oro temperatūra labiausiai išaugs pagal RCP8.5 scenarijų, o mažiausiai pagal RCP2.6. Pagal RCP4.5 ir RCP6.0 vidutinė metinė oro temperatūra kils panašiu tempu iki 8-ojo dešimtmečio pabaigos ir tik vėliau pagal RCP4.5 oro temperatūra stabilizuosis, o pagal RCP6.0 – kils toliau (1.5 pav.).

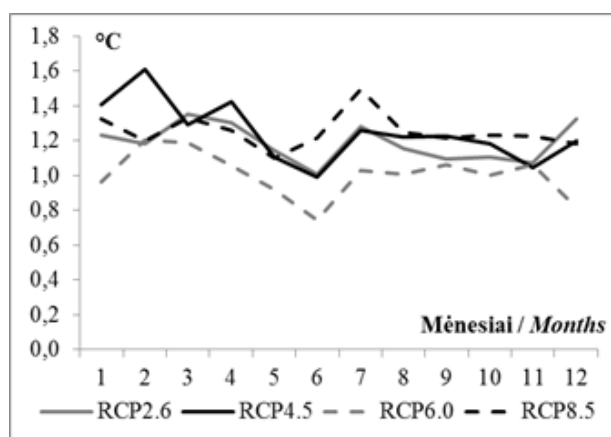


1.5 pav. Prognozuojama vidutinės metinės oro temperatūros kaita Lietuvos teritorijoje iki 2100 m. remiantis CMIP5 išvesties duomenimis pagal skirtingus RCP scenarijus.



1.6 pav. Vidutinės metinės oro temperatūros (°C) kaita 5 gardelėje pagal 24 klimato modelius (plonos linijos), 24 modelių reikšmių mediana (stora juoda linija), visų CMIP5 modelių reikšmių mediana (stora oranžinė linija), oro temperatūra išmatuota Vilniuje 1861–2005 m. (stora raudona linija).

1.6 paveiksle pateikta 1861–2005 m. 5 gardelės temperatūros duomenys. Nustatyta, kad Vilniuje išmatuota temperatūra vidutiniškai 0,6 °C žemesnė nei modelių reikšmių mediana. Tai galima iš dalies paaiškinti Vilniaus padėtimi šiaurinėje gardelės dalyje.



1.7 pav. Prognozuojami oro temperatūros pokyčiai Lietuvoje iki 2035 m. (penkių gardelių vidurkis), remiantis RCP scenarijais.

Remiantis CMIP5 24 modelių mediana galima teigti, kad iki 2035 m. oro temperatūra augs visoje Lietuvoje (1.5 lentelė; 1.7 pav.). Vidutinė metinė temperatūra išaugs 1,1–1,4 °C (čia ir toliau lyginama su 1986–2005 metų laikotarpiu). Didžiausi oro temperatūros pokyčiai 2016–2035 m. laikotarpiu Lietuvoje numatomi pagal RCP4.5 ir RCP8.5 scenarijus. Iki 2035 m. Lietuvoje labiausiai išaugs šaltojo metų laikotarpio temperatūra. Didžiausi oro temperatūros pokyčiai prognozuojami vasario ir kovo mėn. Iki 2035 m. antroje ir penktoje gardelėje labiausiai išaugs vasario mėn. vidutinė oro temperatūra (1,5–1,8 °C). Šiuos pokyčius numato RCP4.5 scenarijus. Vakarų Lietuvoje šaltojo metų sezono temperatūra pakils mažiau. Šioje Lietuvos dalyje sparčiausias oro temperatūros augimas pagal RCP8.5 prognozuojamas vasarį ir kovą (iki 1,4 °C). Spartų oro temperatūros augimą pagal RCP8.5 scenarijų modeliai numato liepą. Pirmoje ir ketvirtoje gardelėse oro temperatūra ši mėnesį pakils po 1,5 °C, o penktoje gardelėje – 1,6 °C.

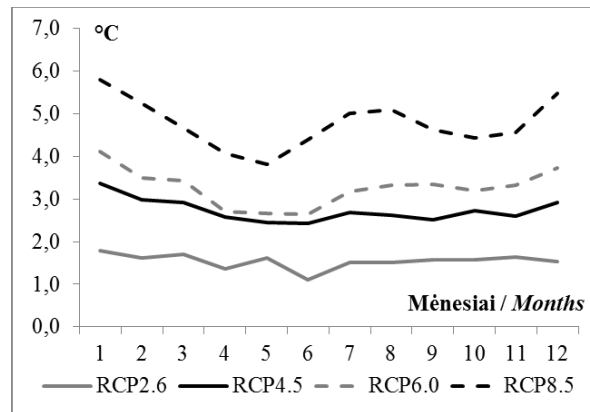
Mažiausi oro temperatūros pokyčiai prognozuojami pagal RCP6.0 scenarijų. Didžiojoje Lietuvos dalyje mažiausiai išaugs birželio oro temperatūra (pokyčiai neturėtų viršyti 0,7–0,8 °C), o pietvakarių Lietuvoje mažiausias oro temperatūros augimas prognozuojamas gruodį – 0,6 °C.

1.5 lentelė. Prognozuojami oro temperatūros pokyčiai (°C) 2016–2035 m. laikotarpiu (24 modelių mediana, 10 ir 90 procentiliai), palyginti su baziniu 1986–2005 m. laikotarpiu.

RCP	Gardelės	Žiema			Pavasaris			Vasara			Ruduo			Metai		
		Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90
2.6	1	1,3	0,4	2,4	1,3	0,5	1,9	1,2	0,5	2,0	1,0	0,5	1,8	1,2	0,5	1,9
	2	1,4	0,4	2,5	1,3	0,4	2,1	1,1	0,5	1,9	1,0	0,3	1,9	1,2	0,6	1,9
	3	1,3	0,3	2,6	1,3	0,4	2,1	1,2	0,5	1,9	1,0	0,2	1,9	1,2	0,6	2,0
	4	1,3	0,4	2,5	1,1	0,4	2,0	1,2	0,5	1,9	1,0	0,4	1,9	1,2	0,6	1,9
	5	1,3	0,5	2,6	1,2	0,4	2,2	1,2	0,5	1,9	1,0	0,4	2,0	1,2	0,6	2,0
4.5	1	1,1	0,6	2,3	1,3	0,6	1,8	1,1	0,7	1,8	1,1	0,7	1,9	1,2	0,6	1,8
	2	1,3	0,6	2,7	1,5	0,6	1,9	1,1	0,6	1,8	1,1	0,7	1,9	1,4	0,7	1,9
	3	1,4	0,6	2,6	1,4	0,6	2,2	1,1	0,6	1,7	1,2	0,7	1,9	1,4	0,8	2,0
	4	1,4	0,6	2,4	1,3	0,5	1,8	1,2	0,6	1,8	1,1	0,7	1,8	1,3	0,7	1,8
	5	1,4	0,5	2,5	1,3	0,5	2,1	1,2	0,6	1,8	1,1	0,8	1,9	1,3	0,7	1,9
6.0	1	1,0	0,2	2,0	1,1	0,4	1,9	1,0	0,5	1,7	0,8	0,5	1,5	1,1	0,5	1,7
	2	1,1	0,2	2,5	1,1	0,4	2,0	0,9	0,5	1,8	0,9	0,6	1,7	1,1	0,5	1,8
	3	1,1	0,2	2,6	1,1	0,3	2,1	1,0	0,5	1,7	0,9	0,6	1,7	1,1	0,5	1,8
	4	1,0	0,2	2,5	1,0	0,2	1,9	0,9	0,3	1,8	1,0	0,5	1,8	1,1	0,5	1,6
	5	1,0	0,2	2,5	1,1	0,1	2,0	0,9	0,5	1,7	1,0	0,5	1,8	1,1	0,6	1,7

8.5	1	1,2	0,4	2,4	1,1	0,5	2,0	1,2	0,7	2,2	1,2	0,8	1,8	1,2	0,6	2,1
	2	1,4	0,4	2,8	1,1	0,4	2,3	1,3	0,6	2,2	1,3	0,8	1,8	1,3	0,7	2,0
	3	1,4	0,4	2,8	1,3	0,4	2,4	1,3	0,7	2,1	1,4	0,9	1,8	1,3	0,8	2,1
	4	1,2	0,3	2,6	1,2	0,4	2,1	1,3	0,7	2,2	1,4	0,8	1,8	1,2	0,7	2,0
	5	1,3	0,3	2,7	1,2	0,5	2,3	1,3	0,7	2,3	1,4	0,9	1,9	1,2	0,7	2,1

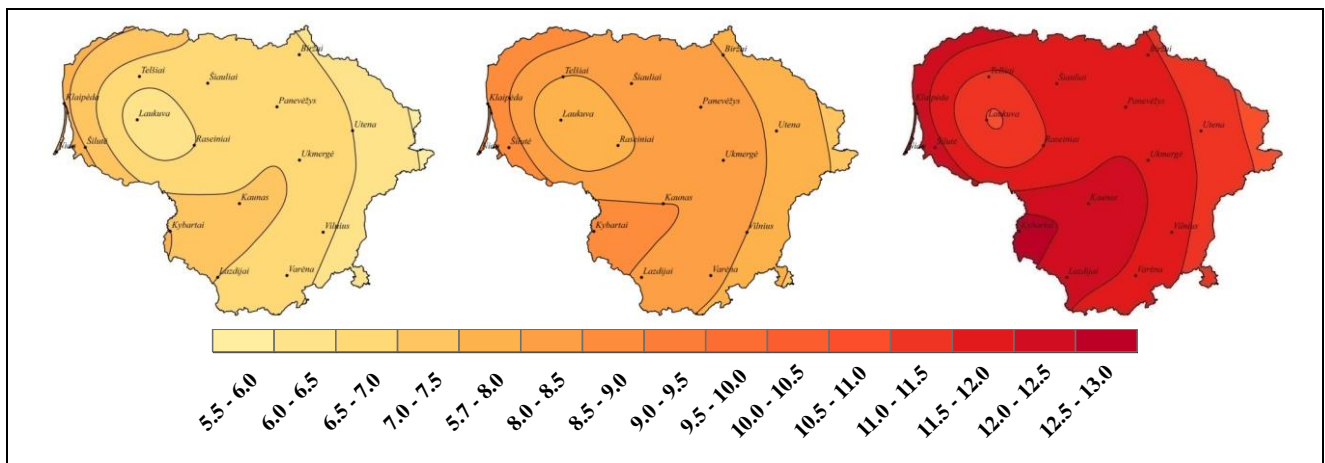
Prognozuojama, kad paskutiniaisiais XXI a. dešimtmečiais oro temperatūra Lietuvoje ir toliau augs (1.6 lentelė, 1.8 pav.). Vidutinė metinė temperatūra gali išaugti 1,5–5,1 °C. Didžiausi pokyčiai Lietuvos teritorijoje XXI a. prognozuojami pagal RCP8.5 scenarijų, o mažiausi – pagal RCP2.6 scenarijų.



1.8 pav. Prognozuojami oro temperatūros pokyčiai Lietuvoje iki 2100 m. (penkių gardelių vidurkis), remiantis RCP scenarijais.

1.6 lentelė. Prognozuojami oro temperatūros pokyčiai (°C) 2081–2100 m. laikotarpiu (24 modelių mediana, 10 ir 90 procentiliai), palyginti su baziniu 1986–2005 m. laikotarpiu.

RCP	Gardelės	Žiema			Pavasaris			Vasara			Ruduo			Metai		
		Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90
2.6	1	1,4	0,6	3,0	1,6	0,2	2,5	1,4	0,1	2,8	1,5	0,4	2,4	1,6	0,4	2,6
	2	1,4	0,4	3,3	1,5	0,1	2,5	1,4	0,2	2,7	1,5	0,5	2,4	1,6	0,4	2,6
	3	1,6	0,3	3,6	1,5	0,1	2,8	1,4	0,3	2,7	1,6	0,6	2,5	1,7	0,5	2,8
	4	1,5	0,1	3,3	1,4	0,1	2,5	1,4	0,1	2,8	1,6	0,6	2,4	1,5	0,4	2,6
	5	1,6	0,0	3,6	1,5	0,0	2,7	1,3	0,1	2,7	1,8	0,6	2,5	1,8	0,5	2,8
4.5	1	2,9	2,1	4,4	2,5	1,6	3,6	2,3	1,4	3,5	2,5	1,6	3,7	2,7	1,7	3,9
	2	3,2	2,1	4,9	2,9	1,5	3,8	2,5	1,3	4,0	2,5	1,7	3,6	2,8	1,7	3,8
	3	3,3	2,2	5,0	2,8	1,7	3,9	2,5	1,4	3,9	2,5	2,0	3,7	2,9	1,9	4,0
	4	2,9	1,8	4,5	2,6	1,3	3,6	2,7	1,2	4,0	2,5	1,9	3,5	2,7	1,7	3,6
	5	3,1	1,9	4,7	2,7	1,3	3,7	2,7	1,2	4,0	2,5	2,0	3,6	2,8	1,7	3,8
6.0	1	3,5	2,2	5,0	2,8	1,9	4,1	3,0	1,7	4,3	3,1	2,1	4,1	3,2	2,3	4,4
	2	4,0	2,6	5,5	2,7	1,8	4,4	3,1	1,6	4,6	3,2	2,2	4,1	3,3	2,4	4,5
	3	4,2	2,7	5,7	3,1	1,8	4,9	3,2	1,7	4,8	3,3	2,3	4,2	3,5	2,4	4,7
	4	3,6	2,4	5,4	2,7	1,5	4,4	3,2	1,6	5,0	3,3	2,1	4,1	3,3	2,2	4,4
	5	3,7	2,5	5,6	2,7	1,6	4,6	3,2	1,8	5,0	3,3	2,2	4,2	3,3	2,2	4,6
8.5	1	5,1	3,4	6,9	4,2	3,1	5,8	4,5	2,8	6,2	4,3	3,3	6,1	4,6	3,5	6,2
	2	5,8	3,8	7,5	4,1	2,9	5,9	4,7	2,9	6,9	4,4	3,5	6,2	4,9	3,7	6,4
	3	6,1	4,2	7,9	4,3	3,1	6,4	5,0	3,1	7,1	4,6	3,6	6,4	5,1	4,0	6,7
	4	5,3	3,8	7,2	4,0	3,0	5,8	5,0	3,1	7,3	4,4	3,5	6,2	4,7	3,6	6,3
	5	5,5	4,1	7,5	4,1	3,0	6,1	5,2	3,2	7,4	4,5	3,6	6,4	4,9	3,8	6,5

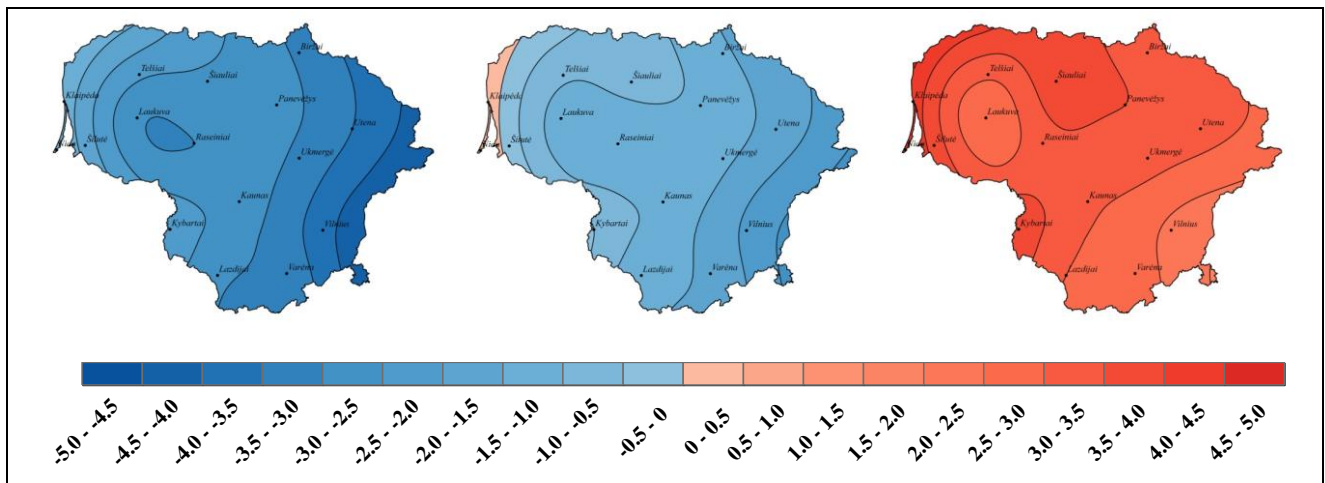


1.9 pav. Vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojama 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, °C.

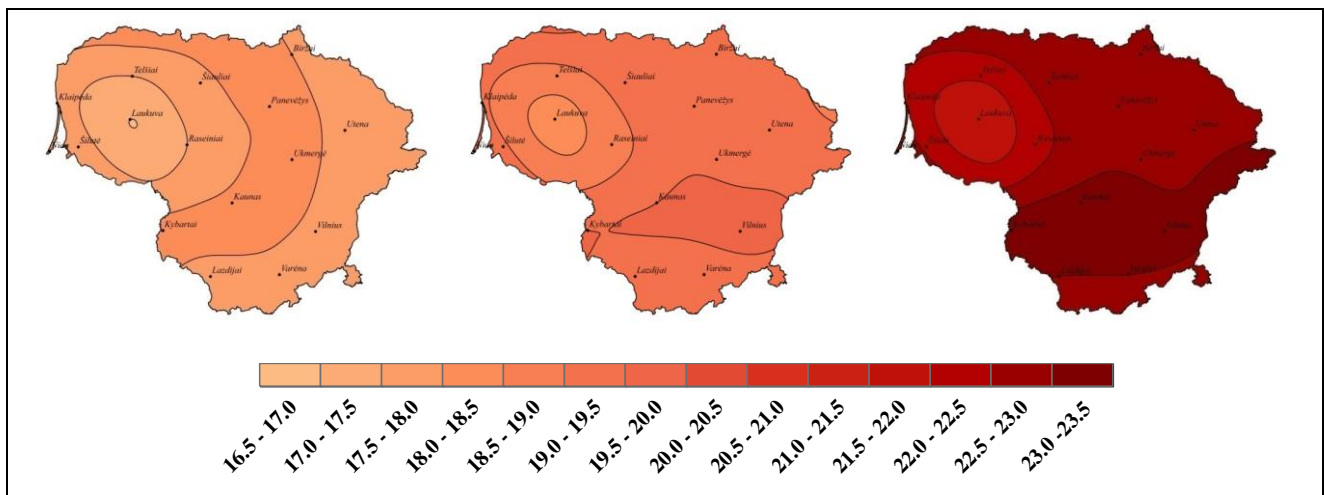
XXI a. pabaigoje oro temperatūra Lietuvoje sparčiausiai augs šaltuoju metų laikotarpiu. Remiantis RCP8.5 scenarijumi, XXI a. pabaigoje Lietuvoje labiausiai išaugs sausio vidutinė oro temperatūra. Daugiausiai oro temperatūra šį mėnesį pakils Šiaurės rytų Lietuvoje, pokyčiai čia gali siekti iki 6,3 °C. Mažiausiai sausio oro temperatūra pasikeis pirmoje gardelėje – 5,3 °C. Žymų oro temperatūros augimą modeliai numato ir rugpjūtį. Pagal RCP8.5 scenarijų oro temperatūros pokyčiai šį mėnesį skirtingose šalies dalyse gali kisti nuo 4,7 iki 5,4 °C.

XXI a. pabaigoje mažiausiai turėtų pasikeisti gegužės vidutinė oro temperatūra. Net ir pagal RCP8.5 scenarijų oro temperatūros pokyčiai šį mėnesį neviršys 3,9 °C.

Oro temperatūros erdvinio pasiskirstymo pobūdis pasikeis nedaug, t. y. izotermų konfigūracija bus panaši į dabartinę. 1.9–1.11 paveiksluose pavaizduota vidutinė metinė sausio ir liepos oro temperatūra Lietuvoje 1986–2005 m. bei prognozuojama 2081–2100 m. pagal „optimistini“ RCP2.6 ir „pesimistini“ RCP8.5 scenarijus.

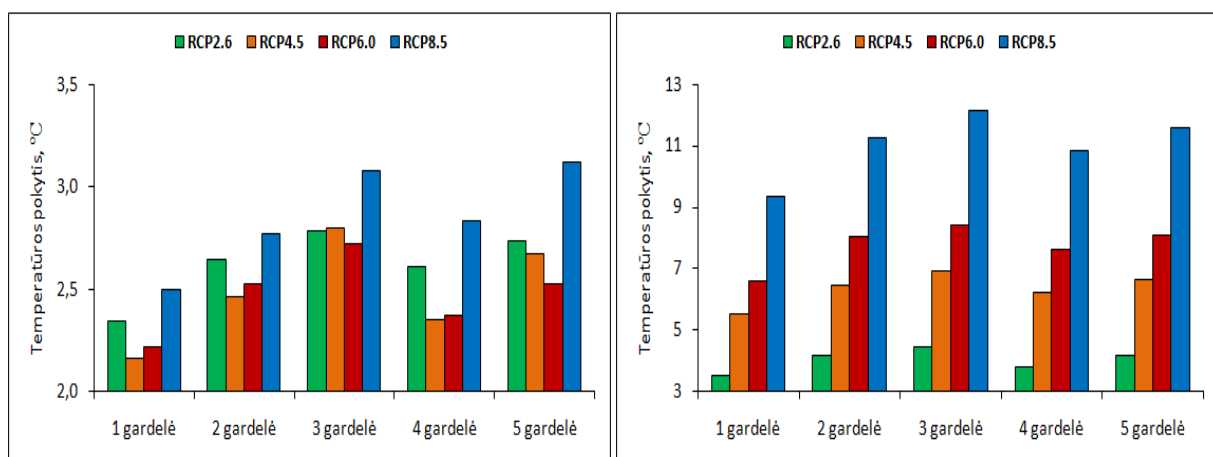


1.10 pav. Vidutinė oro temperatūra Lietuvoje sausį 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojama 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, °C.



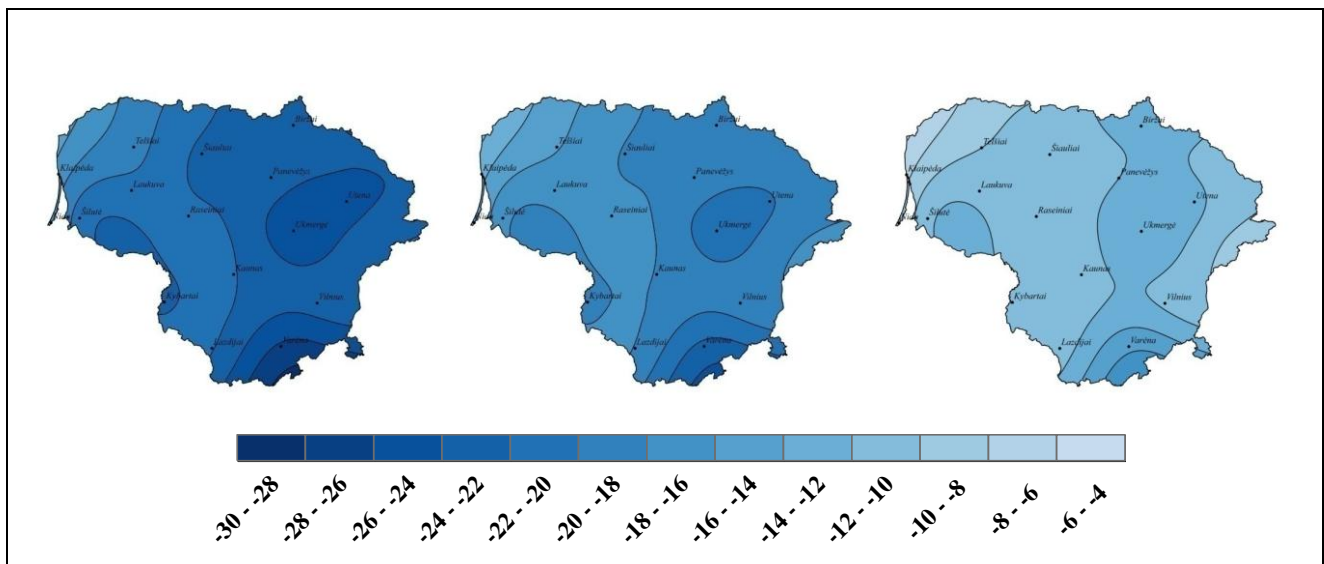
1.11 pav. Vidutinė oro temperatūra Lietuvoje liepą 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojama 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, °C.

Metinių oro temperatūros minimumų ir maksimumų kaitos tendencijos Lietuvoje XXI a. gerai sutampa su prognozuojamais globaliais pokyčiais: temperatūros minimumai kils sparčiau nei maksimumai. Metiniais oro temperatūros minimumais (maksimumais) čia vadinama pati žemiausia (aukščiausia) per kalendorinius metus užfiksuota oro temperatūra, o tokių rodmenų daugiamečių vidurkis – metinių oro temperatūros minimumų (maksimumų) vidurkiu.

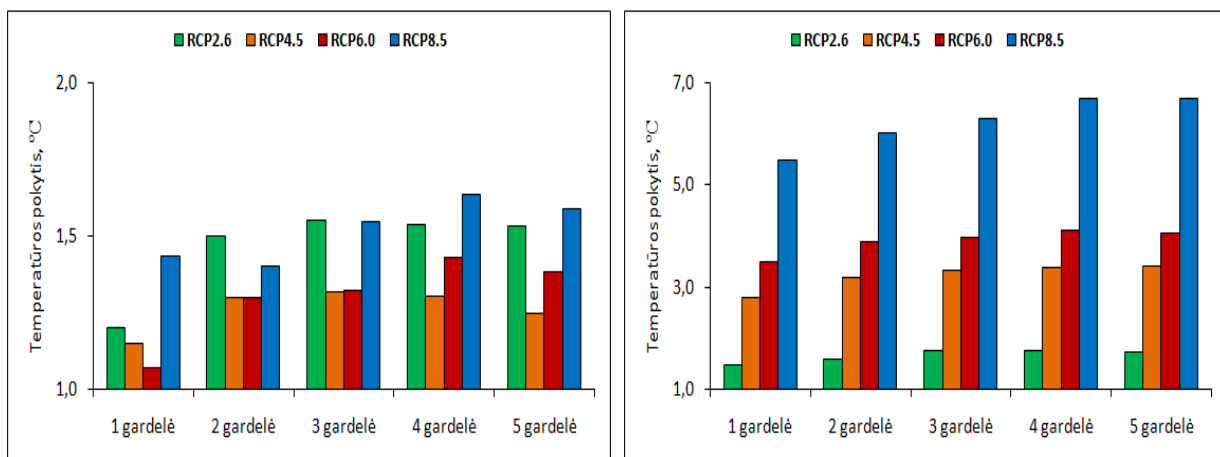


1.12 pav. Prognozuojami metinių oro temperatūros minimumų vidurkio pokyčiai 2016–2035 m. (kairėje) ir 2081–2100 m. (dešinėje) skirtingose Lietuvos teritorijos dalyse, °C.

2016–2035 m. laikotarpiui didžiausi metinių oro temperatūros minimumų vidurkio pokyčiai visoje Lietuvoje prognozuojami pagal RCP8.5 scenarijų. Labiausiai jis išaugs Šiaurės rytų ir Pietryčių Lietuvoje. Pokyčiai čia gali siekti 3,1 °C (1.12 pav.). Likusioje Lietuvos dalyje iki 2035 m. jis pakils 2,5–2,8 °C. Mažiausi oro temperatūros minimumų pokyčiai numatomi Vakarų Lietuvoje (apie 2,3 °C). Pokyčių tempai išaugs amžiaus pabaigoje. Labiausiai metinių oro temperatūros minimumų vidurkis išaugs Šiaurės Rytų Lietuvoje – 12,1 °C (pagal RCP8.5 scenarijų). Likusioje Lietuvos dalyje pokyčiai sieks 9,4–11,6 °C. Mažiausi pokyčiai pagal RCP2.6 scenarijų prognozuojami Vakarų Lietuvoje – 3,5 °C (1.12 pav.). Taigi, amžiaus pabaiga pasižymi itin didele, lyginant RCP2.6 ir RCP8.5, šių prognostinių dydžių sklaida (1.13 pav.).



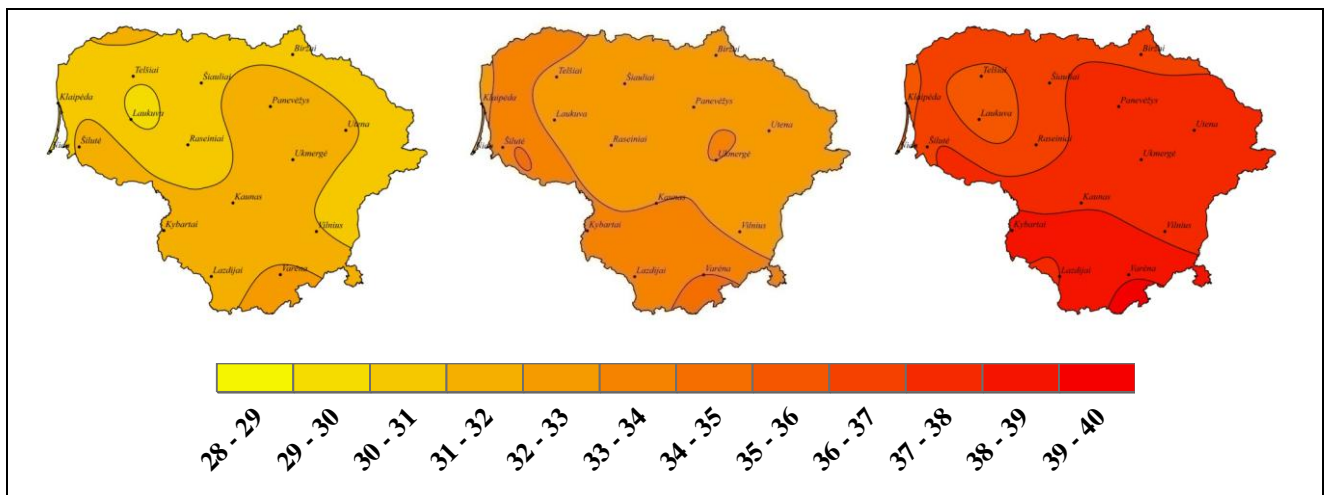
1.13 pav. Metinių oro temperatūros minimumų vidurkis Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, °C.



1.14 pav. Prognozuojami metinių oro temperatūros maksimumų vidurkio pokyčiai 2016–2035 m. (kairėje) ir 2081–2100 m. (dešinėje) skirtingose Lietuvos teritorijos dalyse, °C.

Metinių oro temperatūros maksimumų pokyčiai bus gerokai mažesni nei minimumų (1.14 pav.). Modeliavimo rezultatai rodo, kad XXI a. metiniai oro temperatūros maksimumai sparčiausiai kils šalies pietryčiuose ir pietvakariuose, o nuosaikiausias jų kilimas prognozuojamas šalies vakaruose. 2016–2035 m. laikotarpiu analizuojamo rodiklio pokyčiai visoje Lietuvoje bus labai panašūs – pagal RCP8.5 šalies pietvakariuose ir pietryčiuose jie neturėtų viršyti 1,6 °C, o kitur Lietuvoje – 1,4–1,5 °C.

2081–2100 m. periodu metinių oro temperatūros maksimumų kilimas bus spartesnis. Prognozuojama, kad amžiaus pabaigoje pagal RCP8.5 Lietuvos pietvakariuose ir pietryčiuose metinių maksimumų vidurkis bus 6,7 °C, o kitur Lietuvoje 5,5–6,3 °C didesnis už 1986–2005 m. vidurkį. Pagal RCP2.6 scenarijų analizuojamo rodiklio pokyčiai šio amžiaus pabaigoje skirtingose Lietuvos dalyse neturėtų viršyti 1,5–1,8 °C (14 pav.). Pagal RCP8.5 scenarijų amžiaus pabaigoje metinių oro temperatūros maksimumų vidurkis Lietuvos pietryčiuose gali siekti beveik 40 °C (1.15 pav.).

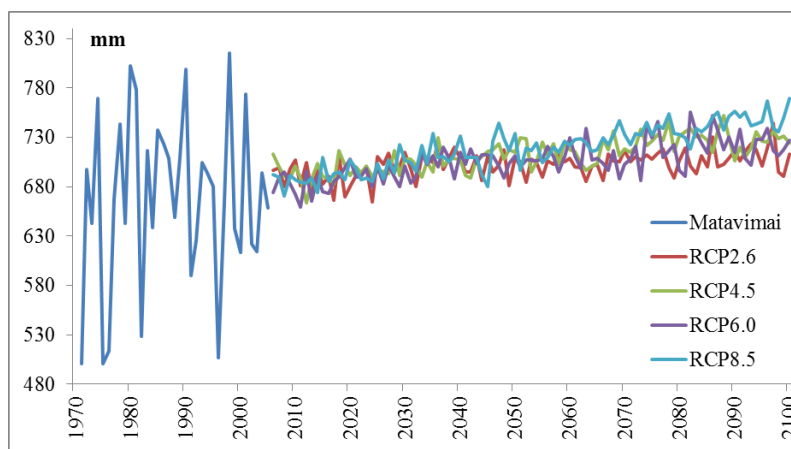


1.15 pav. Metinių oro temperatūros maksimumų vidurkis Lietuvoje 1986–2005 m. (viršuje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (apačioje kairėje) ir RCP8.5 (apačioje dešinėje) scenarijus, °C.

Kritulių kiekio prognozės

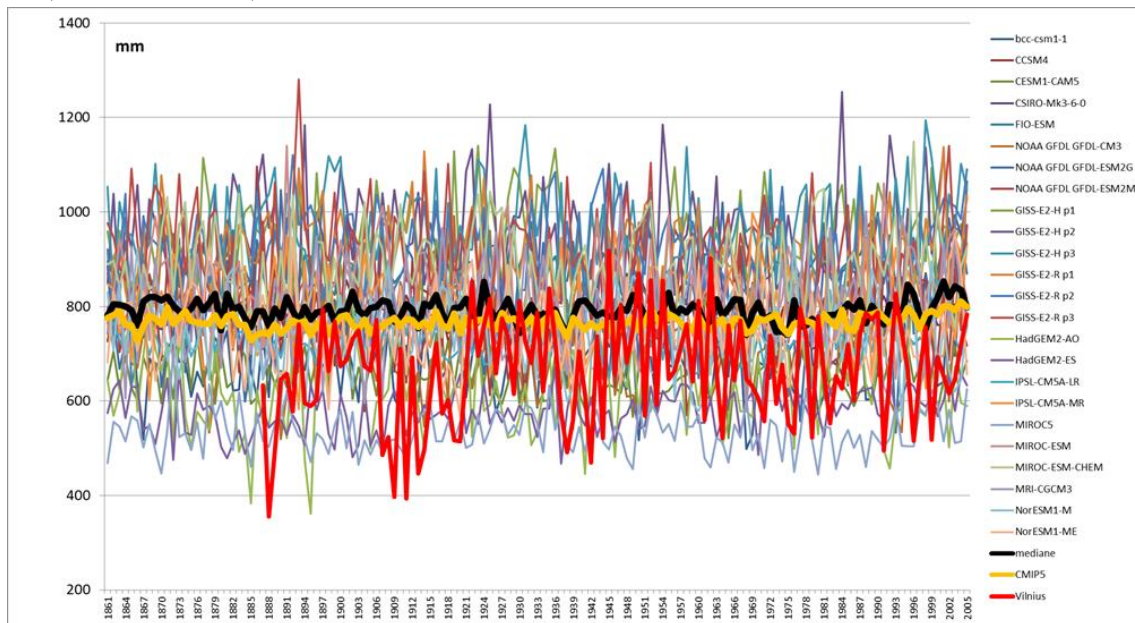
Globalus kritulių kiekis augant temperatūrai irgi augs. Tikėtina, jog kritulių kiekis per XXI amžių išaugs 1–3 % (išskyrus RCP2.6). Pagal RCP2.6 galimas pokyčių spektras yra didesnis 0.5–4 %. Tačiau regioninių požiūriu pokyčiai bus itin margi. Labai tikėtina, jog dar labiau augs kontrastas tarp drėgnų ir sausų regionų, be to daugelyje pasaulio regionų didės kontrastai tarp sausųjų ir drėgnųjų metų laikotarpių. Poliarinės sritys taps drėgnesnės, o tropinės – sausesnės. Didės gausių kritulių atvejų skaičius ir jų dalis bendrame kritulių kiekyje didžiojoje vidutinių platumų sausumos dalyje bei drėgnuosiuose tropikuose (IPCC, 2013).

Kaip ir oro temperatūros, taip ir metinio kritulių kiekio iki XXI a. vidurio prognozės pagal įvairius RCP scenarijus Lietuvos teritorijoje beveik nesiskiria (1.16 pav.). Tik vėliau išryškėja didesni numatomi pokyčiai pagal RCP8.5, o vidutinio metinio kritulių kiekio stabilizavimasis – pagal RCP2.6. Numatomi kritulių kiekio pokyčiai pagal RCP4.5 ir RCP6.0 beveik nesiskiria. Daug mažesnė svyravimų amplitudė (lyginant su matavimų laikotarpiu) aiškinama tuo, jog CMIP5 išvesties reikšmės skaičiuojamos kaip multi-modelinė mediana.



1.16 pav. Prognozuojama metinio kritulių kiekio kaita Lietuvos teritorijoje iki 2100 metų remiantis CMIP5 išvesties duomenimis pagal įvairius RCP scenarijus.

Kritulių kiekis Vilniuje pradėtas matuoti 1887 m. Nustatyta, jog šiuo laikotarpiu Vilniuje išmatuota vidutinė metinė kritulių suma yra apie 19 % mažesnė už modeliavimo rezultatus (1.17 pav.). Kitų tyrimų metu buvo nustatyta, jog CMIP5 ansamblį sudarantys modeliai Centrinei Europai pateikia pernelyg aukštas šaltojo laikotarpio bei per mažas vasaros reikšmes (Liu ir kt., 2014). Tai iš dalies paaiškinama ribotu šiuolaikinių modelių gebėjimu modeliuoti itin gausius kritulius (jie sudaro nemažą vasaros kritulių dalį) bei generuojamu pernelyg dideliu dienų su krituliais skaičiumi, o tai veikia šaltojo laikotarpio kritulių sumą, nes šiam metų laikui būdingi dažni, bet negausūs krituliai (Sun ir kt., 2006).



1.17 pav. Metinio kritulių kiekio (mm) kaita 5 gardelėje pagal 24 klimato modelius (plonos linijos), 24 modelių reikšmių mediana (stora juoda linija), visų CMIP5 modelių reikšmių mediana (stora oranžinė linija), oro temperatūra išmatuota Vilniuje 1861–2005 metais (stora raudona linija) pagal 24 klimato modelių duomenis, modelių reikšmių mediana, CMIP5 medianos reikšmė 1861–2005 metais bei kritulių kiekis išmatuotas Vilniuje 1887–2005 metais.

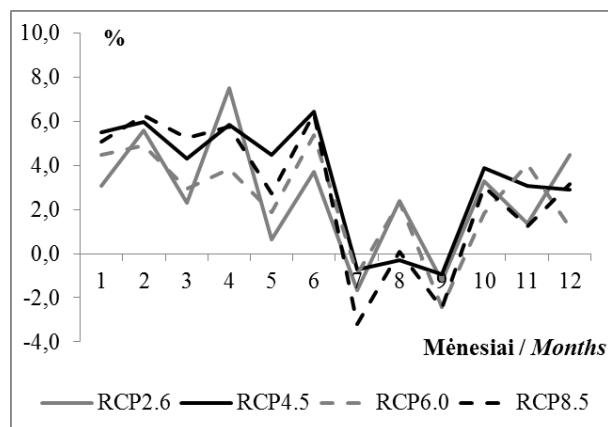
Iki 2035 m. vidutinis metinis kritulių kiekis turėtų išaugti 1,6–4,0 %. Labiausiai kritulių kiekis turėtų padidėti pirmoje, mažiausiai – ketvirtoje gardelėje. Didžiausi pokyčiai prognozuojami pagal RCP4.5, o mažiausi – pagal RCP6.0 scenarijų (1.7 lentelė). Modelių išvesties rezultatai pagal visus keturis RCP scenarijus XXI a. pradžioje visoje Lietuvos teritorijoje numato kritulių kiekio augimą spalį–balandį ir birželį. Rugsėį kritulių kiekio mažėjimas Lietuvos teritorijoje yra prognozuojamas visų RCP scenarijų, išskyrus Vakarų Lietuvą (RCP4.5). Gegužę, liepą ir rugpjūtį prognozuojamų kritulių kiekio pokyčių kryptis Lietuvos teritorijoje bei tarp scenarijų išsiskiria.

1.7 lentelė. Prognozuojami kritulių kiekio pokyčiai (%) 2016–2035 m. laikotarpiu (24 modelių mediana, 10 ir 90 procentiliai), palyginti su baziniu 1986–2005 m. laikotarpiu.

RCP	Gardelės	Žiema			Pavasaris			Vasara			Ruduo			Metai		
		Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90
2.6	1	6,4	-1,1	17,6	2,4	-3,0	12,5	1,7	-13,1	9,3	2,4	-6,9	8,2	3,7	-1,4	7,3
	2	5,0	-2,8	17,8	4,4	-3,3	11,4	2,7	-6,8	10,7	2,6	-7,7	10,3	3,8	-2,7	7,6
	3	4,4	-0,4	17,8	3,6	-8,4	11,8	2,7	-3,5	9,1	2,1	-6,5	9,8	3,7	-4,0	8,0
	4	3,5	-4,3	16,9	2,9	-4,3	11,8	3,3	-5,1	17,3	1,6	-4,0	6,4	1,7	-3,0	8,3
	5	3,4	-4,1	14,4	4,5	-3,8	13,4	2,4	-9,0	12,5	1,7	-4,4	8,8	2,3	-3,3	8,0

4.5	1	4,7	-1,5	13,5	4,5	-2,8	11,8	2,1	-7,1	9,6	4,8	-4,7	11,4	4,4	-1,6	8,5
	2	4,4	0,2	15,2	5,5	-2,3	12,9	3,3	-5,5	6,5	3,2	-5,3	11,4	3,8	-2,9	7,4
	3	5,5	-0,2	12,9	6,8	-2,1	14,3	2,5	-5,5	5,6	3,0	-3,4	10,0	3,6	-2,2	7,2
	4	3,8	-3,6	9,9	4,1	-2,6	13,2	0,2	-6,4	5,4	3,5	-7,6	6,9	2,0	-4,5	6,6
	5	4,0	-3,4	9,9	4,9	-2,9	14,0	0,3	-9,1	7,8	2,2	-8,6	6,3	1,3	-3,1	6,4
6.0	1	4,1	-0,2	16,1	3,2	-7,4	12,0	0,6	-4,5	13,6	1,5	-4,9	6,8	2,3	-0,7	7,7
	2	3,5	-0,9	15,7	4,1	-6,8	11,3	2,7	-3,9	14,0	1,6	-4,1	6,8	2,6	-2,0	6,5
	3	3,5	-0,9	14,2	3,1	-6,2	9,6	2,2	-3,2	12,6	0,2	-3,2	8,4	2,5	-2,0	7,1
	4	3,1	-2,5	15,7	3,7	-4,8	8,8	3,1	-8,1	14,2	-0,1	-5,3	7,0	1,6	-1,3	9,6
	5	2,0	-2,4	13,8	3,8	-7,9	9,6	4,4	-10,1	12,0	0,8	-3,7	6,8	2,1	-1,4	8,3
8.5	1	6,2	1,0	16,5	4,1	-1,9	12,7	0,9	-6,8	12,1	0,8	-2,1	8,4	4,0	-0,3	8,9
	2	5,0	-1,4	17,3	5,6	-1,2	21,2	1,1	-3,3	15,9	1,8	-3,6	7,3	3,3	-0,4	8,7
	3	6,1	0,1	14,7	5,4	-0,3	21,8	0,9	-3,8	9,9	1,4	-2,8	8,3	3,5	0,1	9,1
	4	4,0	0,0	13,0	4,3	-1,9	11,7	2,4	-5,1	12,5	0,4	-5,5	6,7	1,8	-0,9	9,5
	5	4,6	0,3	10,2	4,8	-1,2	17,8	3,0	-9,0	8,5	1,2	-8,1	4,8	2,5	-1,4	6,2

Iki 2035 m. Lietuvos teritorijoje kritulių kiekis labiausiai išaugs pirmoje metų pusėje (1.18 pav.). Didžiausių kritulių kiekio pokyčių tikimasi Vakarų Lietuvoje, mažiausių – pietrytinėje šalies dalyje. Vakarų, Vidurio ir Pietryčių Lietuvoje kritulių kiekis labiausiai išaugs balandį. Šiuos pokyčius modeliai prognozuoja pagal „optimistinį“ RCP2.6 scenarijų. Šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje sparčiausias kritulių kiekio augimas tikėtinas vasarį – 8,3 %, šalies pietvakariuose – birželį (8,0 %).



1.18 pav. Prognozuojami kritulių kiekio pokyčiai (%) Lietuvoje iki 2035 m. (penkių gardelių vidurkis), remiantis RCP scenarijais.

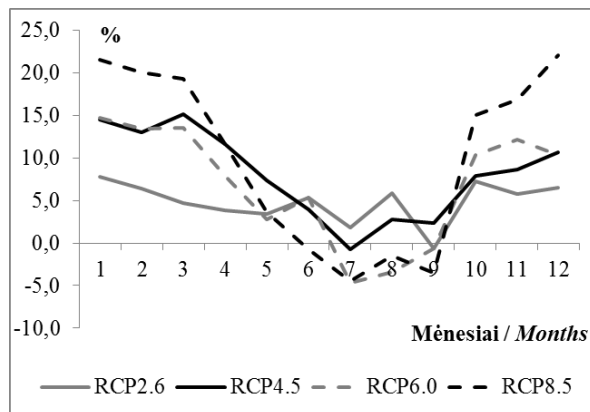
1.8 lentelė. Prognozuojami kritulių kiekio pokyčiai (%) 2081–2100 m. laikotarpiu (24 modelių mediana, 10 ir 90 procentiliai), palyginti su baziniu 1986–2005 m. laikotarpiu.

R C P	Gardelės	Žiema			Pavasaris			Vasara			Ruduo			Metai		
		Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90	Md	10	90
2.6	1	8,9	-0,4	20,8	6,2	-4,4	14,4	7,0	-7,9	20,1	5,5	-4,2	16,6	4,3	-0,1	13,8
	2	6,5	-2,3	20,0	4,3	-5,3	15,2	4,9	-6,2	15,4	5,2	-4,5	16,1	4,0	-0,9	13,4
	3	8,7	-3,5	27,1	3,2	-5,2	15,1	4,5	-7,5	14,5	4,1	-2,9	15,0	4,2	-1,1	14,2
	4	5,8	-5,4	18,6	3,1	-7,0	18,3	6,0	-12,9	18,1	4,7	-6,7	17,0	3,8	-1,6	14,8
	5	5,2	-3,1	19,6	3,6	-5,3	16,8	6,3	-10,9	15,3	3,4	-7,2	12,5	3,7	-3,0	12,2
4.5	1	14,7	7,5	31,7	11,2	1,0	19,9	2,5	-13,2	22,3	9,7	-2,7	17,7	9,0	3,7	15,7
	2	13,2	6,0	31,6	12,4	2,7	23,0	2,2	-14,1	17,9	7,9	-2,5	18,4	7,9	2,8	16,3
	3	12,9	7,3	29,4	11,0	3,9	25,6	1,9	-14,4	13,4	6,5	0,3	16,9	7,8	2,0	17,9
	4	12,0	2,8	30,2	10,5	2,2	21,6	2,5	-19,4	14,6	5,4	-5,1	13,3	5,5	0,3	15,3
	5	11,4	5,1	27,6	11,5	4,4	24,4	3,4	-19,8	13,6	5,3	-1,1	14,0	6,9	0,2	14,9
6.0	1	13,4	7,3	27,4	8,1	-1,5	20,9	4,4	-18,7	13,6	8,0	-1,7	21,8	7,6	3,2	15,5

	2	14,3	5,9	28,0	7,7	-0,3	22,2	4,9	-16,8	16,9	8,6	-2,3	22,3	6,4	0,6	16,9
	3	14,3	5,8	34,7	9,7	-0,1	21,2	3,2	-16,5	20,2	5,8	-2,4	20,8	7,4	-0,7	18,5
	4	10,2	2,9	29,4	8,4	-2,3	24,7	1,8	-23,1	11,5	1,7	-5,7	16,0	5,0	-2,9	16,7
	5	11,5	4,2	31,0	7,3	-2,3	22,7	2,6	-19,8	12,0	1,0	-5,5	13,8	5,3	-2,0	17,3
8.5	1	25,8	14,0	42,0	15,7	3,7	27,1	0,4	-26,7	26,4	11,8	2,8	26,9	13,2	7,4	21,0
	2	21,6	11,4	42,3	12,7	4,4	30,0	-1,5	-30,8	22,3	11,7	1,0	24,7	10,8	3,8	20,2
	3	26,9	12,0	48,3	14,3	6,2	30,3	-2,8	-30,7	17,2	10,2	3,2	22,7	10,5	3,7	20,0
	4	18,7	6,0	31,1	11,8	2,8	27,1	3,5	-36,1	12,8	4,9	-1,2	22,3	6,5	0,6	16,3
	5	21,5	6,9	38,2	13,4	0,9	29,0	-1,4	-36,1	7,6	2,7	-2,3	20,2	4,8	0,0	16,7

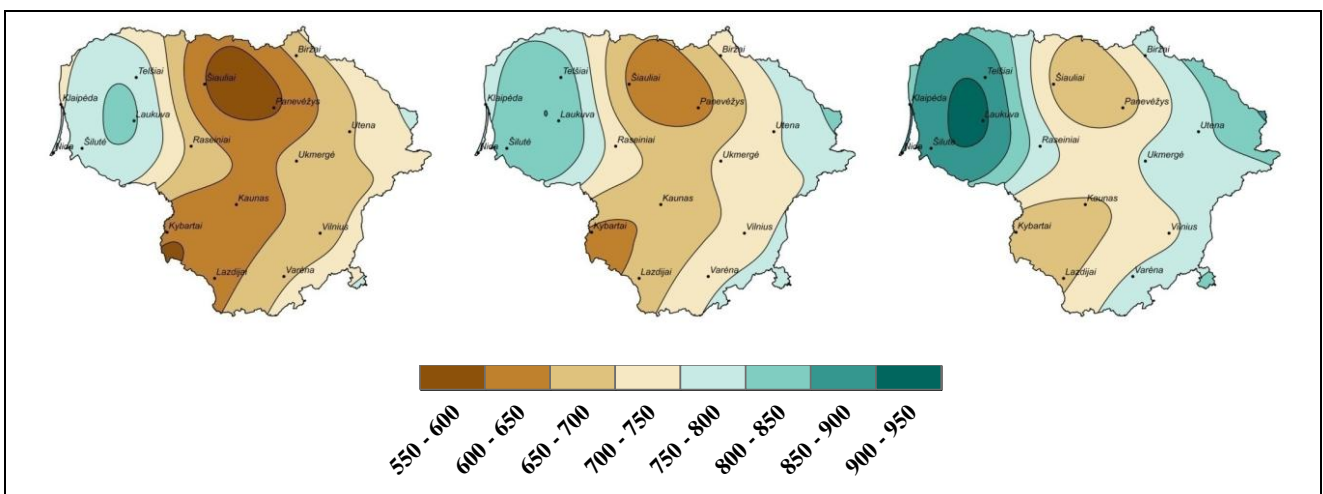
Modelių išvesties duomenys didžiausius neigiamus kritulių kiekio pokyčius visose gardelėse rodo liepą. Labiausiai kritulių sumažės Pietryčių Lietuvoje (-4,2 %), o Lietuvos šiaurės rytuose tik -2,6 %.

Dar didesni kritulių kiekio pokyčiai prognozuojami XXI a. pabaigoje. Vidutinis metinis kritulių kiekis gali išaugti 3,7–13,5 % (1.8 lentelė). Šiaurinėje šalies dalyje prognozuojami didesni pokyčiai nei pietinėje. Mažiausiai metinis kritulių kiekis pasikeis pagal RCP2.6, o daugiausiai – pagal RCP8.5 scenarijų.

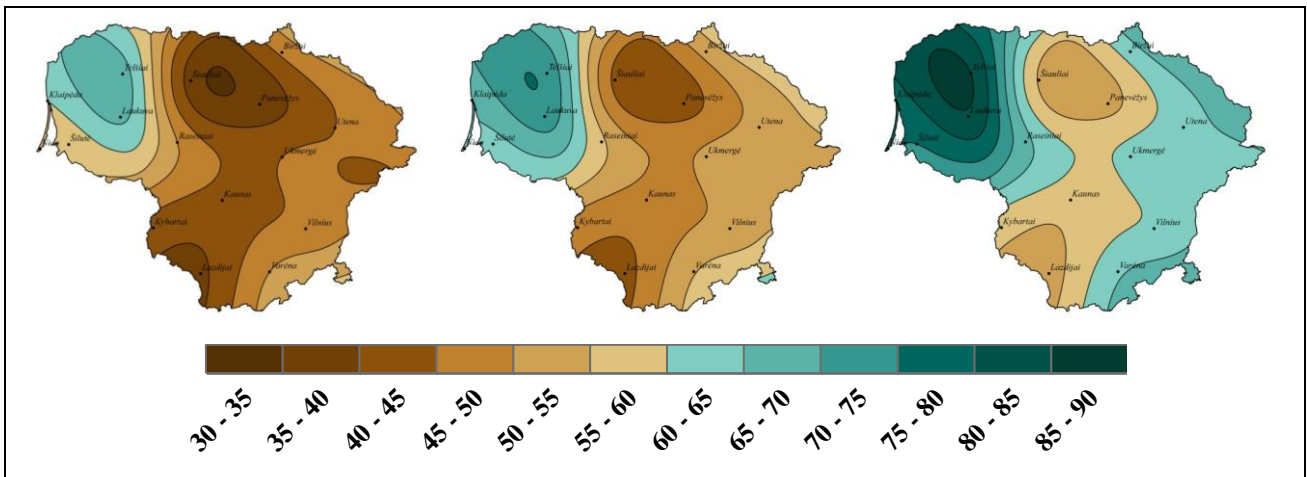


1.19 pav. Prognozuojami kritulių kiekio pokyčiai (%) Lietuvoje iki 2100 m. (penkių gardelių vidurkis), remiantis RCP scenarijais.

Pagal visus RCP scenarijus kritulių kiekio augimas yra prognozuojamas spalio–gegužės mėn. Likusiais mėnesiais prognozuojama kritulių kiekio pokyčių kryptis tarp RCP scenarijų skiriasi.



1.20 pav. Vidutinis metinis kritulių kiekis Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, mm.

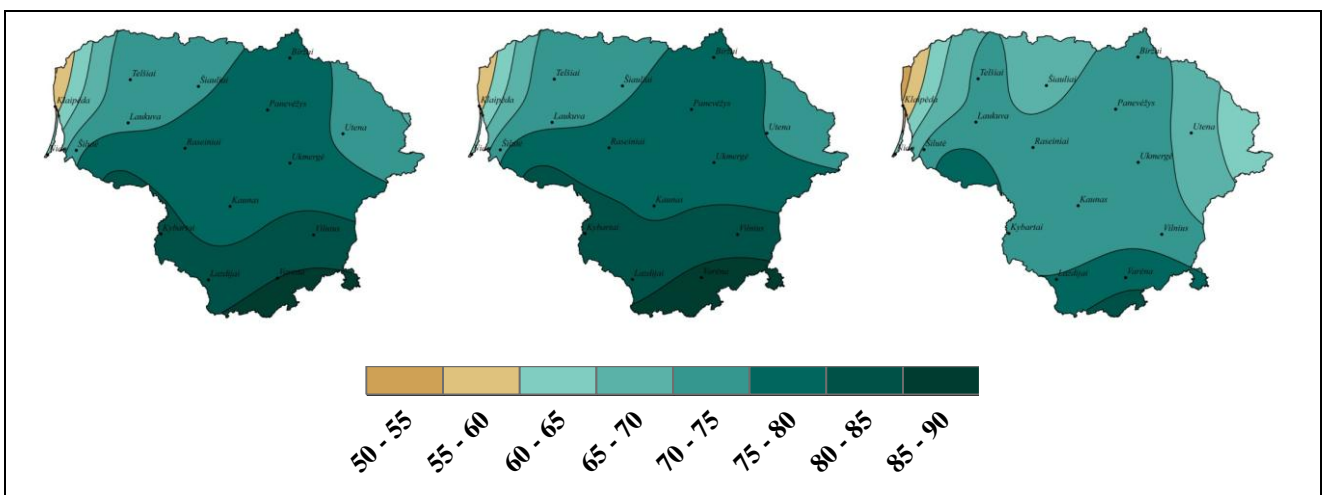


1.21 pav. Vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje sausį 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, mm.

XXI a. pabaigoje kritulių kiekis labiausiai išaugs šaltuoju metų laiku (1.19 pav.). Vakarų ir Pietryčių Lietuvoje kritulių kiekis sparčiausiai augs sausį, atitinkamai po 26,5 ir 15,3 %, o Vidurio Lietuvoje ir šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje – gruodį. Tikėtini pokyčiai šiose šalies dalyse sieks atitinkamai 26,6 ir 27,5 %. Pietvakarinėje Lietuvos dalyje kritulių kiekio reikšmės labiausiai išaugs kovą (18,7 %). Šie pokyčiai Lietuvos teritorijoje modeliuojami pagal RCP8.5 scenarijų. Prognozuojama, kad kritulių kiekio pokyčiai ateityje bus didesni šiaurinėje Lietuvos dalyje.

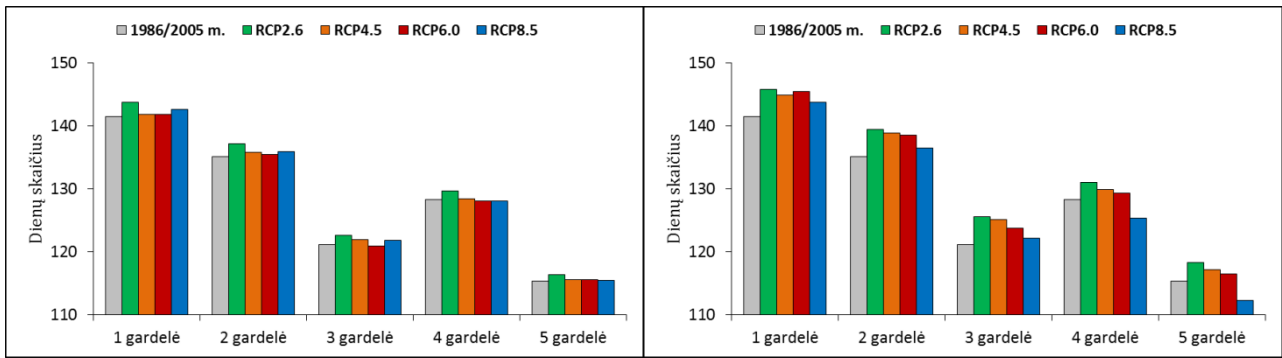
Liepos–rugsėjo mėn. prognozuojamas kritulių kiekio mažėjimas. Labiausiai kritulių kiekis turėtų sumažėti šalies pietryčiuose, o mažiausiai – vakarinėje dalyje. Vidurio, Šiaurės rytų ir Pietryčių Lietuvoje kritulių kiekis labiausiai sumažės liepą, Vakarų Lietuvoje – rugpjūtį, o pietvakariuose – rugsėjį.

Nors ateityje šio rodiklio reikšmės turėtų išaugti, erdvinis kritulių kiekio pasiskirstymas išliks artimas dabartiniam (1.20, 1.21, 1.22 pav.).



1.22 pav. Vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje liepą 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, mm.

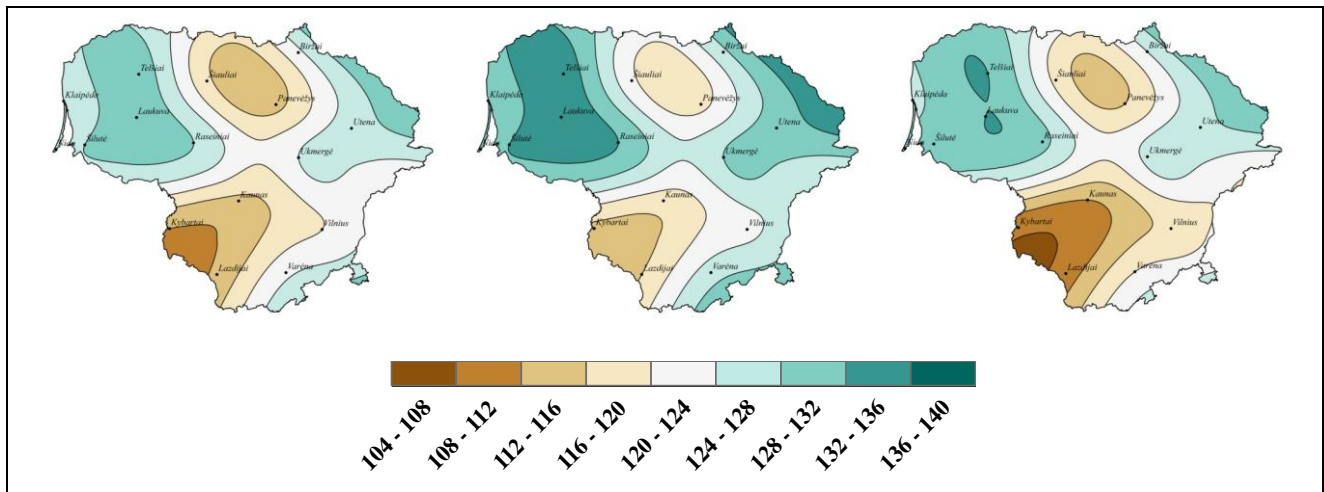
Kritulių intensyvumo ir trukmės pokyčiams Lietuvos teritorijoje įvertinti buvo sudarytos vidutinio dienų per metus skaičiaus, kai per parą iškrenta ≥ 1 bei ≥ 10 mm kritulių, ir metinio paros kritulių kiekio maksimumo pokyčių prognozės Lietuvos teritorijai XXI a.



1.23 pav. Prognozuojami dienų su krituliais (≥ 1 mm) skaičiaus pokyčiai 2016–2035 m. (kairėje) ir 2081–2100 m. (dešinėje) skirtingose Lietuvos teritorijos dalyse.

2016–2035 m. laikotarpiu klimato modeliai dienų, kai per parą iškrenta ≥ 1 mm kritulių, skaičiaus didesnių pokyčių nenumato (1.23 pav.). 1986–2005 m. laikotarpiu daugiausiai tokių dienų (vidutiniškai po 130) per metus tekdavo Laukuvai ir Telšiams, o mažiausias (112) jų skaičius fiksuotas Kybartuose (1.24 pav.). Modeliavimo rezultatai rodo, kad didžioje Lietuvos dalyje tokių dienų skaičius iki 2035 m. išliks nepakitęs, o regioniniai pokyčių skirtumai turėtų būti minimalūs (ne daugiau 1–2 dienos). 2081–2100 m. numatoma, kad pagal RCP2.6 scenarijų dienų su krituliais (≥ 1 mm) skaičius turėtų išaugti visoje Lietuvoje, o pagal RCP8.5 šalies pietuose tokių dienų turėtų būti trims mažiau, o kitur 1–3 daugiau.

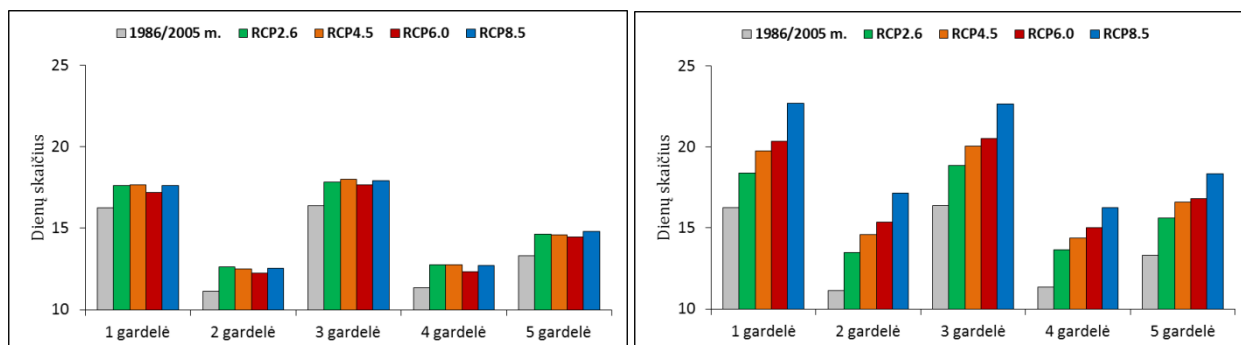
Dienų skaičiaus, kai kritulių kiekis ≥ 10 mm, analizė parodė, jog intensyvių kritulių Lietuvos teritorijoje pasitaikys vis dažniau (1.25 pav.). Baziniu laikotarpiu vidutinis dienų, kai per parą iškrenta ≥ 10 mm kritulių, skaičius per metus Lietuvoje siekė nuo 13 dienų (Šiauliuose, Panevėžyje ir Kybartuose) iki 22 dienų (Laukuvoje) (1.26 pav.).



1.24 pav. Vidutinis dienų, kai per parą iškrenta ≥ 1 mm kritulių, skaičius per metus Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus.

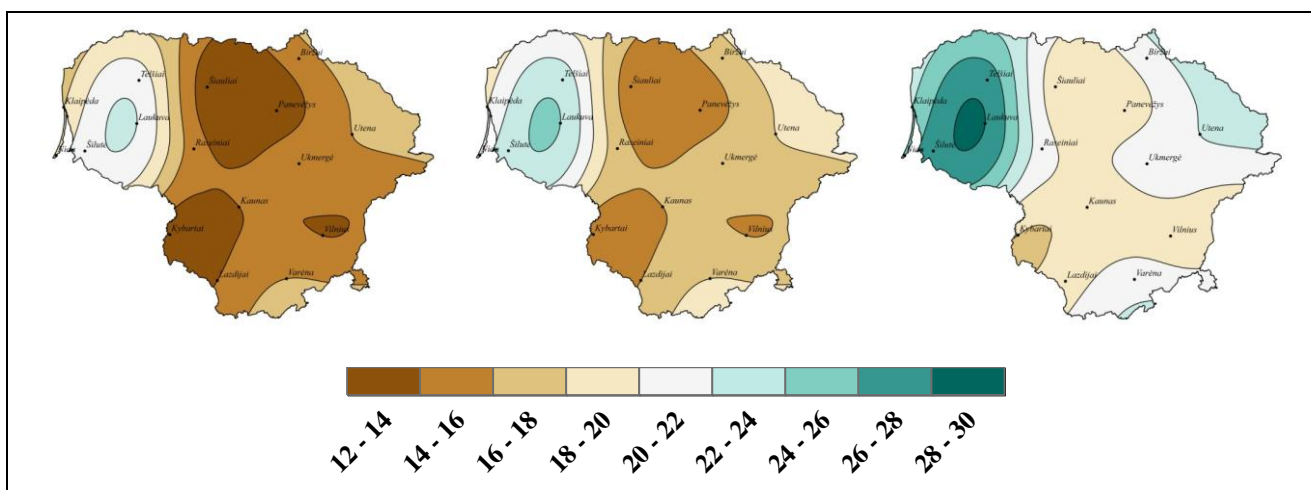
Šiame amžiuje tokių dienų skaičiaus padidėjimą prognozuoja visi scenarijai, o ryškiausią padidėjimą XXI a. numato didžiausio spindulinio poveikio sustiprėjimo reikšmėmis charakterizuojamas RCP8.5 scenarijus. Numatoma, kad 2016–2035 m. laikotarpiu labiausiai tokių dienų (≥ 10 mm) skaičius turėtų išaugti šalies šiaurės rytuose (iki 2 dienų), o likusiose Lietuvos dalyse pokyčiai neturėtų viršyti 1 dienos (pagal abu RCP scenarijus). 2081–2100 m. pagal RCP8.5 vakarinėje, centrinėje ir šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje jų padaugės 6, o šalies pietuose – 5

dienomis. Modelių išvesties rezultatai pagal RCP2.6 scenarijų visoje Lietuvoje prognozuoja panašius pokyčius – iki 2 dienų. Šio amžiaus pabaigoje vidutinis dienų, kai per parą iškrenta ne mažiau kaip 10 mm kritulių, skaičius per metus gali išaugti iki 18–28 (1.26 pav.).



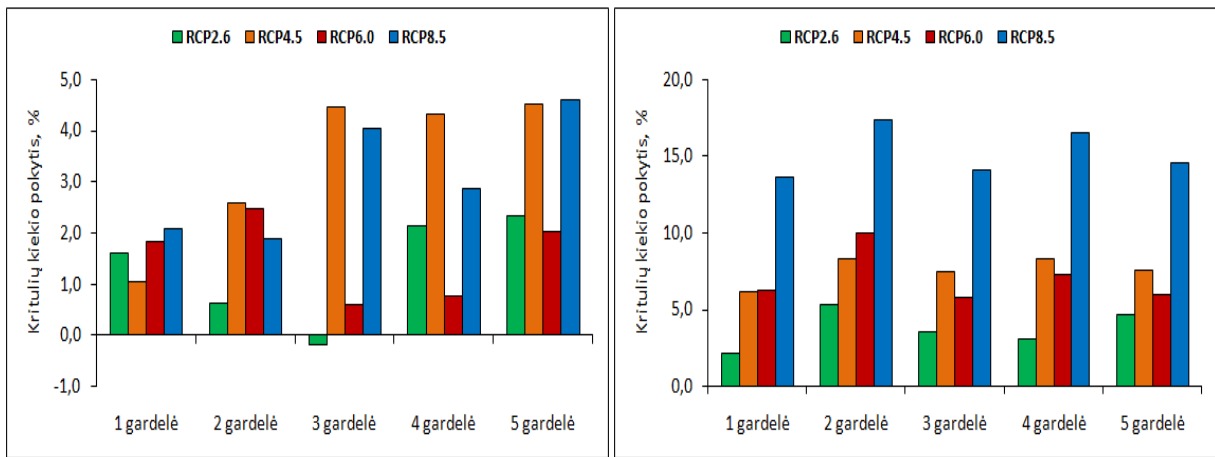
1.25 pav. Prognozuojami dienų su krituliais (≥ 10 mm) skaičiaus pokyčiai 2016–2035 m. (kairėje) ir 2081–2100 m. (dešinėje) skirtingose Lietuvos teritorijos dalyse.

Globali klimato kaita neišvengiamai turės įtakos ir kritulių kiekio ekstremumams. Prognozuojama, kad gausių kritulių atvejų skaičius turėtų didėti visais metų laikais Šiaurės ir Centrinėje Europoje, o Pietų Europoje tendencijos skiriasi priklausomai nuo sezono ir vietos (Beniston ir kt., 2007; Kovats ir kt., 2014).

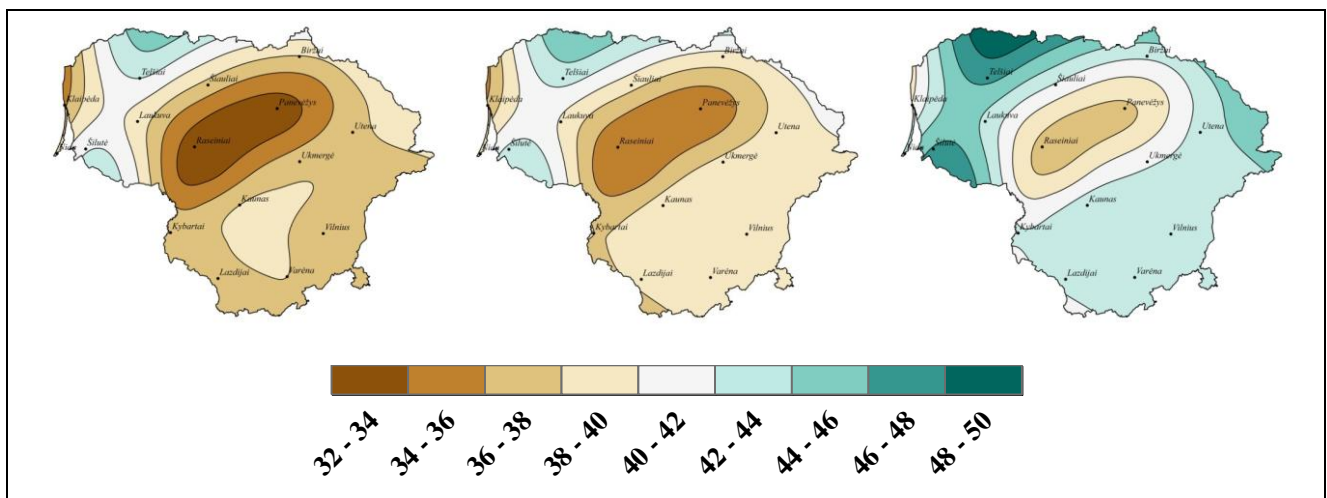


1.26 pav. Vidutinis dienų, kai per parą iškrenta ≥ 10 mm kritulių, skaičius per metus Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus.

Ateityje metinis paros kritulių kiekio maksimumas Lietuvoje augs (1.27 pav.). Išskiria tik Šiaurės Rytų Lietuva – remiantis modelių skaičiavimo rezultatais RCP2.6 scenarijaus pagrindu metinis paros kritulių kiekio maksimumas 2016–2035 m. šioje Lietuvos dalyje turėtų truputį sumažėti, o likusioje Lietuvos dalyje – pagal visus scenarijus padidės 1,9–4,6 %. Amžiaus pabaigoje paros kritulių kiekio maksimumai augs sparčiau ir remiantis RCP8.5 centrinėje šalies dalyje gali padidėti net 17,4 %. Baziniu laikotarpiu vidutinio metinio kritulių kiekio maksimumo reikšmės Lietuvoje pateko į intervalą nuo 33 mm Raseiniuose iki 42 mm Telšiuose (1.28 pav.). Ateityje šio rodiklio reikšmės turėtų išaugti, o izolinių pasiskirstymas išliks panašus.



1.27 pav. Prognozuojami metinio paros kritulių kiekio maksimumo pokyčiai 2016–2035 m. (kairėje) ir 2081–2100 m. (dešinėje) skirtingose Lietuvos teritorijos dalyse, %.



1.28 pav. Metinis paros kritulių kiekio maksimumas Lietuvoje 1986–2005 m. (kairėje) bei prognozuojamas 2081–2100 m. pagal RCP2.6 (viduryje) ir RCP8.5 (dešinėje) scenarijus, mm.

Kiti klimato rodikliai ir jūros lygis

XXI a. Lietuvoje augs tarpariniai oro temperatūros svyravimai, didės ekstremaliai karštų dienų ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) ir šiltų naktų (>15 ir $>18\text{ }^{\circ}\text{C}$) skaičius (Margelytė, 2011). Taigi, galimas karščio bangų dažnėjimas ir intensyvėjimas (jos truks ilgiau, o oro temperatūra jų metu bus aukštesnė). Ekstremaliai šaltų dienų skaičius mažės lėčiau (Rimkus ir kt., 2006). Santykinis oro drėgnis šaltuoju metų laikotarpiu pakis nedaug, o šiltuoju periodu labai sumažės, ypač antroje vasaros pusėje bei rudens pradžioje.

Vidutinis vėjo greitis keisis nedaug, tačiau gali didėti vėjo greičio fluktuacijos, susijusios su dažnesniu audrų pasikartojimu. Sniego storis ir dienų su sniego danga skaičius sumažės (ypač vakarinėje Lietuvos dalyje). Augs perkūnijų skaičius. Galimas ir pavojingų meteorologinių reiškinių (tokių kaip lijundra, kruša, viesulas ir kt.) skaičiaus didėjimas (Rimkus ir kt., 2006).

Globalios klimato kaitos poveikis jaučiamas ir Baltijos jūroje. Pastaruoju metu nustatyti reikšmingi vandens temperatūros, deguonies koncentracijos ir rūgštingumo pokyčiai. Fizinių rodiklių kaita lemia vandens stratifikacijos bei jūros ledo dangos kaitą, kurie savo ruožtu veikia jūros ekosistemą (BACC, 2008).

Remiantis moksliniais tyrimais Baltijos jūros druskingumas kinta cikliškai (40 m. ciklas), tačiau atskiruose jūros baseinuose jis kinta skirtingai (Bajerčiūtė, Pupienis, 2011). Užsienio autorių duomenimis (Heino ir kt., 2008) Baltijos jūros druskingumas nors ir mažėja, bet yra artimas vidutiniam druskingumui, o didesni pokyčiai yra prognozuojami ateityje.

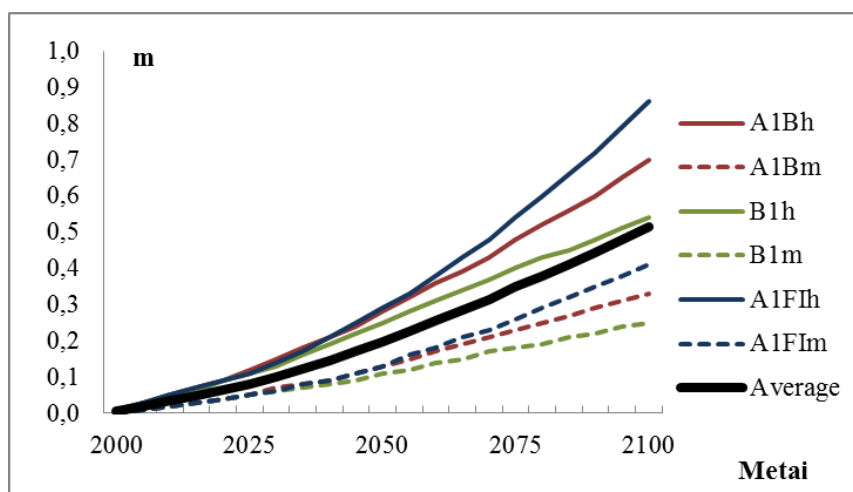
Baltijos jūros vandens paviršiaus ir priedugnio temperatūra per 1960–2009 m. padidėjo 1°C laipsniu (Bajerčiūtė, Pupienis, 2011). Bet didžiausi Baltijos jūros paviršiaus temperatūros (SST) pokyčiai nustatyti per 1982–2006 m. laikotarpį, kai SST padidėjo 1,35°C (Heino ir kt., 2008). Detalesnė informacija apie Baltijos jūroje nustatytus pokyčius yra pateikiama „Baltadapt“ ataskaitose (www.baltadapt.eu).

Remiantis anksčiau vykdytų studijų rezultatais, dėl klimato kaitos Lietuvoje bene labiausiai pažeidžiamas yra Baltijos jūros pakrantės regionas (Bukantis ir kt., 2007, 2013; Arustienė ir kt., 2012). Pakrantei, priekrantės ekosistemoms, taip pat vietos gyventojams daugiausia įtakos turi jūros lygio kilimas, dažnėjančios audros ir uraganiniai vėjai, jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo pokyčiai.

2081–2100 m., lyginant su 1986–2005 m., Pasaulinio vandenyno lygis tikėtina pakils 26–98 cm. Terminio vandens plėtimosi indėlis į lygio kilimą sudarys 30–55 %, ledynų 15–35 %.

Numatoma, jog vandens lygis Baltijos jūroje XXI a. taip pat kils. Tačiau vėjo režimo pasikeitimai bei vertikalūs tektoniniai judesiai lems, jog vandens lygio pokyčiai skirtingose Baltijos jūros dalyse bus labai nevienodi. Labiausiai vandens lygis išaugs pietrytinėje pakrantėje, kur yra ir Klaipėda.

Pagal CLIMBER modelį ties Klaipėdos pakrante jūros lygis XXI a., remiantis skirtingais scenarijais, pakils 20–90 cm (1.29 pav.). Šešių scenarijų vidurkis yra lygus 52 cm (iki 2100 metų). Vidutiniam vandens lygiui pakilus 90 cm, labai išaugtų užtvindymo pavojus audrų metu jūros pakrantėje bei Klaipėdos miesto teritorijoje abipus Danės ir Smeltelės upių vagų (Arustienė ir kt., 2012). Kylant vidutiniam jūros, Klaipėdos sąsiaurio bei Kuršių marių vandens lygiui, kyla ir vidutinis į jūrą įtekančių upių žemupių vandens lygis.



1.29 pav. Jūros vandens lygio kaitos ties Klaipėdos pakrante prognozės XXI amžiuje pagal skirtingus klimato kaitos scenarijus (Arustienė ir kt., 2012).

Santrauka

Artimoje ateityje (2016–2035 m.) klimato rodiklių skirtumai tarp RCP bus nedideli, vėliau jie didės. 1.9 lentelėje pateikiami numatomi oro temperatūros ir kritulių kiekio pokyčiai XXI a. (parengta pagal CMIP5 modelių ansamblio išvesties duomenis). Joje kartu su anksčiau plačiau tekste aptartais pagrindiniais 2016–2035 ir 2081–2100 m. prognostiniais periodais, pridedamos ir klimato prognozės 2046–2065 m. (šį laikotarpį XXI a. vidurio sąlygų apibūdinimui siūlo IPCC) bei visam tarpiniam 2036–2080 metų laikotarpiui.

1.9 lentelė. Pagal įvairius RCP prognozuojami oro temperatūros (°C) ir kritulių kiekio (%) pokyčiai įvairiems XXI amžiaus laikotarpiams Lietuvos teritorijoje lyginant su baziniu 1986–2005 m. laikotarpiu.

	RCP	Periodas	Mėnesiai												METAI
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatūra (°C)	2.6	2016-2035	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,1
		2046-2065	1,6	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,6	1,5
		2036-2080	1,8	1,6	1,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5
		2081-2100	1,6	1,7	1,4	1,3	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4
	4.5	2016-2035	1,4	1,5	1,3	1,1	0,9	1,0	1,1	1,3	1,2	1,0	1,1	1,2	1,2
		2046-2065	2,5	2,4	2,3	1,9	1,7	1,9	2,1	2,1	1,9	1,9	2,0	2,3	2,1
		2036-2080	2,6	2,4	2,2	1,9	1,7	1,8	2,1	2,1	2,0	1,9	2,0	2,3	2,1
		2081-2100	3,4	3,1	2,8	2,5	2,1	2,2	2,5	2,6	2,5	2,4	2,6	2,9	2,6
	6.0	2016-2035	1,3	1,4	1,2	1,1	0,8	0,8	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1
		2046-2065	2,4	2,3	2,2	2,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	2,3	2,0
		2036-2080	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,7	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	2,3	2,1
		2081-2100	3,8	3,5	3,3	2,9	2,5	2,7	3,1	3,3	3,2	3,1	3,1	3,6	3,2
	8.5	2016-2035	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,4	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3
		2046-2065	3,6	3,4	3,0	2,5	2,2	2,4	2,8	2,9	2,9	2,6	2,8	3,2	2,9
		2036-2080	3,8	3,6	3,1	2,7	2,3	2,6	3,0	3,1	3,0	2,8	3,0	3,4	3,0
		2081-2100	6,0	5,6	4,9	4,2	3,8	4,4	5,0	5,3	5,0	4,6	4,9	5,5	4,9
Krituliai (%)	2.6	2016-2035	3,8	5,7	3,0	5,1	3,4	4,3	-0,9	4,5	-0,2	5,3	2,0	2,8	3,1
		2046-2065	6,5	5,4	5,5	7,4	3,5	5,1	0,5	2,9	-1,0	6,0	3,3	5,4	4,1
		2036-2080	8,2	5,6	5,8	6,6	4,3	4,5	1,4	3,3	0,0	6,3	4,3	4,5	4,5
		2081-2100	8,7	9,5	5,5	5,0	5,5	6,4	0,9	6,6	1,1	5,9	5,9	5,2	5,4
	4.5	2016-2035	6,4	6,3	3,9	4,6	7,1	5,2	0,8	-0,1	0,4	4,1	3,0	2,4	3,6
		2046-2065	11,5	8,8	10,6	7,4	4,5	3,4	0,1	0,0	2,8	6,1	9,3	7,7	5,9
		2036-2080	12,0	9,4	11,3	8,2	6,0	4,1	0,3	0,0	2,3	5,9	9,0	9,0	6,4
		2081-2100	16,7	13,4	15,4	12,0	8,6	3,2	-0,5	1,4	3,0	6,4	10,2	10,9	8,2
	6.0	2016-2035	6,2	4,0	1,4	3,9	2,9	5,9	0,5	2,5	-0,9	2,2	4,4	2,4	2,9
		2046-2065	9,3	8,5	6,7	9,1	3,5	6,4	-2,3	0,4	1,2	8,7	4,2	7,5	5,1
		2036-2080	10,9	8,6	6,8	9,4	3,8	5,0	-2,8	1,4	0,0	7,6	5,7	8,5	5,3
		2081-2100	16,0	15,7	14,3	11,0	3,3	4,8	-3,7	-2,1	-0,2	11,5	11,2	12,1	7,6
	8.5	2016-2035	6,8	6,7	5,7	7,4	4,9	6,0	0,1	2,5	0,5	4,5	0,4	3,4	3,9
		2046-2065	14,0	12,9	12,9	10,1	9,7	3,7	-3,3	-1,5	0,0	6,5	10,5	11,1	7,1
		2036-2080	15,8	14,9	12,7	10,4	7,7	3,5	-3,0	-0,9	-1,1	6,9	10,5	12,3	7,3
		2081-2100	25,0	24,0	22,2	16,5	9,5	0,7	-8,9	-6,9	-1,7	11,9	19,7	21,3	10,9

1.10 lentelėje trumpai apibūdinama klimato elementų (oro temperatūros, kritulių, vėjo, sniego dangos ir kt.) kaitos kryptys.

1.10 lentelė. *Numatomos klimato elementų kaitos tendencijos Lietuvoje XXI amžiuje.*

Klimato elementai	Numatomų pokyčių pobūdis
Oro temperatūra	Oro temperatūra kils visais metų laikais. Augs tarpariniai oro temperatūros svyravimai. Vidutinė metų temperatūra per XXI a. gali išaugti 1,5–5,1 °C. Stipriausiai atšilimas pasireikš žiemos ir vasaros mėnesiais. Iki 2035 m. temperatūra labiausiai kils vasarį, kovą ir liepą. Globalios oro temperatūros padidėjimas 2 °C, lyginant su priešindustriniu lygiu, labiausiai tikėtinas XXI a. viduryje, o Lietuvoje – 15–20 metų anksčiau (apie 2030 m.).
Oro temperatūros ekstremumai	Didės ekstremaliai karštų dienų ir šiltų naktų skaičius. Daugiau bus karščio bangų, o oro temperatūra jų metu bus aukštesnė. Metiniai oro temperatūros maksimumai sparčiausiai kils šalies pietryčiuose ir pietvakariuose, o nuosaikiausias jų kilimas prognozuojamas šalies vakaruose. Ekstremalių šalčių pasikartojimas nežymiai mažės. Metinių oro temperatūros minimumų vidurkis labiausiai išaugs Šiaurės Rytų Lietuvoje, mažiausiai – Vakarų Lietuvoje.
Kritulių kiekis	Vidutinis metinis kritulių kiekis iki XXI a. pabaigos turėtų išaugti 3,7–13,5 % (iki 2035 m. – 1,6–4,0 %). Didžiausias kritulių kiekio augimas (15–27 %) prognozuojamas spalio–balandžio mėn. Liepos–rugsėjo mėn. kritulių kiekis mažės, labiausiai – šalies pietryčiuose, o mažiausiai – vakarinėje dalyje.
Gausūs krituliai	Didės gausių kritulių atvejų skaičius ir jų dalis bendrame kritulių kiekyje. Augs dienų, kai per parą iškrenta ≥ 10 mm kritulių, skaičius per metus. Didės metiniai paros kritulių kiekio maksimumai.
Sausros	Tikėtina, jog sausrų skaičius vasarą (ypač antroje vegetacijos periodo pusėje) didės.
Oro drėgnis	Šaltuoju metų laikotarpiu santykinis oro drėgnis keisi mažai, o šiltuoju sumažės (labiausiai liepos–rugsėjo mėnesiais).
Vėjo greitis	Vidutinis vėjo greitis keisis mažai, tačiau gali išaugti jo gūsingumas (ypač vasaros laikotarpiu). Tikėtina, jog audrų ir uraganinių vėjų pasikartojimas augs (ypač šaltuoju metų laikotarpiu).
Saulės spinduliuotė	Saulės spindėjimo trukmė šaltuoju metų laiku trumpės, o šiltuoju – keisis mažai.
Pavojingi hidrometeorologiniai reiškiniai	Tikėtinas pavojingų reiškinių (tokių kaip perkūnija, lijundra, kruša, škvalas, viesulas, konvekcinės audros ir kt.) skaičiaus, trukmės ir intensyvumo didėjimas. Upių poplūdžiai, nuosėkis vasarą ir rudenį.
Baltijos jūros lygis, vandens temperatūra	Per XXI a. lygis pakils 20–90 cm. Vandens paviršiaus ir priedugnio temperatūra kils.
Sezoninis įšalas	Įšalo trukmė ir gylis mažės, visiško atitirpimo ir kartotinio užšalimo tikimybė didės.
Sniego rodikliai	Sniego storis ir dienų su sniego danga skaičius sumažės (ypač vakarinėje Lietuvos dalyje), tačiau maksimalus sniego dangos storis keisis nedaug.

2. Energetika

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Klimato kaitos kontekste energetikos sektoriaus vaidmuo yra dvejetainis: viena vertus, energijos išteklių gavyba, transformavimas bei naudojimas įvairiais aspektais skatina klimato kaitą (dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų, šiluminės taršos ir pan.), kita vertus, energetikos įmonės, jų infrastruktūra, bei energijos ištekliai, ypač atsinaujinantys (AEI), patiria klimato kaitos poveikį. Tad šio sektoriaus įmonės turi taikytis tiek prie kintančių aplinkosauginių reikalavimų bei teisinio reglamentavimo, tiek ir prie kintančių klimato sąlygų.

Klimato kaita skirtingais aspektais paliečia visas energetikos grandis – išteklių tiekimą, transformavimą bei galutinės energijos suvartojimą, ir keičia arba sustiprina dėl kitų aplinkybių (ekonominių, politinių ar pan.) besiformuojančias šio sektoriaus raidos tendencijas.

Šiuo metu elektros energetikos, centralizuotai tiekiamos šilumos bei naftos perdirbimo sektorių poreikiams reikalingų energijos išteklių balanse vyrauja nafta ir jos produktai bei gamtinės dujos (67 %), apie 18 % sudaro AEI (Kuro ..., 2014). Galutinės energijos sąnaudos lyginant su 1990–1991 m. sumažėjo dvigubai: per pastaruosius keliolika metų labai padidėjo energijos vartojimo efektyvumas: galutinės energijos sąnaudos BVP vienetui atskirose ūkio šakose 2012 m. siekė nuo 50 iki 89 % 2000 m. buvusių sąnaudų. Kita vertus, per pastaruosius keliolika metų ryškėja su ekonomikos svyravimais susijusi sąnaudų kaita. Atsižvelgiant į ekonomikos raidos scenarijus, **iki 2050 m. numatoma galutinės energijos poreikių augimo tendencija** (Lietuvos energetikos..., 2014).

Energetikos sektorius yra pagrindinis ŠESD šaltinis: 2012 m. jame susidarė 55,0 % (CO₂e) visų ŠESD emisijų (Lithuania's ..., 2014). Kita vertus, lyginant su 1990 m. ŠESD kiekis sumažėjo 3 kartus. Kaip energijos sąnaudų, taip ir išmetamų ŠESD kiekis energetikos sektoriuje susijęs su ekonomikos svyravimais. Atsižvelgiant į BVP augimo prognozes numatomas tolesnis ŠESD emisijų augimas 21–30 % nuo 2010 iki 2020 m. (Lietuvos įsipareigojimų ..., 2011). Viena iš svarbiausių priemonių mažinant išmetamųjų ŠESD kiekius yra AEI panaudojimas šilumos ir elektros gamybai.

AEI suvartojimas 2000–2012 m. padidėjo 72,6 %, o jų dalis bendrame pirminės energijos balanse išaugo nuo 9,4 iki 15,8 % (Lietuvos energetikos..., 2014). 2013 m. AEI balanse 91,7 % sudarė biokuras (mediena, atliekos, biokuras, biodegalai), 4,2 % – vėjo energija, 3,6 % – hidroenergija, 0,3 % – saulės energija, 0,1 % – geoterminė energija (Kuro ..., 2014).

Didžiausią plėtros potencialą turi biokuro panaudojimas (Valstybinio ..., 2010). Hidroenergijos panaudojimo plėtrą riboja įstatyminiai aktai (upių panaudojimo hidroenergijos gamybai ribojimai), o geoterminės energijos potencialo įvertinimui reikalingi papildomi tyrimai. Saulės energijos potencialas vertintinas kaip nedidelis, be to, jo metinė kaita nesutampa su didžiausio elektros energijos bei šilumos poreikio laikotarpiu (didėjant energijos poreikiui vasaros laikotarpiu šis neatitikimas bus mažiau reikšmingas).

Energetikos sektoriaus išteklių ir produkcijos tiekimo ir paskirstymo infrastuktūrą Lietuvoje sudaro SGD ir naftos terminalai, gamtinių dujų tinklai (bendras ilgis apie 10 207 km), naftos transportavimo vamzdiniai (bendras ilgis apie 500 km), elektros perdavimo ir paskirstymo linijos (6 727 km aukštos įtampos 110–330 kV elektros perdavimo linijų, iš jų 99 % – antžeminės, 121 698 km žemos ir vidutinės įtampos elektros linijų, iš jų 78,7 % – antžeminės), centralizuoto šilumos tiekimo tinklai (bendras ilgis – 2 497 km) (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2015; Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2015).

Energetikos sektoriui aktualūs šie orų ir klimato kaitos reiškiniai:

- oro temperatūros kilimas šaltuoju ir šiltuoju metų laikotarpiais;
- aukšta vandens telkinių temperatūra vasarą;
- ekstremalūs šalčiai;
- ekstremalūs karščiai;
- kritulių kiekio persiskirstymas ir netolygumas per metus;
- sausros, upių nuotėkio mažėjimas ir ekstremalūs vandens lygio svyravimai;
- vėjo gūsingumas ir audros;
- stiprios liūtys, kruša, žaibai, lijundra ir kiti apledėjimo reiškiniai;
- sniego dangos nepastovumas;
- jūros lygio kilimas.

Lietuvos energetikos sektoriaus jautrumas, pažeidžiamumas ir galimos grėsmės dėl minėtų reiškinių poveikio:

- Dėl numatomo metinės bei atskirų sezonų oro temperatūros didėjimo mažės skirtumai tarp energijos išteklių naudojimo šaltuoju ir šiltuoju metų laikotarpiu (mažės energijos poreikis patalpų šildymui, didės – vėsinimui bei šaldymui). Didės elektros energijos poreikis bei tinklų apkrova šiltuoju metų laiku, mažės šiluminės energijos poreikis šaltuoju metų laiku.

- Dėl išliekančios ekstremalaus šalčio atvejų tikimybės ir didėjančio ekstremalių karščių atvejų skaičiaus energijos gamybos bei perdavimo sistemų pajėgumai turi užtikrinti energijos tiekimą šiais piko laikotarpiais.

- Dėl numatomo oro temperatūros didėjimo šaltuoju metų laikotarpiu gali pailgėti tinkamas laikotarpis lauko darbams, limituojamiems žemos oro temperatūros ar įšalo.

- Dėl numatomo oro temperatūros kilimo šaltuoju metų laikotarpiu tikėtinas dažnesnis oro temperatūros svyravimas apie 0 °C, dėl dažnesnių užšalimo-atitirpimo ciklų gali trumpėti antžeminės ir požeminės infrastruktūros eksploatacijos laikas, didėti sąnaudos infrastruktūros remontui bei renovacijai.

- Dėl numatomo oro temperatūros kilimo šiltuoju metų laikotarpiu ir ekstremaliai karštų dienų skaičiaus didėjimo gali dažniau kilti (padažnėti) būtinybė sumažinti įtampą antžeminėse ir požeminėse elektros linijose bei transformatorinėse, siekiant išvengti įrangos perkaitimo; tai ypač nepalanku, atsižvelgiant į tikėtiną energijos sąnaudų augimą šiuo metų laikotarpiu.

- Dėl numatomo dažnesnio ekstremaliai karštų dienų pasikartojimo energetikos įmonių infrastruktūra turės būti pritaikyta platesniam aplinkos temperatūros intervalui, dažniau atliekami rutininiai patikrinimai, užtikrinant nepertraukiamą ir saugų energijos transportavimą.

- Dėl numatomo ekstremaliai karštų dienų ir kitų pavojingų meteorologinių reiškinių skaičiaus augimo gali dažniau pasitaikyti nepalankios darbo sąlygos (ypač atliekant darbus lauko sąlygomis), mažėti personalo darbo efektyvumas bei darbingumas.

- Dėl numatomo oro temperatūros kilimo šiltuoju laikotarpiu ir ekstremaliai karštų dienų skaičiaus didėjimo gali mažėti saulės jėgainių įrangos efektyvumas dėl aukštesnės aplinkos temperatūros.

- Dėl numatomo kritulių kiekio didėjimo šaltuoju laikotarpiu bei mažėjimo šiltuoju laikotarpiu išliks žiemos nuotėkio didėjimo, pavasario nuotėkio ir maksimalių debitų mažėjimo bei ankstyvesnių jų datų tendencijos, kurios turės įtakos hidroenergijos gamybai.

- Dėl numatomo sausrų skaičiaus didėjimo ir upių vandeningumo sumažėjimo šiais laikotarpiais gali reikšmingai sumažėti hidroenergijos gamyba, ypač mažosiose hidroelektrinėse.

- Dėl upių vandens išteklių sumažėjimo (4,5 %, lyginant su 1996 m., pagal Meilutytė-Barauskienė ir kt., 2008), numatomo kritulių ir nuotėkio sumažėjimo šiltuoju metų laikotarpiu, o taip pat dėl didėjančios vandens telkinių temperatūros gali sumažėti šiluminių elektrinių aušinimo sistemų efektyvumas.

- Dėl numatomo išaugusio vėjo gūsingumo vasaros laikotarpiu bei dažnesnio audrų ir uraganinių vėjų pasikartojimo šaltuoju metų laikotarpiu gali padažnėti antžeminių elektros linijų bei kitos infrastruktūros sugadinimo ar darbo sutrikdymo atvejų (dėl medžių išlaužų ar išvartų), padažnėti poreikis išjungti vėjo jėgaines, siekiant išvengti paskirstymo sistemos perkrovos / perkaitimo.

- Dėl numatomo dažnesnio audrų pasikartojimo gali pasitaikyti/padažnėti jūrų transportu gabenamų produktų (naftos, suskystintų dujų ir kt.) tiekimo sutrikimo atvejų.

- Dėl numatomo saulės spindėjimo trukmės mažėjimo šaltuoju laikotarpiu gali mažėti saulės energijos gamybos apimtys.

- Dėl numatomo stiprių liūčių, krušos, perkūnijų ir lijundrų skaičiaus, trukmės ir intensyvumo didėjimo galimi dažnesni antžeminių elektros linijų bei kitos infrastruktūros pažeidimai, gedimai bei darbo sutrikdymai.

- Dėl numatomo pavojingų meteorologinių reiškinių (lijundros, krušos, škvalo) skaičiaus, trukmės ir intensyvumo didėjimo gali padažnėti vėjo jėgainių įrangos pažeidimo atvejų.

- Dėl numatomo krušos atvejų skaičiaus, trukmės ir intensyvumo didėjimo gali padažnėti saulės jėgainių įrangos pažeidimo atvejų bei trumpėti jų eksploatacijos trukmė.

- Dėl klimato ekstremalumo didėjimo (gausių kritulių, sausrų, vėjo gūsingumo ir pan.) gali išaugti kai kurių atsinaujinančios energetikos šakų (vėjo, hidroenergetikos) rizikingumas dėl sunkiau prognozuojamų energijos gamybos apimčių bei įrangos sugadinimo.

- Dėl numatomo sausrų, smarkių liūčių ir krušos atvejų skaičiaus didėjimo gali mažėti energetikos poreikiams naudojamų biomasės išteklių prieaugis.

- Dėl numatomo jūros lygio kilimo gali būti pažeista jūrų transportu gabenamų energetinių išteklių tiekimo infrastruktūra.

- Dėl numatomo dienų su sniego danga skaičius sumažėjimo (ypač vakarinėje Lietuvos dalyje) gali didėti požeminės infrastruktūros pažeidimų dėl įšalo tikimybė, ypač ekstremalių šalčių metu, didėti šiluminių trasų šilumos nuostoliai.

Apibendrinant galima išskirti šiuos **pagrindinius klimato kaitos poveikio energetikos sektoriui aspektus:**

- Energijos poreikių sezoninių skirtumų mažėjimas dėl augančių šaltojo ir šiltojo metų laikotarpių vidutinių temperatūrų.

- Infrastruktūros pažeidimų tikimybės didėjimas arba mažesnis eksploatavimo efektyvumas dėl perkaitimo/nepakankamo aušinimo.

- Energijos gamybos iš AEI svyravimų didėjimas dėl augančios meteorologinių rodiklių ekstremalių reikšmių tikimybės.

- Energijos gamybos ir perdavimo įrenginių pažeidžiamumo didėjimas dėl augančios pavojingų meteorologinių reiškinių bei meteorologinių rodiklių ekstremalių reikšmių tikimybės.

Energetikos sektoriaus jautrumą klimato kaitos poveikiui didina:

- Didelė erdvinė infrastruktūros elementų sklaida – dėl šios priežasties kiekvienas lokalinis meteorologinis reiškinys (tokio pobūdžio dažniausiai būna ekstremalūs ar pavojingi reiškiniai) kelia infrastruktūros pažeidimo ir (ar) tiekimo sutrikimo riziką.

- Didelė santykinė antžeminio elektros tinklo dalis – dėl šios priežasties ypač reikšmingas tampa tiesioginis fizinis klimato elementų poveikis, kuris tik stiprės, augant pavojingų meteorologinių reiškinių skaičiui, trukmei ir intensyvumui bei ekstremalių reiškinių (karštų dienų, gausių kritulių ir pan.) tikimybei.

- Iki 2050 m. numatoma galutinės energijos poreikių augimo tendencija.

Europos šalių patirtis

Prisitaikymo prie klimato kaitos ES strategijoje išryškintos šios svarbiausios energetikos sektoriaus tendencijos (McCallum et al., 2013):

- AEI (vandens, vėjo, saulės ir biomasės) dalies augimas energetikoje.
- Tradicinės šiluminės energijos svarbos mažėjimas (ši tendencija netaikoma dujinėms elektrinėms, kurios turi ypač svarbų vaidmenį užtikrinant rezervinius galingumus ES energetinės sistemos „dekarbonizacijos“ laikotarpiu).

- Didelis netikrumas dėl branduolinės energijos gamybos ateinančiais dešimtmečiais.

Klimato kaitos keliamos grėsmės veikia visas tris svarbiausias energetikos sistemos dalis (McCallum et al., 2013):

- Energijos (labiausiai elektros energijos) perdavimas ir paskirstymas patirs išbandymus dėl pakitusios paklausos, o taip pat dėl tiesioginio fizinio poveikio ekstremalių meteorologinių reiškinių metu.

- Elektros energijos tiekimą ir gamybą paveiks dėl klimato kaitos mažėjantis vartojimas, AEI jautrumas kintantiems klimato rodikliams (lyginant su iškastiniu kuru paremtu energijos tiekimu).

- Energijos paklausą jau veikia ekstremalūs laikotarpiai (karščio bangos, potvyniai / nuošliaužos, sausros), lemiantys paklausos sukeltas infrastruktūros perkrovas, jų tiesioginį sugadinimą ir energijos tiekimo pertrūkius.

Prisitaikant prie klimato kaitos energetikos srityje Europos mastu išskirti šie veiksmai:

• Energijos perdavimo ir paskirstymo srityje:

- įrengti (renovuoti) elektros perdavimo ir paskirstymo tinklus, atsižvelgiant į jų atsparumą klimato kaitai bei įvertinant pakitusį paklausos persiskirstymą ir naudojimo pikus;
- pritaikyti elektros perdavimo ir paskirstymo tinklus didėjančiai AEI infrastruktūros daliai;
- užtikrinti pakankamą dujų tiekimo pralaidumą;
- apsaugoti naftos gamybos įmones bei jų infrastruktūrą nuo jūros vandens lygio kilimo ar užliejimų audrų metu.

• Energijos tiekimo ir gamybos srityje:

- užtikrinti pakankamą vandens kiekį šiluminės energijos gamybai;
- įvertinti klimato sąlygų kaitos poveikį energijos gamybai iš AEI;
- užtikrinti elektros energijos gamybą ekstremalių meteorologinių reiškinių sąlygomis;
- užtikrinti elektros energijos alternatyvius šaltinius regioniniu bei vietiniu lygmeniu.

• Energijos paklausos srityje:

- patenkinti augančią paklausą aušinimo/vėsinimo reikmėms;
- patenkinti augančią paklausą irigacijos reikmėms sausaisiais laikotarpiais.

Atskirų Europos šalių prisitaikymo prie klimato kaitos strategijose bei ataskaitose pateikiama konkretesnių priemonių, kurių būtina imtis norint užtikrinti stabilų energetikos sistemos funkcionavimą, sumažinti įrangos pažeidimų skaičių ir palengvinti jų likvidavimą. Kita vertus,

visuose dokumentuose pabrėžiama klimato elementų kaitos poveikio energetikos sistemai tolesnių ir gilesnių tyrimų būtinybė, prisitaikymo priemonių poveikio nuolatinė analizė ir šių priemonių taikymo koregavimas ir (ar) naujų priemonių diegimas.

Lenkijos prisitaikymo strategijoje (Polish ..., 2013) siūloma teisiškai įpareigoti elektros perdavimo ir skirstymo sistemų operatorius įdiegti technologijas ir procedūras antžeminių linijų apledėjimui išvengti; palaipsniui keisti antžemines elektros linijas požeminais kabeliais (ypač žemos įtampos tinkle); panaikinti kliūtis remonto brigadoms pasiekti elektros tinklą, kai būtina pašalinti gedimą; teikti prioritetą (daugiausia teisinėmis priemonėmis) energijos gamybos įmonių su uždaro ciklo aušinimo sistema įrengimui; remti investicijas (reguliuojant viešųjų pirkimų procedūras) į įrenginius, skirtus energijos užtikrinimui pikų ir avarių metu.

Suomijos prisitaikymo strategijoje (Finlands ..., 2005) pabrėžiamas būtinumas užtikrinti pakankamus energijos gamybos pajėgumus vartojimo piko metu, likusių antžeminių linijų funkcionalumą bei didesnių jų atsparumą audrų metu; sustiprinti energetinės infrastruktūros priežiūrą užtikrinant tam reikalingas lėšas. Taip pat nurodoma, kad, atsižvelgiant į karštų laikotarpių dažnėjimą, tampa aktualūs energijos poreikiai vėsinimo reikmėms, ypač tankiai apgyvendintose vietovėse. Strategijoje įvertinama atskirų energijos išteklių kaita bei aspektai, į kuriuos svarbu atsižvelgti: dėl dalyvavimo bendroje Šiaurės šalių elektros rinkoje iškyla būtinybė sekti ir vertinti kitų Šiaurės šalių hidroenergetikos būklę bei veiklos sąlygas; durpių ir biomasės naudojimui svarbus taps kelių pravažumo klausimas (dėl didesnės jų įmirkimo tikimybės); vėjo energetikai svarbiausi iššūkiai bus gamybos nuostoliai dėl dažnėjančių audrų bei tykos (štilio) laikotarpių bei dėl įrangos apledėjimo.

Švedijos aplinkos ir energijos ministerijos ataskaitoje (Ministry ..., 2007) siūloma identifikuoti elektros tiekimo infrastruktūros dalis, kurioms gresia įgriuvos, nuošliaužos ar užtvindymas; išvalyti ir išplėsti antžeminių elektros tiekimo linijų koridorius; atnaujinti elektros stulpų apsaugą nuo korozijos regionuose, kuriuose kritulių kiekis didės; nustatyti vietas, kuriose didės druskos dangos susiformavimo ant infrastruktūros tikimybė. Nurodoma būtinybė sudaryti sutartis su savininkais, kurių valdose yra elektros tiekimo infrastruktūros elementų, dėl patogios ir greitos prieigos prie šios įrangos avarijos atveju.

Vokietijos prisitaikymo strategijoje (Feix et al., 2009) siūloma reikšmingą dalį elektros tiekimo linijų pertvarkyti į požemines linijas, taip išvengiant stiprių vėjų poveikio; įrengti atsargines vandens tiekimo linijas energijos gamybos įmonių aušinimui, tam atvejui kai aušinimas iš vandens tampa neįmanomas dėl sausros; steigiant krizių darbo grupes, užtikrinant greitą reakciją į nelaimes dėl ekstremalių oro sąlygų.

Didžiosios Britanijos klimato kaitos vertinimo ataskaitoje (McColl et al., 2012) siūloma priemonė dėl oro temperatūros didėjimo šiltuoju metų laikotarpiu kylančiai elektros tiekimo įrangos perkaitimo grėsmei sumažinti – didinti antžeminių elektros linijų aukštį ar keičiant požeminius elektros kabelius didesnio pralaidumo kabeliais.

Taigi, panašaus klimato sąlygose esančių Europos šalių energetikos sektoriui didžiausią grėsmę kelia elektros tiekimo infrastruktūros pažeidimai dėl pavojingų meteorologinių reiškinių dažnėjimo bei klimato ekstremalėjimo. Energetikos sistema Šiaurės ir Vidurio Europoje turės prisitaikyti prie kintančios sezoninės paklausos: didėjančių vėsinimo poreikių vasarą ir mažėjančių šildymo poreikių žiemą bei augančio energijos gamybos iš atsinaujinančių išteklių netolygumo. Dar viena sąlyga užtikrinti optimalų energetikos (ypač elektros gamybos) sektoriaus funkcionavimą – sistemos, užtikrinančios kuo greitesnę avarių likvidavimą, sukūrimas ir (ar) palaikymas. Energetikos infrastruktūros priežiūros kaštai prisitaikant prie klimato kaitos, tikėtina, išaugs (Finlands ..., 2005; Ministry ..., 2007).

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Energetikos sektoriaus prisitaikymas prie klimato kaitos, atsižvelgiant į jo dvejopą vaidmenį klimato kaitos kontekste (viena vertus, tai kaitą skatinanti, kita vertus – kaitos poveikį patirianti ūkio šaka), taip pat vyksta dviem kryptimis:

- taikant klimato kaitos **švelninimo** priemones ir mažinant poveikį aplinkai (efektyvinant vartojimą, mažinant išmetimus, perskirstant išteklių balansą);
- taikant **prisitaikymo** prie klimato kaitos priemones siekiama užtikrinti nepertraukiamą gamybą bei tiekimą.

Įgyvendinant klimato kaitos švelninimo tikslus artimiausioje ateityje reikės išlaikyti nuosaikų ŠESD emisijų augimą ir esamą AEI panaudojimo plėtrą, o ateityje – mažinti ŠESD emisijas, kartu plėtojant AEI panaudojimą. Planuojant ir įdiegiant prisitaikymo prie klimato kaitos priemones būtina atsižvelgti į šiuos tikslus.

Sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos padarinių geba remiasi ekonominiais, technologiniais bei socialiniais ištekliais (IPCC, 2014). Energetikos sektoriui būdingos ilgalaikės investicijos, ilgas investicijų gražos laikotarpis, taigi ir ilgalaikis perspektyvinis planavimas, o tai lemia gerą prisitaikymo gebą ekonominiu aspektu. Technologinę energetikos sektoriaus plėtrą šiuo metu labiausiai skatina klimato kaitos švelninimo tikslų įgyvendinimas, diegiant energijos efektyvaus naudojimo, AEI energijos gamybos priemones – šios plėtros tendencijos yra palankios ir prisitaikymo prie klimato kaitos požiūriu (pvz., geriau izoliuotos šilumos perdavimo linijos yra atsparesnės temperatūros svyravimo poveikiui). Didžiausios galimybės didinti prisitaikymo gebą yra socialinių išteklių plėtra, skatinant ir palaikant bendruomenių, NVO bei kitų socialinių institutų iniciatyvas bei projektus, formuojant palankią teisinę, mokestinę aplinką įvairių klimato kaitos poveikį mažinančių priemonių įgyvendinimui.

Prisitaikymo priemonės:

- Elektros energijos gamybos ir (ar) importo apimčių didinimas šiltuoju metų laiku.
- Papildomų energijos rezervų užtikrinimas, kurie patenkintų išaugusią paklausą energijos vartojimo pikų (karščio ir šalčio bangų) metu.
- Elektros tinklo pralaidumo didinimas, siekiant sumažinti įrangos perkaitimo grėsmę šiltuoju laikotarpiu, karščio bangų metu, ypač didelį dėmesį skiriant tankiai apgyvendintų vietovių ar aukštai temperatūrai jautrių pramonės įmonių (pvz. maisto pramonės) aprūpinimo užtikrinimą.
- Gyventojų perspėjimo sistemos tobulinimas.
- Visuomenės švietimas ir sąmoningumo didinimas, skatinant mažinti elektros energijos vartojimą ekstremalių orų laikotarpiais (ypač karščio bangų metu), taupant ir atsisakant nebūtinų reikmių.
- Elektrinių aušinimo sistemų strategišką įvertinimą, atsižvelgiant į pakitusius aušinimui naudojamų vandens telkinių temperatūros ir (ar) nuotėkio rodiklius. Alternatyvių vandens tiekimo sistemų įrengimas, jei bus nustatyta reikšminga rizika nepatenkinti aušinimo reikmių iš esamų šaltinių.
- Energijos gamybos ir importo srautų sureguliuojimas atsižvelgiant į galimai padidėjusią hidroenergijos gamybą šaltuoju metų laikotarpiu ir sumažėjusią šiltuoju metų laikotarpiu.
- Antžeminių elektros linijų keitimas požeminėmis. Prioritetas turėtų būti teikiamas miškingose teritorijose esantiems ruožams, kur didesnė medžių išvartų ar išlaužų tikimybė, bei Vakarų ir Rytų Lietuvoje, kur didesnė lijdunų tikimybė.

- Antžeminių elektros linijų atvirų (bemiškių) koridorių formavimas, siekiant išvengti medžių išlaužų bei išvartų sukeliama elektros tiekimo sutrikimų.
- Skubios prieigos prie antžeminių elektros linijų užtikrinimas avarinių atvejų metu techninėmis ir (ar) teisinėmis priemonėmis.
- Požeminės infrastruktūros terminė izoliacija, siekiant apsaugoti nuo neigiamo įšalo poveikio.
- Nuostolių kompensavimo mechanizmas ar specializuotos draudimo dėl pavojingų reiškinių paslaugos energijos iš AEI gamintojams.
- Alternatyvių energijos tiekimo galimybių bei rezervinių išteklių užtikrinimas esant nepalankioms sąlygoms AEI energijos gamybai.
- Sausroms, liūtimis, krušai ir kitiems nepalankiems klimato elementams atsparesnių energetinių augalų rūšių ir (ar) veislių auginimas.
- Specializuotos klimato prognozės investicijų gražos ar infrastruktūros eksploatavimo laikotarpiui. Tai padėtų tikslingiau planuoti investicijas naujiems energetikos sektoriaus objektams ar esamų objektų rekonstrukcijai, mažintų eksploatavimo nuostolius.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

- Elektros energijos gamybos/importo šiltuoju metų laiku santykinės dalies, lyginant su bendru per metus pagaminamos/importuojamos elektros energijos kiekiu, augimo tendencijos.
- Elektros ir šiluminės energijos tiekimas ekstremalių karščių bei ekstremalių šalčių metu stabilumas.
- Vandens išteklių trūkumo šiluminių elektrinių aušinimo reikmėms rizikos sumažėjimas.
- Klimato kaitos prognozių įvertinimo praktika naujų energetikos sektoriaus objektų projektavimo ar esamų objektų rekonstrukcijos procese.
- Požeminių elektros linijų dalis savivaldybėse (proc. nuo bendro elektros linijų ilgio).
- Antžeminių elektros linijų atvirų (bemiškių) koridorių ilgis savivaldybėse (proc. nuo bendro antžeminių elektros linijų ilgio).
- Terminiškai izoliuotų šilumos tiekimo vamzdynų dalis savivaldybėse (proc. nuo bendro vamzdynų ilgio).
- Avarių ir tiekimo sutrikimų elektros linijose dėl orų anomalijų atvejų skaičiaus sumažėjimas (lyginant su praėjusių metų skaičiumi ar ilgesnio laikotarpio vidurkiu).
- Avarių ir tiekimo sutrikimų elektros linijose likvidavimo trukmės sumažėjimas (vidutinė metinė trukmė, lyginant su praėjusių metų ar ilgesnio laikotarpio vidurkiu).
- Elektros tiekimo sutrikimų dėl orų anomalijų sukeltų avarių AEI jėgainėse atvejų skaičiaus sumažėjimas (lyginant su praėjusių metų skaičiumi ar ilgesnio laikotarpio vidurkiu).
- Nepalankioms orų sąlygoms atsparių energetinių augalų rūšių ir (ar) veislių pasėlių dalis (proc. nuo bendro energetinių augalų pasėlių ploto).
- Nuostolių kompensavimas ar draudimo išmokos energijos iš AEI gamintojams (Eur/metus).

3. Transportas

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Lietuvos transporto sistemą sudaro trys pagrindinės dalys: transporto priemonės, transporto infrastruktūra ir valdymas bei vežimo objektai (keleiviai, kroviniai). Visos šios dalys yra itin tarpiai susijusios ir dažnai neatsiejamos viena nuo kitos – veiklos sutrikimas vienoje gali turėti neigiamų padarinių kitoje dalyje. Dėl šios priežasties, bet koks poveikis dažnai turi reikšmės ir už transporto sistemos ribų, pavyzdžiui, apribojamas gebėjimas teikti patikimas transporto ar kitas paslaugas arba sutrikdomas laisvas keleivių ir krovinių judumas. Pagrindinės transporto rūšys – automobilių, geležinkelių, vidaus vandenų, jūrų ir oro transportas.

2013 m. gruodžio 18 d. Lietuvos Vyriausybės nutarimu Nr. 1253 (aktuali redakcija – 2014 m. gruodžio 15 d. nutarimas Nr. 1443) buvo patvirtinta „Nacionalinė susisiekimo plėtros 2014–2022 metų programa“ (toliau – NSPP; Lietuvos Respublikos..., 2014). Programos strateginis tikslas – sukurti darnią, aplinkai nekenksmingą, konkurencingą ir didelę pridėtinę vertę kuriančią Lietuvos susisiekimo sistemą. NSPP išskirti penki tikslai: didinti krovinių ir keleivių judumą plėtojant Lietuvos infrastruktūros jungtį su Europos sąjungos transeuropinio transporto tinklo (toliau – TEN-T) pagrindiniais koridoriais, didinti transporto sektoriaus konkurencingumą, skatinti (miestų ir priemiesčių) transporto sistemos darnumą, padidinti energijos vartojimo transporte efektyvumą ir sumažinti neigiamą transporto poveikį aplinkai bei didinti eismo saugumą. NSPP išskirti uždaviniai nėra skirti prisitaikyti prie klimato kaitos, tačiau dauguma jų – savaime mažina transporto sistemos jautrumą klimato kaitai.

Iš viso valstybinės reikšmės automobilių kelių yra 21 254 km ir jais pervežama beveik 45 % krovinių ir beveik 99 % keleivių (2014 m. IV ketv. Statistikos departamento duomenimis). Iš visų kelių 1 745 km yra magistralinių kelių, krašto kelių – 4 936 km; rajoninių kelių – 14 573 km. Vietinės reikšmės kelių Lietuvoje yra daugiau kaip 63 tūkst. km.

Bendras visų Lietuvos geležinkelių ilgis – 2 953 km, dalis jų – dviejų porų bėgių, dalis – vienos poros su prasilenkimo stotimis. 2014 m. IV ketv. Statistikos departamento duomenimis geležinkeliais buvo pervežta beveik 49 % krovinių ir 1 % keleivių. 2014 m. pabaigoje pradėti tarptautinio geležinkelio plėtros projekto „Rail Baltica“ darbai, kurio metu bus nutiesta 70 km europinės vėžės bėgių nuo Lietuvos-Lenkijos pasienio iki Kauno (RailBaltica.lt, 2015 04 29). Kito „Rail Baltica“ etapo metu europinė vėžė bus pratęsta ir sujungs visas tris Baltijos šalis – Lietuvą, Latviją ir Estiją. Be to, 2013 m. rugsėjo 16 d. Suomijos, Estijos, Latvijos, Lietuvos ir Lenkijos susisiekimo ministrai pasirašė deklaraciją dėl projekto „Rail Baltica 2“ įgyvendinimo, kurią patvirtino Ministrai Pirmininkai. Šio projekto metu Kaunas ir Vilnius taip pat turės būti sujungti europinės vėžės bėgiais, tačiau jis bus pradėtas vykdyti tik pabaigus „Rail Baltica“.

Automobilių kelių ir geležinkelių transportas užtikrina didžiąją dalį keleivių ir krovinių judumo. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, keleivių apyvarta auga, tačiau dar nepasiekė prieš 2008 m. krizę buvusio lygio, nors krovinių apyvarta atsistatė greitai ir toliau stabiliai auga. 2014 m. didžiausias krovinių ir keleivių kiekis buvo pervežtas kelių transportu (atitinkamai 45,3 ir 98,3 %). Geležinkelių transportu pervežamų keleivių ir krovinių kiekis per pastaruosius 10 metų pakito nežymiai ir 2014 m. sudarė atitinkamai 38,5 ir 1,1 % bendro kiekio.

Pagal pavojingų meteorologinių reiškinių daromą neigiamą poveikį automobilių eismo saugumui ir infrastuktūrai juos galima suskirstyti į kelias grupes:

- Reiškiniai, dėl kurių blogėja matomumas: rūkas, pūga, lietus, snygis, šlapdriba, dulkių audra.

- Reiškiniai, dėl kurių kelio dangą pasidaro slidi arba keliai tampa nepravažiuojami: lijuona, plikledis, krituliai, pūga, sniego griūtys, kelių užtvindymas.

- Reiškiniai, veikiantys transporto priemonių stabilumą ir keliantys pavojų įvairioms inžinerinėms konstrukcijoms ir infrastruktūrai: stiprus vėjas, lijuona, šlapio sniego apdraba ir apšalas, kruša, ekstremaliai aukšta arba žema temperatūra, užšalimo ir atitirpimo ciklų daugėjimas šaltuoju metų laiku.

Pavojingų ir nepalankių meteorologinių reiškinių tikimybė išlieka visus metus, tačiau labiausiai jų pagausėja šaltuoju metų laiku. Intensyvių kritulių (lietaus ir sniego) didėjanti tikimybė, dažnesni temperatūros svyravimai apie 0 °C ir su tuo susiję lijuondros, plikledžio, šlapio sniego apdrabos ir apšalo reiškiniai – pagrindiniai su klimato kaita susiję iššūkiai, pareikalausiantys daugiau dėmesio ir lėšų kelių priežiūrai žiemą.

Dažnesni užšalimo ir atitirpimo ciklai šaltuoju metų laiku trumpins asfalto dangos ir kelių pylimų eksploataavimo trukmę, didins kelių priežiūros ir remonto kaštus. Specialūs meteorologiniai matavimai ir specializuotos orų prognozės taps svarbiu faktoriumi leidžiančiu ne tik padidinti eismo saugumą, bet ir sumažinti kelių priežiūros kaštus. Kol kas automobilių transporto meteorologinis aptarnavimas yra nesisteminis ir nepakankamas.

Geležinkelių transportas, lyginant su automobilių, orų sąlygoms yra mažiau jautrus. Tačiau ir šiam sektoriui egzistuoja tam tikros grėsmės. Vieni reiškiniai gali pažeisti pačius geležinkelius ir techninę jų įrangą, kiti – sutrikdyti traukinių judėjimą. Pavojingiausi yra šie reiškiniai:

- aukšta temperatūra (> 32 °C) ir šiluminis bėgių plėtimasis;
- pūgos, žema temperatūra (< -18 °C);
- rūkas, lijuona, stiprus vėjas;
- elektros energijos tiekimo sutrikimai dėl žaibų.

Karščio bangos sukels dažnesnius automobilių ir traukinių eismo sutrikimus, nes asfalto (betono) dangos ir geležinkelių bėgių deformacijos grėsmė dėl aukštos temperatūros įpareigos riboti eismo greitį ir imtis kitų saugos priemonių. Karščio bangos taip pat mažins komfortiškumą keleiviams ne tik traukiniuose, bet ir automobiliuose, taigi turės būti daugiau dėmesio skiriama transporto priemonių (ypač viešojo transporto) klimato kontrolės ir vėdinimo sistemoms.

Kitose šalyse geležinkeliams daug žalos padaro nuošliaužos (po stiprių liūčių), potvyniai, sniego griūtys ir smėlio audros.

Vidaus vandenų ir jūrų transportas. Šiuo metu laivybai vietiniu mastu naudojamas tik Nemunas vasarą nuo Kauno iki Nidos ir Klaipėdos. Vidaus vandenų transportu plukdoma tik 0,5 % krovinių ir 0,2 % keleivių (2014 m. IV ketv. Statistikos departamento duomenimis). Ruošiamasi panaudoti Nerį trąšoms plukdyti nuo Kauno iki Jonavos, nedidelė jos dalis Vilniuje naudojama turistiniams laivams. Taip pat yra 2 vietinio susisiekimo keltų linijos Klaipėdoje, kurios plukdo krovinius ir keleivius iš Klaipėdos į Neringą.

Jūros transportu plukdoma 6 % krovinių ir 0,1 % keleivių (2014 m. IV ketv. Statistikos departamento duomenimis). Klaipėdos valstybinis jūrų uostas (toliau – Klaipėdos uostas) turi didžiausią laivybos tinklą iš Baltijos šalių: keltai plukdo keleivius ir krovinius į Latviją, Estiją, Suomiją, Švediją, Norvegiją, Daniją, Jungtinę Karalystę, Prancūziją, Belgiją, Nyderlandus, Vokietiją, Lenkiją ir Rusiją (Kaliningrado sritį). Tiesiogiai su Klaipėdos uosto veikla yra susiję daugiau kaip 800 įmonių, sukuriama per 23 tūkst. darbo vietų bei 4,5 % viso Lietuvoje sukuriama BVP. Vidutinis Klaipėdos uosto gylis 14,5 m, įplaukos – 15 m. 2014 m. spalio 27 d. į uostą įplaukė suskystintų gamtinių dujų (toliau – SGD) terminalo pagrindinis objektas – LNG-FSRU tipo laivas „Independence“ (liet. „Nepriklausomybė“). SGD terminalas, esantis prie Kiaulės Nugaros ir

pradėjęs veikti 2014 m. gruodžio 3 d., yra neatsiejama Klaipėdos uosto dalis ir taip pat yra jautrus klimato kaitai.

Klaipėdos uosto teritorijoje esančiose gamyklose ne tik remontuojami seni, bet ir statomi nauji didelio tonažo laivai. Uostas gali krauti įvairios rūšies krovinius: trąšas, naftą, metalą, medieną, cukrų, durpes, konteinerius, kartoną ir daugelį kitų prekių. Lietuvos Statistikos departamento duomenimis, 2014 m. uoste buvo perkrauta beveik 44 mln. tonų krovinių, beveik 236 tūkst. konteinerių su kroviniu.

Jūrinių ir upinių laivų plaukiojimo sąlygas lemia šie pagrindiniai hidrometeorologiniai veiksniai:

- stiprus vėjas ir jo sukiamas bangavimas;
- lijundra ir kiti apledėjimo reiškiniai;
- horizontalus matomumas ir jį bloginantys reiškiniai (rūkas, krituliai);
- ledo reiškiniai jūrose, upėse ir ežeruose;
- vandens lygio svyravimai;
- poliarinėse platumose – plaukiojantys ledkalniai.

Aktualūs ir kiti hidrometeorologiniai veiksniai: oro ir vandens temperatūra, srovės, Saulės spinduliuotės intensyvumas, perkūnijos, tropinių ir vidutinių platumų ciklonų (taifūnų, uraganų) susidarymas. Klimato ir orų sąlygos lemia ne tik plaukiojimo saugumą, bet ir ekonominius rodiklius, kuro bei laiko sąnaudas, keleivių komfortą. Pavyzdžiui, esant stipriam vėjui ar lijundrai stabdomi krovos darbai ir patiriami ekonominiai nuostoliai ne tik transporto sektoriuje.

Klaipėdos uostas šiuo metu dažnai patiria nuostolių dėl netobulos uostų vartų molų konstrukcijos. Net ir kilus vidutinio stiprumo audrai (vėjo greitis 18–20 m/s) praplaukti pro uosto vartus didelių gabaritų kruiziniais ir kroviniams laivams yra sudėtinga ir pavojinga, todėl būtina iki 16,5–17,5 m gilinti patį laivybos kanalą, jį platinti, rekonstruoti šiaurinį ir pietinį molus, krantines, tobulinti uosto vartus, pasukant išorinę laivybos kanalo dalį ir padarant jį tiesesnį, kai kuriose vietose sutvirtinti Kuršių nerijos šlaitą.

Oro transportas. Virš Lietuvos yra 30 oro koridorių, naudojamų oro transporte. Lietuvoje yra 4 tarptautiniai oro uostai – Vilniaus, Kauno, Šiaulių ir Palangos. Šiaulių oro uostas yra ne tik civilinis, bet ir karinis (jame įsikūrę NATO naikintuvai, saugantys Baltijos šalių oro erdvę), bei vienintelis oro uostas Europos Sąjungos rytinėje dalyje, kuris netaiko garso apribojimų.

Oro transportu pervežamas krovinių kiekis krito per pastaruosius 10 metų ir 2014 m. sudarė mažiau nei 0,01 %, o keleivių pervežama vos 0,1 %. Vandens transportu pervežamas keleivių kiekis išliko panašus (2014 m. buvo apie 0,6 %), o krovinių kiekis augo (2014 m. buvo apie 6,6 %).

Meteorologijos tarnybų ir aviacijos bendradarbiavimas labai gerai koordinuojamas tarptautiniu mastu, jis turi atitikti visus šiuolaikinius aviacijos ir meteorologijos technologijų reikalavimus ir užtikrinti skrydžių saugumą.

Kaip ir kituose transporto sektoriuose, aviacijoje yra svarbus ilgalaikių (tolimosios perspektyvos) klimato kaitos veiksnių įvertinimas. Tačiau kuriant oro uostų plėtros strategijas reikia atsižvelgti ne tik į bendrąsias makroklimato tendencijas, bet ir į mikroklimatines vietos sąlygas. Oro uostus reikėtų statyti tokiose vietose, kuriose būna kiek įmanoma mažiau pavojingų orlaiviams pakilti ir nusileisti meteorologinių sąlygų. Prie jų priskiriami matomumą mažinantys reiškiniai (rūkas, žemas debesuotumas), turbulenciniai sūkuriai, šoninis vėjas, užtvindymas, apledėjimas, sniego sankaupos ant pakilimo ir nusileidimo takų.

Pagrindiniai skrydžių meteorologiniai veiksniai yra:

- vėjas, turbulencija (chaotiški oro judesiai);

- perkūnijos debesys, žaibai, kruša, apledėjimas;
- oro uostuose – intensyvūs krituliai, lijundra, dulkių audros, rūkas, žemas debesuotumas, perkūnijos debesys ir kt.

Kadangi daugelio išvardytų reiškinių pasikartojimas ir intensyvumas didės ne tik Lietuvoje, bet ir kitose Europos šalyse, bus dažniau peržengiamos reiškinių kritinės ribos, nuostoliai dėl oro uostų darbo sutrikimų taip pat didės. Žinoma, skrydžių sutrikimai dar priklauso nuo techninės oro uosto įrangos ir aptarnaujamų orlaivių klasės.

Eismo saugumas yra viena klimatui jautriausių transporto sistemos dalių. Ne visi eismo įvykiai yra visiškai ar dalinai nulemti orų sąlygų, tačiau klimato kaita neabejotinai gali daryti įtaką jų skaičiui. Deja, reikia konstatuoti, kad sistemingo duomenų kaupimo ir analizės apie eismo įvykius, kuriuos visiškai ar dalinai nulėmė nepalankios orų sąlygos, Lietuvoje nėra atliekama. Tai pat trūksta išsamių mokslinių tyrimų apie pavojingų meteorologinių reiškinių daromą neigiamą poveikį eismo saugumui. Europos aplinkos agentūra skatina sutelkti daugiau dėmesio į transporto sektoriaus prisitaikymą, kadangi, laikui bėgant, valstybės gali patirti daug daugiau nuostolių nei tikimasi (Adaptation of..., 2014). Be abejo, neatmetama, kad, pritaikant transporto sektoriaus infrastruktūrą, gali prireikti itin didelių finansinių išteklių ir mokslinės pažangos, tačiau tai tik skatintų moderniau žvelgti į kylančią grėsmę ir ieškoti naujų suinteresuotų investuotojų, stiprinant bendradarbiavimą tarp skirtingų organizacijų, juridinių ir fizinių asmenų.

Pasaulinė patirtis atskleidžia daugiau galimų klimato kaitos grėsmių ir padarinių transporto sistemoms. Dėl viešojo transporto komfortiškumo sumažėjimo karštomis vasaros dienomis keleiviai verčiau rinksis asmeninius automobilius ar kitas transporto priemones, nei autobusus, troleibusus ar traukinius (Asbjørn Aaheim, Dokken, 2015).

Manoma, kad, keičiantis turizmo centrams ir trasoms dėl didesnio kiekio saulėtų ir šiltų dienų šiaurinėse šalyse, gali pasikeisti ir transporto infrastruktūros apkrovos lygis palankių orų sąlygų metu. Ši ir prieš tai aptarta grėsmė įpareigoja kurti tokią transporto infrastruktūrą, kuri skatintų keleivius rinktis viešąjį ar kombinuotą asmeninį-viešąjį (pavyzdžiui, „park&ride” sistemą, kuri taikoma Jungtinėje Karalystėje, Čekijoje ir kitose šalyse) transportą, o ne atvirkščiai – viešąjį transportą keisti asmeniniu. Be to, transporto infrastruktūra turi būti pritaikyta bemotorių transporto priemonių (pavyzdžiui, dviračių) naudojimui. Toks keleivių judumo persiskirstymas būtų naudingas ne tik prisitaikant prie klimato kaitos, bet ir mažinant transporto sektoriaus įtaką klimato kaitai.

Keičiant keleivių judumo tendencijas atsiranda naujų keleivių sveikatai keliančių grėsmių, tiesiogiai susijusių su klimato kaita, pavyzdžiui, pavėsio ar laikino poilsio vietų trūkumas karštomis vasaros dienomis. Geriausia prisitaikymo priemonė šiuo atveju – žaliųjų zonų plėtimas arba pavėsinių ar poilsio salelių kūrimas, geriamo vandens fontanų įrengimas.

Vidutinėse platumose sudėtingų žiemos orų sąlygų nulemtų avarijų skaičius keliuose iki 2040–2070 metų, lyginant su 2007 m., turėtų sumažėti 63–70 % (IPCC, 2014). Manoma, kad tai turi nulemti technologijų pažanga ne tik pačių automobilių konstrukcijoje, bet ir skubiųjų pagalbos tarnybų sistemose. Tačiau vis dažnėjančios intensyvios liūtys ar snygiai sunkins eismo sąlygas dėl neigiamai pasikeitusio matomumo ir kelio sukibimo koeficiento.

Kelių ir geležinkelių transportas yra itin priklausomi nuo tiltų ir jų būklės. Stiprėjantys ir dažnėjantys upių poplūdžiai gali pažeisti tiltus, paralyžiuoti visą eismą. Pavyzdžiui, Europoje gali prireikti 320–460 mln. eurų, siekiant pritaikyti tiltų infrastruktūrą prie galimo klimato kaitos poveikio (IPCC, 2014).

Jūrų transportas labai priklauso nuo įvairių ekonominių faktorių. Šiaurės ir šiaurės vakarų Europos regionuose numatomas jūrų transporto augimas (IPCC, 2014), nes dėl neužšalusių jūrų

atsiveriantys nauji keliai leis laivams lengviau ir greičiau pasiekti tikslą. Tačiau dažnėjančių audrų skaičius pajūriuose gali padidinti patiriamus nuostolius.

Oro transportas jautriausias ekstremalioms orų sąlygoms, vėjuotumo pokyčiams ir temperatūros kilimui, tačiau visi jautrumo aspektai ir prisitaikymo būdai dar nėra išanalizuoti. Manoma (IPCC, 2014), kad didėjantis audrų ir intensyvių ciklonų skaičius padidins dėl sudėtingų orų sąlygų atsirandančią skrydžių atidėjimo ar nutraukimo riziką bei sukels daugiau finansinių sunkumų, nulemtų didėjančio priežiūros ir remonto darbų skaičiaus.

Oro transportas svarbus pervežant turistus, todėl turizmo sektoriaus pažeidžiamumas ir įgyvendinamos prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės neišvengiamai paveiks ir oro transporto plėtrą.

Europos šalių patirtis

Transporto sistemos prisitaikymas prie klimato kaitos negali būti vertinamas tik kaip techninių infrastruktūros plėtros ar rekonstrukcijos darbų sąrašas. Susisiekimo sistema turi užtikrinti visų keleivių ir krovinių judumą nepriklausomai nuo jų savybių ar būklės bei kartu kontroliuoti ŠESD ir taršos emisijas, siekiant mažinti sistemos poveikį aplinkai ir klimatui. Dėl šios priežasties efektyviausias sistemos prisitaikymas gali būti pasiektas tik integruojant kitus artimus sektorius kartu su transporto sektoriumi, pavyzdžiui, atliekant teritorijų planavimą gautas rezultatas turi būti naudingas abejoms sritims.

Kiekviena Europos šalis prisitaikymo prie klimato kaitos priemones kuria skirtingai, kadangi klimato kaitos poveikis nėra vienodas visoms teritorijoms. Pagrindinės grėsmės transporto sistemoms miestuose ir už jų ribų yra šios (GTZ, 2009; IPCC, 2014; Adaptation of..., 2014):

- kylanti vidutinė oro temperatūra ir didėjantis karščio bangų kiekis;
- dažnėjančios sausros, kurios gali lemti ekstremalius upių nuosėkius;
- pasaulinio vandenyno lygio kilimas;
- ekstremalaus kritulių kiekio iškritimo dažnėjimas, kuris nulems ir stipresnius poplūdžius ar potvynius;
- audringumo didėjimas.

Jungtinėje Karalystėje (URS Corporation Limited, 2010), siekiant sumažinti transporto sektoriaus jautrumą klimato kaitai, buvo identifikuotos pagrindinės grėsmės, įvertinti visos transporto sistemos trūkumai ir naujų infrastruktūros techninių sprendimų poreikis. Sudaryti ir vykdomi infrastruktūros plėtros planai, atsižvelgiant į sistemos jautrumą klimato kaitai ir pasirenkant naujas technologijas bei atsparias medžiagas (Committee on..., 2015). Visi nauji projektai privalo įvertinti objekto jautrumą klimato kaitai. Vykdomi darbai – tiesiami nauji keliai ir geležinkeliai bei rekonstruojami tiltai ir kiti infrastruktūros elementai, gerinama drenažo ir lietaus vandens surinkimo sistemos, kurios išlaikytų karto per šimtmetį tikimybę turinčių liūčių sukeltą krūvį. Daugiausiai dėmesio skiriama rajonams, kurie yra potvynių ir poplūdžių ar kylančio pasaulinio vandens lygio užliejamose zonose.

Nyderlanduose įrengiami pylimai ir užtvankos, kurie apsaugos ne tik pastatus, tačiau ir transporto infrastruktūrą (Center for..., 2015a). Senieji Roterdamo miesto rajonai nėra apsaugoti pylimų ir yra jautriausia vieta, todėl čia pasitelktos kitos priemonės: įrengtos nuo potvynių apsaugančios arba jį kontroliuojančios užtvankos. Tobulinama transporto sistemos infrastruktūra, kuriama informacinė eismo ir sprendimų priėmimo sistema, kuri leis laiku perspėti transporto sistemos vartotojus apie galimą pavojų. Vandenių transporto jautrumas klimato kaitai laikomas ne tokiu žymiu kaip kitų sistemos dalių, tačiau, daugėjant sausrų ir vandens nuosėkių upėse tikimybei,

visgi sudaryti nauji darbo grafikai, nauji uostų ir prieplaukų eismo srautų reguliavimo planai, gilinami kanalai, uostai ir kiti vandens keliai, naudojami laivai su mažesne grimzle, diegiamos naujos informacinės sistemos.

Lenkijoje numatyta reglamentuoti privalomą jautrumo klimato kaitai įvertinimą prieš statant naujus pastatus ar transporto sistemos elementus, įdiegiant naujus įrenginius (Polish ..., 2013). Taip pat kuriamos informacinės sistemos, siekiama keisti eismo srautų intensyvumą bei jo pasiskirstymą erdvėje, t. y. tiesiami aplinkkeliai ir kuriami kiti transporto sistemos struktūros elementai, mažinantys miesto gatvių ir kitų kelių apkrovą.

Vokietijoje didelis dėmesys skirtas užliejamoms arba nuosėkiui jautrioms teritorijoms ir jų transporto sistemai (Center for..., 2015b): mažinamas leidžiamas laivų apkrovos dydis, gerinamas laivų manevringumas, darbuotojai apmokomi kaip reikia elgtis esant ekstremalioms situacijoms, gilinamos kritinės upių vagų dalys, tobulinamos tėkmę reguliuojančios sistemos. Skatinama įsirengti klimato kontrolės ir vėdinimo sistemas, tiesiant infrastruktūros elementus naudojamos ekstremalioms sąlygoms atsparios medžiagos ir technologijos, sudaromi alternatyvių maršrutų ir trasų planai, kurie bus naudojami užliejus pagrindinius, tobulinama lietaus vandens surinkimo ir drenažo sistema.

Kelios prisitaikymo priemonės yra bendros daugeliui šalių. Viena iš tokių priemonių, pradėtų įgyvendinti Europoje ir tinkama Lietuvai, yra **informacinių sistemų (IS) bei duomenų bazių kūrimas**. Šiose duomenų bazėse yra kaupiama ir sisteminama informacija apie eismo įvykius ir kitus atvejus, nulemtus orų sąlygų arba su jomis susijusių. Pavyzdžiui, be anksčiau minėtų šalių, Austrijoje sukurta geležinkelių eismo sutrikimų duomenų bazė KLIWA, kurioje susisteminti duomenys nuo 1990 metų, arba informacinė sistema DESME, kuri nustato ir įvertina akmenų nuokritų ar nuošliaužų padarytą žalą geležinkeliams (Adaptation of..., 2014).

IS ar duomenų bazės nėra lengvai įgyvendinamas uždavinys, kadangi dažnai tokia informacija laikoma konfidencialia ir privačios įmonės ar kiti transporto sistemos valdytojai nėra linkę ja dalintis, tačiau ji yra pagrindas tolesniems prisitaikymo prie klimato kaitos tyrimams ir kitiems darbams. Europos Sąjungoje yra skatinama tobulinti turimas duomenų bazes bei kurti naujas, skiriant daugiau dėmesio klimato poveikiui: įvertinant ekonominę faktorių ar patirtus nuostolius dėl klimato kaitos ar renkant statistinę informaciją apie orų sąlygų nulemtus eismo įvykius.

Mokslinių tyrimų skatinimas naudingas ne tik teorinėse užduotyse, bet ir praktinėse. Tyrimai rodo, kad mokslininkų ir transporto sistemos valdytojų ar kitų bendrovių bendradarbiavimo nauda yra visokeriopa – pasiekiami pažanga ne tik klimato kaitos ir prisitaikymo tyrimuose, bet ir transporto sistemos modernizavime bei mokslo teorijų įgyvendinime (Adaptation of..., 2014). Tokio bendradarbiavimo pavyzdžiai Europoje:

- **TRaCCA** (angl. „*Tomorrow's Railway and Climate Change Adaptation*“ – „Rytojaus geležinkeliai ir prisitaikymas prie klimato kaitos“; Adaptation of..., 2014; Ciria, 2014) – projektas, inicijuotas Geležinkelių saugumo ir standartų tarybos (angl. „*Rail Safety and Standards Board*“) ir Geležinkelių tinklo (angl. „*Network Rail*“) Jungtinėje Karalystėje ir vykdomas bendradarbiaujant su „Met Office“ (Jungtinės Karalystės orų tarnyba), Birmingemo universitetu ir kitomis organizacijomis bei įmonėmis. Pagrindinis TRaCCa tikslas – inicijuoti, vykdyti ir valdyti inovacijų ir tyrimų programas, kad būtų užtikrintas informacijos ir žinių srautas priimamiems sprendimams dabar ir ateityje. Šiuo metu projektas yra antroje fazėje, kuri pasibaigs 2015 m. gruodžio mėnesį.

- **xGeo** interneto svetainė – sniego dangos parametrų ir nuošliaužų tikimybės prognozavimo įrankiai Norvegijoje, aktualūs hidrologiniai ir meteorologinius duomenys (Baford ir kt., 2013).

- **KLIWAS** – mokslinių tyrimų programa, vykdyta 2009–2013 metais Vokietijoje (KLIWAS, 2013), kurios pagrindiniai objektai buvo: klimato prognozės ir rajonavimas, pakrančių vandenų hidrologija ir ekologija, vidinių vandenų hidrologija ir ekologija. Iš viso įvykdyta 30 tyrimų. Programos tikslas – klimato kaitos sukeltų vandens apytakos pokyčių ir vandens lygio laivybai naudojamų vidiniuose hidrologiniuose objektuose kaitos įvertinimas. Programoje dalyvavo 100 mokslininkų iš 20 skirtingų institucijų.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Transporto sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos pagrindinis tikslas – mažinti jautrumą ir kylančias grėsmes transporto sistemai. Svarbiausia yra identifikuoti pagrindinius iš to kylančius poreikius prieš pasirenkant prisitaikymo priemones. Nors prisitaikymo priemonių klasifikacijų gali būti daug, ne visos jos tinkamos visiems regionams. Remiantis tarptautine praktika (IPCC, 2014) transporto sektoriuje tikslinga taikyti tris pagrindines prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių kategorijas:

1. **Struktūrinės (fizinės)** – tai technologijų vystymas ir modernizavimas, infrastruktūros ar kitų fizinių statinių projektavimas, specialių paslaugų (susijusių su klimato kaita) nišų rinkoje formavimas;

2. **Socialinės** – visuomenės švietimas apie klimato kaitą, jos švelninimą, padarinius ir prisitaikymą, informacinių informavimo ir perspėjimo sistemų kūrimas ir tobulinimas, visuomenės įpročių formavimas (pavyzdžiui, skatinimas vairuoti atsakingiau esant blogam atmosferos matomumui liūtis metu);

3. **Institucinės** – mokesčių ir išmokų sistemos optimizavimas, draudimo išmokų dydžio vertinimas pagal klimato faktorius, valstybės teisinės bazės koregavimas, prisitaikymo planų, scenarijų ir projektų organizavimas.

Transporto sistemos institucinės prisitaikymo priemonės yra pagrindas kitų priemonių realizavimui ir įvykdymui. Struktūrinės priemonės yra ypač didelių finansinių lėšų reikalaujantys projektai, todėl jų vykdymas turi būti pagrįstas užtikrintomis klimato kaitos prognozėmis. Dėl šios priežasties mokslinių žinių gilinimas ir specialių studijų bei tyrimų atlikimas yra svarbi prisitaikymo dalis. Socialinės prisitaikymo priemonės užtikrina visuomenės pritarimą ir paramą vykdant prisitaikymo prie klimato kaitos strategiją, todėl jų vaidmuo yra ypač svarbus. Be to, kuriant ir tobulinant informavimo ir perspėjimo sistemas, galima labai sumažinti ekstremalių orų sąlygų metu patiriamus nuostolius dėl avarių ar kitų nelaimingų atsitikimų.

Atsižvelgiant į klimato kaitos prognozes Lietuvos teritorijai ir transporto sektoriaus pažeidžiamumą siūlomos šios prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

1. Pagrindinės prisitaikymo priemonės:

- **Informacinių transporto sistemų (ITS) plėtra.** Tik modernios ir šiuolaikinės informacinės sistemos gali užtikrinti ne tik operatyvų valstybės piliečių perspėjimą esant nepalankioms orų sąlygoms ar kitiems pavojams, tačiau ir mažiau nuostolingą transporto infrastruktūrą prižiūrinčių darbuotojų darbą ir kelių, geležinkelių nepriekaištingą būklę. ITS plėtra įtraukia: vartotojų perspėjimo sistemą apie avarijas ir kitus transporto judumo trikdžius, infrastruktūrą prižiūrinčių įmonių ir organizacijų informavimo ir sprendimų priėmimo sistemą kelių ir srauto priežiūrai vykdyti, vieno bilieto sistemą vartotojams (skirta skatinti viešojo transporto naudojimą) bei vieną bendrą sistemą vartotojų informavimui apie maršrutus ir kitą aktualią informaciją didinti ir kt.

- **„Išmaniųjų kelių“ projektų įgyvendinimas.** Šiuose projektuose sujungiamos pažangios technologijos statybų, informacinių sistemų, meteorologijos ir automobilių gamybos srityse. Automobilio įranga, palaikydama ryšį su kelyje esančiais detektoriais ir radarais, perduodančiais informaciją į automobilį, gali padėti užtikrinti eismo saugumą ir ekonomiškumą.

- **Transporto priemonių ir infrastruktūros naudotojų bei prižiūrinių darbuotojų kvalifikacijos kėlimas** (ypač vidaus vandens, geležinkelio ir automobilių viešojo transporto sektoriuose), kuris užtikrins naujų technologijų ir medžiagų naudojimą, elgsenos, esant ekstremalioms orų sąlygoms, pokyčius.

- **Transporto infrastruktūros plėtra gerinant jos jungtį su TEN-T.** Užtikrinant pastovų ir nenutrūkstamą keleivių ir krovinių judumą net ir ekstremaliomis orų sąlygomis žymiai sumažintų transporto sektoriaus jautrumą klimato kaitai.

- **Transporto infrastruktūros plėtra mažinant tiesioginį orų sąlygų poveikį jai.** Tiltų rekonstrukcijos, pakeltų kelių tiesimas (potvynių žalos prevencija), kelių ir geležinkelių atnaujinimas naudojant atsparesnes medžiagas ir naujesnes technologijas, naujų kelių tiesimas ir kt. priemonės.

- **Transporto infrastruktūros plėtra potvynių ir poplūdžių užliejimo rizikos zonose.** Pakeltų kelių tiesimas, alternatyvių maršrutų sudarymas, esamų ir naujų pylimų įrengimas bei kitų prevencinių pastatų statymas ar hidrotechninių įrenginių diegimas.

- **Miestų transporto sistemos plėtra.** Visų pirma svarbiausia struktūrinė plėtra: naujų gatvių, aplinkkelių ir kitų struktūrinių elementų kūrimas ir senųjų renovacija atsižvelgiant į klimato kaitos grėsmes. Antra, visuomenės skatinimas naudotis viešuoju ar kombinuotu asmeniniu-viešuoju transportu, nemotorinėmis transporto priemonėmis: „Park&ride“ sistemų plėtra, maršrutų optimizavimas derinant esamus maršrutų laikus tarp skirtingų transporto rūšių, senų optimizavimas ir naujų maršrutų kūrimas, dviračių ir kitų bemotorių transporto priemonių infrastruktūros plėtra.

2. Mažesnės reikšmės priemonės:

- **Visuomenės švietimas.** Televizija, radijas, internetas, spauda, viešosios akcijos, projektai, renginiai – tai tik nedidelė dalis nišų, kuriomis būtų galima šviesti visuomenę ir taip stiprinti žmonių žinias apie prisitaikymą prie klimato kaitos. Nors ne visada žinios apie klimato kaitą priimamos vienodai efektyviai, tačiau žmonių supratimas užtikrina jų bendradarbiavimą ir palaikymą mažinant transporto ar bet kurio kito sektoriaus jautrumą klimato kaitai. Visuomenės švietimas yra sudėtingiausiai realizuojama prisitaikymo priemonė ir jos rezultatus įvertinti yra gan komplikota, tačiau ji naudinga transporto sektoriaus prisitaikymui prie klimato kaitos, pavyzdžiui, žmonės būtų labiau linkę atsižvelgti į ekstremalių orų sąlygų tikimybę, taip sumažindami eismo įvykių skaičių, pasirinkdami mažiau klimato pokyčiams jautrias transporto priemones.

- **Mokslinių tyrimų ir bendradarbiavimo tarp Susisiekimo ministerijos ir jos padalinių bei privačių įmonių su mokslininkais skatinimas.** Prisitaikymo priemonės ir strategija turi būti paremta moksliniais tyrimais, kurių rezultatai tinkami Lietuvos teritorijai, t. y. pritaikyta Lietuvos klimato sąlygoms ir transporto infrastruktūrai. Be to, transporto sektoriaus tobulinimas yra neatsiejamas nuo mokslinės pažangos ne tik globaline, bet ir vietine prasme. Dėl šios priežasties Lietuvos mokslinės bendruomenės palaikymas ir skatinimas yra itin svarbus. Be to, atliekant su klimato kaita ir prisitaikymu susijusius tyrimus yra gilinamos specialistų žinios ir gebėjimai, kurie užtikrina teisingus sprendimus reaguojant į ekstremalias orų sąlygas ar pasirenkant prevencines priemones.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Prisitaikymo priemonių vertinimo kriterijų nustatymas yra neatsiejama prisitaikymo prie klimato kaitos strategijos dalis, tačiau ne visos prisitaikymo priemonės gali būti lengvai įvertinamos. Dauguma iš pateiktų kriterijų gali būti taikomi kiekvienai transporto sistemos daliai atskirai – automobilių, geležinkelių, vandens, jūrų ir oro transportui.

Siūlomi šie kriterijai:

- Informacinių sistemų (IS) ir „išmaniųjų kelių“ plėtros tempai.
- Informacinių sistemų (IS) ar kitų programų, pavyzdžiui, „Park&Ride“ ar vieno bilieto sistemos, naudotojų kiekis (vnt.).
- Kvalifikaciją pakėlusią transporto infrastruktūros naudotojų ir prižiūrinių darbuotojų kiekis (vnt.).
- Naujų ir ekologiškų viešojo transporto maršrutų ilgis ir jų teritorinė aprėptis (pavyzdžiui, kiek gyventojų teoriškai gali naudotis šiais maršrutais, km ir vnt.).
- Optimizuotų viešojo transporto maršrutų naudotojų kiekio kaita (vnt.).
- Naujų transporto sistemos infrastruktūros elementų kiekis ar ilgis (vnt. ar km), diegimui sunaudotos lėšos (Eur).
- Potvynių ir poplūdžių keliamos žalos prevencijos priemonių efektyvumas (investicijos, žalos sumažėjimas, Eur).
- Avarių, įvykusių dėl ekstremalių orų sąlygų, kiekis (vnt.).
- Transporto priemonių vairuotojų apmokymams, kaip elgtis esant ekstremalioms orų sąlygoms, sunaudotos lėšos, apmokytojų skaičius (Eur, vnt.).
- Transporto sistemos įvairių sektorių trikdžių, įvykusių dėl orų sąlygų, kiekis (vnt.).
- Infrastruktūros priežiūrai sunaudotos lėšos (Eur). Infrastruktūros remontui sunaudotos lėšos (Eur).
- Transporto sistemos veiklos sutrikimų dėl ekstremalių orų sąlygų ekonominis poveikis šaliai (nauda ar žala, Eur).

4. Pramonė

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Lietuvos Respublikos pramonės sektoriaus plėtros kryptis nustato „Investicijų skatinimo ir pramonės plėtros 2014–2020 metų programa“, patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2014 m. rugsėjo 17 d. nutarimu Nr. 986 „Dėl Investicijų skatinimo ir pramonės plėtros 2014-2020 metų programos patvirtinimo“. Programa apibūdina esamą pramonės sektoriaus situaciją ir numato prioritėtines sektoriaus vystymo kryptis netolimoje ateityje.

Pagal pramonės poveikį šalies ekonomikai Lietuva yra pramoninė valstybė. Lietuva – viena iš ES valstybių, kurių pramonės sektoriaus sunaudojama energijos dalis, lyginant su kitais ūkio sektoriais, yra didžiausia. Kita vertus, energijos naudojimo efektyvumas, lyginant su ES šalimis, yra mažas.

2020 metais, įgyvendinus ES teisės aktuose ir atskirų sektorių (energetikos, pramonės, transporto, žemės ūkio) politikos dokumentuose nustatytas priemones, bendras išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis neturėtų viršyti 22 mln. tonų CO₂ ekvivalentu.

Siekiant išlaikyti ekonomikos augimą ir mažinti arba stabilizuoti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetamą kiekį, reikia diegti inovatyvias technologijas ir didinti energijos naudojimo efektyvumą pramonės sektoriuje.

Lietuvos pramonės įmonės eksportuoja apie 60 % visų prekių ir paslaugų. Remiantis Europos Komisijos prognozėmis, per artimiausius 10–15 metų 90 % pasaulinio paklausos augimo numatoma už ES ribų.

Plėtojant ir didinant pramonės sukuriamą BVP kiekį svarbu užtikrinti saugų ir ekonomiškai naudingą žaliavų tiekimą. Vietinių žaliavų rinka Lietuvoje yra maža, todėl daugumoje pramonės sektorių augimas neatsiejamas nuo žaliavų importo didėjimo bei gamybos efektyvumo didinimo.

Investicijų skatinimo ir pramonės plėtros 2014–2020 metų programos prioritetinių tikslų siekimą gali paveikti su klimato kaita susiję veiksniai. Prisitaikymas prie klimato kaitos gali būti vienas iš veiksnių, kurie dar labiau skatins siekti užsibrėžtų tikslų, tačiau dėl klimato pokyčių gali keistis įvairių pramonės sektorių veiklos sąlygos, o tai gali paveikti prioritetinių tikslų pasiekimo kelią.

Remiantis kitų šalių patirtimi išskirtos **jautriausios klimato kaitos poveikiui pramonės sritys**:

- įmonių turtas ir darbo jėga (pvz., gali būti daroma žala infrastruktūrai, veikiamas darbuotojų našumas ir mobilumas, sveikata ir sauga);
- įmonių veikla: pakitusi produkcijos paklausa ir reguliavimo aplinka (pvz., rinkos pokyčiai dėl pasikeitusių poreikių arba reglamentavimo, susijusio su klimato kaitos švelninimu ir prisitaikymu prie jos);
- žaliavų tiekimo grandinės ir logistika (pvz., energijos ir medžiagų tiekimo sutrikimai dėl pažeidžiamų transporto tinklų);
- gamtinė ir rinkos aplinka (pvz., klimatui jautrūs ištekliai ir pakitusi konkurencija dėl jų naudojimo);
- finansiniai rodikliai (padidėjęs/sumažėjęs pelnas);
- papildomos kapitalo ir veiklos išlaidos;
- derinimasis prie naujų teisinio reguliavimo reikalavimų;
- sutarčių sąlygos;
- naujų verslo galimybių ir produktų įvairinimas.

Klimato kaita pramonę gali paveikti **tiesiogiai** arba gali būti stebimas **antrinis poveikis**, kai paveikiami kiti su pramone siejami sektoriai, apsprendžiantys prekių ir žaliavų rinką, transportavimą bei taršos reglamentavimą. Tiesioginis poveikis pramonei gali būti siejamas su poveikiu ir grėsme gamybos infrastruktūrai, žaliavų kokybei, produkcijai bei darbuotojams. Klimato kaita gali paveikti darbo sąlygas (Kjellstrom ir kt., 2009) ir darbuotojų efektyvumą bei sveikatą (Radišauskas ir kt., 2014). Dėl pasikeitusio klimato darbui palankių sąlygų trukmė gali sumažėti, tačiau kai kuriems pramonės sektoriams klimato kaitos poveikis gali būti priešingas – veiklai palankių sąlygų laikotarpis gali pailgėti.

Ankščiau įrengta pramonės sektoriaus infrastruktūra dažniausiai buvo planuojama pagal reglamentuojančius dokumentus, kuriuose laikomasi nuostatos, kad klimatas yra stabilus, todėl ši infrastruktūra gali būti nepritaikyta pasikeitusio klimato sąlygomis (Ford ir kt., 2010, 2011; Pearce ir kt., 2011).

Pramonė yra energijos vartotojas, todėl veiksniai, keičiantys energetikos sektorių, gali paveikti ir pramonę. Vienas iš labiausiai tikėtinų antrinių poveikių yra sietinas su klimato kaitos

švelninimu ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo reguliavimu lokaliu, regioniniu ir globaliu mastu. Reglamentuojamas šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas gali būti vienas iš veiksnių, kuris kels veiklos kainą ir ribos augimą.

Klimato kaitos poveikio grėsmė Lietuvos pramonės sektoriui gali pasireikšti dėl įvairių klimato parametrų ir su jais susijusių gamtinių elementų poveikio:

- **Aukštesnė temperatūra ir karščio bangos** gali paveikti darbo sąlygas, produkcijos ir žaliavų sandėliavimą bei transportavimą. Dėl šių priežasčių padidėtų išlaidos patalpų kondicionavimui ir prekių, kurių temperatūrą reikia palaikyti tam tikrame intervale, transportavimo išlaidos. Jei gamybos procesas vyksta tam tikroje temperatūroje arba jo metu sunaudojama ar išskiriama šiluma, aukštesnė arba žemesnė už optimalią, aplinkos temperatūra gali paveikti aušinimo arba šildymo kaštus.

- Karščio bangų metu gali sumažėti darbuotojų našumas, padidėti sergamumas, galimi darbų pertrūkiai (pvz., statybų sektoriuje).

- **Temperatūros kilimas šaltuoju metų laiku** lems išlaidų patalpų šildymui sumažėjimą.

- Šaltuoju metų laiku išliks **ekstremalių šalčių ir staigių atšalimų tikimybė**, todėl galimi staigūs energijos poreikių šuoliai, žaliavų ir gatavos produkcijos pakenkimai, žalingas poveikis darbuotojų sveikatai ir našumui, galimi darbų pertrūkiai ne uždaroje patalpose veikiančiose įmonėse. Todėl pramonės infrastruktūros pertvarkyti vienareikšmiškai šiltesniam klimatui negalima. Infrastruktūra turėtų būti pritaikyta plačiam temperatūros ir kitų klimato rodiklių intervalui.

- **Dėl ilgalaikių oro temperatūros anomalijų** gali pasikeisti vartotojų poreikiai ir prekių paklausa, todėl kai kurie apdirbamosios pramonės sektoriai gali būti priversti operatyviai didinti / mažinti gamybos apimtį, netgi keisti savo produkcijos spektrą.

- **Oro temperatūros kilimas ir laikotarpio su teigiama temperatūra ilgėjimas** gali būti naudingas kasybos sektoriui, nes pailgėtų kasybos sezonas. Aukštesnė šaltojo laikotarpio temperatūra yra palankesnė ir statybos sektoriui, nes gali pailgėti darbų, limituojamų žemos temperatūros, vykdymo laikotarpis. Statyba ir kelių tiesimas yra vieni iš svarbiausių kasybos pramonės produkcijos vartotojų. Pakilus šaltojo sezono temperatūrai ir sutrumpėjus laikotarpiui su temperatūra, žemesne nei tinkama vykdyti veiklą, gali padidėti kasybos sektoriaus produktyvumas ir produkcijos poreikis.

- Numanoma, kad Lietuvoje **kritulių kiekis didės sausį–birželį ir lapkritį–gruodį**, o likusiu metų laiku tikėtinas kritulių mažėjimas. Tiesiogiai kritulių kiekio pokyčiai ir tikėtinas **sniego dangos storio ir dienų su sniego danga skaičiaus mažėjimas** labiausiai gali paveikti ne patalpose vykdomą gamybos arba sandėliavimo veiklą bei logistiką.

- **Liepos–rugsėjo kritulių kiekio mažėjimas ir didesnė vasaros sausrų tikimybė** mažins upių nuotėkį, todėl galima grėsmė įmonėms, kuriose vyrauja vandeniui imlios technologijos. Lietuvoje paviršinis vanduo yra naudojamas pramonėje, todėl sausmečio laikotarpiu gali pasitaikyti laikotarpiai, kai vandens telkiniuose vandens atsargos pasieks ribą, nuo kurios vandens naudojimas bus ribojamas.

- **Kritulių intensyvumo didėjimas** pareikalaus dabar egzistuojančių lietaus vandens nuotekų surinkimo ir drenavimo sistemų rekonstrukcijos, dėl to gali padidėti atitinkamos produkcijos ir darbų paklausa.

- **Oro drėgnio pokyčiai** gali lemti darbuotojų darbo bei gamybos procesų sąlygas. Šiltuoju metų laiku numatomas oro drėgnio sumažėjimas, o šaltuoju padidėjimas. Dėl didesnio drėgnumo šaltuoju metų laiku padidėja darbuotojų susirgimų bei infekcijų plitimo tikimybė.

- Numatomas **dažnesnis audrų pasikartojimas** gali sutrikdyti gamybos procesą bei prekių ir žaliavų transportavimą. Dėl didelio vėjo greičio audrų metu gali sutrikti energijos tiekimas, gali būti pažeidžiama infrastruktūra. Audrų metu dėl nepalankių sąlygų transportavimui gali sutrikti sausumos, oro ir jūrų transporto veikla. Vėjų ir audrų padažnėjimo poveikis labiausiai gali pasireikšti Vakarų Lietuvoje, kur vėjo greitis būna didžiausias. Audrų metu Klaipėdos jūrų uosto veikla gali būti dažniau sutrikdoma, todėl tai neigiamai paveiktų prekių ir žaliavų srautus per šį uostą.

- **Pavojingų meteorologinių reiškinių (perkūnijos, lijundros, krušos, viesulų ir kt.) skaičiaus didėjimas.** Pavojingi reiškiniai gali padaryti daugiau žalos pramonės įmonių infrastruktūrai, sutrikdyti energijos tiekimą ir gamybos bei logistikos procesą.

- **Vidutinis upių potvynių lygis ir užliejama teritorija gali sumažėti, tačiau ekstremalių potvynių užliejama teritorija gali būti artima dvidešimto amžiaus ekstremalių potvynių metu užliejamai teritorijai.** Potvyniai gali apgadinti pramonės įmonių infrastruktūrą, sutrikdyti veiklą ir prekių bei žaliavų srautus. Potvynių keliami nuostoliai per tam tikrą laikotarpį gali sumažėti, jei mažinant potvynių keliamą riziką bus įvertinama ir ekstremalių potvynių grėsmė.

- Pramonėje naudojamas **požeminis vanduo**. Manoma, kad dėl klimato kaitos jo eksploataciniai išteklių turėtų didėti, todėl požeminio vandens išteklių vartojimas pramonėje galėtų ir didėti.

- Dėl **pakilusio jūros vandens lygio** gali būti užliejama upių slėniuose ir reljefo pažemėjimuose esanti teritorija. Pakilus vidutiniam jūros vandens lygiui padidės mažo absoliutaus aukščio teritorijų užliejimo grėsmė audrų metu. Vandens lygio Baltijos jūroje kilimui labiausiai jautrios pramonės įmonės, kurių nekilnojamas turtas yra teritorijoje, kurioje užliejimo grėsmė yra didelė. Galimas tiesioginis aukšto jūros vandens lygio poveikis, kai įmonės teritorija arba pastatai yra užliejami, dėl to gali būti padaryta žala infrastruktūrai ir sutrikdyta įmonių veikla.

- Dėl globalizacijos pramonė gali būti veikiamą ne tik Lietuvos klimato kaitos poveikio, bet ir jo nulemtų pokyčių globaliu mastu. **Globali klimato kaita** gali paveikti regionus, į kuriuos yra eksportuojama produkcija, bei tuos regionus, iš kurių yra gaunamos žaliavos. Lietuvos įmonėms, kurios nemažą dalį žaliavų ar pusfabrikačių importuoja, o didžiąją dalį produkcijos eksportuoja, globalaus klimato pokyčiai gali būti svarbesni nei vietos klimato kaita. Globalios klimato kaitos poveikis gali būti susijęs tiek su gamtinės aplinkos pokyčiais, tiek su klimato nulemtais verslo aplinkos pokyčiais: vartotojų poreikiais, išteklių kainomis ir prieinamumu kitose pasaulio dalyse. Kai kuriuose pasaulio dalyse dėl klimato kaitos gali dažniau pasitaikyti ir tapti ilgesni laikotarpiai, kada dėl aplinkos veiksnių susidaro nepalankios sąlygos vykdyti veiklą arba sumažėja darbo efektyvumas. Šie pokyčiai gali lemti prekių ir žaliavų prieinamumo bei kainų pokyčius, drauge paveikti Lietuvos pramonės įmonių veiklą.

- **Nuo klimato ir orų sąlygų priklauso eksporto ir importo struktūra, žaliavų ir prekių transportavimo sąlygos**, todėl tikėtina, kad, keičiantis globaliam klimatui, keisis ir žaliavų bei prekių transportavimo sąlygos, jų kainos, paklausa ir pasiūla. Didesnė rizika bus toms pramonėms įmonėms, kurios žaliavas ar prekes transportuoja dideliais atstumais.

Klimato kaitos poveikis gali būti ir neigiamas, ir teigiamas. Kaip jis pasireikš priklausys nuo konkrečios pramonės šakos specifikos ir nuo gebėjimo prisitaikyti prie klimato kaitos daromo poveikio ir pripažinimo, kad prisitaikymas ir jautrumo mažinimas yra būtinas, nes gali sumažinti nuostolius bei gali būti naudingas.

Įvairių gamtos veiksnių, tarp jų ir klimato kaitos, keliamą riziką priklauso nuo to, kokia yra reiškinio grėsmė ir koks yra sektoriaus ar atskirų pramonės įmonių jautrumas.

Jautrumą klimato kaitos poveikiui nulemia vykdomos veikos pobūdis ir prisitaikymo geba:

- **Kasyba, karjerų eksploatavimas ir statybos darbai** vykdomi atvirame ore, todėl klimato elementų pokyčiai gali labiausiai paveikti darbo sąlygas ir veiklos vykdymo laiką.

- **Apdirbamosios pramonės** sektoriuje didžioji dalis darbų vykdoma uždaroje patalpose su reguliuojamu mikroklimatu, todėl tikėtina, kad šių sektorių jautrumas tiesioginiam klimato poveikiui ir darbo sąlygoms gali būti mažesnis.

- **Pramonės sektorių, kurių veikla susijusi su žemės ūkio, miškininkystės produktų perdirbimu**, jautrumas klimato kaitai yra vienas iš didžiausių, nes klimato kaita tiesiogiai veikia žaliavų pasiūlą, kainas ir jų importo regionų persiskirstymą.

- **Dideliu jautrumu pasižymi pramonės sektoriai (pvz., stiklo, metalo apdirbimo), kurių veiklai vykdyti yra sunaudojamas didelis kiekis vandens.**

- **Neorganinės kilmės žaliavų ar pusegaminių** pasiūla / paklausa gali taip pat kisti dėl klimato kaitos nulemtą poveikio logistikai ar veiklos sutrikdymo, tačiau poveikis bus mažesnio masto.

- Klimato kaitos poveikis **infrastruktūrai ir logistikai** priklauso nuo konkrečių sprendimų, naudotų kuriant minėtą infrastruktūrą, ir nuo vietinių sąlygų, tad beveik visų pramonės sektorių jautrumas šiam poveikiui yra skirtingas.

Klimato kaitos keliamą riziką pramonei lemiantys papildomi veiksniai:

- šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo reglamentavimas;
- pramonės sektorių teisinis ir politinis reguliavimas;
- informavimo ir konsultacijų dėl klimato kaitos keliamos rizikos infrastruktūra;
- verslininkų kompetencija aktualiais klimato kaitos klausimais;
- klimato kaitos poveikio kiekybinio įvertinimo ir prisitaikymo priemonių efektyvumo tyrimų stoka;
- įmonių finansinis pajėgumas.

Dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo reglamentavimo gali kilti poreikis investicijoms, skirtoms didinti energijos naudojimo efektyvumą ir diegti inovatyvias technologijas. Dėl papildomų išlaidų laikinai gali sulėtėti pramonės sektorių plėtra ir padidėti konkrečių įmonių veiklos kaštai, kita vertus, ateityje jos taptų labiau konkurencingos. Jautriausios šiam netiesioginiam klimato kaitos poveikiui yra tos įmonės, kurių veiklos specifika lemia sąlyginai didelį energijos poreikį gamybos procese, o energijos naudojimo efektyvumas yra mažas. Labiausiai paveiktos gali būti įmonės, kurių energijos naudojimo efektyvumo didinimo kaštai, lyginant su apyvartinėmis lėšomis, būtų dideli.

Konkrečių pramonės įmonių jautrumas klimato kaitai labai priklauso nuo jų prisitaikymo gebos, o viso sektoriaus – nuo prisitaikymui prie klimato kaitos palankios teisinio reguliavimo aplinkos bei informavimo ir konsultacijų infrastruktūros.

Prisitaikymo geba pirmiausia gali būti siejama su prisitaikymo prie klimato kaitos poreikio pripažinimu ir finansiniu pajėgumu įgyvendinti prisitaikymo priemones. Finansinis pajėgumas leidžia vykdyti modernizaciją, gamybos efektyvumo didinimą, mažinti riziką modernizuojant arba perkeltiant infrastruktūrą, konkuruojant dėl žaliavų ir rinkos. Prisitaikymo prie klimato kaitos poreikio pripažinimas leidžia laiku sureaguoti į gamtinės ir rinkos aplinkos pokyčius ir siekti savalaikės reakcijos į juos.

Europos šalių patirtis

Apie klimato kaitos poveikį pramonės sektoriui tyrimų nėra daug (Arent ir kt., 2014), tačiau jį įvertinti galima remiantis Europos aplinkos agentūros, Europos Sąjungos ir kitų valstybių patirtimi. Daugumoje Europos šalių klimato kaitos poveikis ir jos keliami rizika pramonės sektoriui kiekybiškai dar yra neįvertinta.

Pramonės sektorius yra labai heterogeniškas, įvairių įmonių jautrumas ir prisitaikymo galimybės yra labai skirtingos, todėl kiekybinis klimato kaitos poveikis pramonės sektoriui yra mažai ištirtas. Fundamentalių klimato kaitos poveikio ir prisitaikymo priemonių efektyvumo tyrimų trūkumas lemia, kad kol kas tik kai kuriose šalyse įgyvendinamos prisitaikymo priemonės, skirtos pramonės sektoriaus atstovų informavimui apie klimato kaitos poveikį, prisitaikymo kompetencijos didinimui ir galimų priemonių finansavimo mechanizmų kūrimui (Committee ..., 2015).

Labiausiai analizuojamas tiesioginis klimato kaitos poveikis pramonės infrastruktūrai, tačiau kaip analizės rezultatas, dažniausiai pateikiamas tik galimas klimato kaitos poveikis (Communication ..., 2013).

Pramonės sektoriaus jautrumas ir galimos prisitaikymo priemonės yra vertintos Jungtinėje Karalystėje (Climate ..., 2014), Austrijoje (The Austrian ..., 2013), Vokietijoje (German ..., 2008), Suomijoje (Finland's ..., 2005). Šių šalių prisitaikymo prie klimato kaitos strategijose pramonės sektoriaus jautrumas, rizika ir prisitaikymo priemonės dažniausiai vertinamos kartu su finansų, verslo ir paslaugų sektoriais arba pirminės produkcijos sektoriais, nes netiesioginis klimato poveikis pramonės sektoriui dažniausiai pasireiškia per finansinius mechanizmus.

Jungtinės Karalystės nacionalinėje prisitaikymo programoje (Climate..., 2014) akcentuojamas poreikis didinti pramonės ir verslo atstovų žinias apie klimato kaitos keliamą riziką bei apie galimybę šią riziką mažinti. Kaip efektyvus informavimo mechanizmas minimas JK aplinkos agentūros pasirengimo klimatui pagalbos tarnyba (*EA Climate Ready Support Service*). Ši tarnyba padeda didinti verslo ir pramonės sektorių suvokimą apie klimato kaitos riziką ir prisitaikymo galimybes. Mažinti klimato kaitos poveikį žaliavų tiekimui Jungtinėje Karalystėje padeda „Tobulesnio žaliavų tiekimo gamybai iniciatyva“ („*Advanced Manufacturing Supply Chain Initiative*“).

Didinti pramonės sektoriaus ir atskirų įmonių atsparumą klimato kaitai bei pasinaudoti dėl klimato kaitos atsiradusiomis naujomis galimybėmis Jungtinėje Karalystėje padeda bankų finansavimas. Net keletas bankų yra sukūrę finansavimo programas, skatinančias diegti ir tobulinti prisitaikymo prie klimato kaitos priemones.

Austrijos prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje (The Austrian ..., 2013) pateikiamos rekomendacinės priemonės, kaip pramonės sektorius galėtų prisitaikyti prie klimato kaitos. Rekomendacijose akcentuojamas žaliavų ir energijos tiekimo saugumo užtikrinimas, inovacijų diegimas ir sektoriaus atstovų informavimas apie klimato kaitos keliamą riziką.

Vokietijos prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje (German..., 2008) pateikiami ir konkrečių veiklų, susijusių su pramonės sektoriaus prisitaikymu prie klimato kaitos, pavyzdžiai. Viena iš anksčiausiai federalinės valdžios pradėtų vykdyti prisitaikymo priemonių buvo „Klimato kaita“ („*Climate Change*“) Finansinio Forumo metu inicijuotas dialogas tarp Vokietijos švietimo ir mokslo ministerijos bei finansų ir pramonės sektorių atstovų. Dialogo metu aptartos galimybės sukurti finansavimo mechanizmus, skirtus prisitaikymo prie klimato kaitos priemonėms ir jų tyrimams. Vokietijos prisitaikymo prie klimato kaitos strategijos veiksmų plane (2011) pateikiama informacija, kad Vokietijos ekonomikos ministerija finansavo projektus, kurių rezultatai padėtų įvertinti klimato kaitos daromą žalą pramonės sektoriui. Projektų rezultatų apibendrinimą galima

surasti Vokietijos Klimato poveikiui ir prisitaikymui skirtame portale <http://www.umweltbundesamt.de>. Šiame portale pateikiami ir konkrečių priemonių, skirtų sumažinti pramonės infrastruktūros jautrumą klimato kaitai, pavyzdžiai, kurie aktualūs ir Lietuvai. Aktualios priemonės, susijusios su pastatų planavimu, eksploatavimu ir statybų technologijomis: gilesnių ir tvirtesnių pamatų įrengimas, geresnis patalpų terminis izoliavimas, automatinis patalpų vėdinimas naktį.

Suomijos nacionalinėje prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje (Finland's ..., 2005) pateikiamos pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės yra skirtos didinti žinias apie klimato kaitos daromą poveikį sektoriui, galimų konkrečių prisitaikymo priemonių tyrimai, poreikio keisti įstatyminę bazę vertinimas. Suomijos prisitaikymo prie klimato kaitos tyrimų programos (<http://www.finessi.info/ISTO/>) metu buvo vertinti 28 projektų rezultatai. Tik trijuose iš šių projektų: „Adaptation of built environment to flood impacts caused by climate change (VTT)“, „Impacts of natural hazards on infrastructure in a changing climate (VTT)“ ir „Climate change considerations in urban planning (Urban planning)“ skiriamas dėmesys galimam klimato poveikiui pastatams. Panašus poveikis tikėtinas ir pramonės infrastruktūrai. Projektuose akcentuojamos prisitaikymo prie galimo užliejimo priemonės: pylimai, vandens drenažo kanalai, „šlapias“ projektavimas (dalis pastato trumpą laiką gali būti užlieta), statyba ant polių. Šios priemonės gali būti aktualios tik toms Lietuvos pramonės įmonėms, kurios yra didelės užliejimo rizikos zonoje.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Pramonės sektoriaus prisitaikymo priemonės gali inicijuoti ir įgyvendinti pačios pramonės įmonės arba nacionalinės, regioninės bei vietinės valdymo institucijos. Su prisitaikymo infrastruktūra ir politika susijusios prisitaikymo priemonės yra aktualios nacionaliniu lygmeniu. Kitų priemonių aktualumas mažinti su klimato kaita susijusių konkrečių pramonės sektorių ir įmonių riziką priklauso nuo veiklos vykdymo vietos sąlygų, veiklos pobūdžio, žaliavų tiekimo ir produkcijos pardavimo tinklo.

Įvertinus Europos šalių prisitaikymo prie klimato kaitos patirtį pramonės sektoriuje Lietuvoje būtų aktualios šios prisitaikymo priemonės:

1. Prioritetinės priemonės, skirtos didinti pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos gebėjimus.

- **Teisinės reguliavimo aplinkos gerinimas, informavimo ir konsultacijų infrastruktūros plėtra.** Svarbiausia priemonė, leidžianti sumažinti su klimato kaita susijusių pramonės sektoriaus riziką, yra prisitaikymui palanki teisinė reguliavimo aplinka bei informavimo ir konsultacijų infrastruktūra. Kitų šalių patirtis rodo, kad šiuo metu pramonės sektoriaus informavimas yra viena iš efektyviausių prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių. Didelė dalis sektoriaus atstovų (verslininkų) apie klimato kaitos keliamas grėsmes ir prisitaikymo naudą žino mažai. Ši priemonė yra efektyvi, nes didina pramonės sektoriaus atstovų pasiryžimą prisitaikyti, kartu didinama prisitaikymo geba ir mažinama rizika. Pramonės įmonės yra pelno siekiančios organizacijos, todėl, prieš investuodamos į prisitaikymo prie klimato kaitos procesą, jos turi žinoti, kad tai bus naudinga. Informavimo ir konsultacijų infrastruktūra turėtų padėti apsispręsti dėl poreikio prisitaikyti prie klimato kaitos ir padėti surasti tinkamiausius prisitaikymo sprendimus.

- **Jautrumo, rizikos bei galimų prisitaikymo priemonių tyrimai.** Periodiškai atliekami moksliniai tyrimai ir studijos, skirtos įvertinti su klimato kaita susijusias grėsmes, palengvintų

nustatyti prisitaikymo prie klimato kaitos poreikį ir leistų sumažinti šių grėsmių keliamą riziką. Pramonės, kaip ir kitų ūkio sektorių, efektyvus prisitaikymas prie klimato kaitos gali vykti tik tada, kai yra žinoma naujausia ir tiksliausia informacija apie vykstančią klimato kaitą, todėl svarbu atnaujinti klimato kaitos prognozes Lietuvai ir regionui, bent jau po kiekvienos naujos Tarpvyriausybės klimato kaitos komisijos ataskaitos patvirtinimo. Iki šiol Pasulyje atlikta labai nedaug tyrimų, skirtų kiekybiškai įvertinti pramonės sektoriaus ir įmonių jautrumą klimato kaitai. Neturint kiekybinio ar bent detalesnio kokybinio jautrumo vertinimo tyrimų, trūksta informacijos prisitaikymo priemonių planavimui ir įgyvendinimui.

- **Prisitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūros sukūrimas.** Finansavimo mechanizmų sukūrimas leistų įgyvendinti prisitaikymo priemones, kurioms reikia didelių investicijų, bet kurios ilgalaikėje perspektyvoje yra pelningos. Ši priemonė būtų labai aktuali mažą apyvartinį kapitalą turinčioms įmonėms.

- **Klimato kaitos įtraukimas į pramonės sektoriaus atstovų veiklos planus.** Pramonės sektoriaus įmonės turėtų įvertinti, kokią riziką jų veiklai daro klimato kaita ir kokios investicinės bei struktūrinės priemonės yra tinkamiausios jų jautrumo klimato kaitai mažinimui. Kitą vertus, dėl klimato kaitos gali susidaryti palankios sąlygos plėsti veiklą arba didinti pelną. Pavyzdžiui, dėl klimato kaitos mažėja kritulių kiekis pietinėje Europos dalyje. Lietuvoje numatomas nedidelis paviršinio vandens išteklių mažėjimas ir požeminio vandens išteklių didėjimas. Daug vandens reikalaujantys Lietuvos pramonės sektoriai taptų labiau konkurencingi.

- **Klimato kaitos rizikos draudimo paslaugos.** Naujų draudimo paslaugų, kuriuose įvertinama klimato kaitos rizika, vystymas ir pasiūla leistų sumažinti patiriamus nuostolius ir stiprinti prisitaikymo prie klimato kaitos poreikio supratimą.

2. Priemonės, užtikrinančios žaliavų ir energijos tiekimo saugumą bei produkcijos paklausą.

- **Energijos naudojimo efektyvumo didinimas.** Priemonės, skirtos energijos naudojimo pramonėje efektyvumo didinimui ir atsinaujinančius energijos išteklių naudojimo skatinimui, sumažintų klimato kaitos keliamą riziką, susijusią su poreikiu mažinti ŠESD išmetimą ir dėl to didėjančią energijos kainą.

- **Žaliavų naudojimo efektyvumo didinimas ir importo mažinimas.** Pramonei prisitaikant prie klimato kaitos labai svarbu užtikrinti saugią už prieinamą ir konkurencingą kainą bei patikimai įsigyjamų žaliavų tiekimą. Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos užsakymu 2011 m. atliktoje studijoje „Lietuvos ūkio apsirūpinimo svarbiausiomis žaliavomis esamos ir prognozuojamos ateityje situacijos ir šios situacijos poveikio Lietuvos konkurencingumui analizė“ pateikiamos rekomendacijos skatinti žaliavų importo mažinimą ir žaliavų naudojimo efektyvumo didinimą. Mažinant žaliavų importą sumažėtų su juo susijusi klimato kaitos poveikio rizika. Didinant žaliavų naudojimo efektyvumą sumažėtų klimato kaitos poveikio rizika, susijusi su žaliavų kainų kaita, prieinamumu ir tiekimo saugumu.

- **Pramonės simbiozės diegimas.** Klimato kaitos rizika sumažėtų skatinant įmones drauge diegti regiono pramoninės simbiozės principus, leidžiančius taupyti žaliavas ir mažinti atliekų susidarymą.

- **Ilgalaikiai kontraktai su tiekėjais.** Žaliavų ir pusfabrikačių tiekimo saugumą stiprintų ilgalaikiai kontraktai su tiekėjais, kurie užtikrintų stabilias žaliavų kainas net ir ilgai trunkančių ekstremalių hidrometeorologinių reiškinių metu.

- **Globalios klimato kaitos poveikio žaliavų kainai ir prieinamumui prognozavimas.**

Studijos, skirtos įvertinti globalios klimato kaitos poveikį žaliavų kainai ir prieinamumui, svarbios įmonėms, kurios žaliavas importuoja iš jautrių klimato kaitai regionų. Prognozės leistų pasirinkti tiekėjus, kurie galėtų užtikrinti nenutrūkstamą žaliavų tiekimą už ekonomiškai naudingą kainą.

- **Sukauptų žaliavų kiekio didinimas.** Su klimato kaita susijusių trumpalaikių žaliavų tiekimo sutrikimų riziką sumažintų racionalus sukauptų žaliavų kiekio didinimas.

- **Produkcijos vartotojų paklausos analizė.** Dėl klimato kaitos gali kisti vartotojų poreikiai, todėl savalaikė, paremta rinkos studijomis reakcija į poreikių pokyčius padidintų konkurencingumą ir sumažintų nuostolius.

- **Vandens naudojimo efektyvumo didinimas.** Daug vandens gamybos procese arba aušinimui naudojančių pramonės įmonių jautrumas klimato kaitai sumažėtų, padidinus vandens naudojimo efektyvumą.

3. Pramonės gamybos infrastruktūrai klimato kaitos riziką mažinančios priemonės.

- **Dabartinės infrastruktūros pritaikymas kintančio klimato sąlygoms.** Tinkamiausios priemonės infrastruktūros pritaikymui priklauso nuo vietinių sąlygų ir esamos infrastruktūros būklės. Konkrečios priemonės gali būti siūlomos tik atlikus galimybių studiją.

- **Statybos standartų priderinimas prie kintančių klimato sąlygų.** Statant naujus statinius būtina atsižvelgti į pasikeitusias klimato sąlygas. Kintant temperatūros režimui pasikeis patalpų vėdinimo, šildymo ir vėsinimo poreikiai. Dėl didėjančio liūčių intensyvumo planuojamos lietaus drenažo sistemos turi turėti didesnį pralaidumą. Padidėjusi ekstremalių hidrometeorologinių reiškinių grėsmė lems didesnę pramonės infrastruktūrai daromą žalą. Nauji statybos standartai turėtų sumažinti pramonės infrastruktūros jautrumą šiems reiškiniams.

- **Gamybos, sandėliavimo ir transportavimo įrangos pritaikymas kintančio klimato sąlygoms.** Kai kuriems pramonės sektoriams svarbi temperatūra gamybos proceso, sandėliavimo ir transportavimo metu. Įranga, leidžianti vykdyti gamybą, sandėliuoti ir transportuoti žaliavas bei produkciją didesniame temperatūros intervale, leistų išvengti nuostolių ir veiklos sutrikimų per karščio bangas šiltuoju metų laiku ir ekstremalius šalčius žiemą.

- **Investicinės apsaugos nuo užliejimo priemonės.** Apsaugos nuo užliejimų priemonės nacionaliniu mastu Lietuvoje rengiamos, įgyvendinant Potvynių direktyvą. Įgyvendinant direktyvą atsižvelgiama ir į klimato kaitos poveikį. Investicinės apsaugos nuo užliejimo priemonės turėtų būti orientuotos į konkrečių pramonės įmonių rizikos užliejimo mažinimą.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos proceso pažangą ir jo rezultatų efektyvumą galima įvertinti remiantis šiais vertinimo kriterijais:

- Sukurta pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos teisinė reguliavimo aplinka (Taip/Ne).

- Sukurta pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos informavimo ir konsultacijų infrastruktūra (Taip/Ne).

- Pramonės sektorių sprendimus priimančių specialistų informuotumas apie galimas klimato kaitos grėsmes (nustatoma apklausų būdu).

- Sukurta prisitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūra (Taip/Ne).

- Pramonės atstovai, pasinaudoję prisitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūra rengiant arba įgyvendinant prisitaikymo prie klimato kaitos priemones (atstovų skaičius).

- Klimato kaitos rizikos problematika, įtraukta į pramonės sektoriaus atstovų veiklos planus (atstovų skaičius; atstovų dalis, %).
- Sukurta klimato rizikos draudimo paslaugų sistema (Taip/Ne).
- Pramonės atstovai, pasinaudoję klimato rizikos draudimo paslaugų sistema (dalis visų atstovų skaičiaus, %; draudimo suma, mln. Eur).
- Energijos naudojimo efektyvumas (energijos suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti, gamybos plėtra nedidinant energijos sąnaudų).
- Žaliavų naudojimo efektyvumas (žaliavų suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti).
- Išlaidos žaliavų transportavimui (mln. Eur).
- Vandens naudojimo efektyvumas (vandens suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti).
- Pramonės įmonių simbiozė (veikiančių pramonės klasterių skaičius).
- Pramonės klasterių efektyvumas (pirminių žaliavų kiekis / galutinių atliekų kiekis).
- Pramonės atstovai turi ilgalaikius kontraktus, užtikrinančius žaliavų tiekimo saugumą su tiekėjais (dalis visų pramonės įmonių, %).
- Atliktos globalios klimato kaitos poveikio žaliavų kainai ir prieinamumui prognozės (Taip/Ne).
- Žaliavų tiekimo sutrikimų ar kainų pokyčių nuostoliai, susiję su klimato veiksniais (mln. Eur).
- Atliktas esamos pramonės infrastruktūros pritaikymo prie klimato kaitos vertinimas (vertinimą atlikusios įmonės / visos įmonės, %).
- Pramonės įmonėse įgyvendintos infrastruktūros pritaikymo prie kintančio klimato priemonės (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga, %).
- Statybos standartai priderinti kintančio klimato sąlygoms (Taip/Ne).
- Atliktas pramonės infrastruktūros apsaugojimo nuo užliejimo vertinimas (vertinimą atlikusios įmonės / visos įmonės).
- Pramonės įmonėse sukurta infrastruktūra apsaugai nuo užliejimo (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga).

5. Žemės ūkis

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Žemės ūkis (ŽŪ), vertinant jautrumą klimato kaitai, yra vienas labiausiai paveikiamų sektorių, einančių greta su vandens ištekliais, krantais ir žmonių sveikata. Nacionalinėje klimato kaitos valdymo politikos strategijoje (NKKVPS) žemės ūkis priskiriamas prie sektorių, glaudžiai susijusių su prisitaikymu prie klimato kaitos bei su klimato kaitos švelninimo politikos formavimu (LR Seimas, 2012).

Europoje klimato kaitos poveikis bus juntamas įvairiuose sektoriuose. Žemės ūkio sektoriuje prognozuojami klimato pokyčiai turės įtakos javų derliui, gyvulininkystės valdymui ir gamybos vietoms. Dėl didėjančios ekstremalių meteorologinių reiškinių tikimybės ir didesnio jų stiprumo labai padidės rizika prarasti pasėlius. Klimato kaita turės įtakos ir dirvožemiui, nes nyks organinės medžiagos, nuo kurių labiausiai priklauso dirvožemio derlingumas. Daugiau nei 80 % žemės ūkio paskirties žemės drėkinama lietumi. Dėl klimato kaitos labai pasikeis vandens išteklių kokybė ir galimybė jais naudotis – tai turės įtakos daugeliui sektorių, įskaitant ŽŪ (Europos Komisija,

2009b). Kitų šalių patirtis buvo naudinga vertinant Lietuvos ŽŪ sektoriaus jautrumą ir riziką klimato kaitos procesams bei pateikiant galimas prisitaikymo priemones (Radzevičius, Zemeckis, 2011; Prisitaikymas prie..., 2012; Stuogė ir kt., 2012).

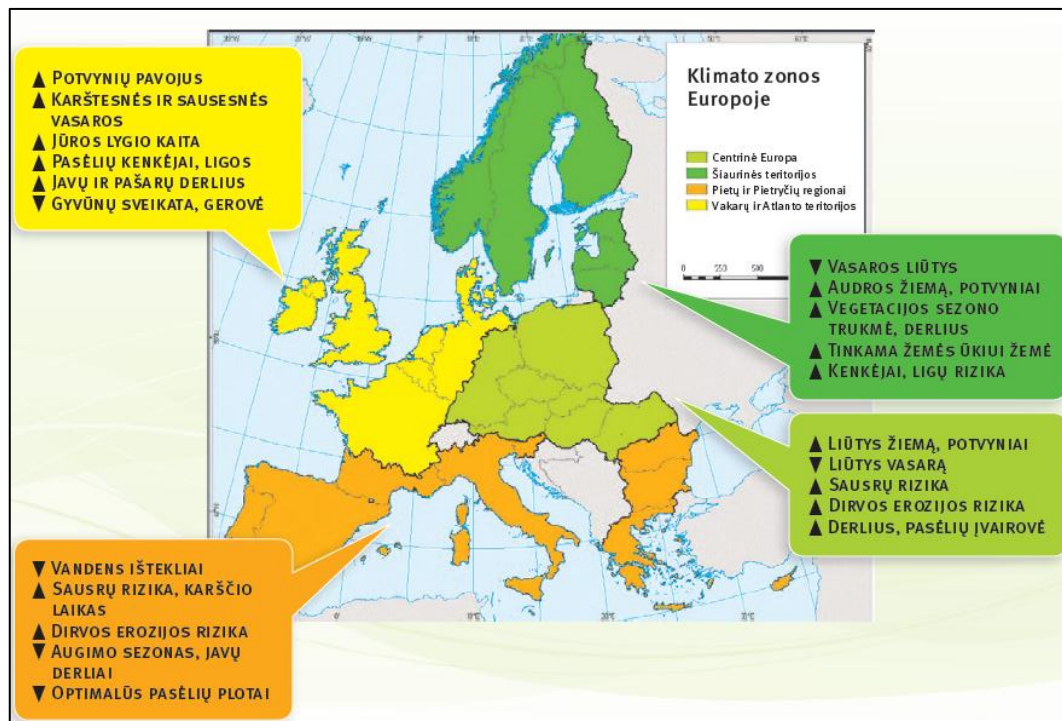
Ankstesnėse studijose buvo nagrinėjamas ŽŪ sektoriaus jautrumas ir pažeidžiamumas, tiesioginis ir netiesioginis klimato kaitos poveikis, atlikta esamų mokslinių tyrimų apžvalga, tačiau konkrečioms prisitaikymo prie klimato kaitos priemonėms dėmesio skirta nedaug (Klimato ..., 2007).

Klimato kaita turėtų atnešti didelių iššūkių Europos ŽŪ sektoriui, jie įvairiuose regionuose bus nevienodi (5.1 pav.). Tarpvyriausybinė klimato kaitos komisija (IPCC) pažymi, kad XXI a. dėl didesnių CO₂ kiekių atmosferoje didės ne visų augalų derlingumas, pavyzdžiui, kviečių derlingumas per artimiausius dešimtmečius nesikeis (vidutinė įvykio tikimybė).

Pasaulio mastu yra išskiriamos kelios specifinės grėsmės žemės ūkiui: vandens išteklių trūkumas; drėkinimo poreikis; ekstremalių orų poveikis; padidėjęs kenkėjų ir ligų pavojus; dirvos derlingumo, rūgštingumo, druskingumo ir erozinių procesų pokyčiai; poveikis derliaus kiekiui, auginimo sąlygoms; optimalių gyvulininkystės produkcijos sąlygų pokyčiai; poveikis vartotojams ir žemėnaudai (Adaptation to..., 2007; FAO, 2012; Juškevičius ir kt., 2012).

Galimas klimato kaitos poveikis Baltijos jūros rytinėje pakrantėje susijęs su stipriomis audromis ir lietaus sukeltais staigiais poplūdziais, kurie labiausiai tikėtini žiemos sezonu. Temperatūros augimas 1–3 °C lems išaugusį derlių ir padidėjusius ŽŪ pasėlių plotus dėl pailgėjusio vegetacijos sezono, tačiau kartu išaugs naujų ligų ir kenkėjų rizika (Adaptation to..., 2007).

Europos Komisijos Žemės ūkio ir kaimo plėtros generalinio direktorato užsakymu atlikto tyrimo metu įvertinta ŽŪ sektoriaus jautrumas ir rizika (išreiškiama aukšta arba vidutine tikimybe) šiems su klimato kaita susijusiems procesams (5.1 lentelė).



5.1 pav. Galimas klimato kaitos poveikis žemės ūkiui (Prisitaikymas..., 2012; pagal Žemės ūkio..., 2008).

Kontinentinei Europos daliai (jai priskirta Lietuva) būdinga: sniego dangos storio mažėjimas (aukšta tikimybė); sniego tirpsmo datų ankstėjimas ir intensyvumo augimas (aukšta); pasėlių

produktyvumo ir išplitimo pokyčiai (vidutinė); išaugsiantis pasėlių produktyvumas (kenkėjų skaičius) dėl temperatūros augimo (aukšta); kviečių ir sojos derliaus padidėjimas mineralinėse dirvose (vidutinė); kviečių ir kukurūzų derliaus sumažėjimas dėl sumažėjusio kritulių kiekio (vidutinė); išaugusi ekstremalių reiškinių pasikartojimo tikimybė (aukšta); potvynių dažnumo ir stiprumo augimas (aukšta); vasaros poplūdžių dažnumo ir stiprumo augimas (aukšta); šlapynių panaudojimas agrarinėms reikmėms (vidutinė) (Adaptation to..., 2007; Donatelli ir kt., 2012).

5.1 lentelė. Europos šiaurinei kontinentinei agro klimatinei zonai klimato kaitos keliamos grėsmės ir galimybės. Vertinimas išreiškiamas aukšta, vidutine ar žema klase (pagal Adaptation to..., 2007).

Grėsmės ir galimybės	Stiprumas	Galimumas	Prioritetas
Pasėlių plotų sumažėjimas dėl optimalių sąlygų trūkumo	Žema	Aukšta	Vidutinė
Pasėlių produktyvumo sumažėjimas	Žema	Aukšta	Vidutinė
Padidėjęs ligų, kenkėjų ir piktžolių rizikos laipsnis	Aukšta	Vidutinė	Aukšta
Pasėlių kokybės sumažėjimas	Žema	Aukšta	Vidutinė
Padidėjęs potvynių pavojus	Aukšta	Aukšta	Aukšta
Padidėjęs sausrų ir vandens trūkumo pavojus	Aukšta	Aukšta	Aukšta
Vandens kokybės blogėjimas	Aukšta	Vidutinė	Aukšta
Gyvulininkystės produkcijos blogėjimas	Vidutinė	Aukšta	Aukšta
Vandens lygio kylimas	Aukšta	Aukšta	Aukšta
Pasėlių išplitimo kaita ir optimalių sąlygų pagerėjimas	Aukšta	Vidutinė	Aukšta
Pasėlių produktyvumo padidėjimas	Vidutinė	Vidutinė	Vidutinė
Miškų produktyvumo padidėjimas	Vidutinė	Žema	Žema
Vandens pakankamumas	Aukšta	Aukšta	Aukšta
Mažesnės energijos sąnaudos šiltnamiuose	Žema	Aukšta	Vidutinė
Gyvulininkystės produkcijos pagerėjimas	Vidutinė	Aukšta	Aukšta

Lietuvos ŽŪ augalininkystės sektoriui didžiausią poveikį daro sausras, karščio ir šalčio bangos, liūtys, šalnų ir kruša.

Gyvulininkystės sektoriui didelė grėsmė kyla dėl karščio bangų ir sausrų poveikio.

Klimato kaitos poveikis žemės ūkiui aprėpia ne tik Lietuvos agro klimatinius išteklius, augalų produktyvumą, bet ir dirvožemio hidrocheminius procesus, augalų bei gyvulių ligų ir kenkėjų paplitimą, socialines pasekmes.

ŽŪ sektoriui klimato kaitos keliamos svarbiausios grėsmės ir iššūkiai:

- derlingumo ir žemės ūkio produkcijos pokyčiai dėl pasikeitusių vidutinių higraterminių (drėgmė ir temperatūra) ir spinduliuotės balanso sąlygų;
- derlingumo ir žemės ūkio produkcijos pokyčiai (teigiami ir neigiami) dėl pailgėjusio vegetacijos laikotarpio ir sniego dangos nepastovumo;
- derlingumo ir žemės ūkio produkcijos mažėjimas dėl padidėjusio klimato ekstremalumo ir jo sukeltų padarinių (saurų, potvynių, šalnų, audrų, gaisrų ir kt.) poveikio;
- derlingumo ir žemės ūkio produkcijos našumo mažėjimas dėl pernelyg lėtos technologijų plėtros ir inovacijų trūkumo;
- derlingumo ir žemės ūkio produkcijos kiekio mažėjimas dėl įvairių ligų ir kenkėjų pagausėjimo, dirvožemių degradacijos bei dirvos, vandens ir oro kokybės pokyčių;
- ūkininkavimo formos (ekologiniai ūkiai, veiklos įvairinimas) ir specializacijos pritaikymas, siekiant optimaliai išnaudoti pasikeitusį gamtinį potencialą;
- santykio tarp ūkinių ir natūralių (gamtinių) sistemų optimizavimas, perskirstant žemėnaudos prioritetus, atsižvelgiant į turimą teritorijų potencialą;

- pelno iš žemės ūkio produkcijos ir draudimo išmokų sistemos stabilizavimas, taikant įvairias teisines, planavimo, socialines ir ekonomines priemones;
- žmonių, dirbančių žemės ūkyje ir iš jo gyvenančių, socialinių poreikių užtikrinimas, taikant įvairias teisines, planavimo, socialines ir ekonomines priemones.

Europos šalių patirtis

Daugelis Europos šalių yra parengusios prisitaikymo prie klimato kaitos strategijas įvairiems sektoriams, tarp jų ir ŽŪ (Stoorvogel, 2009; Ministry ..., 2011; Department ..., 2013). Naudingos informacijos apie ES prisitaikymo prie klimato kaitos veiksmus ŽŪ sektoriuje galima rasti „Europos prisitaikymo prie klimato platformoje – „Climate-ADAPT“ (climate-adapt.eea.europa.eu/home).

Baltijos jūros regione Suomija buvo pirmoji ES šalis, parengusi nacionalinę prisitaikymo prie klimato kaitos strategiją (2005). Įkandin sekė Danija (2008), Vokietija (2008), Norvegija (2010), Lietuva (2012) ir Lenkija (2013). Visuose nacionalinėse strategijose ŽŪ yra išskiriamas kaip vienas iš prioritetinių sektorių (German ..., 2008; Department ..., 2013; Ministry ..., 2013). Nors Švedija nėra parengusi specialios žemės ūkio prisitaikymo prie klimato kaitos strategijos, tačiau prisitaikymas ŽŪ sektoriuje yra įtrauktas į kitus dokumentus (Goodsite ir kt., 2013).

Suomijos nacionalinėje prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje daug dėmesio skiriama mokslinių tyrimų, apimančių derlingesnių rūšių introdukciją, pasėlių produktyvumo didinimą, augalų rūšių ir veislių atsparumo stiprinimą, plėtrai. Taip pat akcentuojamas bendradarbiavimas tarp gamintojų, tyrėjų ir privataus sektoriaus (Finland's ..., 2005).

Vokietijos nacionalinėje prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje akcentuojami žemės ūkio ekologiniai aspektai ir natūralaus kraštovaizdžio elementų apsauga: dirvožemio savybių išsaugojimas ir apsaugos stiprinimas, agrarinės bioįvairovės išsaugojimas, daugkartinis vandens panaudojimas ir irigacija, ekstensyvios žemdirbystės skatinimas, naujų galvijų veislių ir jų laikymo sąlygų bei naujų žemės ūkio kultūrų ir veislių tyrimai (German ..., 2008).

Jungtinės Karalystės prisitaikymo prie klimato kaitos programoje pirmiausiai numatoma didinti visuomenės informuotumą ir supratingumą. Akcentuojama įvairių programų ir projektų sklaida, agrotechnologinės strategijos parengimas ir drenažo sistemų panaudojimas. Taip pat numatomi tyrimai skirti dirvožemio būklės stiprinimui bei gyvūnų ligų ir kenkėjų paieškai (Department ..., 2013).

Lenkijos nacionalinėje prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje numatoma daugiau dėmesio skirti naujų planų, instrumentų ir papildomų strategijų rengimui, kurie leistų apsaugoti natūralų gamtinį karkasą, išsaugoti esamą žemės ūkio naudmenų potencialą, įdiegti gaisrų priežiūros sistemą, sistemingai vykdyti klimato kaitos procesų stebėseną. Taip pat akcentuojama parama naujoms technologijoms, inovacijų skatinimo būtinybė, draudimo sistemos efektyvumo didinimas (Ministry of..., 2013).

ES prisitaikymo prie klimato kaitos svarba ŽŪ buvo apibrėžta komunikate „Baltoji knyga – Prisitaikymas prie klimato kaitos. Europos veiksmų programos kūrimas“ (Europos Komisija, 2009a). ES numatė ŽŪ atsparumo klimato kaitai didinimą ir pateikė prioritetines ŽŪ prisitaikymo strategijos plėtros kryptis (Europos Komisija, 2009b).

2013 m. Europos Komisija paskelbė „ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategiją“, kurioje numatoma, kad prisitaikymo priemonių įgyvendinimas turi vykti visais lygmenimis – vietos, regiono ir nacionaliniu. Taip pat pabrėžiama, kad prisitaikymo veiksmai atvers naujų rinkos

galimybių ir padės sukurti naujų darbo vietų tokiuose sektoriuose kaip žemės ūkio technologijos, ekosistemų valdymas ir vandentvarka (Europos Komisija, 2013)

ES veiklos atsparumo klimato kaitai didinimas ir prisitaikymo pagrindiniuose pažeidžiamuose sektoriuose skatinimas numatytas kaip atskiras veiksmas – integruoti šiuos uždavinius į bendrąją žemės ūkio politiką (BŽŪP) ir sanglaudos politiką. Remiantis šiuo veiksniu valstybės narės, taip pat ir Lietuva, turėtų užpildyti žinių spragas ir investuoti į analizes, rizikos vertinimus, priemones ir gebėjimus, kurių reikia taikantis prie klimato kaitos (Europos Komisija, 2013).

Kartu su „ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategija“ parengtas išplėstinis lydinčių dokumentų paketas, iš kurių tiesiogiai su ŽŪ politika susijęs dokumentas „Principai ir rekomendacijos dėl prisitaikymo prie klimato kaitos integravimo į 2014–2020 m. Kaimo plėtros programas (European Commission, 2013b).

Kadangi pritaikymas prie klimato kaitos, užtikrinant kaimo plėtrą, reikalauja kompleksinio požiūrio, 2014–2020 metų laikotarpio BŽŪP įgyvendinimas turi būti pagrįstas tarpsektoriniais siekiais ir metodais (European Commission, 2013b).

Vykdamas ŽŪ sektoriaus prisitaikymą ES mastu rekomenduojama:

- atsižvelgiant į klimato tendencijas, nustatyti atsparias vietas bei sektorius ir įvertinti poreikius bei galimybes keisti pasėlius bei jų rūšis;
- remti žemės ūkio tyrimus ir eksperimentinį auginimą, siekiant atrinkti pasėlius ir plėtoti geriausiai prie naujų sąlygų pritaikytas rūšis;
- formuoti prisitaikymo gebėjimus ir tuo tikslu didinti suvokimą ir teikti pagrindinę klimatinę informaciją bei konsultacijas ūkio valdymo klausimais.

ES numato šias galimas trumpalaikes ir vidutinės trukmės prisitaikymo priemones (European Commission, 2013b):

- priderinti ūkininkavimo veiklos kalendorių, pavyzdžiui, sodinimo ar sėjos ir priežiūros darbų laiką;
- imtis techninių sprendimų, tokių kaip apsaugoti sodus nuo šalnų žalos arba tobulinti gyvūnams skirtų patalpų ventiliacijos ir vėdinimo sistemas;
- parinkti pasėlius ir rūšis, kurios prisitaikytų prie numatomos augimo sezono trukmės ir prie to, kiek esama vandens išteklių, ir būtų atsparesnės naujoms temperatūros ir drėgmės sąlygoms;
- pritaikyti pasėlius, pasinaudojant turima genetinė įvairove ir naujomis biotechnologijos teikiamomis galimybėmis;
- didinti kenkėjų ir ligų kontrolės efektyvumą, pavyzdžiui, gerinti stebėseną, naudoti įvairią sėjomainą arba kompleksinius kenkėjų valdymo metodus;
- taupyti vandenį, mažinti vandens nuostolius, gerinti drėkinimo metodus ir pakartotinai panaudoti arba kaupti vandens atsargas;
- gerinti dirvožemio kokybės valdymą, didinant vandens sulaikymą tam, kad būtų išsaugota dirvožemio drėgmė, ir gerinti kraštovaizdžio valdymą, pavyzdžiui, išsaugant prieglobstį naminiams gyvuliams suteikiančius bendrus vietovės elementus;
- auginti karščiui atsparesnių veislių naminius gyvulius ir pritaikyti karščio sąlygomis auginamų gyvulių šėrimo metodus;
- daugiau investuoti į drėkinimo infrastruktūros bei vandens naudojimo technologijų efektyvumo gerinimą ir vandens išteklių valdymą;
- kurti drėkinimo planus, kurie būtų paremti išsamiu jų poveikio įvertinimu, atsižvelgiant į būsimus vandens išteklius, įvairių vartotojų vandens poreikį ir paklausos bei pasiūlos derinimą;

- pavojaus valdymo instrumentų (tokių kaip draudimas, perspėjimo sistemos) numatymas, susiduriant su ekonominiais ekstremalių reiškinių efektais.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Pastaraisiais metais žemės ūkio prisitaikymo prie klimato kaitos klausimams LR strateginiuose dokumentuose skiriama nemažai dėmesio. „Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 m. programoje“ prisitaikymas prie klimato kaitos yra įtrauktas į bendrą strategiją. Vienas iš programos prioritetų yra „Skatinti efektyvų išteklių naudojimą ir remti perėjimą prie klimato kaitai atsparios mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomikos žemės ūkio, maisto ir miškininkystės sektoriuose“. Rekomenduojama įvairias būdais skatinti gyvulių augintojus diegti ūkininkavimo metodus, mažinančius poveikį aplinkai ir klimato kaitai. Horizontalių priemonių įgyvendinimas remis su klimato kaitos švelninimu ir prisitaikymo prie jos susijusių ūkininkavimo būdų plėtrą Lietuvoje, perduodant žinias, kuriant bei diegiant modernias, klimatui palankias technologijas (Lietuvos ..., 2015).

Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija ir Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas kartu su tarptautiniais partneriais 2009–2012 m. įgyvendino projektą „*BalticClimate* – klimato kaitos įtaka Baltijos jūros regiono vystymosi galimybėms“. Projekto metu Lietuvoje didžiausias dėmesys buvo skirtas ŽŪ sektoriui. Projekto veiklą apibendrinančiame leidinyje pateikiama informacija apie klimato kaitos iššūkius žemės ūkiui, prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės žemės ūkyje nacionaliniame ir regioniniame lygmenyse, pateikiamos metodinės rekomendacijos savivaldybėms kaip prisitaikyti prie klimato kaitos (Prisitaikymas ..., 2012).

„NKKVPS veiksmų plano“ 2014 m. redakcijoje, siekiant agrarinio sektoriaus atsparumo klimato pokyčiams didinimo, numatytos kelios su ŽŪ sektoriumi susijusios prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės (LR Vyriausybė, 2014).

ES rekomenduoja, numatant prisitaikymo kryptis, atsižvelgti į priemonių įgyvendinimo lygį (nacionalinis, savivaldos, vietinis) ir jų įgyvendino trukmę (trumpalaikė, vidutinės trukmės ar ilgalaikė). Ne visos ES prisitaikymo priemonės gali ir turi būti taikomos Lietuvoje. Prisitaikymo priemonės turėtų būti parinktos atsižvelgiant į „Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 m. programoje“ paskelbtus prioritetus (LR Žemės..., 2015).

Remiantis sukaupta patirtimi ir atsižvelgiant į Lietuvos teritorijos jautrumą bei klimato kaitos keliamą riziką, rekomenduojamos šios nacionalinio ir savivaldybių lygmens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

Nacionalinio lygmens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės žemės ūkio sektoriui:

- subalansuota teritorinė plėtra, išsaugant natūralias gamtines ekosistemas, racionali žemėnauda;
- žemės ūkio potencialo atkūrimas ir prevencinių priemonių (ūkių konsolidacija, veiklų diversifikacija, ekologinis ūkininkavimas, derlingų melioruotų žemių panaudojimas, racionali žemėnauda, priešerozinės priemonės, gaisrų ir stichinių reiškinių perspėjimo sistema) diegimas;
 - augalų ir gyvūnų kenkėjų ir ligų prevencijos, stebėsenos ir kontrolės sistemos plėtra;
 - nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimo ūkininkams sistema;
 - agrarinės aplinkosaugos priemonės: apsauginių augalijos juostų ir buferinių zonų įrengimas aplink intensyviai dirbamus ariamos žemės plotus, ražienų per žiemą laikymas;
 - mokslinių tyrimų, skirtų agrocenozių klimatinio potencialo stiprinimui bei agrometeorologiniam modeliavimui ir prognozavimui, plėtra;

- investicinės ūkio lygmens priemonės (kondicionavimas, pusiau atviro tipo tvartai ir kt.);
- agrometeorologinio monitoringo plėtra ir agrometeorologinio prognozavimo paslaugų diegimas;
- žemės ūkio naudmenų sausavimo ir drėkinimo inovatyvių sistemų kūrimo ir priežiūros skatinimas;
- draudimo išmokos, savitarpio pagalbos fondai, pajamų stabilizavimo priemonės.

Savivaldybių lygmens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės žemės ūkio sektoriui:

- rajonų savivaldybes įpareigoti vykdyti ekologinio gyventojų švietimo, prisitaikymo prie klimato kaitos informacijos sklaidos ir įgyvendinimo funkcijas;
- gyventojų ekologinės savimonės ir bendruomeniškumo stiprinimas per savivaldos atstovus ir žiniasklaidos priemones;
- išsilavinusių, dirbti naujausiomis technologijomis gebančių žmonių motyvavimas ir skatinimas (atleidimas nuo mokslo mokesčio, lengvatos prekėms ir paslaugoms, įsikūrimo subsidijavimas ir pan.) dirbti kaime;
- galimų alternatyvių veiklų rajonų savivaldybės teritorijoje strategijų parengimas;
- teritorijos ūkinio potencialo stiprinimas, aktyvinant žemės ūkio valdų konsolidacijos procesus;
- biokurui skirtų trumpos rotacijos želdinių įveisimas, biokuro logistikos infrastruktūros sukūrimas, biokuro katilinių įrengimas;
- ekologiškos produkcijos auginimo, transportavimo, saugojimo, perdirbimo ir realizavimo infrastruktūros sukūrimas aplink tankiai apgyvendintas teritorijas (miestai);
- dirvožemio, požeminio ir paviršinio vandens taršos prevencija, griežtinant aplinkosaugos kontrolę (itin pažeidžiamose teritorijose, pakrantės juostose ir zonose);
- investicinės priemonės gerinant gyvulių ir paukščių laikymo sąlygas, atliekų utilizavimo sistemų kūrimas ir tobulinimas;
- nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimo sistemos ūkininkams diegimas;
- gamtinių stichinių reiškinių padaromos žalos žemės ūkiui draudimo ir kompensavimo mechanizmo sistemos tobulinimas, draudimo bendrovių skatinimas ir draudimo paketų įvairovės didinimas;
- naminių gyvulių ganiavos natūraliomis sąlygomis laiko ilginimas ir tam skirtų plotų didinimas;
- teritorijos ūkinio potencialo, išnaudojant išaugšančius žemės ūkio kultūrų produktyvumo ir derliaus kokybės rodiklius, didinimas;
- šilumą mėgstančių ir sausoms atsparesnių augalų veislių diegimas. Apleistų ir mažo našumo (≤ 35 balai) žemių panaudojimas, neleidžiant plisti menkaverčiams augalams: apsodinant mišku, pritaikant gyvulių ganiavai, auginant biokuro gamybai skirtas kultūras;
- ekologinio ūkininkavimo skatinimas teritorijose, pasižyminčiose didesniais reljefo nuolydžiais ($\geq 10^\circ$) ir mažesnio našumo žemėmis (≤ 35 balai);
- sodininkystės ir daržininkystės plėtra teritorijose, kur mažesnis šalnų pavojus, maža potvynių ir poplūdžių rizika;
- ariamų laukų apsodinimas želdinių (medžių ar krūmų) juostomis, siekiant sumažinti vėjo erozijos ir kitą neigiamą poveikį;
- miškų pakraščiu apsodinimas giluminę šaknų sistemą turinčių medžių juostomis, saugant medynus nuo vėjovartų;

- lapuočių medžių sodinimas teritorijose, pasižyminčiose karstiniais procesais, didesniais reljefo nuolydžiais ($\geq 10^\circ$), mažesnio našumo žemėmis (≤ 35 balus);
- mažiau palankių ūkininkauti teritorijų panaudojimas alternatyviai ūkinei veiklai (golfo laukai, kaimo turizmo sodybos, senoviniai amatai ir kt.);
- natūralių gamtinių ekosistemų, gamtinio teritorinio karkaso, saugomų teritorijų tinklo struktūros optimizavimas, planuojant žemės ūkio paskirties naudmenų plėtrą;
- apsauginių augalijos juostų ir šlapių žemių buferinių zonų įrengimas aplink intensyviai dirbamus (naudojant trąšas ir pesticidus) ariamos žemės plotus;
- dideliu (daugiau kaip 1 kartą per 10 metų) potvynių ir poplūdžių pavojumi pasižyminčiose upių atkarpose ūkinės veiklos ribojimas; pylimų ir kitų hidrotechninių įrenginių statymas; teritorijos pritaikymas turizmo, rekreacijos ar gamtinėms reikmėms.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Nacionalinio lygmens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių įgyvendinimo efektyvumo vertinimo kriterijai:

- augalų ir gyvūnų kenkėjų ir ligų prevencijos, stebėsenos ir kontrolės sistemos funkcionalumas ir efektyvumas, nustatyti ligų ir kenkėjų rūšiniai pokyčiai (vnt.);
- atkurti žemės ūkio paskirties ir miško plotai (ha);
- žemės plotas, kuriame įgyvendinti subalansuoti teritorinės plėtros projektai (ha);
- plotas, kuriame sėkmingai pritaikytos agrarinės aplinkosaugos priemonės (ha);
- nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimo ūkininkams sistemos efektyvumas;
- renovuotų ir naujai įrengtų susinimo bei drėkinimo sistemų plotai (ha);
- žemės ūkio pažeidžiamumo dėl klimato kaitos mokslinis iširtumas;
- draudimo paslaugų plėtra (apsidraudusių ūkininkų dalis nuo visų ūkininkaujančiųjų) (%);
- investicijų į prisitaikymo prie klimato kaitos priemones apimtis (Eur);
- agroklimateinių išteklių kaitos iširtumas.

Savivaldybių lygmens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių įgyvendinimo efektyvumo vertinimo kriterijai:

- rajonų savivaldybių specialistų kompetencijos prisitaikymo prie klimato kaitos klausimais didėjimas;
- rajonų savivaldybių skaičius (vnt.), kuriose vykdomas ekologinis gyventojų ir ūkininkų švietimas, vyksta prisitaikymo prie klimato kaitos informacijos sklaida;
- tiesiogiai užsiimančių ekologiniu švietimu darbuotojų skaičius savivaldybėje (žm. sk.);
- rajono savivaldybių, įgyvendinančių prisitaikymo prie klimato kaitos priemones, skaičius (vnt.);
- žemės ūkio valdų konsolidacijos proceso intensyvumas (sk. per metus ar % nuo visų valdų);
- biokuro katilines turinčių ir naudojančių vietinį biokurą gyvenviečių skaičius savivaldybėse (vnt.);
- ekologiškos produkcijos kiekio realizavimo vietinėje rinkoje (t per metus) ir ekologinių ūkių skaičiaus augimas (% per metus);
- nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimus gaunančių gyventojų (ūkininkų) skaičius (vnt.);

- naujai apsidraudusių dėl gamtinių stichinių reiškinių padaromos žalos žemės ūkyje ūkininkų skaičius savivaldybėse (vnt.), draudimo paslaugų plėtra (apdraustų pasėlių plotas, galvijų skaičius, draudimo išmokos ir pan.);
- žemės ūkio kultūrų produktyvumo augimas (t/metus);
- derliaus kokybės gerėjimas;
- šilumą mėgstančių ir sausroms atsparesnių augalų veislių plotų augimas (ha/metus);
- apšodintų mišku, pritaikytų gyvulių ganiavai ar biokuro gamybai plotų augimas (ha/metus);
- naujų ir besiplečiančių sodų ir daržų skaičius savivaldybėse (vnt./metus);
- ariamų laukų, apšodintų želdinių juostomis, plotas savivaldybėse (ha/metus ir km/metus);
- veiklos diversifikavimas, alternatyviai ūkinei veiklai skirtų teritorijų plotas savivaldybėse (ha/metus), įsteigtų veiklų skaičius savivaldybėse (vnt.);
- santykio tarp natūralių gamtinių ekosistemų ir planuojamų žemės ūkio paskirties naudmenų kaita savivaldybės teritorijose (% per metus);
- apsauginių augalijos juostų ir šlapių žemių apsauginių zonų plėtra savivaldybėse (ilgis arba ha/metus);
- dideliu (daugiau kaip 1 kartą per 10 metų) potvynių ir poplūdžių pavojumi pasižyminčiose upių slėnių atkarpose ribojamos veiklos atvejai savivaldybėse (vnt.);
- naujai įrengtų ar atnaujintų hidrotechninių įrenginių skaičius savivaldybėse (vnt.).

6. Kraštovaizdis

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Kraštovaizdis – žemės paviršiaus gamtinių (paviršinių uolienu ir reljefo, pažemio oro, paviršinių ir gruntinių vandenių, dirvožemio, gyvųjų organizmų) ir (ar) antropogeninių (archeologinių liekanų, statinių, inžinerinių įrenginių, žemės naudmenų ir informacinio lauko) komponentų, susijusių medžiagiais, energiniais ir informaciniais ryšiais, teritorinis junginys. Tai žmonių suvokiama vietovė (teritorija), kurios pobūdį nulėmė gamtiniai ir (ar) antropogeniniai veiksniai ir jų sąveika. Kraštovaizdis – gamtos ir žmonių tarpusavio veiklos rezultatas, jo kokybei turi įtakos tiek gamtinė, tiek įvairiapusė žmogaus veikla.

Klimato kaitos ir kitų gamtinių veiksnių poveikis kraštovaizdžiui pasireiškia priklausomai nuo kraštovaizdžio erdvinės (teritorinių vienetų) struktūros. Kraštovaizdžio teritoriniai vienetai skiriami atsižvelgiant į morfologinius (gamtinius ir kultūrinius, etnografinius kraštovaizdžio elementus), ekologinius, taikomuosius ir planavimo veiksmus.

XX a. viduryje prasidėjusi intensyvi kraštovaizdžio antropogenizacija lėmė atskirų teritorijų struktūros, jų erdvinės sąskaidos pokyčius ir labiausiai pakenkė ekosistemų ekologiniam stabilumui. Didėjant miestų gyventojų skaičiui, išsigalėjus industrinei statybai, buvo sparčiai statomi tipiniai daugiabučiai gyvenamieji namai, pakito miestų erdvinė struktūra, siluetai.

Po 1990 metų susidarė naujos politinės, ekonominės, socialinės ir teisinės sąlygos formuoti kraštovaizdį tradicinio žemės naudojimo būdo, kultūrinio savitumo gaivinimo linkme. Šiuo laikotarpiu kraštovaizdžio formavimąsi labiausiai veikia žemės reformos padariniai: privačios žemės nuosavybės atkūrimas, žemės sklypų dydžių ir paskirties kaita. Prioritetiniais kraštovarkos uždaviniais tapo miestų ir kaimo gyvenviečių atnaujinimas (renovavimas) ir šalies kelių tinklo priderinimas prie Europos transporto infrastruktūros, gamtinio karkaso plėtra, saugomų teritorijų

plėtojimas ir tvarkymas, žemėvaldos ir žemės naudojimo racionalus tvarkymas, agrarinių teritorijų ir miestų želdynų sistemos regeneravimas, tausojančios bei ekologinės žemdirbystės ir miškininkystės plėtra, kraštovaizdžio fizinės, ekologinės ir estetinės kokybės išsaugojimas ir puoselėjimas, teritorijų rekreacinio potencialo didinimas.

Rinkos ekonomikos plėtra ir atsiradusi galimybė turėti nuosavą būstą lėmė miestų ir priemiesčių užstatymo ir naudojimo teritorinius pokyčius. Didėja užstatytos teritorijos plotas ir atskirų teritorijų užstatymo intensyvumas, prarandami miestų žalieji plotai, vis labiau pažeidžiamas kultūros paveldas, keičiasi ekologiškai ir estetiškai vertingiausių teritorijų kraštovaizdis. Todėl galima daryti prielaidą, kad urbanizuotų teritorijų jautrumas klimato kaitos ir ypač pavojingų orų reiškinių poveikiui didėja.

Šiuo metu egzistuoja šie tipologiniai kraštovaizdžio arealai:

- išlikusios ir padidėjusios gamtinio kraštovaizdžio teritorijos (daugiausia miškų masyvai ir pelkės);
- didelės intensyviai melioruoto kaimiškojo (agrarinio) kraštovaizdžio erdvės, įgijusios industrinės aplinkos požymių, tačiau praradusios etnokultūrinį savitumą;
- smulkiasklypis vienkieminis agrarinis kraštovaizdis;
- kaimiškųjų teritorijų fragmentai su išlikusiais iki 1940 metų susiklosčiusiais požymiais;
- naujos standartizuotos statybos miestų dalys, nauji miestai, kaimų gyvenvietės;
- išlikę istoriniai miestai ir miestų dalys (senamiesčiai), miesteliai ir kaimai;
- nauji dideli inžineriniai ir infrastruktūros objektai;
- didžiųjų miestų priemiestinių gyvenamųjų namų kvartalų urbanistinis kraštovaizdis.

Klimatas formuoja bendrą kraštovaizdžio, priklausomai nuo jo geografinės padėties (t. y. kokiais klimatinei juostai priklauso), pobūdį. Klimato poveikis kraštovaizdžiui pasireiškia trimis lygmenimis: makro–, mezo– ir mikromasteliuose. Klimatinių procesų, formuojančių kraštovaizdžio erdvinę struktūrą, pobūdį lemia įvairios atmosferos savybės ir faktoriai: oro temperatūra ir drėgmė, vėjo kryptis ir greitis, debesuotumas, garavimas, saulės spinduliuotė, krituliai, energijos apykaita tarp paklotinio paviršiaus ir atmosferos, dirvožemio granulometrija, drėgmė ir temperatūra.

Paskui klimatą keičiasi kiti kraštovaizdžio komponentai. Inertiškiausi komponentai – reljefas, dirvožemis ir augalija – nespėja keistis drauge su klimatu, todėl neretai yra sutinkami reliktiniai dirvožemiai, augalijos bendrijos, reliktinės reljefo formos arba motininės uolienos kaip tam tikrų geologinių periodų atspindys.

Makroklimatiniai reiškiniai kraštovaizdžio sferoje susiformuoja veikiant Saulės energijai ir sąveikaujant įvairioms geosferoms (atmosferai, hidrosferai, kriosferai, sausumos paviršiui ir biomasei). Makroklimatinius bruožus dar lemia žmonių veikla ir išoriniai, t. y., vykstantys už klimato sistemos ribų, astronominiai ir geofiziniai procesai. Saulės energija, šilumos ir drėgmės balansas lemia zoniškumo bruožus ir suaktyvina egzogeninius procesus, kuriančius reljefo skulptūrą. Zonų pasislinkimus lemia makroklimatiniai (globalūs) procesai.

Mezoklimatu vadinama konkretaus regiono klimatinių sąlygų visuma, kurią lemia makroklimatinių procesų sąveika su konkrečiais kraštovaizdžio komponentais (reljefu, paviršiniais vandenimis, dirvožemiu, augalija, urbanizuotomis teritorijomis). Mezoklimatą formuoja atmosferos ir paklotinio paviršiaus (priklausomai nuo kraštovaizdžio tipo) sąveika. Lygumų kraštovaizdyje lemiamas vaidmuo tenka dirvožemiui, biotiniam komponentui ir socialiniams bei ekonominiams veiksniams. Mezoklimato erdvinis pasireiškimas apima apie 1 000–250 000 km² arealus, o vertikalusis išreikštumas atmosferoje siekia iki 5 000 m (iki šio aukščio jaučiama stipriausia paklotinio paviršiaus įtaka).

Mikroklimatu vadinamas nedidelės teritorijos, pasižyminčios savitu paklotiniu paviršiumi, orų režimas. Tai gali būti tam tikro polinkio bei ekspozicijos šlaitas, upės slėnis, miško masyvas, miesto kvartalas arba gatvė, javų laukas ir t. t. Mikroklimato ypatumai apima arealus nuo kelių dešimčių kvadratinų metrų iki šimto kvadratinų kilometrų, o vertikalusis išreikštumas – iki 200–500 m virš paviršiaus. Paklotinį paviršių keičianti žmogaus veikla (miškų kirtimas, dirbamų laukų ir urbanizuotų teritorijų plėtra, sausinimo ir drėkinimo darbai) gali itin drastiškai paveikti atmosferos pažemio sluoksnio energijos ir medžiagų apykaitą, vertikaliuosius temperatūros, drėgmės ir vėjo profilius, t. y. visą atmosferos ir dirvožemio mikroklimatinių rodiklių kompleksą. Todėl mikroklimato modifikacijos dažnai tampa daug svarbesniu kraštovaizdį lemiančiu faktoriumi negu makroklimato kaita.

Lietuvos kraštovaizdžio politikoje (Kraštovaizdžio..., 2015) pripažįstama, kad nacionalinės teisinės sistemos stiprinimas kraštovaizdžio apsaugos, naudojimo, tvarkymo, planavimo srityje – neatsiejama nacionalinės kraštovaizdžio politikos ir Europos kraštovaizdžio konvencijos įgyvendinimo dalis. Tačiau šių dokumentų nuostatos dar ne visos perkeltos į nacionalinius teisės aktus, todėl sudėtinga užtikrinti kryptingą nacionalinės kraštovaizdžio politikos formavimą ir jos nuostatų integravimą į kitus sektorius.

Pelkių sausinimas, upių tiesinimas pakeitė kraštovaizdžio struktūrą, susilpnino jo atsparumą klimato kaitai ir orų anomalijoms, sumažino ekologinį teritorijų stabilumą, sunaikino didelę dalį čia buvusių natūralių buveinių, prisidėjo prie kraštovaizdžio identiteto nykimo. Iki šiol šios ekologiniu, estetiniu jautrumu pasižyminčios teritorijos tinkamai nesutvarkytos, neišnaudojamas šių teritorijų rekreacinis potencialas. Vykdamas Kraštovaizdžio struktūros pokyčių probleminiuose arealuose vertinimą vietiniu lygiu nustatyta, kad vien per 1975–2006 m. laikotarpį pasikeitė net 17,4 procentai Lietuvos žemės dangos (Kraštovaizdžio..., 2008). Geoeologiniu požiūriu – tai probleminiai arealai ir vietovės. Tokie rezultatai gauti apjungus pievas, ganyklas ir dirbamą žemę į vieną kategoriją (žemės ūkio naudmenos). Jeigu būtų fiksuojami pokyčiai tarp dirbamos žemės bei pievų ir ganyklų kategorijų, pokyčių procentas neabejotinai būtų kelis kartus didesnis ir kai kuriuose arealuose siektų net 39 %.

Žemės reformos paskatinta dirbamos žemės transformacija į pievas ir ganyklas (ir atvirkščiai) ne visuomet yra racionali. Yra nemažai atvejų, kai savininkai, atgavę žemę, suarė vertingas natūralias pievas, taip pat pasitaiko bandymų arti melioruotas pelkes nuo seno naudojamas kaip pievos ir ganyklos. Šių pokyčių detalesnė analizė parodė, kad Lietuvoje dominuojančių ekologinių–funkcinių kraštovaizdžio elementų įvairovės pusiausvyra per pastarąjį laikotarpį buvo gerokai pažeista ir esama kraštovaizdžio įvairovė neatitinka tradiciškai turtingos ir dešimtmečius saugotos kraštovaizdžio įvairovės.

Atkūrus Nepriklausomybę Lietuvoje susiformavo smulki žemėvaldos ir žemėnaudos struktūra, todėl dėsninga, kad vyrauja mozaikiški ir smulkūs pokyčiai: vidutinis pokyčių arealo plotas vos 0,5 ha, o mažesni kaip 0,5 ha arealai sudaro beveik 80 % viso pokyčių arealų skaičiaus. Ypač smulkūs pokyčiai fiksuojami didžiausiu mozaikiškumu (fragmentacija) pasižyminčiuose kraštovaizdžio tipuose: ežerynuose, upių slėniuose, moreniniuose kalvynuose. Fiksuoti smulkius pokyčius (pradedant 0,02 ha) yra labai svarbu, nes jie suteikia informaciją apie tokius charakteringus procesus kaip užstatymo ir rekreacinio naudojimo plėtra ar užaugimas mišku.

Pažymėtina, kad 1 ha ir mažesni žemėnaudos arealai (kraštovaizdžio elementai) negali sukurti autonomiškų mikroklimato sąlygų, todėl jie tampa labiau pažeidžiami susidarius nepalankioms orų sąlygoms, pavyzdžiui, sausroms ir stipriems vėjams. Be to, mažuose žemėnaudos arealuose dažnai neįmanoma pritaikyti efektyvių mikroklimato optimizavimo ir šiuolaikinių klimato kaitos poveikio švelninimo priemonių.

Dar sovietmečiu prasidėjęs pelkių ir ežerų užaugimas toliau tęsiasi. Šių procesų tempai kai kuriais atvejais netgi padidėjo, nepaisant sumažėjusio žemės ūkio intensyvumo. Atvirų aukštapelkių sausėjimą ir užaugimą mišku lemia sovietmečiu įvykdyta melioracija (žemių sausinimas), be to, yra duomenų, kad tam tikrą įtaką turi ir klimato kaita, ypač dėl kylančios temperatūros išaugęs garingumas.

Atvirų žemapelkių ir tarpinių pelkių užaugimui didžiausią įtaką turi žemės ūkio veiklos jėga nutraukimas. Paradoksalu, tačiau kai kuriais atvejais prie šių vertingų buveinių nykimo prisidėjo ir saugomose teritorijose ribojama ūkinė veikla. Ežerų užaugimas taip pat sparčiai progresuoja, nes nuo sovietmečio intensyviai kaupęsi biogenai (ypač fosforas) turi ilgalaikį poveikį. Taip pat kai kuriuose ežeruose užaugimą skatina ir vandens lygio reguliavimas, trukdantis „išnešti“ perteklines medžiagas.

Unikaliu ir ypač pažeidžiamu kraštovaizdžiu, svarbiais gamtinio karkaso elementais pasižymi Lietuvos pajūris: jį kerta tarptautinės ir nacionalinės svarbos takoskyros, migracijos koridoriai, turtingas gamtiniais ir kultūriniais ištekliais yra vienas patraukliausių rekreacijai. Lietuvai priklauso trumpas (90,6 km ilgio) Baltijos jūros kranto ruožas. Jūros kranto būklė tiesiogiai priklauso nuo gamtinių ir antropogeninių faktorių sąveikos.

Klimato pokyčiai labai veikia Baltijos jūros krantą. Lietuvos teritorijoje esančiai Baltijos jūros pakrantei, priekrantės ekosistemoms, taip pat vietos gyventojams daugiausia įtakos turės jūros lygio kilimas, vis dažnėjančios audros, jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo pokyčiai, sausringumo didėjimas ir vis dažnesnės karščio bangos, vasaros ir žiemos oro temperatūros kilimas, liūčių dažnėjimas ir vis dažnesni jų sukelti upių poplūdžiai, ultravioletinės (UV) spinduliuotės suintensyvėjimas.

Baltijos jūros vandens lygis ties Lietuvos krantais pakyla apie 4 mm per metus, bet krantų būklei svarbi ir maksimalių lygių sezoninė kaita. XX a. pradžioje Baltijos jūros lygis ties Lietuvos krantais būdavo maksimalus vasarą – kai orai būna santykinai ramūs, todėl didesnės įtakos kranto būklei neturėdavo. Pastaraisiais dešimtmečiais aukščiausias lygis būna žiemą, t. y. audringu laikotarpiu. Audrų metu maksimalus sezoninis lygio pakilimas susijęs su bangine patvanka, kuri sustiprina krantų ardymą, todėl pastaraisiais metais Lietuvos pajūris stipriai ardomas beveik kiekvieną žiemą.

Keičiantis klimatui vidutinėse platumose aktyvėja cikloninė veikla. Šie klimato kaitos ypatumai būdingi ir Lietuvai. Cikloninės veiklos intensyvėjimas lemia stiprių audrų ties Lietuvos krantais padažnėjimą, kartu ramių orų laikotarpių trumpėjimą, todėl audrų nuniokotas krantas jau nespėja atkurti savo pusiausvyros profilio.

Kranto abraziijos intensyvumą didina ir šiltėjančios žiemos. Nuo žiemos temperatūros priklauso ledo reiškinių priekrantėje trukmė. Parų su ledo reiškiniais skaičius Baltijos jūros priekrantėje ties Nida nuo 1961 m. sumažėjo apie 50 %, t. y. nuo vidutiniškai 60 parų trukmės ledų sezono iki 26 parų (Dailidienė, 2007). Tai neigiamai veikia kranto būklę, nes priekrantės ledas – tai natūralus bangolaužis, apsaugantis krantą nuo audrų poveikio žiemą. Be to, sušalęs paplūdimio bei kopagūbrio smėlis yra daug atsparesnis bangų abrazijai, o smėlio išpustymą (defliaciją) visiškai sustabdo.

Kuršių marių krantas pasižymi vertingais kraštovaizdžio teritoriniais kompleksais, ekosistemomis, teritorija taip pat svarbi rekreaciniu, ūkiniu požiūriais. Tačiau Kuršių marių kraštovaizdžio apsauga valstybiniu ir regioniniu lygiu reglamentuota nepakankamai, galiojančių teisės aktų nuostatos neužtikrinta Kuršių marių kraštovaizdžio apsaugos ir tausojančio šios teritorijos naudojimo. 2014 m. parengtoje Kuršių marių krantų apsaugos ir naudojimo studijoje konstatuota, kad dabartinis marių krantų naudojimas neatitinka aplinkosauginių ir rekreacinių

poreikių, dėl žmogaus ūkinės veiklos vyksta negatyvūs gamtiniai procesai – kranto arda, užpelkėjimas, rekreacijai tinkamų teritorijų užžėlimas, prastėja vertingo kraštovaizdžio estetinė vertė, o plėtra vykdoma neįvertinant klimato keliamų grėsmių ir gretimų teritorijų poreikių bei interesų (Kuršių..., 2013).

Jei per XXI amžių pasaulinio vandenyno lygis pakiltų apie 0,5 m, užliejamos teritorijos būtų šios: Kuršių nerijos paplūdimiai nuo sienos su Rusija iki Avikalnio rago iš jūros pusės bei nuo Nidos iki Žirgų rago iš marių pusės, o atkarpa nuo Juodkrantės iki Koggalio būtų stabilesnė. Kuršių marių žemyninis krantas būtų užlietas tarp Drevernos ir Kintų, Ventės rago pusiasalis būtų suskaidytas ir Ventės rago kyšulys virstų sala. Neabejotinai būtų užlieta Nemuno deltos žemuma (Klimato..., 2007).

Nemuno deltos paviršius lėkštas, žemas – didžiojoje dalyje neviršija 1,0–1,5 m, o avandeltoje 0,3–0,5 m aukščio. Nemaža avandeltos paviršiaus dalis yra žemiau (iki –0,5 m) daugiamečio Baltijos jūros lygio. Žemiausia Lietuvoje vieta yra būtent Nemuno deltoje – prie Dumblio ežero (1,3 m žemiau jūros lygio). Todėl, atsižvelgiant į Pasaulinio vandenyno lygio kilimo prognozes (IPCC, 2014), Nemuno deltai artimiausioje ateityje gresia užliejimo problema. Be to, Nemuno deltai šias grėsmes padidina ir regioniniai veiksniai: neotektoninis plutos grimzdimas, Nemuno debito ir kietųjų nešmenų nuotėkio mažėjimas, lėtesnis sausumos prieaugis avandeltoje. Kita vertus, Nemuno deltos „augimo lėtėjimas“ turi ir teigiamą pusę – lėčiau seklės bei mažės Kuršių marių akvatorija (tai itin svarbu žuvininkystei).

Lietuvoje atskiros Kuršių marių krantų tvarkymo strategijos nėra, todėl iki šiol, rengiant marių krantų tvarkymo planus, vadovaujamosi Lietuvos Baltijos jūros krantotvarkos strategijos nuostatomis (Lietuvos..., 2001). Šios srities teisė aktų atnaujinimas, įvertinant naujas teritorijos panaudojimo galimybes, grėsmes dėl ūkinės veiklos poveikio ir klimato pokyčių, konfliktus dėl krantodaros procesų apsaugos ir kranto naudojimo poreikių, padėtų išsaugoti vertingą Kuršių marių kraštovaizdį, jo estetinius, rekreacinius išteklius, natūralius krantodaros procesus, užtikrintų darnų šios teritorijos naudojimą ir tolesnį vystymą.

Atliktų krantotvarkinių darbų poveikio Lietuvos jūriniam krantui analizė leidžia teigti, kad Lietuvos jūros krante šiuo metu bent jau iš dalies galima prisitaikyti prie klimato kaitos neigiamo poveikio arba jį minimizuoti. Pavyzdžiui, vietoj buvusių kranto linijos regresijos ir sąnašų mažėjimo tendencijų kai kuriuose ruožuose 2007–2012 m. užfiksuota kranto linijos transgresija ir sąnašų kaupimasis. Šie teigiami pokyčiai pasiekti sukūrus teisinę ir programinę pajūrio juostos valdymo bazę ir įgyvendinus kompleksines kranto tvarkymo priemones.

Darnaus kraštovaizdžio formavimas neatsiejamas nuo kokybiško planavimo, kuriuo siekiama užtikrinti kraštovaizdžio ekologinio stabilumo palaikymą, urbanizacijos proceso vykdymą, ribojant ekstensyvų jo pobūdį, kraštovaizdžio architektūrinės erdvinės kompozicijos darną, išsaugoti kraštovaizdžio gamtines ir kultūrines vertybes. Todėl kraštovaizdžio politikos įgyvendinimui ir jos integracijai į kitas sritis didelę įtaką daro vietinio lygmens sprendimai. Įvertinus 2012, 2013 m. savivaldybių pateiktą informaciją apie kraštovaizdžio politikos priemonių įgyvendinimą matyti, kad savivaldybės silpnai suvokia sisteminio požiūrio į kraštovaizdžio apsaugą ir tvarkymą naudą, neatsižvelgia į klimato kaitos tendencijas ir keliamas grėsmes, vykdydamos veiksmus kraštovaizdžio srityje mažai vadovaujasi Europos kraštovaizdžio konvencijos ir Lietuvos kraštovaizdžio politikos nuostatomis (Kraštovaizdžio..., 2015). Savivaldybės lygmens bendrieji planai, strateginiai dokumentai dažnai nepateikia aiškios vizijos kuria linkme vystyti kraštovaizdį, juose nenumatyta, kurioms kraštovaizdžio ypatybėms, charakteristikoms, elementams turėtų būti taikomos apsaugos ir tvarkymo priemonės, kokie jų vystymo tikslai, metodai, nesuformuotos nuostatos dėl visuomenės įtraukimo į kraštovaizdžio politikos formavimo procesą.

Lietuvoje gamtinis karkasas įteisintas šalies bendrajame plane, detalizuotas rajono lygmens teritorijų planavimo dokumentuose. Tačiau neįteisinta vieninga metodika, kuria vadovaujantis būtų vykdomas moksliskai pagrįstas gamtinio karkaso, ekologinių tinklų formavimas rajono ir vietos lygmeniu. Nors gamtinis karkasas įteisintas savivaldybių bendruosiuose planuose, tačiau kraštovaizdžio ekologinio stabilumo palaikymą, gamtinio kraštovaizdžio, gamtinių rekreacinių išteklių apsaugą, kraštovaizdžio urbanizacijos, technogenizacijos ir žemės ūkio plėtros aplinkosauginį reguliavimą užtikrinantys sprendiniai neįgyvendinami praktiškai.

Planavimo sprendinių įgyvendinimui ir konkrečių kraštovaizdžio tvarkymo projektų vystymui didelę įtaką turi finansinės valstybės ir savivaldybių galimybės. Dažnai dėl lėšų trūkumo su kraštovaizdžio išsaugojimu susiję rajono lygmens planavimo sprendiniai lieka neįgyvendinti ir vertingi kraštovaizdžio kompleksai lieka nesutvarkyti, prastėja kraštovaizdžio estetinė vertė.

Klimato kaitos veiksniai, keliantys didžiausią grėsmę kraštovaizdžiui:

- Oro temperatūros kilimas, garingumo didėjimas, vis dažnesnės sausros ir karščio bangos, stiprios audros, vėjai, škvallai, viesulai – grėsmė miškams ir želdiniams (vėjovartos, kenkėjų ir ligų plitimas, gaisringumas), dirvožemiui, ekosistemoms, paviršinio ir gruntinio vandens ištekliams.

- Vasaros temperatūros kilimas – skatina vandens telkinių eutrofikaciją, aukštapelkių sausėjimą ir užaugimą mišku.

- Stiprių liūčių dažnėjimas, upių poplūdžiai – sukelia dirvožemio eroziją, padidina biogenų ir kitų teršalų patekimą į vandens telkinius.

- Baltijos jūros kranto būklei, priekrantės ekosistemoms, taip pat vietos gyventojams daugiausia įtakos turės jūros lygio kilimas, vis dažnėjančios audros, jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo pokyčiai, vasaros ir žiemos oro temperatūros kilimas.

Klimato kaitos poveikio keliamą riziką kraštovaizdžiui didina šie veiksniai:

- Nepakankamas mezo- ir mikroklimato veiksnių, darančių poveikį įvairiems kraštovaizdžio kompleksams, ištirtumas.

- Nepakankama politikų (valstybės ir savivaldos lygmenų) bei visuomenės samprata apie klimato kaitos reikšmę žmonių gyvenamajai aplinkai, kraštovaizdyje esantiems gamtos ir kultūros paveldo objektams.

- Šalies kraštovaizdžio mokslinių ir tiriamųjų darbų per menkas finansavimas.

- Skubotas privačios nuosavybės gražinimas vertingose šalies teritorijose (rekreacinėse zonose, saugomose teritorijose, miškuose ir prie vandens telkinių) suformavo smulkiasklapių ir mozaikiškų žemėvaldų struktūrą.

- Nesukurtos skatinimo ir kompensavimo sistemos kraštovaizdžio apsaugai ir jo įvairovei užtikrinti.

- Nepakankamas kraštovaizdžio apsaugos ir kraštovaizdžio planavimo dokumentų sprendinių įgyvendinimo monitoringas (stebėseną).

- Nepatenkinama urbanizuoto kraštovaizdžio želdinių būklė.

- Invazinių augalų ir gyvūnų rūšių plitimas.

- Praktiškai neįgyvendinami kraštovaizdžio ekologinio stabilumo palaikymą, gamtinio kraštovaizdžio, gamtinių rekreacinių išteklių apsaugą, kraštovaizdžio urbanizacijos, technogenizacijos ir žemės ūkio plėtros aplinkosauginį reguliavimą užtikrinantys sprendiniai.

- Europos kraštovaizdžio konvencijoje visiškai nėra užsimenama apie klimato kaitos keliamas grėsmes kraštovaizdžiui.

Europos šalių patirtis

Kiekvienos valstybės ir visuomenės priedermė yra išplėtoti kraštovaizdžio naudojimo ir apsaugos būdų įvairovę siekiant, kad visų tipų kraštovaizdis būtų formuojamas pagal darnaus (subalansuoto) vystymo principus, taptų kokybišku žmogaus ir gamtinės aplinkos sambūvio rezultatu, tenkinančiu biologinius, informacinius, estetinius, socialinius, ergonominius ir ekonominius gyvenamosios, darbo bei poilsio aplinkos kokybės reikalavimus. Šiuos ir kitus kraštovaizdžio politikos uždavinius sprendžia 14 Europos šalių konsorciumas vykdydamas projektą VOLANTE (*Vision of Land Use Transitions in Europe, 2010–2015*). VOLANTE projekto metu siekiama sukurti naują Europos kraštovaizdžio politikos ir žemės valdymo paradigmą, kuri leistų politikos kūrėjams priimti strateginius į ateities problemas orientuotus sprendimus, o ne reaguoti tik į jau vykstančius pokyčius.

Pagrindinė Europos šalių kraštovaizdžio politikos kryptis – optimali žemėnauda, siekiant gyvybiškai svarbaus tikslo užtikrinti maisto produktų ir kitų natūralių produktų didžiausią gamybą.

Ši kryptis yra pagrįsta pagrindine prielaida: per artimiausius du-tris dešimtmečius pasaulinė konkurencija dėl išteklių taps dar intensyvesnė, sustiprės klimato kaitos poveikis, todėl kraštovaizdžio politika ir žemėnauda turi tapti dar veiksmingesnė ir efektyvesnė, kad būtų galima patenkinti visuomenės poreikius. Įvairiems tipologiniams kraštovaizdžio arealams, būtinai atsižvelgiant į vietos sąlygas, turi būti priskirtos efektyviausios žemėnaudos funkcijos (agrarinės, miškų ūkio, saugomų teritorijų ir pan.). Tai turėtų užtikrinti konkurencingą žemėnaudą, veiksmingą valdymą ir efektyvų išteklių panaudojimą. Šios kraštovaizdžio politikos krypties įgyvendinimas vyks nedidelio ekonomikos augimo ir visaapimančios globalizacijos fone.

Siekiant šių tikslų įgyvendinimo, VOLANTE projekto vykdytojai siūlo **dvi efektyviausias priemones:**

Pirmoji priemonė – sukurti paskatas didinti daugiamečių žolių pievų ir miškų (t. y. anglies dvideginio absorbentų) plotus, riboti ariamos žemės plėtrą ypač tuose regionuose, kur didelis dirvožemio organinės anglies kiekis, o žemių našumas yra menkas. Nors ši priemonė dalinai riboja žemės naudojimo intensyvumą, bet kartu tai yra gana lankstus požiūris, nes paliekama žemėnaudos funkcijų alternatyva, skatinamas jų multifunkcionalumas.

Antroji priemonė – skirti didelį dėmesį gamtos apsaugai, plėsti saugomas teritorijas neskaidant jas į mažus arealus, riboti miškų kirtimus, riboti naujų teritorijų derlingose žemėse užstatymą (ekstensyvią urbanizacijos plėtrą) išsaugant natūralios gamtos zonas aplink miestus. Tokiu būdu būtų siekiama išvengti kaimo vietovių kraštovaizdžio fragmentacijos, o žemės ūkio gamyba būtų koncentruojama vietovėse, kurios yra tam tinkamiausias.

Šių priemonių veiksmingumas priklausys nuo kelių veiksnių: žemėnaudos politikos skaidrumo, gebėjimo priimti diferencijuotus ir subalansuotus sprendimus atsižvelgiant į regioninius skirtumus, visuomenės gero informavimo, veiksmingo politikos formuotojų ir mokslininkų bendradarbiavimo, darnos su bendrąja žemės ūkio, kaimo plėtros ir miškininkystės politika.

Vienas kertinių kraštovaizdžio srities teisės aktų yra **Europos kraštovaizdžio konvencija**. Konvencija priimta 2000 m. spalio 20 d. Florencijoje, Lietuvos Respublikoje ratifikuota 2002-10-03, o įsigaliojo 2004-03-01, t. y. tuomet kai įsigaliojo pati Konvencija. Joje pabrėžiama, kad kraštovaizdžio įvairovės išsaugojimui didelę reikšmę turi kraštovaizdžio apsaugos, naudojimo, tvarkymo, planavimo nuostatų integravimas į aplinkos apsaugos, teritorijų planavimo, žemės ūkio, socialinę ir kitas politikos sritis, galinčias daryti tiesioginį ar netiesioginį poveikį kraštovaizdžiui, nes tai leidžia užtikrinti, kad kraštovaizdžio klausimai nebūtų priskiriami siaurai viešojo administravimo sričiai, būtų labiau atsižvelgiama į kraštovaizdžio tikslus priimant įvairius

sprendimus kituose sektoriuose. Esminiai Konvencijos tikslai – skatinti kraštovaizdžių apsaugą, tvarkymą bei planavimą ir organizuoti Europos bendradarbiavimą kraštovaizdžio klausimais. **Tačiau klimato kaitos keliamos grėsmės kraštovaizdžiui šiame dokumente praktiškai neminimos.**

Žemės nualinimas, fragmentacija ir nedarnus naudojimas kelia pavojų ekosistemoms, didina Europos kraštovaizdžio pažeidžiamumą dėl klimato kaitos ir stichinių nelaimių, spartina dirvožemio degradaciją ir dykumėjimą. Daugiau nei 25 % ES teritorijos kenčia nuo vandens sukeltos dirvožemio erozijos, kuri kelia pavojų dirvožemio funkcijoms ir gėlo vandens kokybei (EU, 2013).

Labiausiai pažeidžiamos Europos vietovės yra:

- Pietų Europa ir visas Viduržemio jūros baseinas, nes čia labai išaugo temperatūra ir sumažėjo kritulių tose vietovėse, kuriose jau ir taip trūksta vandens;
- kalnų vietovės, ypač Alpės, kuriose sparčiai kyla temperatūra, todėl ištirpsta daug sniego bei ledo ir keičiasi upių vandeningumas;
- pakrančių zonos, nes kyla jūros lygis ir didėja audrų grėsmė;
- tankiai gyvenamos salpos, nes jose yra padidėjusi audrų, gausaus lietaus ir staigių potvynių, padarančių daug žalos apstatytoms vietovėms ir infrastruktūrai, grėsmė;
- Skandinavija, kurioje prognozuojamas kritulių pagausėjimas ir gerokai daugiau jų iškris kaip lietus, o ne sniegas;
- Arkties regionas, kuriame temperatūros pokyčiai bus ryškesni negu bet kurioje kitoje Žemės vietoje.

Europoje, remiantis klimato modeliais, prognozuojama, kad audrų ir potvynių, karščio bangų, gaisrų ir nuošliaužų griaunamasis poveikis ir dėl jų patiriami nuostoliai didės. Pagrindinės ilgalaikės prisitaikymo priemonės irgi yra paveikios meteorologinėms ir klimato sąlygoms, taigi, prisitaikymo strategijas nuolat reikės koreguoti ir tikslinti. Pavyzdžiui, pakilus jūros lygiui bangolaužiai ir krantinės nebebus tokia veiksminga apsauga. Be to, klimato kaitos poveikis tam tikrais atvejais gali būti teigiamas, pavyzdžiui, kai kuriose šiaurinėse Europos vietose gali atsirasti galimybės žemės ūkio veiklai, tačiau neigiamų pasekmių bus gerokai daugiau.

ES šalių valstybiniais sektoriams keliami tikslai **imtis kompleksinių veiksmų tausojant kraštovaizdį, planuojant erdves ir žemės naudojimą:**

- atsižvelgti į staigių potvynių riziką;
- pakoreguoti dabartinius statybos reikalavimus, kad ilgalaikė infrastruktūra būtų atspari būsimums klimato grėsmėms;
- atnaujinti nelaimių valdymo strategijas ir išankstinio įspėjimo apie potvynius ir miško gaisrus sistemas;
- saugoti dirvožemio funkcijas ir našumą;
- laikytis tausaus gamtos išteklių naudojimo principų.

Dirvožemio strategija ir su ja susijusiais teisės aktais siekiama apsaugoti dirvožemio funkcijas visoje ES. Reikės nustatyti vietas, kuriose mažėja organinių medžiagų, kad, vykdant programas, skirtas netausioms tendencijoms pakeisti, būtų galima atsižvelgti į klimato kaitą. Grynas organinių medžiagų mažėjimas, šylant klimatui, yra didelė problema.

Tausaus gamtos išteklių naudojimo teminėmis strategijomis siekiama sumažinti neigiamą poveikį, kuris kyla augančiai ekonomikai eikvojant išteklius, ir padidinti išteklių našumą, atsižvelgiant į gyvavimo ciklą. Dėl klimato kaitos gamtos išteklių mažėja ir išteklių naudojimo sukiamas neigiamas poveikis aplinkai dar pablogėja.

Europos Komisijos 2013 m. priimtame Žaliosios infrastruktūros komunikate akcentuojama, kad natūralių gamtos procesų taikymas turi tapti įprasta kraštovaizdžio politikos ir teritorijų planavimo dalimi (EK, 2013). Lietuvos teisinėje sistemoje ši nuostata įgyvendinama per gamtinio karkaso struktūros formavimą planavimo dokumentuose. Priėmus Žaliosios infrastruktūros komunikatą ir susijusius dokumentus, Europos Sąjungoje suintensyvėjo investicijų į žaliąją infrastruktūrą ir šios infrastruktūros plėtros skatinimas.

Prioritetinės prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės įgyvendinant kraštovaizdžio politiką Europos šalyse:

- nelaimių valdymo strategijų, išankstinio įspėjimo apie potvynius ir miško gaisrus sistemas atnaujinimas ir tobulinimas;
- statybos ir kraštovaizdžio projektavimo reikalavimų priderinimas prie kintančių klimato sąlygų;
- žaliosios infrastruktūros integravimas į pagrindines politikos sritis, su žaliąja infrastruktūra susijusių mokslinių tyrimų ir duomenų kokybės gerinimas, šios srities žinių bazės stiprinimas ir susijusių novatoriškų technologijų skatinimas, galimybių gauti finansavimą žaliosios infrastruktūros projektams didinimas, ES lygmens žaliosios infrastruktūros projektų rėmimas;
- miestų ir urbanizuotų kraštovaizdžių prisitaikymo prie klimato kaitos galimybių vertinimas, valdymo mechanizmų ir priemonių tarpsektorinis integravimas vietiniuose ir regioniniuose lygmenyse;
- dirvožemio funkcijų apsauga, vietų, kuriose mažėja dirvožemio organinių medžiagų, nustatymas;
- žemėtvarkos priemonių kompleksinis modeliavimas CLUMond'o žemėtvarkos modeliu agrariniame kraštovaizdyje įvertinant makroveiksnius ir vietines gamtos sąlygas (VOLANTE projekto rezultatai Danijoje, Nyderlanduose, Rumunijoje, Austrijoje, Graikijoje ir Italijoje);
- empiriniai kraštovaizdžio tyrimai siekiant nustatyti žemėtvarkos sprendimų, žemėnaudos pakeitimo, socialinių ekonominių, klimato ir ekologinių procesų sąsajas įvairiuose erdviniuose mastuose;
- kraštovaizdžio ateities scenarijų kūrimas apjungiant mokslinius rezultatus su politiniu ir socialiniu sprendimų priėmimo aspektu;
- įvairių regioninių klimato modelių ir scenarijų išvesties duomenų integravimas į kraštovaizdžio pažeidžiamumo ir jautrumo vertinimą, draudimo bendrovių veiklą, kraštovaizdžio projektavimą ir rizikos veiksnių prevenciją;
- miestų kraštovaizdžio kryptingas modifikavimas: miško parkų ir želdinių plėtra, namų sienų ir stogų apželdinimas, lietaus kanalizacijos sistemų renovavimas ir sujungimas su drėkinimui skirtu vandens rezervuarais, laidžių vandeniu dangų panaudojimas tiesiant gatves ir šaligatvius, drėkinimo sistemų įrengimas parkuose ir želdiniuose, želdinių rūšinės įvairovės didinimas siekiant padidinti jų atsparumą kenkėjams ir ligoms, gyventojų švietimas apie želdinių reikšmę gyvenamosios aplinkos kokybei klimato kaitos fone, informavimas apie miesto mikroklimato ypatumus ir keliamas grėsmes.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės turi būti integruojamos į kraštovaizdžio apsaugos, planavimo, tvarkymo, naudojimo strateginius tikslus – išsaugoti įvairaus teritorinio lygmens

kraštovaizdžio arealus ir jų ekologinį potencialą, užtikrinti tinkamą jų planavimą, tvarkymą, naudojimą ir darnų vystymąsi.

Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2004 m. patvirtino kraštovaizdžio politikos kryptių aprašą, skirtą nacionalinei kraštovaizdžio politikai formuoti. Įvairios kraštovaizdžio politikos įgyvendinimo priemonės davė reikšmingų rezultatų integruojant kraštovaizdžio tvarkymo, planavimo, naudojimo nuostatas į kitų sričių politikas. 2015 m. patvirtintas naujas Kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės išsaugojimo 2015–2020 metų veiksmų planas (LR aplinkos ministro 2015 m. sausio 9 d. įsakymas Nr. D1-12). Šis priemonių planas galioja iki 2020 m., todėl artimiausiais metais svarbu numatyti veiksmus, kurie užtikrintų nuoseklų kraštovaizdžio politikos formavimą ir įgyvendinimą 2020–2035 m. laikotarpiu atsižvelgiant į klimato kaitos keliamas grėsmes.

Vykdamas šiuos veiksmus turi būti užtikrintas **kryptingas ir darnus kraštovaizdžio formavimas 2020–2035 m.:** kraštovaizdžio politikos nuostatos integruojamos į kitų ūkio sektorių strategijas, susijusias su kraštovaizdžio apsauga, tvarkymu, naudojimu ir planavimu; gerinama kraštovaizdžio planavimo kokybė; tvarkomas kultūrinio kraštovaizdžio paveldas ir didinamas kraštovaizdžio estetinis potencialas; ugdoma ekologinė visuomenės savimonė bei suvokimas apie kraštovaizdžio vertę ir vaidmenį, didinamos specialistų kompetencijos kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo, planavimo srityse.

Efektyviausios prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės kraštovaizdžio sektoriuje:

- **Kraštovaizdžio ekologinio stabilumo palaikymas ir stiprinimas.** Šio tikslo turi būti siekiama sudarant sąlygas gamtinio karkaso struktūros vientisumo palaikymui, nes Lietuvoje kraštovaizdžio ekologinio stabilizavimo pagrindas yra gamtinis karkasas – vientisas gamtinio ekologinio kompensavimo teritorijų tinklas, užtikrinantis ekologinę kraštovaizdžio pusiausvyrą, saugomų teritorijų gamtinius ryšius, kitų aplinkosaugai svarbių teritorijų ar buveinių, taip pat augalų ir gyvūnų migraciją. Šios struktūros palaikymas ir stiprinimas gyvybiškai svarbus rūšių įvairovės bei kraštovaizdžio gyvybingumo išsaugojimui.

- **Ekologinių funkcijų geoekologiniu požiūriu probleminiuose arealuose ir vietovėse stiprinimas bei atstatymas.** Prie tokių arealų ir vietovių priskiriama – nusausintos žemės, ištiesintos upės, ežerų pakrantės, kur neracionali žemės ūkio ir urbanizacijos plėtra, kitos ekologiškai nepilnavertės agrarinės teritorijos. Būtina nuolat, ne rečiau kaip kas penkeri metai, atlikti tokių arealų ir vietovių užimamų plotų apskaitą. Šių teritorijų naudojimą reikia kreipti tausojo linkme, jos turėtų sudaryti rezervą gamtinio karkaso formavimui ir kraštovaizdžio ekologinio stabilumo didinimui, o sutvarkymas padėtų atkurti ekologinę degradavusių plotų vertę, palaikyti aplinkos ekologinį stabilumą, skatinti gyventojus domėtis aplinka ir jos išsaugojimo problemomis.

- **Žaliosios infrastruktūros integravimas į pagrindines kraštovaizdžio politikos sritis, su žaliaja infrastruktūra susijusių mokslinių tyrimų plėtra.** Realiai įgyvendinti moksliskai pagrįsti, novatoriški žaliosios infrastruktūros kūrimo sprendimai stiprintų kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijas, padėtų didinti ekologinį teritorijų stabilumą, kraštovaizdžio įvairovę, padėtų atsikurti natūraliam mikroklimatui ir natūralioms buveinėms, užtikrintų gamtinio karkaso vientisumą, mažintų kraštovaizdžio fragmentaciją, padėtų spręsti kitas problemas, susijusias su rizika, gresiančia aplinkai dėl klimato kaitos, intensyvios žemės ūkio veiklos ir urbanizacijos.

- **Baltijos jūros ir Kuršių marių krantų atsparumo klimato kaitos poveikiui stiprinimas ir būklės gerinimas.** Krantotvarkoje prioritetą turi būti teikiamas gamtinių kraštovaizdžių ir natūralių krantodaros procesų išsaugojimui, kompleksiskai derinama krantosauga ir krantonauda. Būtina stiprinti fizinių ir juridinių asmenų atsakomybę už savo veiklos tiesioginį ar netiesioginį

poveikį krantui. Rengiant prisitaikymo priemonių projektus ir priimant teritorijų planavimo sprendimus, rekomenduotina laikytis „vidurkinio“ vandenyno lygio kilimo scenarijaus, pagal kurį pasaulinio vandenyno lygis iki XXI a. pabaigos pakils apie 0,5 m.

- **Kasmetinis Baltijos jūros priekrantės monitoringas, kas keleri metai – sedimentų pernešimo monitoringas.** Siekiant maksimalaus krantosauginio efekto atliekamiems krantotvarkos darbams būtina profesionali mokslininkų priežiūra ir jų rekomendacijų laikymasis. Be to, siekiant sumažinti kraštovaizdžio pažeidžiamumą, kylantį dėl klimato kaitos, reikėtų toliau įstatymiškai riboti žmonių ūkinę veiklą Kuršių nerijoje bei Baltijos jūros kranto juostoje: privačių objektų statybą, poilsiautojų bei transporto srautus, griežčiau saugoti unikalios nerijos kopas nuo antropogeninės apkrovos.

- **Lietuvos jūrinio kranto rajonavimo krantotvarkos programų nuolatinis tikslinimas atsižvelgiant į natūrinių kranto būklės tyrimų rezultatus.** Kiekvienam rajonui turi būti rekomenduojamos diferencijuotos krantotvarkinės priemonės. Moksliniai tyrimai ypač reikalingi Kuršių nerijos Didžiajame kopagūbryje, kurie padėtų tiksliau nustatyti kopų kaitos tendencijas, klimato veiksnių ir antropogeninės apkrovos jam sukeliama poveikį bei išryškintų gamtosaugines problemas.

- **Empirinių kraštovaizdžio tyrimų plėtra** siekiant nustatyti žemėtvarkos sprendimų, žemėnaudos pakeitimo, socialinių ekonominių, klimato kaitos ir ekologinių procesų sąsajas įvairiuose erdviniuose mastuose;

- **Kraštovaizdžio ateities scenarijų kūrimas** apjungiant mokslinius rezultatus su politiniu ir socialiniu sprendimų priėmimo aspektu;

- **Įvairių regioninių klimato modelių ir scenarijų išvesties duomenų integravimas į kraštovaizdžio pažeidžiamumo ir jautrumo vertinimą, draudimo bendrovių veiklą, kraštovaizdžio projektavimą ir rizikos veiksnių prevenciją.**

- **Miestų kraštovaizdžio kryptingas modifikavimas:** miško parkų ir želdinių plėtra, namų sienų ir stogų apželdinimas, lietaus kanalizacijos sistemų renovavimas ir sujungimas su drėkinimui skirtu vandens rezervuarais, laidžių vandeniui dangų panaudojimas tiesiant gatves ir šaligatvius, drėkinimo sistemų įrengimas parkuose ir želdiniuose, želdinių rūšinės įvairovės didinimas siekiant padidinti jų atsparumą kenkėjams ir ligoms.

- **Gyventojų informavimas** apie specifinius miesto mikroklimato ypatumus ir klimato kaitos keliamas grėsmes, apie miestų želdinių reikšmę gyvenamosios aplinkos kokybei.

- **Vietinio lygmens kraštovaizdžio politikos įteisinimas.** Tai padėtų geriau koordinuoti savivaldybių veiksmus kraštovaizdžio srityje, sudarytų sąlygas išsaugoti vietinio lygmens kraštovaizdžio arealus, jų ekologines, estetines, kultūrinės ir kitas vertybes bei užtikrinti racionalų teritorijų tvarkymą. Ypač svarbu **ugdyti specialistų kompetencijas** kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo, planavimo srityse, peržiūrėti ir pakoreguoti savivaldybių bendrųjų planų sprendinius, susijusius su kraštovaizdžio apsauga, tvarkymu, gamtinio karkaso formavimu.

- **Visuomenės dalyvavimas kraštovaizdžio politikos įgyvendinime.** Labai svarbu didinti visuomenės aplinkosauginį sąmoningumą ir aktyvumą, ugdyti kompetencijas kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo ir naudojimo srityse, nuolat informuojant ir šviečiant gyventojus apie jų daromą poveikį aplinkai, klimato kaitos keliamas grėsmes, galimybes pasirinkti aplinkai palankesnius veiklos būdus ar sprendimus.

- **Sanglaudos skatinimo veiksnių programos įgyvendinimas** gali prisidėti prie kraštovaizdžio apsaugos ir tvarkymo reglamentavimo plėtos ir gamtos išteklių išsaugojimo. Sanglaudos skatinimo veiksnių programoje numatomi uždaviniai ir siektini rezultatai turi būti

derinami su Europos kraštovaizdžio konvencijos, Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos, Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio politikos kryptių aprašo ir kitų dokumentų nuostatomis. Turi būti siekiama įdiegti priemones, kurios sudarytų sąlygas šalies teritoriją vystyti užtikrinant kraštovaizdžio apsaugą, tinkamą jo naudojimą, tvarkymą ir planavimą, įgalintų formuoti kraštovaizdį pagal mokliškai pagrįstus kraštovaizdžio kokybės tikslus ir prisidėtų prie įvairaus teritorinio lygmens kraštovaizdžio arealų išsaugojimo.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

- kraštovaizdžio ekologinio stabilumo ir ekologinės pusiausvyros stiprėjimas;
- natūralių ir pusiau natūralių teritorijų (miškai, kiti želdiniai, pelkės, vandenys, natūralios pievos ir ganyklos, nenaudojama žemė) ir urbanizuotų teritorijų (užstatytos teritorijos, keliai), sodų, ariamos žemės, pažeistų teritorijų plotų kaita;
- žaliosios infrastruktūros kūrimo novatoriškų sprendimų, stiprinančių kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijas bei padedančių didinti ekologinį teritorijų stabilumą, sėkmingas įgyvendinimas;
- geoeologiniu požiūriu probleminių arealų ir ekologiškai nepilnaverčių agrarinių teritorijų plotų pokyčiai;
- kraštovaizdžio arealų, kurių būklė pagerėjo, skaičius;
- pateiktų siūlymų dėl su klimato kaita susijusių kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo ir planavimo nuostatų įtraukimo į nacionalinius teisės aktus (įstatymus, nutarimus), skaičius;
- pakoreguotų savivaldybių lygmens planavimo dokumentų, papildant juos kraštovaizdžio dalimi, skaičius;
- sprendimus priimančių specialistų kompetencijų kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo, planavimo srityse didėjimas;
- pažanga rengiant ir įgyvendinant projektus, skirtus valstybinės reikšmės parkų tvarkymui ir kraštovaizdžio estetinės kokybės gerinimui;
- mikroklimato modifikacijų dėl klimato kaitos fragmentuotuose kraštovaizdžio arealuose, natūraliose, pusiau natūraliose ir urbanizuotose teritorijose mokslinis iširtumas;
- parengta ir įgyvendinta mikroklimato optimizavimo projektų;
- visuomenės informuotumo kraštovaizdžio klausimais didėjimas;
- parengta metodinių dokumentų, rekomendacijų susijusių su gamtinio karkaso formavimu ir veiklos jame vykdymu;
- įgyvendinta projektų, skirtų gamtinio karkaso struktūrai stiprinti;
- žemėtvarkos sprendimų, žemėnaudos pakeitimo, socialinių ekonominių, klimato kaitos ir kraštovaizdžio ekologinių procesų sąsajų mokslinis pagrįstumas;
- draudimo bendrovių paslaugų prieinamumas;
- Baltijos jūros ir Kuršių marių krantų būklė ir rekreacinis patrauklumas;
- įdiegtų krantotvarkos priemonių efektyvumas;
- mokliškai pagrįstų rekomendacijų krantotvarkos ir krantonaudos projektuose diegimas;
- audrų padarytos žalos krantams ir infrastruktūrai kiekybinė išraiška ruožuose, kuriuose buvo įdiegta/neįdiegta krantotvarkos priemonių.

7. Teritorijų planavimas

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Dėl temperatūros kilimo ir stiprių liūčių padažnėja upių potvyniai ir erozija, paplūdimių degradacija. Atsiranda naujos aplinkosauginės problemos (vėjovartos, krantų išplovimas, saugomų teritorijų neatitikimas paskirčiai, buveinių ir rūšių nykimas). Žemumos, esančios netoli jūros ar upių pakrančių, vietos, kuriose didelė stiprių vėjų tikimybė, yra ypač jautrios klimato kaitai.

Ekstremalus klimato reiškiniai lemia ekonominius ir socialinius padarinius. Klimato reiškiniai tiesiogiai veikia infrastruktūrą (pastatus, transportą, energetiką ir vandens tiekimą), kelia tam tikrą grėsmę tankiai apgyvendintose teritorijose. Tokią situaciją gali dar labiau pabloginti jūros lygio kilimas. Sausumos ir jūros teritorijose reikalingas strateginis ir ilgalaikis požiūris į teritorijų planavimą, apimant transportą, regioninę plėtrą, pramonę, turizmo ir energetikos politiką.

Teritorijų planavimo funkcijos yra strateginės ir kompleksinės (apima įvairius sektorius), todėl yra svarbus kiekvieno sektoriaus sprendimams, tai reiškia, kad teritorijų planavimas yra visa apimantis. Teritorijų planavimo specialistai turi atsižvelgti į žemės naudojimo perskirstymą, kad nepadidėtų teritorijų pažeidžiamumas, žemės plotai būtų tinkami pritaikymo prie klimato kaitos tikslams, bei atsižvelgti į naujus reikalavimus žemės naudojimui. Teritorijų planavimas nėra vienintelė priemonė, skirta pritaikymo problemoms spręsti, bet be teritorijų planavimo neįsivaizduojama veiksminga strategija, skirta pritaikymui prie klimato kaitos. Klimato kaita – tai ne vienintelis veiksnys, lemiantis regiono ir teritorinio planavimo kryptį, tačiau jis, kaip ir kiti veiksniai, turėtų būti lygiavertis atskaitos taškas.

Planuojant ir numatant tvarią plėtrą, didžiausias dėmesys skiriamas klimato kaitai. Hierarchiniam planavimui būdinga tai, kad aukštesniojo lygmens priimami sprendimai atsispindi žemesniajame hierarchiniame lygmenyje (Baltic Climate..., 2011).

Klimato kaita daro poveikį daugeliui planavimo sričių. Elizabeth Wilson iš Didžiosios Britanijos (Wilson, 2009) įvardija šias sritis, susijusias su planavimo veikla:

- užstatytos teritorijos ir atviros erdvės;
- žalioji ir mėlynoji infrastruktūra;
- potvynių rizika;
- pakrantės;
- vandens ištekliai.

Teritorijų planavimo veikla yra integralus procesas, glaudžiai susijęs su kitais sektoriais:

- biologinė įvairovė ir kraštovaizdis;
- ekonominė plėtra ir atnaujinimas;
- transportas;
- atliekos ir ištekliai;
- energetikos sistemos;
- maisto sauga;
- sveikata.

Pasauliniai klimato pasikeitimai, dažnesnės audros, pasaulinio vandenyno lygio kilimas, smėlio išteklių Baltijos jūros krante ir priekrantėje mažėjimas ir kiti gamtiniai bei antropogeniniai veiksniai skatina krantų ardymą, todėl krantotvarkai ir galimai užliejamų teritorijų apsaugai būtinas vis didėjantis dėmesys ir reikiamos lėšos sistemingam krantotvarkos priemonių įgyvendinimui.

Įgyvendinant krantotvarkos programose numatytas priemones, Lietuvos pajūrio kranto būklė keliuose ruožuose pagerėjo (pvz., Palangos centrinių paplūdimių ruožas), tačiau tikėtina, kad bendras išplaunamų kranto ruožų ilgis nuo 25 km (2008 m.) padidės iki 32 km (2023 m.).

Teritorijų planavimo vaidmuo bus ypač svarbus įgyvendinant su inžinerinės infrastruktūros ir pramonės plėtra susijusius tikslus, prisitaikymo priemones miškininkystės, kraštotvarkos sektoriuose ir kitose svarbiose srityse. Teritorijų planavimas turi būti ilgalaikis savivaldybės lygmeniu, sudarant sąlygas verslui ir pramonei koncentruotis teritorijose su kuo geriau išplėtotą infrastruktūra. Koncentruota pramonė su išplėtotą infrastruktūra teritorijų lygmeniu ne tik prisidėtų prie išmetamųjų ŠESD kiekio mažinimo tikslų vykdymo, bet ir turėtų teigiamą poveikį aplinkos kokybės gerinimui (Nacionalinė klimato..., 2012).

Siūlomos keturios svarbiausios teminės sritys, siejančios teritorijų planavimą su prisitaikymu prie klimato kaitos:

1. Darnus regionų ir gyvenamųjų vietovių vystymas;
2. Urbanizacijos plėtra, žemės naudojimo pokyčiai;
3. Jūrų teritorijų erdvinis planavimas ir valdymas;
4. Potvynių grėsmės planavimas ir reguliavimas.

Iki šiol planuojant miestus nebuvo atsižvelgiama į galimus klimato kaitos padarinius: potvynius, karščio bangas, dažnesnį ir didesnį vandens trūkumą. Į integruoto miesto valdymo planus turėtų būti įtraukiamos aplinkos keliamą riziką ribojančios priemonės.

Lietuvos Respublikos regioninės plėtros įstatyme apibrėžtas nacionalinės regionų politikos tikslas – sumažinti socialinius ir ekonominius skirtumus tarp Lietuvos regionų ir jų viduje. Šis tikslas turi būti pasiektas skatinant regionų iniciatyvas ir teikiant tiesioginę valstybės pagalbą probleminėms teritorijoms. Nuoseklus teritorijos administracinės reformos vykdymas, valdymo decentralizavimas leistų tinkamai vykdyti regioninę politiką, mažintų regionų vystymosi netolygumus. Teritorijų planavimo darbų plėtojimas leistų sulaukti daugiau investicijų ir užtikrintų darnų regionų ir gyvenamųjų vietovių vystymąsi bei gebėjimo prisitaikyti prie klimato kaitos stiprinimą. Racionalus teritorijų naudojimas gamybos, paslaugų objektams ir gyventojų būstams statyti, jų daugiafunkciškumo didinimas leistų sumažinti švytuoklinę migraciją, sudarytų spartesnio socialinio vystymosi ir oro taršos mažinimo sąlygas.

Gyventojų skaičiaus mažėjimas yra viena iš didžiausių grėsmių visai teritorinio planavimo sistemai. Statistikos departamento duomenimis pusę šio skaičiaus sudaro neigiamas migracijos saldo, o pusę – natūralaus prieaugio sumažėjimas. Mažėja ir gyventojų tankis. Greičiausiai mažėja mažesnių miestų ir rajonų gyventojų skaičius, o didžiausiame Lietuvos mieste – Vilniuje – gyventojų skaičius nuo 2002 m. auga. Taip pat šiame mieste didėja gyventojų tankis kvadratiniam kilometre, kituose didžiuosiuose Lietuvos miestuose gyventojų skaičius ir tankis kvadratiniam kilometre mažėja. Pastarųjų metų (2012–2014 m.) Lietuvos statistikos departamento duomenimis gyventojų skaičius šiek tiek padidėjo Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos rajonų savivaldybėse. Kitose savivaldybėse gyventojų skaičius sumažėjo.

Gyventojų tankio kvadratiniam kilometre mažėjimas lemia nekompaktiškų miestų formavimąsi. Pagal populiacijos mažėjimo mastą Lietuva liks antroje vietoje Rytų Europoje, nusileisdama tik Latvijai, kuri iki 2030 m. neteks beveik penktadalio visų šalies gyventojų. „Euromonitor International“ prognozuoja, kad 2030 m. Lietuvoje gyvens 2,85 mln. žmonių. Lyginant su 2010 m. (3,33 mln. gyventojų) žmonių skaičius sumažės 14,2 %.

Pagal pirmąjį CORINE žemės dangos lygį Lietuvoje didžiausią plotą užima 2 klasės teritorijos, t. y. žemdirbystės teritorijos – net 59,58 % visos Lietuvos teritorijos, antra pagal užimamą plotą yra 3-čia – miškų ir kitų gamtinių teritorijų – klasė, užimanti 33,55 % visos

teritorijos. Šios dvi klasės yra pagrindinės Lietuvos žemės dangos klasės, likusios trys klasės tesudaro tik 6,87 % visos teritorijos: dirbtinės dangos (1 klasė) – 3,19%, pelkės (4 klasė) – 0,93 %, vandens telkiniai (5 klasė) – 2,75 %.

Dirbtinių dangų klasėje nebuvo tokių intensyvių pokyčių. Per 2006–2012 metų laikotarpį daug statybų plotų virto neištisiniais užstatymais (1 823 ha), taip pat padidėjo pramoninių komercinių objektų klasės plotas (315 ha) bei sporto ir poilsio vietų klasės plotas (243 ha) (CORINE žemės..., 2014).

LR bendrajame plane (Lietuvos Respublikos..., 2002), apskričių ir savivaldybių patvirtintuose ir galiojančiuose bendruosiuose planuose net nekalbama apie klimato kaitos svarbą ar prisitaikymą. **Tai rodo visišką klimato kaitos keliamų problemų nesuvokimą šiame sprendimų priėmimo etape.**

Vieninteliame Lietuvos Respublikos teritorijos bendrojo plano papildyme jūrinių teritorijų dalimi pripažįstamas klimato kaitos poveikis Baltijos jūroje ir jos pakrantėje vykstantiems procesams bei atsparumo klimato kaitos poveikiams stiprinimo būtinybė. Įvardijamos kelios prioritetinės sritys:

- mažinti iki patenkinamo lygio mitybinių medžiagų patekimą į jūrą;
- išsaugoti natūralias gamtines zonas ir gyvūnijos bei augmenijos įvairovę;
- mažinti kenksmingų medžiagų vartojimą ir jų poveikį; sukurti aplinką tausojančios laivybos regiono modelį;

- prisitaikyti prie klimato kaitos tinkamai reaguojant į galimus klimato kaitos pokyčius ir krantų erozijos intensyvėjimą. Tuo tikslu turi būti užtikrinta nuolatinė jūros paplūdimių ir apsauginio kopagūbrio priežiūra bei krantosauginių priemonių taikymas, sudarant galimybę paplūdimių atkūrimui naudoti jūroje esančius smėlio šaltinius ir uostuose iškasamą švarų gruntą.

Kur kas didesnis dėmesys klimato kaitai ir su ja susijusiems procesams yra skiriamas upių baseinų rajonų (UBR) valdymo planuose bei potvynių valdymo planuose. Pastaruosiuose įvardijamos ir konkrečios prisitaikymo prie klimato kaitos problemos (Nemuno, Lielupės..., 2015).

Lietuvoje galiojančiuose teisės aktuose yra nustatyti draudimai statyti pastatus potvynių užliejamose teritorijose, tačiau šių nuostatų praktinį taikymą riboja keletas aspektų:

- teisės aktuose nėra apibrėžta sąvoka „potvynių užliejama teritorija“, nėra nurodyta, kokios tikimybės ir prigimties potvyniams ši nuostata taikoma (užliejimų dėl jūros vandens pakilimo, ledo sangrūdų, sniego tirpsmo ir liūčių sukelti potvyniai);

- nėra aptarta situacija, kai potvynių metu užliejama teritorija nepatenka į paviršinio vandens telkinių apsaugos zoną (t. y. potvynio metu vanduo išsilieja plačiau);

- savivaldybių bendruosiuose planuose nėra išskirtos potvynių užliejamos teritorijos ir į jas neatsižvelgiama nustatant tikslinę žemės naudojimo paskirtį ir naudojimo būdą.

Praktika rodo, kad Lietuvos teritorijų planavimo sistemoje neatsižvelgiama į potvynių keliamą grėsmę, savivaldybių bendruosiuose teritorijų planavimo dokumentuose nėra išskirtos potvynių užliejamos teritorijos. Dėl nepakankamo reglamentavimo pasitaiko atveju, kai sklypams, patenkantiems į potvynių užliejamas teritorijas, nustatoma gyvenamosios paskirties ar kita tikslinė žemės naudojimo paskirtis, ir, remiantis šiais teritorijų planavimo dokumentais, potvynių užliejamose teritorijose vystomi urbanistinės plėtros projektai, neatsižvelgiant į potvynių keliamą grėsmę. Tikimybė, kad pastatas, statomas vidutinės tikimybės (1 %) potvynio užliejamoje teritorijoje, per 30 ar 50 metų naudojimo laikotarpį bus užlietas, atitinkamai siekia net 26 % ir 40 % (Nemuno, Lielupės..., 2015).

Galiojantys normatyviniai dokumentai nepakankamai reglamentuoja urbanizacijos ir ūkinės veiklos plėtrą potvynių užliejamose teritorijose. Lietuvoje galiojantys teisės aktai nepakankamai reglamentuoja projektavimą ir statybą potvynių užliejamose teritorijose. Reglamentai parengti tik atskiroms statinių grupėms: hidrotechnikos statiniams, tiltams, keliams. Ši situacija neužkerta kelio potvynių rizikai didėti ir neatitinka pasaulinės praktikos.

Europos šalių patirtis

Europos Komisijos dokumentuose prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės yra priimta skirstyti į tris kategorijas: „pilkąją“ („grey“), kuri susijusi su infrastruktūros sprendimais; „žaliąją“ („green“) – struktūrinę; „lanksčiąją“ („flexible“) – nestruktūrizuoti sprendimai. Teritorijų planavimas gali būti labai svarbus veiksnys visose trijose srityse. Tai taip pat galioja ir aiškiai paminėtoms priemonėms, susijusioms su teritorijų parinkimu ir keitimu, infrastruktūra ir pastatais, potvynių rizika ir pakrančių zonos valdymu bei nelaimių prevencijos tobulinimu, siekiant kovoti su gamtiniais pavojais (įskaitant klimato kaitos keliamas grėsmes). Didžiausias iššūkis kyla siekiant integruoti „prisitaikymo žinias“ į atitinkamus erdvinis sprendimus ir naudoti esamų planavimo priemonių potencialą (EC, 2009 ir kt.).

Europos aplinkos agentūros parengtoje studijoje (Breil, Swart, 2015) pateikiama informacija apie ES šalių įgyvendinamas priemones urbanizuotose teritorijose. Daugelis Europos sąjungos šalių savo nacionalinėse prisitaikymo strategijose ar planuose mini tokias prisitaikymo prie klimato kaitos priemones ir galimą riziką urbanizuotose teritorijose žvelgiant per teritorijų planavimą:

- žaliosios infrastruktūros ir atvirų erdvių vystymas (Austrija);
- energijos suvartojimo mažinimas pastatuose įvertinant karščio bangų riziką (Belgija);
- liūčių poveikis ir urbanizuotų teritorijų perėjimas į žaliąsias zonas (Danija);
- avarinių situacijų valdymas (Estija);
- miestų jautrumas poplūdžiams ir šilumos salų formavimuisi (Suomija, Lenkija, Turkija);
- poplūdžių, karščio bangų, upių / jūrų potvynių grėsmės, krantų erozija (Italija, D. Britanija);
- lietaus nuotekų valymas, ekologinių koridorių formavimas (Liuksemburgas);
- potvynių rizikos valdymas, gėlo vandens tiekimas (Olandija, Slovakija);
- visuomenės švietimas, teisė aktų tobulinimas teritorijų planavimo srityje (Ispanija, Švedija).

Didžioji dalis paminėtų grėsmių yra aktualios Lietuvai, minimos priemonės taikytinos pirmiausia didžiuosiuose miestuose.

Urbanistinės infrastruktūros svarba atsispindi ES tikslu iki 2050 m. „jokio gamtinių žemių užėmimo infrastruktūrai“. Europa susiduria su dideliu sunkumu įgyvendinant šį tikslą. Turimi duomenys nuo 1990 m. atskleidžia, kad gyvenamosios miestų teritorijos išsiplėtė keturis kartus greičiau nei augo populiacija, o pramoninės zonos išsaugo septynis kartus greičiau (EEA, 2013a). Todėl miesto gyvenvietės tampa vis mažiau kompaktiškos.

Europa yra tankiai apgyvendinta ir tikėtina, kad 2020 m. 80 % jos gyventojų gyvens miestuose arba priemiesčiuose. Daugeliui miestų būdingos panašios problemos: bloga oro kokybė, didelis triukšmo lygis, išmetamosios šiltnamio efektą sukeliančios dujos, vandens trūkumas ir atliekos. Siekiama remti ir plėsti iniciatyvas, kurios paskatintų miestus dalytis naujovėmis ir gerąja praktika. Siekiama užtikrinti, kad 2020 m. dauguma ES miestų taikytų tvaraus miestų planavimo ir projektavimo politiką ir panaudotų tam skirtas ES lėšas (General Union..., 2014).

Į patobulintą erdvinio planavimo metodą turėtų būti įtraukti didesni miestų plėtros apribojimai ir vystymosi apribojimų sumažinimai miestų viduje (EAA, 2015). Panašią nuomonę išsako ir architektas Mindaugas Pakalnis (Pakalnis, 2000), kalbėdamas apie Vilniaus miesto vystymąsi, taigi, ši nuostata turėtų būti taikoma ir Lietuvoje.

Urbanizacija yra dominuojanti Europos žemės paskirties keitimo tendencija ir, kartu su žemės apleidimo ir žemės ūkio produkcijos intensyvinimo tendencijomis, veda prie natūralių ir pusiau natūralių buveinių plotų mažėjimo.

Turimais duomenimis beveik pusę infrastruktūrai užimtos žemės paimama iš ariamos žemės ir daugiamečių pasėlių laukų, beveik trečdalis iš ganyklų ir mišrios žemdirbystės kraštovaizdžių ir daugiau kaip 10 % iš miškų ir pereinamosios miško stadijos krūmynų (EEA, 2013b). Kadangi šie žemės dangos tipai tam tikru lygiu yra pakeisti nelaidžia vandeniui danga, tai veikia teršalų ir vandens kaupimąsi, filtraciją ir pernešimą.

Žemės užėmimas yra ilgalaikis pokytis, kurį atstatyti į buvusią padėtį yra sudėtinga ir brangu. Šiuo metu Europos Komisija rengia komunikatą dėl žemės kaip išteklių, kurio tikslas yra suvienodinti šiuos įsipareigojimus, susijusius su žemės naudojimu ir teritorijų planavimu į nuoseklią politiką, kuria būtų atsižvelgiama į atitinkamas Europos Sąjungos ir valstybių narių kompetencijas.

Siekiant išvengti užimamos žemės ploto didėjimo, vertomis dėmesio gali būti pakartotinio žemės panaudojimo ir kompaktiškos miesto plėtros iniciatyvos. Kraštovaizdžio perspektyvos ir žaliosios infrastruktūros metodų (apimančių teritorijos fizinės ypatybės ir joje esančių ekosistemų teikiamas paslaugas) taikymas yra geras būdas skatinti integraciją tarp įvairių politikos sričių. Tai taip pat gali padėti kovoti su kraštovaizdžio fragmentacija ir rasti kompromisus. Žemės ūkio ir teritorijų planavimo politikos sritys ypač palankios tokio pobūdžio integracijai, nes tarp žemės ūkio paskirties žemės naudojimo ir Europos bei pasaulio aplinkos apsaugos procesų egzistuoja glaudūs ryšiai (EAA, 2015).

Iš didelių urbanizacijos modelių skirtumų Europoje galima spręsti, kad yra galimybių sustiprinti žemės panaudojimo efektyvumą. Pavyzdžiui, **Belgijoje** žemės dalis miestui beveik dvigubai didesnė nei Olandijoje, nepaisant to, kad populiacijos dydis yra trečdaliu mažesnis. Šis pavyzdys perteikia erdvinio planavimo skirtumus. **Olandijai** būdinga daugiau planavimo apribojimų, labiau kompaktiškos miesto gyvenvietės ir mažesnė dalis pavienių namų nei Belgijoje. Geresnis erdvinis planavimas, formuojant aplinką, turi potencialą paskatinti naudoti labiau išteklius tausojantį požiūrį. Tai gali padėti sumažinti energijos sąnaudas transportui ir komunaliniam šildymui, taip pat padėti išvengti miesto infrastruktūros skverbimosi į gamtines vietas (EEA, 2013a).

Integralus požiūris į erdvinį planavimą turėtų optimizuoti ekonominės plėtotės galimybes ir ekosistemų paslaugas, sumažindamas žmonių patiriamą poveikį dėl nepalankių aplinkos veiksnių ir sumažindamas socialinį neteisingumą. Pagrindinis iššūkis yra sumodeliuoti ateities miestų aplinką, kuri būtų itin patraukli visuomenei, taip, kad atitiktų besivystančius populiacijos poreikius (EEA, 2013a). Į problemos sprendimo būdą greičiausiai bus įtraukta „žaliosios infrastruktūros“ plėtra miesto aplinkoje, t. y. suplanuota natūralių arba pusiau natūralių plotų kombinacija, galinti užtikrinti ekosistemų paslaugų spektro tiekimą (EC, 2013). Ši nuostata taip pat yra aktuali ir Lietuvai.

Priešingai nei daugelyje kitų Europos valstybių, **Didžiojoje Britanijoje** nėra nacionalinio žemės naudojimo ar erdvinio plano. Vietoje šio plano nacionalinė planavimo politika vykdoma per Planavimo politikos metmenis, formuojamą Bendrijų departamentų ir savivaldybių, kurios yra atsakingos už planavimą. Planavimo politikos metmenys nurodo priežastis ir galimą klimato kaitos poveikį, pabrėžiama, kad regioninės ir vietos planavimo institucijos turėtų užtikrinti plėtros planų

prisidėjimą prie pasaulinio tvarumo, įvardijant priežastis ir galimą klimato kaitos poveikį. Sektoriai, kurie yra įtraukti į planavimo veiksmus: infrastruktūra, potvyniai, pakrantės, vandens išteklių, bioįvairovė, žemėnauda ir kraštovaizdis, ekonomika ir turizmas, transportas, atliekos ir išteklių, energijos tiekimas, urbanizuotos teritorijos. Planavimas gali naudoti ne tik reguliavimo priemones siekiant apsaugoti rizikos grupei priskiriamas teritorijas. Gali būti naudojama bendradarbiavimo praktika, siekiant išskirti diskusijas, aptarimus ir derybas dėl sąlygų, tokiu būdu randant kompromisą (National action on..., 2015; UK Climate Change..., 2012).

Nurodomi keturi rizikos veiksniai:

- potvyniai;
- pakrančių erozija;
- karščio bangos;
- sausros.

Pagrindiniai planavimo uždaviniai ir principai:

- naujos plėtros numatymas atokiau nuo rizikos teritorijų;
- atsparių klimato kaitai pastatų ir urbanizuotų teritorijų projektavimas ir išdėstymas;
- tvaraus vandens valdymo skatinimas.

Į šį planavimo vaidmens stiprinimą dėmesį turėtų atkreipti ir Lietuvos teritorijų planavimo specialistai.

Žalioji infrastruktūra – gyvas žalių erdvių tinklas, vanduo ir kiti aplinkos komponentai, tiek miesto, tiek kaimų teritorijose gali padėti sumažinti ekstremalias temperatūras ir valdyti vandens srautus, kurie turi įtakos pastatams. Miesto žalioji infrastruktūra gali būti naudinga daugeliu aspektų:

1. Sumažina oro taršą;
2. Sumažina potvynių riziką dėl tvarios miesto drenažo sistemos;
3. Gerina miesto estetiką;
4. Švelnina miesto karščio salų poveikį.

Žaliosios infrastruktūros sprendimai ne tik sumažina karščio salų poveikį, bet taip pat vaidina svarbų vaidmenį reguliuojant paviršinių nuotėkį. Didžiojoje Britanijoje tokie žaliosios infrastruktūros elementai bendrai vadinami „Tvaria urbanizuotų vietovių drenažo sistema“, kuri susideda iš medžių ir augmenijos, žalių stogų, infiltracijos tranšėjų ir filtracijos drenų, baseinėlių, tvenkinėlių ir šlapynių.

Didžiosios Britanijos mokslininkų naudoti hidrologiniai modeliai atskleidė klimato kaitos poveikį urbanizuotų teritorijų hidrologiniam režimui. Jie nustatė, kad didėjantis paviršiaus nuotėkis dėl padidėjusio kritulių kiekio gali būti sumažintas 4,9 %, jeigu žaliosios infrastruktūros plotas būtų padidintas 10 % gyvenamosiose teritorijose, ir, kad didinant medžių dengiamą plotą panašiu procentu, 5,7 % sumažintų paviršiaus nuotėkį. Žaliųjų stogų įrengimas sumažintų 17,0–19,9 % paviršiaus nuotėkio (Forest reasearch, 2010).

Olandijoje teritorijų planavimas ir vandens valdymas visuomet vystomi neatsiejamai vienas nuo kito. Visa nacionalinė prisitaikymo strategija buvo sukurta iš teritorijų planavimo perspektyvos. Nepaisant to, klimato kaitos poveikis vertinamas individualiai ir kituose sektoriuose. Šie atrinkti projektai turi gana stiprų ryšį su teritorijų planavimu:

- sistemos sukūrimas siekiant spręsti teritorijų planavimo pasirinkimus;
- uždavinių susijusių su klimato kaita integracija į Olandijos Vandens Viziją;
- klimato kaitos prisitaikymo integravimas į regioninius planus;

- integruota erdvinė plėtra Emso deltos regione, kur prisitaikymas prie klimato kaitos yra siejamas kartu su miesto funkcijų pertvarkymu, siekiant kovoti su mažėjančia gyventojų populiacija;

- tyrimai, kurie būtų skirti siekiant didesnio atsparumo klimato kaitai vietos lygiu.

Be to, bus siekiama įgyvendinti priemones, kad Olandijos miestai taptų atsparūs klimato kaitai. Darbo grupė rengė Poveikio aplinkai vertinimo schemą (projektams ir planams), kurioje įtrauktas ir atsparumas klimato kaitai. Penki pagrindiniai aspektai buvo nustatyti atsparumui klimato kaitai teritorijų planavimo strategijoje nacionaliniu mastu:

- ilgalaikis saugumas nuo potvynių;
- gėlo vandens tiekimo užtikrinimas – susijęs su jo naudojimu žemės ūkyje ir aplinkoje;
- atsparios klimato kaitai aplinkos kūrimas;
- atsparumo klimato kaitai didinimas miestuose;
- transporto tinklų ir energijos tiekimo pažeidžiamumo sumažinimas.

Teritorijų planavimas yra pripažįstamas kaip visas sritis apimantis veiksnys įvairių šalių nacionalinėse prisitaikymo strategijose. Toks tarpsektorinis veiksnys kaip teritorijų planavimas yra ypač svarbus prisitaikymui dėl kaupiamųjų poveikių ir tarpusavio priklausomybės tarp sektorių, kurių kiekvienas yra veikiamas klimato kaitos. Kai kurios strategijos, tokios kaip Olandijos, siūlo konkrečius įrankius pažeidžiamumo nustatymui arba išsamius veiklos indikatorius prisitaikymui prie klimato kaitos vietos lygmeniu. Kitos valstybės vis dar nesutaria dėl konkretaus teritorijų planavimo vaidmens prisitaikymui prie klimato kaitos. Dar nemažai valstybių, kuriose prisitaikymas prie klimato kaitos vis dar nėra integruotas į planavimo praktiką (BMVBS-Online_Publikation, No. 21/2010).

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Teritorijų planavimas yra pagrindinė priemonė žaliosios infrastruktūros plėtojimui. Teritorijų planavimas gali padėti padaryti miestus ir pakrančių zonas atsparesnius klimato kaitos pokyčiams, numatant vietas žaliosioms teritorijoms (parkai, šlapynės), taip sumažinant temperatūrą miestų teritorijose, valdant potvynius ar vandens trūkumą (BMVBS-Online_Publikation, No. 21/2010).

Teritorinio planavimo procese turėtų būti išskiriamos **keturios standartinės žemės naudojimo paskirtys**:

- urbanizuotos teritorijos;
- urbanizuojamos (galimos urbanizuoti) teritorijos;
- žemės ūkio teritorijos (kaimų vietovės);
- gamtinės teritorijos.

Kiti žemės naudojimo paskirčių detalizavimo lygmenys yra planuotojo kompetencija ir priklausys nuo planavimo mastelio, objekto specifikos, tikslų ir t. t.

Bet kurios žemės naudojimo paskirties teritorijose gali būti nustatyti penki pagrindiniai veiklos režimai: saugojimas; modernizavimas ir papildoma statyba (užstatymo tankinimas); konversija; nauja plėtra (naujai įsisavinamos teritorijos); draudžiama (nerekomenduojama) plėtra ir „*status quo*“ režimas.

Įteisinant daugiafunkcinio žemės naudojimo galimybę būtina: numatyti galimybę bendruosiuose planuose nustatyti kiekvienai savivaldybei specifines daugiafunkcinės veiklos galimybes atskirose jos dalyse, kartu nustatant planuojamos teritorijos dalių funkcinės raidos

prioritetus; iš esmės koreguoti žemės naudojimo paskirčių, būdų ir pobūdžių aprašą, vietoje „grynojo“ monofunkcinio žemės naudojimo įvedant daugiafunkcinio naudojimo (įvairių veiklų mišinių nurodant prioritetą).

Visuomeniniai įrenginiai ir atviros teritorijos turi būti planuojamos tokiose vietose ir tokio dydžio, kad mažintų motorizuotų kelionių poreikį. Dviračių ir pėsčiųjų takų tinklas turi tapti sudėtine transporto infrastruktūros dalimi, jis turėtų apimti bendrą takų tinklą ir būti pritaikytas aktyviam gyventojų poilsiui bei kasdienėms susisiekimo reikmėms tenkinti. Biotransportą reikia derinti su visuomeniniu transportu, prie stočių ir stotelių įrengiant dviračių laikymo ir saugojimo aikšteles.

Viešas interesas turi būti identifikuotas teritorijų planavimo dokumentuose ir įgyvendintas tokiomis priemonėmis:

- vystant viešąją infrastruktūrą (socialinę ir inžinerinę) ir viešąjį transportą;
- būtina užtikrinti viešosios infrastruktūros statybą atsižvelgiant į kintančias klimato sąlygas;
- prievolė formuoti viešąsias erdves turi būti reglamentuojama;
- plėtojant „žaliąją infrastruktūrą“, t. y. įtvirtinti normatyvius želdynų parametrus naujos plėtros teritorijose, įrengti želdynus (gerinti jų kokybę) susiformavusiuose miesto rajonuose;
- rasti planavimo normatyvų proporciją, priklausomai nuo miesto dydžio arba teritorijos vertės;
- sudaryti geresnės kokybės gyvenamąją aplinką, vykdant esamų pastatų rekonstrukciją ir perstatymą.

Teritorijų planavimo priemonės galinčios padėti prisitaikyti prie klimato kaitos:

- teisinės bazės priderinimas strateginių teritorijų planavimo uždavinių sprendimui;
- vandens tiekimo ir poreikio valdymas siekiant sušvelninti sausrų ir vandens trūkumo riziką;
- ankstyvojo perspėjimo sistemos skirtos karščio bangų rizikai diegimas;
- gamtinių pavojų monitoringas;
- žemės naudojimo strategišką ir diferencijuotą valdymą;
- ekonomikos diversifikacija ir draudimas;
- visuomenės informuotumo didinimas.
- į prisitaikymą nukreiptas miestų planavimas;
- išteklių valdymas (lietaus vandens surinkimas, kritinių gamtos išteklių apsauga);
- apsauga nuo potvynių (arba atsitraukimas) užliejamose teritorijose;
- teritorijų, kurios patiria stichines nelaimes ir ateityje galimas dažnesnis jų pasireiškimas, vystymo ribojimas;
- statybų technologijų nukreiptų prisitaikymui prie besikeičiančio klimato plėtra;
- gyvenviečių modelių, kurie pasižymėtų ne tik pakankamu tankumu, bet ir atviromis erdvėmis, kurios sumažintų šilumos salų poveikį, kūrimas;
- miesto vandens išteklių valdymas tvarių būdu, kuris apimtų liūčių padarinių likvidavimą ir galimą vandens trūkumą vasaromis;
- ekologiško transporto plėtra: dviračių takus sieti su užmiesčio dviračių kelių sistemomis (regiono, šalies, tarptautiniais keliais), miestų ir užmiesčio žaliosiomis erdvėmis, rekreacijos ir sporto, darbo vietomis, tuo pat metu imantis informavimo priemonių, gerinančių visuomenės suvokimą dėl tokio transporto funkcionavimui būtinų sąlygų;
- perėjimas nuo „taškinio“ (pavienių sklypų) prie kvartalinio planavimo;

- socialinių įstaigų pasiekiamumo reglamentavimas;
- monofunkcinio užstatymo problemų sprendimas;
- daugiafunkcinio žemės naudojimo galimybės įteisinimas;
- kompleksiška verslo ir socialinės infrastruktūros plėtra;
- gyvenviečių gatvių tinklo rekonstrukcija, eismo organizavimo gerinimas;
- socialinės ir inžinerinės infrastruktūros vystymas;
- senų pastatų renovacija, siekiant energijos naudojimo efektyvumo didinimo;
- apleistų teritorijų įsisavinimas.

„Žaliosiomis“ („green“) ir vadybinėmis bei teisinėmis priemonėmis konkrečiai siekiama sumažinti jautrumą klimato kaitai ir didinti žmonių prisitaikymo gebėjimus bei didinti gamtinių sistemų atsparumą. Šie veiksmai reikalauja kur kas mažiau išteklių ir teikia visokeriopą naudą. Aukštosios technologijos ir novatoriški technologiniai sprendimai paprastai reikalauja daugiau lėšų, mokslinių tyrimų, patirties ir mokymų.

Sprendžiant gyvenamųjų teritorijų problemas labai svarbu sutvarkyti teritorijų planavimo teisinę bazę, kad ji užtikrintų skirtingų įstatymų nekonkurencinį integralumą bei vieningos darnios plėtros sistemos sukūrimą; nustatytų esminius kiekybinius ir kokybinius reikalavimus teritorijų vystymui ir naudojimui; įtvirtintų vieningas ir informatyvias bei visiems suprantamas sąvokas; įtvirtintų aiškius gyvenimo kokybės kriterijus atitinkančius darnaus vystymosi principus.

Prevencinės priemonės sudaro prielaidas tvariai plėtrai potvynių užliejamose teritorijose ir ilgalaikėje perspektyvoje mažina:

- potvynių riziką ekonomikai – priemonės užtikrina, kad užliejamose teritorijose ekonominė plėtra vyks atsižvelgiant į potvynių grėsmę ir objektai bei veiklos bus pritaikytos potvyniams;
- potvynių riziką gyventojams – priemonės sudaro prielaidas kontroliuoti užliejamose teritorijose įsikuriančių gyventojų skaičių;
- potvynių riziką aplinkai – priemonės sudaro prielaidas minimizuoti naujų įrenginių, kurie užliejimo atveju gali generuoti atsitiktinę taršą, poveikį.

Prevencinės priemonės taikomos visoje šalies teritorijoje ir apima visų tikimybių ir tipų potvynius. Priemonės taikomos visiems upių ruožams, identifikuotiems atliekant preliminarų potvynių rizikos vertinimą. Priemonės gali būti taikomos ir kitoms teritorijoms, kurios nėra priskirtos potvynių grėsmės teritorijoms (teritorijos prie mažesnių upių ir kt. vandens telkinių, kurioms nėra sudaryti užliejamų teritorijų žemėlapiai). Priemonių poveikis numatomas potvynių užliejamose teritorijose bei hidrotechnikos statinių žemutiniuose bjeifuose esančiose teritorijose.

Prevencinės priemonės apima valstybės valdymo politikos formavimą potvynių valdymo srityje, pagrindinėms nuostatoms įteisinti turi būti papildyta įstatyminė bazė.

Prevencinės potvynių rizikos valdymo priemonės:

- **Užliejamų teritorijų zonavimas.** Zonavimo sistemos tikslas – nukreipti plėtrą į teritorijas, kurios nėra užliejamos potvynių metu, o vidutinės ir didelės tikimybės potvynių užliejamose teritorijose riboti ekonominę veiklą ir statybas. Priemonės įgyvendinimui turi būti sukurti nauji teisės aktai, papildytos esamų teisės aktų nuostatos. Teisės aktuose turi būti įteisinti apribojimai ir draudimai statyti pastatus ir inžinerinius statinius tam tikros tikimybės potvynių metu užliejamoje teritorijoje (zonoje). Reikalavimai turi būti taikomi ir teritorijose, kurioms nėra parengti potvynių grėsmės žemėlapiai (pvz. prie mažesnių upių).

- **Statybų reglamentavimas potvynių užliejamose teritorijose:** papildyti statybos techninius reglamentus nuostatomis dėl statinių ir pastatų statybos potvynių užliejamose teritorijose

bei pastatų ir statinių atsparumo vandens poveikiui; parengti techninį reglamentą dėl kultūros paveldo objektų apsaugos nuo potvynių ir priemonių minimizuoti žalą nuo potvynių nukentėjusiems kultūros paveldo objektams.

Nestruktūrinės apsaugos nuo potvynių priemonės:

- miškingumo didinimas;
- šlapynių atkūrimas;
- agrarinių aplinkosaugos priemonių įgyvendinimas.

Jos sudaro prielaidas tvariai plėtrai ir ilgalaikėje perspektyvoje mažina potvynių ir poplūdžių riziką ekonomikai. Priemonės potencialiai mažina didelės tikimybės sniego tirpsmo ir liūčių potvynių piką, todėl potvynio metu tikėtinas žemesnis maksimalus vandens lygis.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Didelė dalis vertinimo kriterijų glaudžiai susiję su kraštovaizdžio sektoriaus vertinimo kriterijais, nes teritorijų planavimas didžiąja dalimi vykdomas kraštovaizdžio kraštotvarkinių vienetų pagrindu.

Bendrieji vertinimo kriterijai:

- pateiktų siūlymų dėl su klimato kaita susijusių kraštovaizdžio planavimo nuostatų įtraukimo į nacionalinius teisės aktus (įstatymus, nutarimus) skaičius;
- pakoreguotų savivaldybių lygmens planavimo dokumentų, papildant juos kraštovaizdžio dalimi, skaičius;
- natūralių ir pusiau natūralių teritorijų (miškai, kiti želdiniai, pelkės, vandenys, natūralios pievos ir ganyklos, nenaudojama žemė) ir urbanizuotų teritorijų (užstatytos teritorijos, keliai), sodų, ariamos žemės, pažeistų teritorijų santykis;
- geoekologiniu požiūriu probleminių arealų ir ekologiškai nepilnaverčių agrarinių teritorijų plotų pokyčiai;
- parengtų ir įgyvendintų projektų, skirtų valstybinės reikšmės parkų tvarkymui ir kraštovaizdžio estetinės kokybės gerinimui, skaičius;
- įgyvendinta projektų, skirtų gamtinio karkaso struktūrai stiprinti ir teritorijoms tvarkyti, skaičius;
- natūralių arba pusiau natūralių plotų kaita miestuose;
- krantotvarkos priemonių diegimas, krantonaudos teigiamos tendencijos.

Prisitaikymo priemonių potvynių užliejamose teritorijose vertinimo kriterijai:

- rizikos žmonėms sumažėjimas;
- rizikos ekonomikai ir aplinkai sumažėjimas;
- kompleksinis potvynių rizikos įvertinimas.

Urbanistinio kraštovaizdžio planavime būtų svarbūs šie kokybiniai ir kiekybiniai kriterijai:

- miestuose formuojamų atvirų erdvių, kurios sumažintų šilumos salų poveikį, plotai;
- miestų ir užmiesčio žaliųjų erdvių plėtra;
- ekologiško transporto ir dviračių takų plėtojimas;
- teritorijų planavimo teisinės bazės, užtikrinančios skirtingų įstatymų nekonkurencinį integralumą bei vieningos darnios plėtros sistemos sukūrimą, vystymas.

8. Ekosistemos ir biologinė įvairovė

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Keičiantis klimatui vis sparčiau nyks ekosistemos ir biologinė įvairovė. Tai paveiks atskiras rūšis ir ekosistemų funkcijas, nuo kurių priklauso visuomenė. Ekosistemos tiesiogiai reguliuoja klimatą: durpynai, pelkės ir gilūs jūrų vandenys yra anglies saugyklos. Klimato kaita turės įtakos ir kitoms ekosistemų funkcijoms, tokioms kaip aprūpinimas geriamu vandeniu bei statybinėmis medžiagomis, ištekliams maisto gamybai, o vandens rūgštėjimas gali pabloginti vandenynų būklę. Dėl tam tikrų žemės naudojimo būdų ir planavimo sprendimų (pvz., statybų salpose) ir netausaus jūrų naudojimo (pvz., pernelyg intensyvios žuvininkystės) ekosistemos ir socialinės bei ekonominės sistemos tapo jautresnės klimato kaitai ir mažiau pajėgios prisitaikyti (Europos Komisija, 2009a).

IPCC (2013) ataskaitoje nurodyta, kad gyvūnų ir augalų paplitimo arealai dėl klimato kaitos keičiasi, rūšys traukiasi į šiaurę, o buvusiujų vietą užima iš pietų atklydę. Deja šiaurėje esantiems gyvūnams jau nėra kur trauktis, o kai kurių rūšių judėjimo greitis yra mažesnis nei šiuo metu augančios temperatūros.

Lietuvoje atliekami atskirų ekosistemų reakcijų į klimato kaitą tyrimai. Daugiausia darbų atliekama Gamtos tyrimų centre, tiriamas klimato kaitos poveikis durpynams, prokariotinių ir eukariotinių organizmų rūšių populiacijoms ir buveinių pokyčiams, biologinės invazijos Lietuvos ekosistemose klimato kaitos sąlygomis ir t. t.

Iki šiol bene daugiausiai dėmesio skiriama tyrimams apie klimato kaitos poveikį paukščiams, jų buveinėms, įvairių rūšių populiacijoms, migracijai ir elgesiui (Žalakevičius, 2014). Lietuvoje pastebima, kad paukščių migracija rudenį prasideda vėliau, o dėl ankstyvesnio pavasario paukščiai sugrįžta anksčiau – tai priskiriama klimato kaitos padariniams.

Nepakeistos arba mažai pakeistos ekosistemos užima daugiau kaip trečdalį Lietuvos teritorijos. Didžiausia laukinės gamtos įvairovė telkiasi miškuose ir šlapynėse. Nemažai darbų šiuo metu atliekama siekiant išsaugoti pelkes, jos pasižymi saugomų buveinių ir rūšių įvairove. Šiuo metu didžiausia pelkių problema sausėjimas, keičiasi žolių struktūra, nyksta specifinės pelkių paukščių ir kitų gyvūnų rūšys.

Sprendžiant su klimato kaita susijusius klausimus svarbu ne tik atliekami tyrimai, bet ir tinkamai subalansuota teisinė bazė. 2015 m. balandžio mėn. LR Seimas patvirtino naują Nacionalinę aplinkos apsaugos strategiją, kuria įtvirtinamos prioritetingos aplinkos apsaugos politikos sritys ir ilgalaikiai tikslai iki 2030 metų, Lietuvos aplinkos vizija iki 2050 m. Strategijoje išskiriamos keturios prioritetingos kryptys, ir viena iš jų – klimato kaitos švelninimas ir prisitaikymas prie jos keliamų aplinkos pokyčių.

Šiuo metu Lietuvoje aptinkama apie 20,5 tūkst. gyvūnų, 1,8 tūkst. augalų ir 6,1 tūkst. grybų rūšių, iš jų saugomos 767 rūšys (1992 metais – 501 rūšis), 53 augalų bendrijos šalyje yra ant išnykimo ribos, retos arba sparčiai nyksta, be to, Lietuvoje ir jos jūros plotuose aptinkami 54 Europos Bendrijos svarbos natūralių buveinių tipai ir 101 Europos Bendrijos svarbos augalų ir gyvūnų rūšis, iš kurių 49 reikia steigti buveinių apsaugai svarbias teritorijas (Nacionalinė aplinkos..., 2015).

2015 m. Aplinkos ministerija patvirtino „Kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės išsaugojimo 2015–2020 metų veiksmų planą“. Jo paskirtis – sudaryti sąlygas ilgalaikės kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės politikos, kuri paremta šalies tradicijomis, Europos Sąjungos teisinių normų, tarptautinių konvencijų, rezoliucijų, susitarimų, programų reikalavimais, įgyvendinimui ir nustatyti kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės apsaugos, planavimo, naudojimo, tvarkymo tikslus,

uždavinius ir priemones iki 2020 metų. Plane daug dėmesio skiriama biologinės įvairovės bei kartu ir ekosistemų išsaugojimui ir aptariama tam būtinos priemonės. Biologinės įvairovės išsaugojimo strateginis tikslas – sustabdyti biologinės įvairovės nykimą, ekosistemų ir jų teikiamų paslaugų kokybės blogėjimą, kur įmanoma, jas atkurti (Kraštovaizdžio ir biologinės..., 2015).

Tai du pagrindiniai dokumentai, padėsiantys kovoti su klimato kaitos poveikiu ekosistemoms ir biologinei įvairovei, tačiau dar yra reikalinga atlikti ir daugiau mokslinių tyrimų, norint atskleisti klimato kaitos poveikį iki šiol netirtoms ekosistemoms ar atskiroms rūšims, taip pat sukurti platesnę bei išsamesnę teisinę bazę, norint reglamentuoti visų strategijoje ir veiksmų plane numatytų užduočių vykdymą.

Specialių tyrimų stoka Lietuvoje neleidžia nustatyti klimato kaitos poveikio įvairioms šalies ekosistemoms, buveinėms, augalų, grybų, gyvūnų rūšims ir bendrijoms masto, jų pažeidžiamumo, nustatyti riziką ir pavojus, siekiant tą poveikį sušvelninti ar net jo išvengti. Remtis vien užsienio patirtimi nepakanka, nes kiekvienos šalies ekosistemos turi specifiškų ir unikalių bruožų, skiriasi klimato sąlygos, žemėnaudos ir ūkininkavimo metodai.

Lietuvoje atliekamų mokslinių tyrimų ir monitoringo darbuose vyrauja ekosistemų būklės konstatavimas, tačiau pasigendama kaitos priežasčių analizės, biologinės įvairovės reakcijų klimato kaitos poveikyje prognozių. Tai leistų efektyviau naudoti lėšas saugomų teritorijų išskyrimui ir valdymui, teritorinių planų rengimui, dažnai neduodančiam laukiamo efekto, nes planuose neatsižvelgiama į klimato kaitos poveikį (pavyzdžiui, saugomos rūšys pasitraukia iš saugomų teritorijų ir jų apsauga neužtikrinama).

Klimato kaita neigiamai veikia biologinę įvairovę bei ekosistemas ir dažnai dar labiau išryškina kitas problemas: taršą, pernelyg intensyvų išteklių naudojimą, svetimų rūšių invaziją, gamtos buveinių irimą, jų būklės blogėjimą ir nykimą.

Lietuvos ekosistemoms ir biologinei įvairovei daugiausia įtakos turės šie su klimato kaita susiję veiksniai:

- vasaros ir žiemos oro temperatūros kilimas;
- audros ir uraganiniai vėjai;
- Baltijos jūros lygio kilimas;
- jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo, cirkuliacijos pokyčiai;
- dažni žiemos atlydžiai, pavasarinės šalčio bangos;
- karščio bangos;
- sausringumo didėjimas;
- upių nuosėkis, vandens lygio svyravimai upėse ir ežeruose;
- liūčių dažnėjimas, poplūdžiai ir potvyniai;
- ultravioletinės (UV) spinduliuotės intensyvėjimas.

Tikėtinas klimato kaitos poveikis Lietuvos ekosistemoms ir biologinei įvairovei:

• Klimato kaita kenkia biologinei įvairovei ir yra viena iš jos mažėjimo priežasčių. Numatomas ekosistemų degradavimas: rūšių pasitraukimas iš Lietuvos teritorijos ar nykimas, naujų invazinių rūšių plitimas.

• Invazinės rūšys sukelia ekologinių problemų, kurios yra vienos iš grėsmingiausių visai biologinei įvairovei. Naujai patekusios, sąmoningai ar nesąmoningai žmogaus atkeltos rūšys dažniausiai gali greitai daugintis, prisitaikyti prie vietinių gamtinių sąlygų ir taip keisti nusistovėjusius ekologinius ryšius ekosistemose. Dėl nepageidautinų rūšių atsiradimo į Lietuvą atkelia naujos ligos ir kenkėjai, nauji pasikeitę ryšiai ekosistemose ir laukiamos pasekmės gali

būti sunkiai prognozuojamos. Todėl būtina stebėti invazinių rūšių plitimą ir, esant reikalui, imtis apsaugos priemonių, kad išgelbėti vietines rūšis.

- **Paveikiamos hidrologinės sistemos:** didėja žiemos ir pavasarinių upių debitų kaitos amplitudė, vasaros nuosėkiai, šiltėja upių ir ežerų vanduo, kartu keičiasi ir jų vandens cheminė sudėtis. Jūrinėse ir gėlo vandens sistemose vykstantys pokyčiai yra susiję su vandens temperatūros padidėjimu, druskingumu, deguonies kiekio ir cirkuliacijos pokyčiais. Priklausomai nuo vandens temperatūros kis žuvų ir kitų hidrobiontų sukcesijos greitis. Rūšių nykimo greitis priklausys nuo klimato šiltėjimo greičio, šių rūšių sklaidos ir (ar) plitimo greičio.

- **Sausumos ekosistemų pokyčiai:** vyksta sezoniniai atskirų gyvūnų rūšių populiacijų gausos ir migracijos laiko bei krypčių pokyčiai. Tai siejama su šiltesnėmis žiemomis ir ankstyvesniais fenologiniais pavasario įvykiais. Rūšys slenkasi link aukštesnių platumų (ašigalių). Prognozuojama, kad XXI a. pabaigoje paukščių žiemojimo vietos Europoje pasislinks 550 km į šiaurės rytus. Prognozuojama, kad per artimiausius dešimtmečius migruojančių rūšių kiekiai augs, todėl reikalinga išplėsti monitoringo sistemą ir mokslinių tyrimų kiekį.

- **Didžiausią įtaką priekrantės sistemoms turi tokie gamtiniai veiksniai kaip aplinkos temperatūros ir vandenyno lygio pokyčiai, teršalų pernešimas su krituliais ir upių nuotėkiu, vėjų dinamika ir audringumas.** Tačiau išskirti ir tirti atskirai visų šių veiksnių poveikį priekrantės ekosistemoms dažnai neįmanoma, nes jie veikia ne ekosistemos dalis, o visą sistemą. Dažnai labai sunku ir net neįmanoma gamtinių faktorių įtaką atskirti nuo tiesioginio antropogeninio poveikio, kuris sukelia biologinių jūros išteklių ir vandens kokybės degradavimą. Tai, savu ruožtu, sumažina priekrantės ekosistemų atsparumą, jos pasidaro jautresnės globalių klimato pokyčių sukeltam stresui.

- **Eutrofikacijos proceso spartėjimas** – tai galima teigti atsižvelgiant į Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių ekosistemų vystymosi tendencijas dėl klimato kaitos poveikio.

- **Vandens lygio kilimas** skatins dažnesnį druskingo vandens patekimą į Kuršių marias ir laipsnišką jos šiaurinės dalies ekosistemos kaitą.

- **Dėl pakitusių klimato sąlygų kai kurios rūšys paliks saugomas teritorijas** – atsiras nauji pavojai ir kliūtys saugomų teritorijų rūšių apsaugai realizuoti. Daugelis įprastų, šiuo metu joms išsaugoti taikomų priemonių nebus efektyvios, o tai pareikalaus naujų koncepcijų, būdų ir priemonių jas išsaugoti.

- **Su klimato kaita susijusi medžių rūšių išplitimo arealų dinamika** skatins naujų rūšių paplitimą Lietuvos miškuose. Prognozuojamas stiprus augalų asociacijų ir miškų kitimas pakeis sąlygas gyvūnijai, ypač amfibijoms, vabzdžiams, ropliams, paukščiams, kurių arealai stipriai pasikeis, vyks greitas rūšių nykimas, kis gyvūnijos bendrijų sudėtis. Vietinės augalų, gyvūnų bei grybų rūšys turės prisitaikyti prie naujų sąlygų, gali vykti vietinių rūšių gausumo sumažėjimas ar jų išstūmimas.

- **Padidėjęs audrų ir škvalų skaičius** didins vėjovartų plotus, o didėjantis sausringumas skatins miškų gaisringumą. Pakitusios klimato sąlygos lems biotinės miškų aplinkos pokyčius: naujų ligų ir kenkėjų atsiradimą, kurie gali daryti didelę žalą dabar Lietuvos miškuose augantiems medžiams, iššaukti nepageidaujamus abiotinės aplinkos pokyčius (plačiau apie tai skaityti 10 skyriuje).

- **Dėl klimato kaitos keičiasi rūšių pasiskirstymas, populiacijos dydis, taip pat reprodukcijos rodikliai, ir tuo pačiu visa biologinė įvairovė.** Didžiausią poveikį tam turi atmosferos cirkuliacijos anomalijos ir su jomis susiję ekstremalūs hidrometeorologiniai reiškiniai (šalčiai, karščiai, potvyniai, sausros ir kt.).

- Pačios jautriausios yra rūšys, kurios yra prisitaikę augti siaurame aplinkos sąlygų diapazone, pavyzdžiui, pelkėse – pasikeitus kritulių ir drėgmės režimui tos rūšys išnyks.
- Dažni žiemos atlydžiai, pavasarinės šalčio bangos, sutrikdo augalų ciklus, dėl ko mažėja jų produktyvumas, atsparumas ligoms ir galimybės prisitaikyti prie klimato kaitos.

Ekosistemų ir biologinės įvairovės jautrumą klimato kaitai didinantys veiksniai:

- Buveinių nykimo procesas ypač suaktyvėjo dėl pasikeitusių miškų ūkio, žemės ūkio technologijų, tradicinės žemėnaudos formų žemės ūkyje nykimo ar jų kaitos, natūralaus hidrologinio režimo sutrikdymo, urbanistinės infrastruktūros plėtros ir vandens telkinių pakrančių urbanizacijos, turizmo infrastruktūros plėtros.

- Keičiantis klimatui, augant tarptautinės prekybos ir turizmo mastui, gali atsirasti invazinių rūšių problema, jeigu nebus tinkamo teisinio reguliavimo ir visuomenės švietimo. Kai kurios invazinės rūšys kelia grėsmę ir visuomenės sveikatai, daro didelę žalą ekonomikai, reikia didelių išlaidų šioms naujoms rūšims suvaldyti ar išnaikinti.

- Nepakankamai veiksmingas tradicinis biologinės įvairovės apsaugos būdas – saugoti pavienes rūšis arba individualias vertingas biologine įvairove teritorijas. Europoje ir kitur pasaulyje siekiama saugoti šalies mastu vertingus kraštovaizdžius, buveines ir svarbius kitus bioįvairovės elementus, apskaityti, saugoti ir atkurti sunaikintas ar susilpnintas ekosistemų funkcijas, šiuo pavyzdžiu reikėtų sekti ir Lietuvoje.

- Kintant klimatui ypatingą vaidmenį vaidina rūšies populiacijos dydis ir arealo pobūdis. Kuo jis mažesnis, tuo greičiau rūšis išnyksta, turi mažiau galimybių išlikti. Greičiau gali išnykti ir rūšys, turinčios mažesnę arba fragmentuotą arealą. Rūšių paplitimo pokyčiai, kintant klimatui priklauso ir nuo jų mobilumo.

- Nepakankamai dėmesio skiriama miško ekosistemų ir šlapynių išsaugojimui, stokojama kompleksinio požiūrio apie miško ir šlapynių svarbų vaidmenį klimato kaitos mažinime. Tam, kad miškas teiktų įvairiapusę naudą visuomenei, miškuose reikalinga išsaugoti biologinę įvairovę, didinti kraštovaizdžio stabilumą, gerinti aplinkos kokybę ir didinti miško ekosistemų tvarumą (plačiau apie tai skaityti 10 skyriuje).

- Esama gyvosios gamtos monitoringo sistema veikia pagal patvirtintas programas ir metodikas, tačiau nestabili ilgalaikiu požiūriu ir labai priklauso nuo finansavimo. Kraštovaizdžio ir biologinei įvairovei išsaugoti Lietuvoje sukurta saugomų teritorijų sistema apima 15,71 % šalies sausumos ploto (1990 metais – 5 %), didesnioji jos dalis priskirta Europos ekologiniam tinklui „Natura 2000“ – paukščių ar buveinių apsaugai svarbioms teritorijoms. Nacionalinės saugomos teritorijos kartu su Europos ekologinio tinklo „Natura 2000“ teritorijomis užima apie 17 % šalies teritorijos.

- Šiuo metu neišplėtotą žinių bazę apie ekosistemų būklę bei nepakankamai efektyvus gyvosios gamtos monitoringas ir duomenų surinkimas, stokojama sistemingų mokslinių tyrimų, nustatančių klimato kaitos poveikį ekosistemoms ir bioįvairovei.

- Nacionalinių teisės aktų, reglamentuojančių saugomų rūšių apsaugą, ir priemonių (veisimas, reintrodukcija, buveinių tvarkymas) nepakanka rūšių apsaugai. Lietuvoje, priimant sprendimus dėl ūkinės veiklos, nepakankamai naudojamos Saugomų rūšių informacinė sistema, nesudaryti griežtai saugomų rūšių radaviečių ir augaviečių apsaugos reglamentai, neatliktas saugomų rūšių įvertinimas pagal Tarptautinės gamtos apsaugos sąjungos (IUCN) nustatytas kategorijas.

Klimato kaitos poveikis ekosistemoms ir biologinei įvairovei gali būti ir neigiamas, ir teigiamas. Jo poveikis priklauso nuo konkrečios rūšies ir nuo gebėjimo prisitaikyti prie klimato kaitos daromo poveikio ir pripažinimo, kad prisitaikymas ir jautrumo mažinimas yra būtinas, nes gali sumažinti nuostolius ir net gali būti naudingas. Pavyzdžiui, miškų grynoji pirminė produkcija Pabaltijo šalyse ir Skandinavijoje XXI a. greičiau augs nei mažės (Koca, Smith, Sykes, 2006; Tomczak ir kt., 2012). Prie to daugiausia prisidės kylanti temperatūra, CO₂ kiekio padidėjimas bei skaidytojų (detritofagų) veiklos suaktyvėjimas.

Biologinė įvairovė, savo ruožtu, vaidina tiesioginį vaidmenį reguliuojant klimatą. Biologinė įvairovė veikia sausumos ekosistemų gebą kaupti atmosferos anglies dioksidą, reguliuoja vandens išgarinimo greitį ir temperatūrą. Biologinė įvairovė veikia atmosferos anglies kaupimą pirmiausia per augalų rūšis. Kiekvienai rūšiai būdingi saviti anglies pasisavinimo, sukaupto ir atlaisvinimo atgal į atmosferą rodikliai.

Sumažėjusi biologinė įvairovė gali sumažinti biomasės produktyvumą, sukelti ekosistemų praradimą, sumažinti atsparumą ekologiniams sutrikdymams, sumažinti sausumos ekosistemų gebą absorbuoti CO₂ (Žaltauskaitė, 2012). Todėl sumažėjusi biologinė įvairovė gali neigiamai paveikti sausumos ekosistemų gebą absorbuoti padidėjusius antropogeninių šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekius.

Europos šalių patirtis

Biologinės įvairovės ir ekosistemų atliekamos funkcijos padeda prisitaikyti prie klimato kaitos ir ją mažinti. Todėl jos yra labai svarbios kovojant su klimato kaita. Veikdami išvien su gamta, o ne prieš ją, gauname įvairios naudos ir padedame išsaugoti mums įprastą klimatą. Tačiau klimato kaita veikia ir pačias gamtines sistemas. Nepaliaujamai mažėjanti biologinė įvairovė ir pažeistos ekosistemos nebe taip gerai atlieka savo gyvybiškai svarbias funkcijas, todėl rizikuojama peržengti ribas, už kurių šie pokyčiai taps nebegrįžtami. Saugodami gamtą ir atkurdami ekosistemas mažiname jų pažeidžiamumą ir didiname atsparumą (Europos Komisija, 2009).

Europos Komisija komunikate „**Baltoji knyga – Prisitaikymas prie klimato kaitos. Europos veiksmų programos kūrimas**“ apibrėžia, kad ES narės su klimato kaita turi kovoti kartu. Nustatoma programa, kurios laikydamosi ES taptų atsparesnė klimato kaitai ir būtų imtasi bendrų veiksmų norint apsaugoti ekosistemas ir biologinę įvairovę klimato kaitos sąlygomis (Europos Komisija, 2009a).

Remiantis šia knyga 2011 metais pasirodė darbas „**Svarbiausių trumpalaikių, vidutinės trukmės ir ilgalaikių klimato pokyčių keliamų grėsmių ES vertinimas**“. Šioje ataskaitoje vertinamos labiausiai reikšmingos grėsmės, kurias kelia klimato kaita, tarp jų ir grėsmės ekosistemoms ir biologinei įvairovei. Išskiriamos šios pagrindinės problemos: buveinių išplitimo zonų kaita, abiotiniai pokyčiai ir populiacijų kaita (Altvater ir kt., 2011).

Biologinės įvairovės ir ekosistemų prisitaikymo prie klimato kaitos klausimai yra įtraukti į visų šalių parengusių prisitaikymo prie klimato kaitos strategijas. Tačiau bene vertingiausias ir naujausias atliktas darbas yra įvairių Europos šalių ekspertų 2014 m. paskelbta ataskaita „**Padėkime ekosistemoms prisitaikyti prie klimato kaitos Europoje**“ (angl. „*Helping ecosystems in Europe to adapt to climate change*“, Bonn ir kt., 2014). Pateikiama informacija apie klimato kaitos poveikį įvairioms ekosistemoms, taip pat viena kaip iš priemonių yra nurodoma labiausiai pažeidžiamų ekosistemų identifikavimas. Lietuvoje taip pat reikalinga išskirti labiausiai pažeidžiamas ekosistemų dalis ir atlikti nuolatinį jų stebėjimą, vertinant klimato kaitos poveikį.

Daug darbų prisitaikymo prie klimato kaitos srityje atlieka **Tarptautinė gamtos apsaugos sąjunga (IUCN)**, joje veikianti ekosistemų valdymo komisija prisitaikymo klausimais padeda viso pasaulio šalims. Nemažai dėmesio skiriama nualintų ekosistemų valdymui ir jų atkūrimui, taip pat prisitaikymas prie klimato kaitos turi būti vykdomas ne tik globaliniu ir nacionaliniu lygiu, bet dar svarbiau regioniniu (IUCN, 2015). Lietuvoje taip pat būtinas prisitaikymo prie klimato kaitos regioninis planas ir nuolatinė jo peržiūra.

Daugelis Europos šalių jau parengusios pritaikymo prie klimato kaitos strategijas įvairiems sektoriams, kur dažniausiai daug dėmesio skiriama klimato kaitos poveikiui biologinei įvairovei. Dėl klimato kaitos poveikio keisis įvairių rūšių paplitimo ribos, taip pat bus prarandama tam tikra dalis tam regionui būdingų rūšių, tai plačiai aptariama **Airijos, Austrijos** (The Austrian..., 2013), **Švedijos** (Ministry ..., 2007), **Jungtinės Karalystės** ir kitų šalių strategijose.

Lenkija dėl besikeičiančio klimato poveikio jos biologinei įvairovei numato plėsti savo monitoringo sistemą, ypač atkreipiamas dėmesys į invazines rūšis. Lietuvoje taip pat reikalingas platesnis stebėjimų tinklas, kad, esant neigiamiems pokyčiams, laiku būtų imtasi priemonių apsaugant svarbias rūšis ar mažinant pavojingų invazinių rūšių išplitimo arealą.

Airijoje nustatyta, kad 20 % iš vietinių rūšių bus labai pažeidžiamos, o net 52 % iki 2050 metų dėl klimato kaitos gresia išnykimas. Lietuvoje tokių prognozių nėra atliekama, o tai padėtų planuojant prisitaikymo prie klimato kaitos strategijas.

Jungtinėje Karalystėje didelis dėmesys skiriamas degradavusioms buveinėms atkurti, ypač pelkėms. Lietuvoje taip pat rekomenduotina imtis šių veiksmų.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Siekiant tinkamos biologinės įvairovės ir ekosistemų apsaugos, svarbu tobulinti šios srities teisės aktus. Gyvosios gamtos (floros ir faunos) apsaugą reglamentuoja LR laukinės augalijos įstatymas, LR laukinės gyvūnijos įstatymas, LR saugomų teritorijų įstatymas, LR saugomų gyvūnų, augalų ir grybų rūšių ir kiti įstatymai. Šių įstatymų nuostatas būtina peržiūrėti įvertinant naujus augalijos ir gyvūnijos apsaugos, atkūrimo, naudojimo poreikius, prisiimtus ES ir kitus tarptautinius įsipareigojimus.

Prioritetinės prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

- **Sustiprinti reglamentuojančių įstatymų bazę, siekiant apsaugoti ekosistemas ir biologinę įvairovę besikeičiant klimatui.**

Klimato kaitos poveikio nustatymą apsunkina tai, kad poveikio kraštovaizdžiui, ekosistemoms ir biologinei įvairovei tyrimų Lietuvoje atliekama nepakankamai. Viena iš priežasčių – tyrimai turi būti ilgalaikiai, trunkantys ne kelerius metus, bet ilgiau, kad, remiantis daugiamečiais duomenimis ir stebėjimais, būtų galima nustatyti klimato kaitos poveikį biologinei įvairovei ir ekosistemoms.

Svarbu yra inventorizuoti ekosistemas, įvertinti jų funkcijų kokybę, sukurti ir palaikyti mokslinės informacijos apie svarbius biologinės įvairovės objektus ir ekosistemų funkcijas kaupimo ir atnaujinimo sistemą. Reikalinga viena institucija, kuri būtų šalies mastu atsakinga už nuolatinį biologinės įvairovės duomenų kaupimą, analizę ir specializuotų informacinių sistemų, skirtų duomenų apie natūralias buveines ir saugomas rūšis kaupimą, kūrimą ir palaikymą, jų panaudojimą rengiant ir derinant ūkinės veiklos planus ir projektus.

- **Remti ilgalaikius tyrimus ir sukurti mokslinę-informacinę duomenų bazę, kurioje būtų kaupiami su klimato kaita susiję tyrimai.**

Esama gyvosios gamtos monitoringo sistema veikia pagal patvirtintas programas ir metodikas, tačiau nestabili ilgalaikiu požiūriu ir labai priklauso nuo finansavimo. Didžiąją dalį sudaro stebėjimai, skirti tik Europos Bendrijai svarbių rūšių, buveinių ir paukščių migracijos susitelkimo vietų būklei vertinti. Siekiant įgyvendinti ES reikalavimus, tarptautinius įsipareigojimus ir patenkinti visuomenės poreikius ir lūkesčius, didelis dėmesys turi būti skiriamas saugomų rūšių, įskaitant saugomas nacionaliniu lygiu, ir jų buveinių, natūralių buveinių, invazinių rūšių tyrimams, taip pat tyrimams, susijusiems su rūšių, buveinių ir ekosistemų prisitaikymu prie klimato kaitos.

• **Valdymas rūšies lygiu: nustatyti Lietuvos teritorijoje svarbias ekosistemas ir biologinės įvairovės rūšis ir atlikti nuolatinį jų stebėjimą, esant reikalui padėti išlikti (gyvūnų šėrimas, lizdų įrengimas ir t. t.).**

Kadangi Lietuvoje nėra visavertės biologinės įvairovės būklės stebėjimo (monitoringo) ir vertinimo sistemos, trūksta patikimų duomenų apie saugomų vertybių būklę, invazinių rūšių plitimą, jų populiacijų gausumą ir daromą žalą vietinėms rūšims, sunku laiku tinkamai įvertinti informaciją apie nepageidautinas tendencijas, laiku imtis reikalingų priemonių būklei pagerinti, praradimams išvengti. Tik nuolatinis kraštovaizdžio, biologinės įvairovės, įskaitant ir saugomose teritorijose, būklės stebėjimas gali padėti užkirsti kelią galimiems praradimams.

Prognozuojama, kad, keičiantis klimatui, daugės invazinių augalų ir gyvūnų rūšių. Šiuo metu Lietuvoje nėra tikslių duomenų apie invazinių rūšių išplitimą, gausumą, plitimo greitį ir kelius, jų patekimo į Lietuvą būdus. Trūksta mokslininkų ir mokslinių žinių vertinant invazinių rūšių poveikį biologinei įvairovei, ekosistemoms, ekonomikai, žmonių sveikatai, tik išsamūs šios srities tyrimai gali tai laiku sustabdyti.

• **Užkirsti kelią esamų ekosistemų naikinimui ir stabdyti pavojingų invazinių rūšių plitimą.**

Dėl nepakankamo visuomenės informuotumo apie kaupiamąjį žmogaus veiklos poveikį ekosistemoms, nesugadintų ekosistemų teikiamą naudą ir būsimų praradimų kainą, visuomenėje nepakankamai vertinama biologinė įvairovė. Prognozuojama, kad, išlikus dabartinėms vartojimo tendencijoms, iki 2050 metų vien tik sausumos ekosistemų biologinės įvairovės nykimas pasaulyje sukels 7 % bendrojo vidaus produkto praradimų (Nacionalinė aplinkos..., 2015).

Būtina palaikyti ekosistemų sveikatingumą ir atkurti pažeistą aplinką, visų pirma durpynus ir šlapynes, atželdinti miškus, mažinti vandens telkinių eutrofikaciją ir kitokią gamtai daromą žalą. Šios priemonės ateityje galėtų prisidėti prie ŠESD emisijų mažinimo. Pusiaus kultūrinės ir kultūrinės, tarp jų agrarinės, ekosistemos taip pat gali įvairiais būdais aktyviai izoliuoti anglies dioksidą ir mažinti išmestą jo kiekį.

• **Įvairių ekosistemų prisitaikymo prie klimato kaitos gebą stiprinti trimis lygiais: 1 – individualioje vietoje (saugomų teritorijų lygis), 2 – mikrorajono (kraštovaizdžio lygis) ir 3 – nacionaliniu ir Europos lygiu. Kiekvienam lygiui turėtų būti kuriami tarpusavyje suderinti prisitaikymo planai.**

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Klimato kaitos keliamą riziką ekosistemoms ir biologinei įvairovei galima efektyviau švelninti, kai yra sukurta prisitaikymui palanki teisinė reguliavimo aplinka bei informavimo ir konsultacijų infrastruktūra.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai:

- atliktas biologinės įvairovės išteklių ir prisitaikymo prie klimato kaitos įvairiuose Lietuvos regionuose vertinimas (vertinimą atlikę regionai / visi regionai, %);

- parengti griežtai saugomų rūšių radaviečių ir augaviečių reglamentai (Taip/Ne);
- sudarytos klimato kaitos poveikio atskiroms rūšims prognozės (Taip/Ne);
- mokslinis biologinės įvairovės iširtumas;
- Lietuvai svarbių ekosistemų būklės gerėjimas ir teigiami klimatui jautrių ekosistemų pokyčiai;
- ekosistemų pažeidžiamumo dėl antropogeninės veiklos ir klimato kaitos gilesnis suvokimas valstybiniu ir savivaldybių lygmeniu;
- sistemingai stebimų, analizuojamų ir prognozuojamų buveinių bei kitų svarbių teritorijų, kuriose yra saugomų rūšių, skaičiaus augimas ir būklės gerėjimas;
- natūralių ir antropogeninių veiksnių poveikio saugomoms rūšims ir natūralioms buveinėms stabilizacija ir silpnėjimas;
- atkurtos nualintos ekosistemos;
- augantis augalų ir gyvūnų rūšių, kurioms atliekamas monitoringas, skaičius;
- invazinių rūšių monitoringo vykdymas ir jų plitimo valdymo efektyvumas.

9. Žuvininkystės ir akvakultūros sektorius

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Lietuvos žuvininkystės sektorių sudaro šie pagrindiniai subsektoriai: žvejyba, akvakultūra ir žuvininkystės produktų perdirbimas. Žuvų išteklių ir žuvininkystės sektoriaus valdymas turi būti pagrįstas atsižvelgiant į aplinkos apsaugą, tausų išteklių naudojimą ir atkūrimą bei globalius klimato kaitos pokyčius.

Ekologija ir aplinkosaugos tvarumas yra vienos iš svarbiausių Baltijos jūros problemų, su kuriomis susiduria visos Baltijos jūros regiono šalys, tarp jų ir Lietuva. Baltijos jūros regiono strategijoje pateikiamas konkrečių veiksmų sąrašas: biologinės įvairovės jūroje išsaugojimas, ekosistemų apsauga ir t. t. Savo ruožtu, Lietuva, vykdydama ES Jūrų strategijos pagrindų direktyvą, prisiėmė įsipareigojimus ir numato veiksmus dėl geros jūros aplinkos būklės pasiekimo iki 2020 m. Didžiausią susirūpinimą kelia ekologinio tvarumo iššūkiai: eutrofikacija, biologinės įvairovės išsaugojimas ir klimato kaitos poveikis (Lietuvos Nacionalinė..., 2012).

ES žuvininkystės ir akvakultūros sektoriui ypač svarbi yra Bendrosios žuvininkystės politikos reforma, kuria siekiama tvaraus žuvų išteklių naudojimo ir efektyvesnio valdymo. Lietuvos žuvininkystės sektoriaus strateginis tikslas poveikio klimato kaitai švelninimo ir prisitaikymo prie klimato kaitos keliamų aplinkos pokyčių srityje – mažinti gamtinių ekosistemų ir šalies žuvininkystės sektoriaus pažeidžiamumą, diegiant priemones, leidžiančias išlaikyti ir padidinti jų atsparumą klimato kaitos pokyčiams, ir užtikrinant palankias visuomenės gyvenimo ir ūkinės veiklos sąlygas, taip pat skatinant perėjimo prie mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančių technologijų žuvininkystės sektoriuje rėmimą.

Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2014–2020 m. veiksmų programos *ex ante* vertinimo duomenimis, pasirinktos Žuvininkystės sektoriaus veiksmų programos priemonės yra orientuotos į ES pažangaus, tvaraus ir integracinio augimo strategijos „Europa 2020“ įgyvendinimą, realizuojant atitinkamus teminius tikslus, nustatytus Bendrųjų nuostatų reglamente.

Baltijos jūros žuvų ištekliai vertinami remiantis sugavimų kiekiu per pastaruosius 2–4 dešimtmečius (ICES, 2009, 2012a; 2012b; 2012c; 2012d). Žvejybą Baltijos jūroje reglamentuoja Bendroji žuvininkystės politika (BŽP), priimta 1983 m., kurią 2004 m. pradėjo vykdyti ir Lietuva

(Bendroji ..., 2009). Baltijos jūroje pagrindinės verslinės žvejybos rūšys yra menkės, strimelės ir šprotai, svarbią vietą užima lašišos, šlakiai, plekšnės, otai. Lietuvos vidaus vandenyse daugiausiai gaudomi sterka, lydekos, ešeriai, seliavos, vėgėlės, unguriai.

Akvakultūros ūkiai paplitę po visą šalies teritoriją, tačiau dėl palankesnių klimato ir vandens šaltinių gausos jų daugiausia yra rytinėje ir pietrytinėje Lietuvos dalyje. Akvakultūros įmonėse pradėdama plėtoti ekologinę žuvininkystę, sertifikuota daugiau kaip 50 % – 5 486 ha – viso tvenkinių ploto. Lietuvoje akvakultūros ūkiuose vyrauja karpiai (93 %), kurie yra pagrindinės tvenkinių žuvis, kadangi jos lengvai prisitaiko prie vandens kokybės ir temperatūros. Kitose ES šalyse didžiąją dalį auginamų žuvų sudaro upėtakiai – apie 80 %, o karpiai – apie 7–8 % visų prekinų žuvų.

Lietuvos vandenyse galima aptikti 101 žuvų ir nęgių rūšį ir porūšį (įskaitant Baltijos jūros rūšis), iš kurių 19 rūšių laikoma introdukuotomis (Virbickas, 2000; Kontautas ir kt., 2007; Adelšis, 2011). Lietuvos **ežeruose** gyvena 22 žuvų rūšys, įskaitant ir introdukuotas rūšis. **Tvenkiniuose** aptinkamos ~ 34 žuvų rūšys, įskaitant ir introdukuotas rūšis. Lietuvos **upėse** yra sutinkama ~ 50 žuvų ir bežandžių rūšių, iš kurių 42–43 rūšys yra vietinės (Virbickas, Kesminas, 2006). Kauno mariose yra 34 žuvų rūšys (Repečka, 2007).

Pastaruoju metu vykstantis Baltijos jūros gėlėjimas lemia jūrinių žuvų rūšių populiacijos mažėjimą ir gėlavandenių žuvų rūšių didėjimą. Nustatyta, kad vertingų migruojančių žuvų (lašiša, šlakys, sykas) išteklių nyksta (dėl klimato kaitos, antropogeninės veiklos ir eutrofikacijos). Remiantis pastarųjų metų tyrimų duomenimis (www.am.lt) Kuršių marių bendri žuvų išteklių nekinta, tačiau mažėja kuojų, žiobrių, ungių ir sterku.

Lietuvos vidaus vandens telkiniuose jau dabar reti vijūnai, visiškai išnyko skerssnukiai, ežeruose vis retesnės tampa meknės. Nors Lietuvoje intensyviai veisiami ežeriniai syka, tačiau jų išteklių negausėja, o nykstančių šamų išteklių po truputi atkuriami.

Pakankamai intensyviai Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje plinta invazinis juodažiotis grundalas. Baltijos jūroje vietomis jis tapo vyraujančia žuvimi, Kuršių mariose jo jau sugaunama Rusijai priklausančioje dalyje (Paulauskas ir kt., 2014).

Lietuvoje yra užregistruotos 36 žuvų perdirbimo įmonės, iš kurių 29 įmonės turi sertifikatus ir gali produkciją eksportuoti į Europos Sąjungos šalis. Dauguma žuvų perdirbimo įmonių importuoja žaliavas, gamina žuvų produktus ir didelę jų dalį eksportuoja.

Žuvininkystės ir akvakultūrų sektoriui **reikšmingiausios klimato rodiklių kaitos tendencijos:**

- išaugs metinis kritulių kiekis;
- sniego danga bus nepastovi ir plonesnė, mažės jos trukmė;
- stiprės upių nuotėkio persiskirstymas per metus;
- dėl padidėjusio žiemos kritulių kiekio ir dažnesnių atodrekių didžiausias upių nuotėkio padidėjimas prognozuojamas sausį ir vasarį, pavasario mėnesiais potvyniai bus mažesni;
- ekstremalių hidrometeorologinių reiškinių pasikartojimo didėjimas (sausros vasarą ir vandens lygio mažėjimas, vasaros–rudens lietaus poplūdžiai);
- mažųjų upių nuotėkio mažėjimo rizika (ypač vasarą) ir vandens lygio kritimas bei vandens kokybės prastėjimas;
- oro ir vandens temperatūros augimas ir galimas ištirpusio deguonies kiekio mažėjimas paveiks hidrobiologines vandens ekosistemas, prastės Kuršių marių vandens kokybė;
- Baltijos jūros vandens lygio kilimas ir audrų padažnėjimas.

Dauguma Baltijos jūros žuvų rūšių gyvena arti savo tolerancijos ribų, todėl, atsižvelgiant į aplinkos veiksnių kaitą, klimato svyravimai gali paveikti žuvų rūšių pasiskirstymą ir produktyvumą (Occhipinti-Ambrogį, 2007). Pamažu kylanti temperatūra ar didėjantis maistinių medžiagų kiekis nestipriai paveikia ekosistemą. Tačiau, kai yra pasiekama kritinė riba, galimos negrįžtamos pasekmės (Scheffer, Carpenter 2003). Baltijos jūros ekosistemos pokyčius nulėmė padidėjęs antropogeninis poveikis (maistinių medžiagų ir teršalų išleidimas, jūrų žinduolių medžioklė ir t. t.), kurį sustiprino klimato kaita (Rönkkönen ir kt., 2004; Österblom, 2007, Möllmann ir kt., 2009).

Esminiai pokyčiai Baltijos jūroje prasidėjo XX a. devintajame dešimtmetyje, kai vandens paviršiaus temperatūra pradėjo kilti, o druskingumas – mažėti (Kostrichkina, Jurkovskii, 1980; Matthäus, Franck 1992; Fischer, Matthäus 1996; Matthäus, Schinke, 1999; Rodhe, Windsor, 2002; Matthäus 2006; Österblom 2007, Möllmann ir kt., 2009; Heino ir kt., 2008; Bajerčiūtė, Pupienis, 2011, Sieben ir kt., 2011; Candolin, Selin, 2012).

Klimato kaitos nulemti pokyčiai rodo, kad Baltijos jūra ir joje esanti žuvų populiacija patiria didelį stresą, o pati sistema yra labai jautri. Moksliniai tyrimai rodo, kad žuvininkystės sektorius yra ypač jautrus klimato kaitos pokyčiams, nes yra priklausomas nuo esamos ichtiofaunos būsenos.

Klimato kaitos poveikio žuvininkystės ir akvakultūros sektoriui vertinimas atliktas remiantis „Baltadapt“ metodika, kurioje išskirti 4 kriterijai: 1) patikimumas, 2) laikotarpis, 3) poveikio svarba, 4) regionas. Pateikti keturi kriterijai yra vertinami 5 balų sistemoje (nuo 1 – nereikšmingas iki 5 – labai aukštas), o galutinis klimato kaitos poveikio vertinimo kriterijus atitinka visų 4 kriterijų vidurkį (9.1 lentelė).

9.1 lentelė. Klimato kaitos poveikio žuvininkystės ir akvakultūros sektoriui vertinimas (pagal Altvater, Stuke, 2013; Nemuno..., 2014).

Baltijos jūros regiono žuvininkystė				
<i>Poveikis</i>	<i>Klimato kaitos rodiklis</i>	<i>Poveikio svarba ir teritorija</i>	<i>Proceso pradžia</i>	<i>Kriterijaus vidutinė reikšmė (rodiklio patikimumas, proceso pradžios laikas, svarba ir teritorija)</i>
Sumažės menkių, strimelių ir šprotų ištekliai	Deguonies trūkumas	Aukštas (visas regionas)	10–50 m.	4,2
Pasikeis žuvų sugavimai, perdirbimas ir gamyba	Šiltesnis vanduo	Aukštas (visas regionas)	0–50 m. (jau jaučiamas)	3,9
Išnyks lašišos, šlakiai ir sykai	Šiltesnis vanduo	Aukštas (visas regionas)	0–50 m. (jau jaučiamas)	3,9
Žuvų produktyvumo pokyčiai ir rūšinės sudėties pasikeitimai	Vandens lygio kilimas ir audrų padažnėjimas	Aukštas (visas regionas)	10–50 m.	3,0
Vidaus vandenų žuvininkystė ir akvakultūra				
Vandens išteklių trūkumas žuvininkystės ūkiuose	Mažesnis nuotėkis ir paviršinio vandens lygis (Lietuvoje)	Vidutinis (0–20 % teritorijos)	10–50 m.	2,0
Ichtofaunos pokyčiai ir žuvų	Aukštesnė vandens	Vidutinis (0–20 %	10–50 m.	2,0

biologinės įvairovės mažėjimas dėl nerštaviečių nykimo	temperatūra	teritorijos)		
Žuvų produktyvumo pokyčiai ir rūšinės sudėties pasikeitimai	Aukštesnė vandens temperatūra, ištirpusio deguonies kiekis, ledo režimas	Vidutinis (0–20 % teritorijos)	10–50 m.	2,0
Žuvininkystės sąlygų ir hidrobiologinių rodiklių pablogėjimas	Aukštesnė vandens temperatūra, ištirpusio deguonies kiekis, ledo režimas	Vidutinis (0–20 % teritorijos)	10–50 m.	2,0
Diadrominių žuvų migracijos sąlygų pablogėjimas	Žemas upių vandens lygis pavasario ir rudens sezonais	Vidutinis (0–20 % teritorijos)	0–50 m. (jau jaučiamas)	2,0

Atliktas Baltijos jūros, vidaus vandenų žuvininkystės ir akvakultūros vertinimas rodo, kad labiausiai klimato kaita paveiks verslinių ir vertingų migruojančių žuvų populiacijas, o tai savo ruožtu palies žvejybą vykdančias įmones bei žuvis perdirbimo sritį.

Prognozės

Ateityje (XXI a.) Baltijos jūroje, Kuršių mariose ir Lietuvos vidaus vandenyse galima tikėtis:

- erškėtinių žuvų nykimo ir seliavų ar panašių žuvų išnykimo;
- šaltesnį vandenį mėgstančių žuvų (lašišos, upėtakiai, kiršliai) dauginimosi problemų padažnėjimo;
 - ankstyvą pavasarį (lydekos, žiobriai, kiršliai) bei vėlyvą rudenį (lašišos, šlakiai, upėtakiai) neršiančių žuvų reprodukcijos sutrikimų;
 - dažnesnio lašišinių žuvų jauniklių didžiosiose upėse ir seliavų ežeruose kritimo;
 - šiltavandenių žuvų (karpiai, amūrai) gausėjimo;
 - vidutinių platumų jūrose bei vidaus vandenyse bendrieji žuvų išteklių gali padidėti 30–70 % (IPCC, 2014);
 - rūšinės sudėties pokyčių, tai pat invazinių rūšių skaičiaus padidėjimo.

Europos šalių patirtis

Baltijos jūrą supančių šalių (Danijos, Vokietijos, Lenkijos, Latvijos, Estijos, Suomijos ir Švedijos) parengtuose prisitaikymo prie Klimato kaitos dokumentuose nurodoma, kad reikia gerinti Baltijos jūros ekologinę būklę ir kovoti su žuvų pergaudymu, mažinti eutrofikaciją, invazinių rūšių skaičių, kovoti su žuvų ligomis ir parazitais. Be to, svarbu stebėti klimato kaitos poveikį jūroje, upėse ir ežeruose gyvenančioms žuvų populiacijoms (Evaluation ..., 2009; Adaptation Action ..., 2011; Action plan ..., 2011).

Siekiant prisitaikyti prie klimato kaitos **Italijos, Škotijos** žvejai skatinami naudoti selektyvesnius žvejybos būdus / įrankius, taip ieškant alternatyvų akvakultūros ūkių plėtrai (Strategia Nazionale..., 2014; Climate ready..., 2009).

Suomijos akvakultūros ūkiuose rekomenduojama keisti šaltamėges žuvų rūšis šiltamėgėmis (Action plan..., 2011), taip pat įvairinti auginamų žuvų rūšių asortimentą. Siekiant užtikrinti diadrominių žuvų nerštaviečių pasiekimą reglamentuojamas vandens tiekimas hidroelektrinėms, didelis dėmesys skiriamas vandens valymui, žuvitakių tvarkymui (Evaluation of..., 2009).

Italijoje ir Škotijoje skatinama diegti ir plėtoti naujas technologijas akvakultūros ūkiuose (Strategia Nazionale..., 2014; Climate ready..., 2009).

Suomijoje ir Vokietijoje vartotojams siūloma daugiau vartoti žuvies, užaugintos akvakultūros ūkiuose, tokiu būdu siekiama apsaugoti nuo žuvies pergaudimo jūrose ir ežeruose. **Suomijos, Vokietijos, Lenkijos** žvejai, vykdantys žvejybą Baltijos jūroje, privalo naudoti žvejybos įrankius, kurie nekeltų grėsmės Baltijoje gyvenančių ruonių populiacijai, drausti žalingą žvejybą (Evaluation ..., 2009; Adaptation Action..., 2011; Action plan..., 2011; Strategiczny plan..., 2013).

Estijoje, siekiant prisitaikyti prie klimato kaitos, siūloma gerinti vidaus vandenų būklę bei parengti ir suderinti teisės aktus nacionaliniu lygiu, tuo pačiu įrengiami žuvitakiai, kurie užtikrina diadrominių žuvų galimybę pasiekti nerštavietes (Fisheries, 2015).

Pažymėtina, kad Lietuvoje dalis išvardintų priemonių jau yra taikomos (teisės aktų derinimas, žuvitakių įrengimas ir t. t.), o kai kurios yra skatinamos. Pavyzdžiui, Lietuvoje, siekiant išmetamų žuvų ir nepageidaujamos priegaudos mažinimo ir žuvininkystės poveikio jūrų aplinkai mažinimo, Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2014–2020 metų veiksmų programoje numatoma parama investicijoms į selektyvesnius žvejybos būdus ir įrankius, apsirūpinimui pažangia įranga ir technologijomis, mažinančiomis žvejybos poveikį jūrų ekosistemoms ir saugančiomis žvejybos įrankius ir laimikį nuo saugomų paukščių ir žinduolių.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Prisitaikymas prie klimato kaitos yra būtina žuvininkystės valdymo sąlyga. Pastaruoju metu rekomenduotina didžiausią dėmesį sutelkti ties didėjančiu maistinių medžiagų kiekiu Baltijos jūroje, kuris skatina eutrofikaciją ir dumblių žydėjimą. Eutrofikacija yra viena svarbiausių aplinkosaugos problemų Baltijos jūroje, tampriai susijusi su vandens temperatūros kaita. Ši problema pripažinta jau prieš daugelį metų, tačiau kol kas jos sprendimui taikytos priemonės yra nepakankamos.

Tik užtikrinus žuvų atsinaujinimą ir tausų vartojimą galima tikėtis sėkmingo žuvininkystės ir akvakultūros sektoriaus plėtojimo bei efektyvaus prisitaikymo prie kintančių klimato sąlygų. Prisitaikymo priemonių kompleksas turėtų būti nuolat koreguojamas, atsižvelgiant į būsimas klimato sąlygas ir kitų šalių patirtį.

Prisitaikymo priemonės:

- Plėtoti mokslinius tyrimus, siekiant kiekybiškai įvertinti ir nustatyti aplinkos veiksnių (vandens temperatūros, hidrologinio režimo ir vandens kokybės elementų) pokyčius ir jų įtaką vandens ekosistemų gyvūnų įvairovei bei produktyvumui, atsižvelgiant į klimato kaitos scenarijus.
- Mažinti vandens telkinių eutrofikaciją, t. y. mažinti maistinių medžiagų patekimą.
- Neleisti naikinti priegaudos išmetant ją už borto kaip atliekas.
- Informuoti vartotojus ar sugauta žuvis atitinka Jūrų priežiūros tarybos nustatytus kriterijus.
- Parengti ilgalaikius žuvų išteklių valdymo ir atkūrimo planus bei integruoti žuvininkystės ir akvakultūros problemas į kitų sektorių strategijas (pramonės, transporto, energetikos, turizmo, kraštovaizdžio, teritorinio planavimo).

- Užtikrinti diadrominių žuvų migraciją Baltijos jūros priekrantėje, per Klaipėdos sąsiaurį, Kuršių marias, Nemuno delta į upių aukštupius. Žvejybos draudimas Baltijos jūros priekrantėje ir Kuršių mariose, žuvitakių įrengimas upėse ir kliūčių pašalinimas leistų diadrominėms žuvims sėkmingai pasiekti nerštavietes.

- Saikingai naudoti žuvų išteklius ir saugoti bei kurti naujas žuvų nerštavietes Baltijos jūroje, Kuršių mariose, upėse, ežeruose bei tvenkiniuose. Drausti užtvankų atstatymą ir upių vagų tiesinimą.

- Vidaus vandenyse atkurti ichtiofauną ir jos buveines, kovoti su invazinėmis rūšimis, diegti vandensaugos priemones.

- Tobulinti gaudymo metodus, kad tinklais būtų pagaunamos tik tam tikros žuvų rūšys. Investuoti į naujus, didesnius, ekologiškesnius jūrinius ir atlantinius laivus, pakeičiant senesnius ir tokiu būdu mažinant neefektyvų laivyną.

- Investuoti į saugesnę uostų infrastruktūrą, užtikrinti tinkamą žvejybos įrangos saugojimą, tai sumažintų nuostolių ir žalos atlyginimą audrų ir ekstremalių įvykių metu.

- Stiprinti ir skatinti partnerystę tarp privataus, viešojo, pilietinių, visuomeninių, nevyriausybinų ir vyriausybinų organizacijų, susieti lokalines, regionines ir nacionalines politines programas.

- Skatinti naujas galimybes, persiorientuoti iš verslinės žuvininkystės į rekreacinę žvejybą bei ekologinę akvakultūrą, keičiant įprastinės produkcijos gamybą į ekologinę.

- Skatinti žuvų perdirbimo įmones investuoti į aplinkosaugos reikalavimų įgyvendinimui reikalingas priemones. Siekiant padidinti ekologinių akvakultūros gamybos būdų ekonominę naudą, skatinti ekologinės akvakultūros produktų perdirbimą.

- Politiniai ir teisiniai sprendimai, teisės aktų priėmimas, draudimas kvotų prekyba ir perdavimu, sugaunamų žuvų kiekių ribojimas priekrantėje ir Kuršių mariose, galimybė naikinti subsidijas žvejybai.

- Užtikrinti finansinius mechanizmus, nuostolių atlyginimą nacionaliniu ir tarptautiniu mastu.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Prisitaikymo priemonių efektyvumą lems ne tik Lietuvos pastangos, bet ir visų Baltijos jūros baseino šalių pastangos, jų tarpvalstybinis koordinavimas ir kompleksiškas tarpsektorinis priemonių derinimas.

Siūlomi šie prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai:

- žuvų biologinės įvairovės bei išteklių kaitos tendencijos Baltijos jūroje, ežeruose ir upėse;
- žuvies sugavimų ir perdirbimo tausojančios plėtros tendencijos;
- vandens išteklių trūkumo žuvininkystės ūkiuose rizikos mastas;
- nerštaviečių būklės ir skaičiaus pokyčiai;
- žuvų produktyvumo ir rūšinės sudėties pokyčių mastas;
- žuvininkystės sąlygų ir hidrobiologinių rodiklių kaitos tendencijos. Jūrinio žvejybinio laivyno atnaujinimo tendencijos;
- ekologinės akvakultūros produktų dalies didėjimas.

10. Miškininkystės sektorius

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Miško ekosistema yra prisitaikiusi prie vietos klimato sąlygų, reljefo, dirvožemio ir daugelio kitų veiksnių. Šie veiksniai lemia miško rūšinę sudėtį, medyno tankumą, produktyvumą, paklotės tipą. Miško pagrindas yra medžiai. Jų amžius matuojamas dešimtmečiais ar net šimtmečiais, tačiau, susiklosčius nepalankioms klimatinėms ir (ar) orų sąlygoms, miško ekosistema gali iš esmės pasikeisti arba sunykti per kelerius metus. Kuo didesnis klimato poveikis, tuo sunkiau medžiams prie jų prisitaikyti. Klimato kaitos tempai ir mastas, manoma, viršys natūralią miško prisitaikymo gebą, todėl būtinos papildomos priemonės, kurios stabdytų miško ir jo ekosistemos degradaciją.

Miškų plotas Lietuvoje yra 2 177 tūkst. ha ir užima 33,3 % teritorijos (2014 m. sausio 1 d. Valstybinės miškų tarnybos duomenys). Nuo 2003 m. sausio 1 d. šis plotas padidėjo 131 tūkst. ha, o šalies miškingumas – 2,0 %. Per tą patį laikotarpį mišku apaugusios žemės (medynų) plotas padidėjo 105 tūkst. ha – iki 2 056 tūkst. ha. Spygliuočių medynai auga 1 152,4 tūkst. ha plote. Jie sudaro didžiąją miškų dalį (56,1 %). Minkštaisiais lapuočiais apaugę 827,5 tūkst. ha (40,3 %), kietaisiais lapuočiais – 75,8 tūkst. ha (3,7 %).

Per pastaruosius vienuolika metų spygliuočių medynų plotas sumažėjo 7,5 tūkst. ha, o kietųjų lapuočių medynų (daugiausia dėl uosynų džiūvimo) – 16,8 tūkst. ha. Minkštųjų lapuočių medynų plotas per šį laikotarpį padidėjo 129,0 tūkst. ha. Didžiausius plotus Lietuvoje užima pušynai – 720,3 tūkst. ha plotą. Per vienuolika metų jų plotas padidėjo 8,8 tūkst. ha. Eglėnai užima 429,6 tūkst. ha plotą. Jų plotas, palyginti su 2003 m., sumažėjo 15,7 tūkst. ha. Tarp minkštųjų lapuočių labiausiai paplitę beržynai. Šių medynų plotai nuo 2003 m. padidėjo 67,5 tūkst. ha. 2014 m. sausio 1 d. jie užėmė 459,7 tūkst. ha. Juodalksnynų plotai padidėjo nuo 27,2 tūkst. ha iki 146,7 tūkst. ha. Baltalksnynų plotai padidėjo 4,7 tūkst. ha ir užėmė 126,7 tūkst. ha. Drebulynų plotai padidėjo 25,2 tūkst. ha – iki 82,5 tūkst. ha. Ažuolynų plotai nuo 35,7 tūkst. ha išaugo iki 42,5 tūkst. ha. Tačiau uosynų plotas sumažėjo per pusę iki 26,5 tūkst. ha. Vienam gyventojui tenkantis miško žemės plotas padidėjo iki 0,74 ha.

Nacionalinės miškų ūkio sektoriaus plėtros 2012–2020 metams programoje numatyta didinti miškingumą apželdinant nenaudojamas ir žemės ūkiui mažai tinkamas žemes. Nacionalinės žemės tarnybos prie Žemės ūkio ministerijos duomenimis, 2010 m. sausio 1 d. šalyje buvo 168,3 tūkst. ha žemės ūkiui nenaudojamos ir netinkamos naudoti žemės, iš jos – 145,6 tūkst. ha nenaudojamos žemės ūkiui ir 22,7 tūkst. ha pažeistos žemės. Apželdinus visą šią žemę, šalies miškingumas padidėtų apie 3 %. Programoje numatyta 7 kartus – nuo 70 tūkst. m³ iki 500 tūkst. m³ – padidinti miško kirtimo atliekų paėmimą biokuro gamybai.

Nederlingi normalaus drėgnumo dirvožemiai sudaro apie 20,6 % miško žemės ploto, derlingi ir labai derlingi dirvožemiai bei laikinai užmirkę – 25,9 %, dar 8 % miškų ploto sudaro nenusausintos pelkės. Labiausiai specifinė savo rūšine sudėtimi yra Kuršių Nerija, kur vyrauja kalninė pušis, auganti labai nederlinguose smėlynuose.

Pastaraisiais metais sparčiai didėjo miško žemės plotas. Tai dalis buvusių ne miško žemių, kurios perėjo į miško žemės kategoriją: visų pirma pelkių, pelkinių augaviečių, užpelkėjusių pievų ar ganyklų, nenaudojamų žemės ūkio paskirčiai ir apaugusių mišku, plotai ir kt. Labiausiai didėjo menkaverčių miškų plotai (minkštųjų lapuočių). Tačiau kai kur medynų plotai mažėja. Didžiausias mažėjimas užfiksuotas Varėnos ir Valkininkų miškų urėdijose (atitinkamai 2 680 ir 1 729 ha), kuriam didžiausios įtakos turėjo 2010 metais siautėję škalvai.

Pagrindiniai klimato kaitą apibūdinantys hidrometeorologiniai parametrai, turintys įtakos miškininkystės sektoriui, yra šie:

- vidutinė oro temperatūra (metų, sezonų);
- kritulių kiekis;
- sausros;
- oro drėgnumas;
- vidutinis ir maksimalus vėjo greitis;
- pavojingi meteorologiniai reiškiniai (škvalas, viesulas, perkūnijos, apledėjimai);
- ekstremali oro temperatūra (speigas, šalnos, karščio bangos);
- užtvindymai dėl upių poplūdžių ir potvynių;
- gruntinių vandenų slūgsojimo gylys.

Poveikio stiprumas priklauso ne tik nuo pavienių reiškinių intensyvumo, bet ir nuo įvairių hidrometeorologinių parametrų kompleksų, pavyzdžiui, karščio banga ir sausra, besniegė žiema ir speigai.

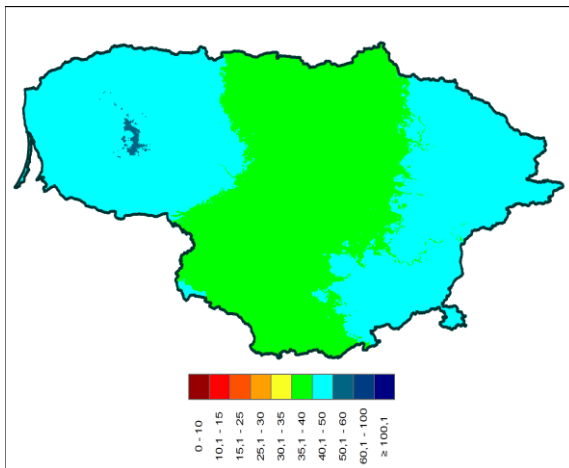
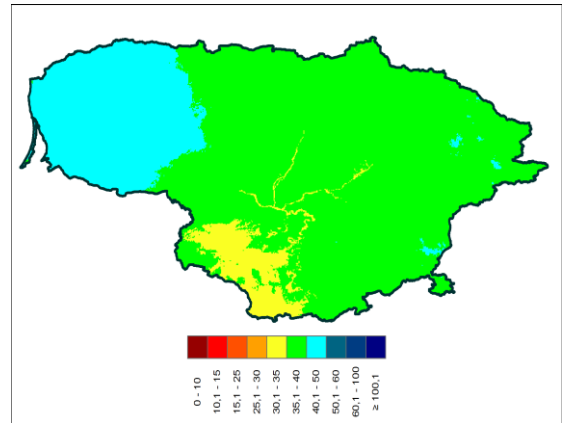
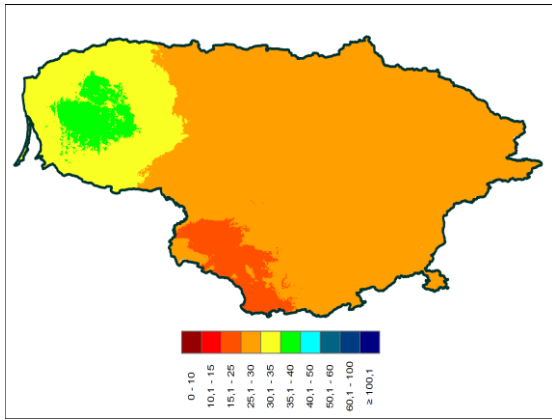
Klimato kaitos poveikis miškų sektoriuje skirstomas į tokias kategorijas:

- miškų rūšinei sudėčiai;
- miškų produktyvumui;
- naujų miškų veisimui;
- miškų medžių ligų ir kenkėjų plitimui;
- miškų gaisringumui;
- miškų ruošos lauko darbų sąlygoms.

Vidutinės oro temperatūros kilimas lems **vegetacijos sezono trukmės didėjimą** ir, jei pakaktų drėgmės, didesnę miškų produktyvumą. Numatoma aukštesnė vidutinė oro temperatūra šaltuoju metų laiku turi ir neigiamą poveikį: ankstyvesnės už dabartines medžių pumpurų sukrovimo ir sprogimo datos sutampa su didele stiprių šalnų ar net šalčių pasikartojimo tikimybe. Todėl tikėtini medžių pumpurų pažeidimai ir tolesnis medžių produktyvumo sumažėjimas vegetacijos laikotarpiu.

Aukštesnė už vidutinę klimatinę rudens oro temperatūra mažins medžių atsparumą staigiems oro atšalimams, todėl pablogins jų žiemojimo sąlygas. Jautriausi šalnoms ir šalčiams vegetacijos laikotarpio pradžioje yra eglynai. Pasikeitęs oro temperatūros režimas skatins medžių rūšių konkurencinę kovą. Todėl didžiausias poveikis teks toms medžių rūšims, kurių arealo pietinė riba eina per Lietuvos teritoriją arba yra arti jos.

Dabartinio klimato sąlygomis pagal de Martonne sausringumo indeksą, kuris susietas su vidutine metine oro temperatūra ir kritulių kiekiu, miškai priskiriami mažo (58,7 %) ir vidutinio (41,4 %) jautrumo zonoms. Pastarojo tipo miškuose didžiausia dalis tenka pušiai (12,1 %) ir beržui (10,1 %), kiek mažiau – eglei (8,4 %). **Šio amžiaus viduryje ir antroje jo pusėje prognozuojama, kad dalis dabartinių miškų plotų pateks į aukšto bei labai aukšto jautrumo (pažeidžiamumo) zonas.** Iš jų pagal pesimistinį klimato kaitos scenarijų (RCP8.5) net 30 % teks pušynams, 14 % – eglynams ir 17 % – beržynams. Tačiau pagal optimistinio scenarijaus (RCP2.6) klimato kaitos prognozes šio šimtmečio antroje pusėje Lietuvoje nebus miškų labai aukšto jautrumo (pažeidžiamumo) zonose, o aukšto jautrumo zonai teks tik apie 6 % miškų ploto (10.1 pav.).



10.1 pav. Prognozuojamas De Martonne sausringumo indekso (DMI) pasiskirstymas 2070 m. (viršuje) ir realaus klimato sąlygomis – 1951–2000 m. (apačioje). Prognozuojamas DMI pagal RCP8.5 klimato scenarijų (viršuje kairėje) ir pagal RCP2.6 (viršuje dešinėje). DMI jautrumo (pažeidžiamumo) lygiai: 0–25 (labai aukštas), 25–30 (aukštas), 30–40 (vidutinis), 40–60 (žemas), > 60 (nuo vidutinio iki labai aukšto, perteklinė drėgmė).

Klimato **sausringumo didėjimas** tiesiogiai susijęs su miško gaisrų pavojaus padidėjimu. Gaisrai didžiausius nuostolius padaro spygliuočių miškuose. Patys jautriausi miško gaisrams rajonai yra Kuršių nerija ir Pietryčių Lietuva. Abiejuose rajonuose vyrauja pušys (kalninė pušis pirmame, o paprastoji pušis – antrame rajone). Kuršių Nerijos jautrumą gaisrams labai padidina turizmo plėtra ir smėlėti dirvožemiai šiame rajone. Patys stipriausi gaisrai per pastarąjį dešimtmetį čia (šiaurinėje Kuršių nerijos dalyje) vyko 2006 m. gegužę ir 2014 m. balandį. Tokių gaisrų sezoniskumą lemia nepakankama priešgaisrinė ir gamtosauginė miškų priežiūra neturistiniu laikotarpiu ir numatomos klimato sausėjimo tendencijos pavasario antroje pusėje ir vasaros pradžioje. Šiltų vėjuotų žiemų ir po to einančių sausų ir karštų vasarų derinys labiausiai paveikia eglynus: jie silpsta puolami kenkėjų, o galiausiai – nudžiūna.

Nors vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje apie 60 % viršija suminį išgaravimą, miškams vegetacijos laikotarpiu dažnai trūksta drėgmės. Vidurio ir Pietų Lietuvoje **sausai laikotarpiai** (pagal produktyviosios drėgmės kiekį rizosferos sluoksnyje) sudaro net 40–43 %, Žemaičių aukštumoje tokių laikotarpių būna apie 26 %. Kylant oro temperatūrai suminis išgaravimas dar sustiprės, be to, mažės kritulių liepos–rugsėjo mėnesiais, todėl sausringų laikotarpių pasikartojimas gali išaugti 10–20 procentinių punktų. Suprantama, tokia sausringumo didėjimo tendencija turėtų visapusiškos neigiamos įtakos įvairių rūšių medynams.

Prognozuojamas metinis **kritulių kiekis** Lietuvos teritorijoje antroje XXI a. pusėje keisis nedaug, lyginant su dabartinėmis sąlygomis, išskyrus scenarijų RCP8.5; tačiau kritulių sezoninis pasiskirstymas ir intensyvumas keisis sparčiau. Dažnesni sausringi laikotarpiai vasarą ir vyraujantys skysti krituliai šaltuoju metų laiku sumažins medžių atsparumą ligoms ir kenkėjams. Šiltų žiemų ir

sausringų vasarų derinys labiausiai pakenks eglynams. Ilgi arba dažnai pasikartojantys sausringų (ir vėjuotų) orų laikotarpiai labai palankūs miško gaisrams. Labiausiai jautrūs šioms anomalijoms yra vienaarūšių spygliuočių miškai, augantys smėlėtuose dirvožemiuose. **Šiltos su dažnais atlydžiais žiemos** bus nepalankios miško ruošos darbams. Aukštesnės šiltojo sezono temperatūros fone padidės tikimybė stiprių liūčių, kurios sukelia intensyvią šlaitinę eroziją (ypač kirtimuose).

Didelę žalą miškams daro **stiprios žiemos audros**, kurių dažnis ir intensyvumas, kylant vidutinei šaltojo laikotarpio temperatūrai, didės. Tokių audrų metu stiprus gūsingas vėjas (kartais siekiantis uraganinio vėjo greitį $V \geq 33$ m/s) geba išvartomis paversti net ir sveiką brandų mišką ne tik pajūrio zonoje, bet ir šalies gilumoje. Tačiau pirmiausia nukenčia kenkėjų pažeisti medžiai, miško plotai šalia žemės ūkio naudmenų laukų ar plynų kirtaviečių. Per pastaruosius 10 metų didžiausią žalą miškams padarė uraganinio vėjo greičio ruožai greitai besivystančių ciklonų užnugaryje; patys intensyviausi ciklonai buvo: *Ervinas* (2005 m. sausis), *Peras* (2007 m. sausis) ir *Feliksas* (2015 m. sausis). Didžiausia šių ciklonų padaryta žala pajūrio zonoje teko pušynams, o kitur – eglynams.

Šiltėjant klimatui prognozuojama, kad **dažnės karšto ir drėgno oro prietaka iš subtropinių sričių**, ypač vasarą, todėl vystantis konvekcijai izoliuotuose gardelėse, atmosferos frontuose ar škvalo linijose **didės tikimybė labai stipriam škvalui ar net viesului vystytis**. Vėjo greitis tokių reiškinių metu gali labai greitai padidėti nuo foninio (silpno ir vidutinio) iki uraganinio stiprumo. Be to, staigiai keičiasi ir kryptis. Toks netolygaus ir labai stipraus vėjo laukas savo kelyje sukelia gausias vėjovartas ir daro ilgalaikę žalą miškų ekosistemai. Tačiau tokie reiškiniai yra lokalūs, todėl neapima didesnės Lietuvos teritorijos miškų ploto. Generalinės miškų urėdijos veiklos ataskaitose teigiama, kad mažiau nukenčia tie jauni medynai, kurie nebuvo retinti, tankus miškas turi geresnę atsvarą prieš vėjo gūsius. Ypač smarkiai nukenčia medynai, įsiterpę į žemės ūkio plotus. Pastarąjį kartą tokie intensyvūs škvalo ir viesulų reiškiniai buvo apėmę net tris urėdijas 2010 m. rugpjūčio mėnesį. Labiausiai nukentėjo Pietryčių Lietuvos pušynai, kuriuose vyravo vėjalaužos, nes pušys vėjavartoms atsparesnės dėl gilesnės šaknų sistemos.

Karštis ir sausra susilpnina net sveikų medžių atsparumą vėjui, todėl ateityje vėjo poveikis medynams gali būti didesnis nei dabar. Jei išvirtę medžiai nėra tvarkomi, susidaro palankios sąlygos veistis kenkėjams. Dažnai kelerius metus po to, kai medynai yra pažeidžiami audrų ar kitų abiotinių veiksnių, suaktyvėja kenkėjai. Tai netiesioginis audrų poveikis miškams. Aukštesnė šiltojo sezono oro temperatūra susijusi su kenkėjų aktyvumo ir populiacijos padidėjimu; jau dabar į Lietuvą atklysta naujos kenkėjų rūšys. Nebūdingos vietovei kenkėjų invazijos miškams labai pavojingos vien dėl to, kad miškus užpuolusius kenkėjus parazituojančius vabzdžiai iš paskos ateina pavėlavę, paukščiams nepažįstami vabzdžiai taip pat nepatrauklūs, todėl kenkėjai plinta nestabdomi.

Lietuvos miškininkystės sektoriaus jautrumas ir pažeidžiamumas dėl klimato kaitos panašus į kaimyninių Baltijos regiono šalių. Baltic Climate projekto rezultatai rodo, kad stipriausias poveikis laukiamas dėl **eglių kenkėjų (kinivarpu) žymaus išplitimo bei medžių pumpurų pažeidimų dėl šalnų** (Climate change impacts on forestry, 2007–2013). Beje, pastarasis poveikis susijęs su prognozuojamomis pavasario ankstyvesnėmis medžių pumpurų sprogimo datomis, tačiau šalnų tikimybė tuo metu nesumažės (10.1 lentelė). Miško gaisrų pavojus padidės nedaug, taip pat kažkiek padidės grynoji pirminė miško produkcija, nors apie medžių produkcijos padidėjimą informacijos nėra. Didelio poveikio miškų rūšinei sudėčiai nenumatoma. Miško gaisrai priklauso ne tik nuo orų pobūdžio, regiono ir miško rūšinės sudėties, bet ir nuo sezono.

2011–2040 m. laikotarpiu Švedijoje, Estijoje, Latvijoje ir Lietuvoje numatoma **šalnų atveju padažnėjimas prasidėjus vegetacijos procesui** (10.2 lentelė), tačiau vėlesniu, 2070–2098 m.

laikotarpiu, numatomas dar didesnis šalnų atvejų padažnėjimas, kuris taps aktualiu ir labiau į šiaurę nutolusioms šalims (Suomija, Rusija).

10.1 lentelė. Klimato kaitos poveikis miškų ūkiui BalticClimate projekte dalyvaujančiose šalyse – poveikio scenarijų bendrų perspektyvų santrauka kompiliuota remiantis skirtingomis mokslinėmis studijomis. (↑↑ Žymus padidėjimas; ↑ nedidelis padidėjimas; ↓↓ žymus sumažėjimas; ↓ nedidelis sumažėjimas; ○ jokio pokyčio arba jis nežymus; – neįtraukta į analizę).

Klimato kaitos poveikis:	SWE	FIN	EST	LVA	LTU	RUS	DEU
Miško rūšinė sudėtis	↑↑	↑↑	○	○	○	–	↑↑
Miško gaisrų pavojus	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑↑
Šalnos miške išsprogus pumpurams	↑	○	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓
Eglių kinivarpu puolimas	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Grynoji pirminė medžių produkcija	↑↑	–	–	–	–	–	–
Grynoji pirminė produkcija	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↓

SWE – Švedija, FIN – Suomija, EST – Estija, LVA – Latvija, LTU – Lietuva, RUS – Rusijos dalis priklausanti Baltijos regionui, DEU – Vokietija

10.2 lentelė. Bendra grynosios pirminės produkcijos (pirma eilutė) ir bendra šalnų atvejų išsprogus pumpurams prognozė (antra eilutė). Pokyčius apibūdinantys ženklai ir valstybių pavadinimų trumpiniai tokie pat, kaip ir 10.1 lent.

Pokytis	SWE	FIN	EST	LVA	LTU	RUS	DEU
	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↓
	↑	○	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↓↓

Europos šalių patirtis

Vakarų ir Vidurio Europoje dėl klimato kaitos keisis miškų rūšinė sudėtis, šilumamėgių medynų zonos persistums labiau į šiaurės rytus, tačiau didžiausias poveikis numatomas kalnuotoms vietovėms: Alpių, Karpatų, Pirėnų, Skandinavijos, Balkanų pusiasalio ir kitose vietovėse. Jose greičiausiai pasikeis miškų juostos ribų absoliutus aukštis: miškui palanki zona „slinks“ šlaitais aukštyn, taip atsidurdama nepalankioje dirvožemio, klimato ekstremumų zonoje, kurioje didės sniego lavinų ir akmenų griūčių tikimybė (Climate change and forest..., 2008).

Kiekvienoje Europos valstybėje yra paruoštos prisitaikymo prie klimato kaitos strategijos, kuriose atskirai arba tik bendrais bruožais įtraukiamas miškininkystės sektorius. Europos mastu klimato kaitos poveikis bei prisitaikymo priemonės dar skirstomos pagal miškų bioklimatines zonas: 1) borealinių, 2) vidutinių platumų jūrinių, 3) vidutinių platumų žemyninių, 4) Viduržemio jūros ir 5) kalnuotų regionų miškų zonas (European Forestry Institute..., 2011). Šių zonų gebėjimas prisitaikyti prie klimato kaitos skirtingas: labiausiai atsparūs miškai yra pirmoje zonoje, mažiausiai – 4 ir 5 zonose. Lietuva kaip ir kitos Baltijos šalys priklauso trečiajai zonai. Pagrindinė problema šioje zonoje prisitaikant prie klimato kaitos – ekonominiai ir socialiniai suvaržymai, egzistuojantys daugelyje postkomunistinių šalių. Tai ir neapibrėžta privačių miškų savininkų atsakomybė taikant

tokias priemones, nevisiškai atstatytos teisės į nuosavybę, netinkamas valstybinių miškų ir saugomų teritorijų valdymas.

Vidutinių platumų žemyninių miškų zonoje numatomas tiesioginis ir netiesioginis klimato kaitos poveikis yra: a) vėjo daromos žalos (rizikos ir dažnio) padidėjimas; b) besikeičianti natūralių buveinių padėtis darys neigiamą įtaką retoms rūšims; c) padidės kenkėjų daroma žala. Pagrindinės grėsmės šioje zonoje – tai a) didėjantis sausringumas, b) didėjantis trumpalaikių ekstremalių reiškinių (audros, potvyniai, gaisrai ir kt.) dažnis, c) kenkėjų (ir jų rūšių) gausėjimas. Pagrindinis dėmesys, taikant prisitaikymo priemones šioje zonoje, turi būti skirtas miško priežiūros ir retinimo darbams, siekiant pagerinti struktūrinę ir rūšių įvairovę, reguliuoti medžių kamienų tankį ir užtikrinant geras priešgaisrinės apsaugos sąlygas (Fitzgerald and Lindner, 2013). Toliau pateikta trumpa atskirų Europos regionų patirtis miškininkystės sektoriuje prisitaikant prie klimato kaitos.

- **Portugalijos** šiaurinės dalies ir **Ispanijos** Katalonijos provincijos rytų miškuose pagrindinė taikoma prisitaikymo prie klimato kaitos priemonė nukreipta prieš sausras – medžių retinimas. Ši priemonė, beje, pasiteisino ir tramdant beveik kiekvieną vasarą pasitaikančius miškų gaisrus (Santos et al, 2013).

- **Rumunijos** Karpatų bei **Bulgarijos** Rodopų kalnų miškuose introdukuojamos naujos medžių rūšys, kurios geriau prisitaiko prie sausringesnių ir šiltesnių klimato sąlygų, erozijos paveiktuose kalnų šlaituose bei nualintuose žemės ūkio naudmenų plotuose sodinami greitai augančių medžių rūšys (Seppälä et al, 2009).

- **Pietų Švedijoje, Velse (Jungtinė karalystė) ir Airijoje** valstybiniuose miškuose stengiamasi pertvarkyti vienerūšius ir vienaamžius želdinius į mišrius įvairių amžiaus grupių miškus, išlaikant genetinę medžių rūšių įvairovę, privatiems savininkams paliekama didelė veiksmų laisvė (Fitzgerald and Lindner, 2013).

- **Latvijos** miškų ūkyje vis daugiau sodinama mišrių eglių ir plačialapių miškų, taikomas selektyvus kirtimas, tačiau nederlinguose dirvožemiuose leidžiamas savaiminis pušynų-beržynų miškų atžėlimas, diegiamos naujos miško priešgaisrinės stebėjimo sistemos.

- **Estijos** miškininkystės ekspertai mano, kad Estijos miškams didesnę poveikį darys žmogaus ūkinė veikla negu klimato kaita, todėl specialių prisitaikymo priemonių nesiūloma (Seppälä et al, 2009; Ministry, 2009).

- **Vokietijos** miškų ūkio prisitaikymo prie klimato kaitos politika labai priklauso nuo regiono (žemės), kurie turi plačią savivaldą ir skirtingose klimato bei ūkinio išvystymo sąlygose taiko skirtingas priemones. Daugiausia priemonių numatyta Pietų Vokietijos regionuose bei kalnuotose vietovėse (Alpėse, Harco kalnuose): čia numatyta gerinti priešgaisrinio pasirengimo ir stebėsenos sistemas, miško masių pertvarką labiau atsparią didėjančiam sausringumui bei staigiems poplūdziams, steigti daugiau saugomų teritorijų miškuose. Šiauriniuose rajonuose didžiausias dėmesys bus skirtas vienerūšius spygliuočių miškus keičiant į mišrius bei specialioms vandentvarkos projektams, kurie gerintų miškų ekologinę būklę bei priemonės prisitaikant prie jūros lygio kilimo, krantų erozijos ir žiemos audrų (Government ..., 2010).

- **Lenkijoje** numatoma palikti reprezentacinius miškų plotus savaime prisitaikyti prie klimato kaitos procesų miškuose, kuriuose nėra ekonominės intervencijos, ir perkelti įgytas žinias į ekonomines zonas. Taip pat numatoma pritaikyti vandens išteklių valdymo planus prie miškotvarkos projektų, ypač baseinų aukštupiuose bei takoskyrose, remti natūralaus drėkinimo sąlygų atkūrimą miškuose; mažinti medienos ruošos apimtį (Ministry ..., 2013).

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Visos prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės miškininkystės sektoriuje gali būti skirstomos į:

- a) **trumpalaikes** – miško želdinių planavimo lygmuo;
- b) **vidutinės trukmės** – miškotvarkos lygmuo;
- c) **ilgalaikes** – miškininkystės strateginės plėtros priemonės.

Trumpalaikės priemonės apimtų miško atsodinimo, želdinių parinkimo ir retinimo bei tvarios medienos ruošos veiklas; vidutinės trukmės – miškotvarkos planavimo ir miško (ir jo ekosistemos) apsaugos veiklas; ilgalaikės – medelynų kūrimo ir medžių selekcijos bei prisitaikymo priemonių integracija į rizikos valdymo ir miško plėtros programas.

Trumpalaikių prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių pagrindinis tikslas – didinti ŠESD absorbentų plotą, didinant šalies miškingumą ir stiprinant gamtinį karkasą.

Trumpalaikės priemonės:

- **Įgyvendinti miškingumo didinimo priemones, apželdinant nenaudojamą ir žemės ūkiui mažai tinkamą žemę:** įveisti naujus ūkiškai vertingus, našius, biologiškai atsparius miškus miškų urėdijoms perduotoje valstybei nuosavybės teise priklausančioje nenaudojamoje žemėje; skatinti veisti naujus ūkiškai vertingus, našius, biologiškai atsparius miškus privačioje žemėje, tam panaudojant Europos žemės ūkio fondo kaimo plėtrai skiriamą finansinę paramą.

- **Vykdyti darnią miškininkystės politiką, išplečiant miško kirtimo atliekų paėmimo biokuro gamybai mastą.** Šio uždavinio įgyvendinimui reikia įdiegti pagrįstą finansinio skatinimo mechanizmus medienos biokuroi gaminti paėmimo iš miškų sistemą. Įgyvendinant šias priemones Lietuvos Respublikos teritorijos miškingumas turėtų padidėti 0,25 %.

Trumpalaikių priemonių įgyvendinimo rekomendacijos:

- veisti retesnius medynus, nors dėl didesnio medžių šakotumo jų mediena būtų mažiau patraukli pramonei, tačiau tokie medynai atsparesni tiek žiemos audroms, tiek ir šiltojo laikotarpio škvalui ar kitiems ekstremaliems orams;

- atkuriant mišką parinkti optimalų medynų tankį, nes tankesni želdynai mažiau atsparūs besikeičiančio klimato sąlygoms;

- atkuriant mišką vengti vienaarūšių medynų, ypač eglynų, kurių paviršinė šaknų sistema silpna, todėl lengvai pasiduoda vėjovartoms. Ilgalaikis stipraus (bet ne uraganinio stiprumo) vėjo poveikis taip pat gali išjudinti eglių šaknis, silpnina medyną, todėl toks medynas greit pasiduos ligoms ir kenkėjams. Vienarūšiuose ir vieno amžiaus medynuose susidaro labai palankios sąlygos kenkėjams plisti.

Vidutinės trukmės ir ilgalaikės prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

- **mokslinių tyrimų plėtra, siekiant kiekybiškai įvertinti miškų pažeidžiamumą ir prisitaikymo gebą;**

- sausroms atsparių medžių rūšių sodinimas;
- perėjimas nuo vienaarūšių prie mišrių miškų;
- genetinės medžių įvairovės išsaugojimas;
- miško gaisrų prevencija, gaisrų rizikos valdymo pajėgumų didinimas;
- vandens išteklių valdymo planų pritaikymas miško poreikiams.

Dalis šių priemonių yra įgyvendinama jau dabar: vystoma biologinės įvairovės būklės stebėjimo ir vertinimo sistema, Lietuvoje iki šiol vyksta miškų ūkio valdymo optimizavimo

paieškos sprendžiant valstybinių ir privačių miškų struktūrinių pertvarkymų tikslingumo klausimus, formuojama ilgalaikė miškų ūkio politika, suderinta su kitų šalies ūkio šakų politika ir besiremianti šalies tradicijomis ir Europos Sąjungos teisinių normų, programų bei nacionalinių teisės aktų reikalavimais, diegiama antžeminė gaisrų stebėjimo sistema.

Vidutinės trukmės ir ilgalaikių priemonių taikymo rekomendacijos:

- formuojant aplinkos poveikiui atsparesnius medynus, siūloma spygliuočius sodinti kartu su lapuočiais;
- įvairaus amžiaus medynų veisimas;
- savaiminį miško atžėlimą derinti su dirbtiniu želdinimu: visų pirma leidžiama miškui užsisėti savaime, vėliau papildoma jaunesniais, neretai ir kitos rūšies, sodmenimis;
- atkuriamą mišką būtina ugdyti: reikia iš lapuočių ir krūmų formuoti pamiškes, medynus retinant miško pakraščiuose, nes pakraščiuose augantys medžiai yra tvirtesni, kilus audrai ar škvalui susilpnintų pagrindiniam medynui tenkančią vėjo jėgą;
- šylant klimatui, keičiasi įprastinė vietinių medžių rūšių pusiausvyrą: lapuočiams sąlygos gerėja, o spygliuočiams – prastėja, jie silpsta, traukiasi į šiaurę, todėl rekomenduotina pamažu į atkuriamą mišką įsileisti prie kintančio klimato labiau prisitaikiusias rūšis (buką, maumedį, platanalapį klevą ir kt.);
- nuolat vykdyti vertingesnių ir ekstremaliems gamtos reiškiniams atsparesnių medžių rūšių testavimą esamoms ir numatomoms klimato sąlygoms Lietuvoje;
- vykdyti ir nuolat tobulinti priešgaisrinę miškų stebėseną, ypač jautriausių miško gaisrams masių, tokių kaip Kuršių nerijos ir Pietryčių Lietuvos pušynai;
- atkuriant Kuršių nerijos miškus sodinti lapuočius (pavyzdžiui, beržo ar juodalksnio) medynus arba leisti savaiminį atžėlimą po gaisrų; kopos jau yra gerai sutvirtintos prieš tai augusių kalninių pušų šaknimis, todėl, vengiant gaivalinių miško gaisrų besikeičiančio klimato sąlygomis, jų nebesodinti;
- suformuoti finansinį mechanizmą leidžiantį mažų privačių miškų savininkams naudoti brangias biologines priemones prieš miško kenkėjus, kadangi maži privatūs miško plotai dažnai yra įsiterpę į didelius valstybinių miškų plotus ir gali būti kenkėjų ir ligų židiniai tolimesniam jų plitimui.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės yra nevienodai efektyvios prieš klimato kaitos rizikos faktorius, tačiau kai kurios jų teikia papildomų galimybių miškininkystės sektoriuje. Pavyzdžiui, sausroms atsparių medžių rūšių veisimas leis miškams išlikti atspariems ne tik sausroms ir sausringiems laikotarpiams, bet ir bendram gruntinio vandens lygio žemėjimui, kuris yra labai inertiškas ir gali tęstis dešimtmečiais.

Kitos priemonės, skirtos genetinės medžių įvairovės išsaugojimui ir palaikymui taikant selekcijos metodus, ne tik apsaugos miškus nuo daugelio klimato kaitos rizikos faktorių, bet ir didins medienos prieaugį bei miško buveinių įvairovę.

Mažiausiai kol kas įgyvendinama priemonė – tai upių baseino valdymo planų pritaikymas prie miško poreikių. Ši priemonė susieja painius politinius – administracinius valstybės veiksmus su ekologinėmis ir aplinkosauginėmis priemonėmis, kurios užtikrintų ilgalaikį miškų ekonominį ir ekologinį funkcionalumą. Ji ypač taps aktuali didėjant privačių miškų procentui respublikos mastu.

Kiekybiniai kriterijai:

- Miško buveinių įvairovės didėjimas.
- Mokslinis miškų jautrumo klimato kaitai iširtumas.
- Nenaudojamos ir žemės ūkiui mažai tinkamos žemės apželdinimas:
 - naujų miškų plotas (ha) urėdijoms perduotoje valstybei nuosavybės teise priklausančioje nenaudojamoje žemėje;
 - naujų miškų plotas (ha) privačioje žemėje (miško savininkų skaičius), panaudojant Europos žemės ūkio fondo kaimo plėtrai skiriamą finansinę paramą.
- Medienos biokurui gaminti paėmimo iš miškų sistemos diegimas:
 - urėdijų ir miško savininkų skaičius, kuriuose buvo diegiama sistema.
- Sausroms atsparių medžių rūšių sodinimas:
 - urėdijų ir miško savininkų skaičius bei bendras miško plotas (ha), kur buvo pritaikyta ši priemonė.
- Perėjimas nuo vienaarūšių prie mišrių miškų:
 - miškų plotas (ha), kuriuose buvo atsodintas ar leista atželti savaiminiam mišriam miškui buvusio vienaarūšio spygliuočių miško (iškirto ar išdegusio) vietoje.
- Genetinės medžių įvairovės išsaugojimas:
 - atsparių klimato kaitai medžių rūšių (sėklų ir sodinukų) atranka (rūšių, veislių, bandinių sk.);
 - Išsaugota reprezentacinių miško medžių rūšių ir populiacijų, kurioms gresia visiškas išnykimas ar spartus nykimas dėl klimato pokyčių (urėdijų skaičius ir miško plotai, ha).
- Miško gaisrų prevencija, rizikos valdymo pajėgumų didinimas:
 - urėdijų ir miško savininkų skaičius bei bendras miško plotas (ha), kuriuos apima arba apims miško gaisrų stebėjimo sistema;
 - urėdijų ir miško savininkų skaičius bei bendras miško plotas (ha), kuriuose vykdomi miškotvarkos darbai didinant miško gaisrų prevenciją;
 - gaisrų perspėjimo – prognozavimo sistemos sudarytų patikimų ir nepatikimų prognozių (perspėjimų) skaičius.
- Vandens išteklių valdymo planų pritaikymas miško poreikiams:
 - atnaujintų upių baseinų rajonų valdymo planų (vnt.) pritaikytų klimato kaitos poveikio miškininkystei;
 - mažų vandens objektų (pelkių, upių ir ežerų) atkūrimas (ha) miškingose baseinų dalyse;
 - melioruotų miškų plotas (ha) ir melioracijos kanalų ilgis (km);
 - miško plotai (ha), kuriuose vykdomi miškotvarkos darbai siekiant apsaugoti mišką nuo upių potvynių ir poplūdžių.

11. Turizmas

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Lietuvos klimatui būdingas sezoniškumas leidžia skirtingais metų laikais šalį matyti vis kitokią. Įvairiais sezonais atostogaujantys dažniausiai tikisi saulėto pavasario, karštos vasaros, ilgo ir šilto rudens bei žvarbios ir sniegingos žiemos. Deja, besikeičiantis Lietuvos klimatas vis dažniau žmones verčia susidurti su žiemomis, kai nesusidaro pastovi sniego danga, lietingomis bei vėsiomis vasaromis ar kitais klimato pokyčiais.

Turizmas – viena stambiausių ir perspektyviausių pasaulio ekonomikos šakų, kuri Jungtinių Tautų pasaulio turizmo organizacijos duomenimis kasmet sukuria apie 10 % darbo vietų ir 9 % pasaulinio bendrojo vidaus produkto. Sektoriaus reikšmės augimas pastebimas ir Lietuvos ekonomikoje. 2013 m. turizmo sektoriuje sukurta pridėtinė vertė sudarė 3,2 mlrd. litų (0,93 mlrd. Eur), arba 2,96 % šalies bendrosios pridėtinės vertės, ir, palyginti su 2012 m., padidėjo 9,5 %. Turizmo produkcija išaugo 9,1 % ir sudarė 6,4 mlrd. litų (1,85 mlrd. Eur) to meto kainomis. 2013 m. šiame sektoriuje dirbo 41,1 tūkst. asmenų, t. y. 4,4 % visų privataus sektoriaus darbuotojų (Statistikos departamentas, 2014).

2012 metais Lietuva jau antrus metus iš eilės sugebėjo išlaikyti lyderio poziciją Europoje vertinant pagal užsienio turistų srautų ir jų nakvynių augimą. Pagal Valstybinio turizmo departamento prie Ūkio ministerijos apibendrintą Europos kelionių komisijos 2012 m. ataskaitą, turistų srautai į Lietuvą didėjo net 12,4 proc. Šis rodiklis didėjo ir 2013–2015 m. Plečiasi ir vietinis turizmas, atostogaujama Lietuvoje: per 2014 m. iš viso suskaičiuota 2,6 mln. lietuvių kelionių šalyje, 2,3 % daugiau nei 2013 m. (Valstybinis turizmo departamentas, 2015).

Dėl didelės turistų nešamos ekonominės naudos didelis dėmesys skiriamas turizmo sektoriaus prisitaikymui prie klimato kaitos, tačiau tai labai glaudžiai susiję ir su pokyčiais kituose sektoriuose.

Didelė dalis Europos ir kitų šalių regionų, tokių kaip Ispanija, Graikija, Turkija, Florida, Karibų regionas, Meksika, iš savo turizmo sektorių pelnosi dėl dėkingo klimato. Mūsų šalyje pastebima akivaizdi tendencija – šiltuoju sezonu atvykstamasis turizmas intensyvėja, kas leidžia teigti, kad turizmas šalyje yra kol kas sezoninė prekė priklausanti nuo šiltojo sezono orų. Todėl kylanti šaltojo laikotarpio oro temperatūra turėtų teigiamai veikti atvykstamuosius turistų srautus.

Klimato ištekliai lemia vasaros ir žiemos turizmo specifiką. Turizmo sezoniškumas yra susijęs su 3 priežastimis: orų sąlygomis (temperatūra, saulėtų dienų skaičius ir pan.), svarbiomis datomis (religinėmis šventėmis, pvz., šv. Kalėdomis, šv. Velykomis) ir sezoninėmis atostogomis (mokinių, studentų ir kt.). Turizmas yra siejamas su gamta, veiklomis lauke, pramogomis, todėl orų sąlygos bei klimatas yra pagrindiniai jį lemiantys veiksniai.

2014 m. parengtoje Lietuvos turizmo plėtros 2014–2020 metų programoje sezoniškumas nurodomas kaip viena pagrindinių Lietuvos turizmo sektoriaus problemų, lemianti nevienodą turistų srautų pasiskirstymą įvairiais metų laikais (Lietuvos turizmo..., 2014). Sezoniškumas daro neigiamą poveikį turizmo paslaugų teikėjams, neleidžia optimaliai naudoti turimos infrastruktūros ir žmogiškųjų išteklių.

Lietuvos turizmo sektorius ir ateityje neišvengs sezoniškumo problemų, nes žiemos aktyvaus poilsio veiklų plėtra, atsižvelgiant į tai, kad yra stipriai veikiama klimato kaitos iššūkių ir ribotų gamtinių išteklių, neturi galimybių tapti viena iš prioritetinių priemonių, siekiant mažinti sezoniškumą, ir padidinti pajamas iš turizmo žiemos sezono metu. Aktyvaus žiemos poilsio infrastruktūros plėtra reikalauja didžiulių investicijų plėtojant su aktyviu poilsiu susijusius konkurencingus turizmo produktus, skirtus žiemos aktyvaus žiemos poilsio mėgėjams. Be to, dėl klimato kaitos įtakos (trumpėja žiemos veiklų laikotarpis) auga eksploataavimo kaštai, todėl sunku užtikrinti pakankamus poilsiautojų srautus, investicijos į šiuos objektus sunkiai atsiperka.

Šylant klimatui dienų su sniego danga Lietuvoje mažėja, sniego danga darosi nepastovesnė, todėl labai svarbu įvertinti ekonominį naudingumą plėtojant žiemos pramogoms skirtą infrastruktūrą atvira ore.

Turizmui daro poveikį įvairūs klimatiniai ir meteorologiniai veiksniai. Išskiriamos trys pagrindinės jų grupės: **estetiniai, fiziniai ir terminiai** (11.1 lentelė). Svarbiausi yra fiziniai (gamtiniai) veiksniai, kurie poilsiautojams gali sukelti ne tik susierzinimą, bet ir pavojų gyvybei.

Nors klimato kaitos poveikis turizmui bus ryškesnis šaltuoju metų laiku ir stipresnis kontinentinėje Lietuvos teritorijos dalyje, pajūrio regionas irgi pajus šios kaitos pasekmes. Augant oro temperatūrai ir padaugėjus saulėtų dienų, pailgės palankus vasaros turizmui sezonas, kas, savo ruožtu, suteiks daugiau patrauklumo šiam regionui bei kartu pritrauks daugiau poilsiautojų.

11.1 lentelė. Įvairūs turizmo meteorologiniai ir klimatiniai veiksniai, jų reikšmingumas bei poveikis.

<i>Veiksniai</i>	<i>Reikšmingumas</i>	<i>Poveikis</i>
Estetinis: Saulės spindėjimas (debesuotumas) Matomumas Dienos ilgis	Gyvenimo kokybė Gyvenimo kokybė Patogumas	Malonumas, vietovės patrauklumas Malonumas, vietovės patrauklumas Galimas dienos valandų skaičius
Fizinis: Vėjas Lietus Sniegas Ledas Atšiaurūs orai Oro kokybė UV spinduliuotė Kvapai	Susierzinimas Susierzinimas, nusiramimas Žiemos sportas (veikla) Pavojus Susierzinimas, pavojus Susierzinimas, pavojus Pavojus, patrauklumas Susierzinimas	Nunešti daiktai, smėlis, dulkės... Sušlapimas, blogas matomumas, malonumas Užsiėmimas sportu (veikla) Traumos, turtinė žala Visi aukščiau išvardytieji aspektai Sveikata, fizinė savijauta, alergija Sveikata, įdegis, nudegimas Vietovės patrauklumas
Terminis: Bendras oro temperatūros, oro drėgnumo, vėjo, Saulės ir ilgabangės spinduliuotės, metabolinės šilumos, aprangos efektas.	Terminis komfortas Terapinis, grūdinantis	Slegianti aplinka Fiziologinis nuovargis Hipotermija Hipotermija Jėgų atgavimo galimybė

Tikėtini Lietuvos turizmo sektoriaus jautrumo klimato kaitos poveikiui aspektai:

- žiemos turizmo rinka labiausiai nukentės nuo kintančių klimato sąlygų, nes sniego danga ir vandens telkinių ledas yra vieni pagrindinių žiemos turizmo produktų elementų;
- dėl klimato atšilimo trumpėja žiemos sezonas, todėl žiemos kurortai nebegalės užtikrinti slidinėjimui ir kitoms žiemos sporto veikloms reikalingo natūralaus sniego kiekio;
- jei žiemos turizmui klimato kaita daro neigiamą poveikį, tai vasaros sezono turizmui globalinis klimato atšilimas kai kuriose turizmo traukos vietovėse lems teigiamus pokyčius;
- prognozuojama, kad klimato kaita prailgins vasaros sezono periodą, šiltesnis vanduo ir aukštesnė oro temperatūra padidins su vandens telkiniais susijusių rekreacijos veiklų populiarumą, tačiau, didėjant poilsiautojų kiekiui kyla rizika, kad vandens telkinių būklė gali blogėti ir neatitikti galiojančių higienos normų;
- esant šiltesniems, bet sausiems periodams, gali nusekti vandens telkiniai (ypač upės) – tai gali komplikuoti vandens turizmą, plaukimą vandens transporto priemonėmis ir pan.;
- prognozuojama, kad, esant ilgam ir saulėtam šiltajam sezonui, vandens telkiniuose gali atsirasti ir (ar) padaugėti įvairių savaeigių plaukiojimo priemonių, kurios yra pramoga atostogaujantiems, tačiau daromas neigiamas poveikis vandens ekosistemoms;

- ilgesnis ir šiltesnis vasaros sezonas suteiks daugiau galimybių lauko poilsio veikloms: prognozuojama, kad populiarės golfas, žygiai pėsčiomis ir dviračiais, buriavimas, savaitgalio išvykos į gamtą ir kt.;

- šiltuoju sezonu intensyvėjančios konvekcinės audros turės neigiamą poveikį stovyklaujantiems: gali nukentėti inventoriūs, kilti pavojus žmonių sveikatai ir saugumui (dėl žaibų, virstančių medžių);

- dažnėjančios karščio bangos turės neigiamą poveikį atostogaujančių (ypač miestuose) terminiam komfortui ir sveikatai;

- pastaruju metu visoje Lietuvos teritorijoje, Rytų Baltijos regione ir Skandinavijoje pastebimas erkių, pernešančių erkinį encefalitą ir Laimo ligą, plitimas. Klimatui šiltėjant, prognozuojamas tolesnis erkių ir kraujasiurbių vabzdžių plitimas, tai turės neigiamą poveikį poilsiaujančių gamtoje komfortui ir sveikatai;

- dažnėjančios audros, uraganiniai vėjai ir nepastovus grunto iššalas turės neigiamą poveikį paplūdimiams, jų būklės prastėjimas gali mažinti pajūryje mėgstančių poilsiauti kiekį;

- upių poplūdziai ir potvyniai gali paveikti kultūros paveldo vertybes, nuniokoti turistinius maršrutus ir gausiai turistų lankomus kultūrinius objektus;

- daugėjant užsienio turistų skaičiui tikėtina, kad skverbsis naujos ligos, virusai, naujos invazinės augalų ir gyvūnų rūšys;

- keičiantis klimatui, didės turizmui svarbių gamtos išteklių palaikymo kaštai, pavyzdžiui, paplūdimių, vidaus vandens telkinių pakrančių, slidinėjimo trasų ir kt.

Taigi, turizmo ir klimato ryšys funkcionuoja dviem kryptimis: turizmo rinką veikia klimatas ir pats turizmas daro poveikį klimato kaitai, todėl į klimato kaitą reikia žiūrėti kaip į katalizatorių, skatinantį ir greitinantį struktūrinius pokyčius turizmo sektoriuje.

Europos šalių patirtis

Klimato kaita – vienas iš reikšmingiausių ilgalaikių faktorių, vis labiau veikiančių globalią turizmo plėtrą. Daugelis turizmo traukos vietų pasaulyje ir Europoje gali būti prarasta dėl besikeičiančio klimato jau netolimoje ateityje. Orų sąlygos labai stipriai veikia turizmo infrastruktūros ir gamtos išteklius, kurie yra pagrindas daugeliui lauke vykdomų poilsio veiklų, turistinio sezono trukmę ir kokybę, daro poveikį visoms turizmo rūšims.

Klimato kaitos poveikis turizmo sektoriui dažniausiai vertinamas pagal kokybinius ir kiekybinius rodiklius. Kokybiniai tyrimai teikia informaciją apie pažeidžiamumą ir tikėtinas klimato kaitos kryptis, tačiau nepateikia informacijos, kiek kainuos prisitaikymas. Dažniausiai analizuojamos pagrindinės turizmo kryptys ir atskiri regionai, pavyzdžiui, Vokietijos Šiaurės jūros pakrantė, Viduržemio jūros regionas, modeliuojama, kaip keisis klimatas ir kas nuo to labiausiai nukentės.

Vertinant detaliau ir kiekybiškai, įvairios šalys išskiria kelis prisitaikymo prie klimato kaitos aspektus:

- pasiūlos vertinimas – pokyčiai, kurie dėl klimato kaitos bus pačiuose turizmui reikalinguose ištekliuose, dažniausiai tai poveikis žiemos sporto turizmui;

- paklausos vertinimas – tyrimai skirti prognozuoti klimato pokyčius ir klimato tinkamumą bei patrauklumą vykdyti turizmo veiklas ir turizmo srautų modeliavimas;

- pasiūlos ir paklausos pokyčių kompleksiškas finansinis vertinimas.

Pasaulinė turizmo organizacija kartu su Jungtinių Tautų Aplinkos programa paskelbė studiją „Klimato kaita ir turizmas – atsakas į globalius pokyčius“, joje daug dėmesio skiriama tyrimams,

analizuojantiems kaip keisis turizmas pasaulyje priklausomai nuo klimato kaitos. Tai pirmas išsamus bandymas siekiant įvertinti turizmo sektoriui tenkančią ŠESD dalį. Nustatyta, kad turizmo indėlis, sukeliant klimato kaitą, didelis ir ateityje tik didės. Prie klimato kaitos prisideda visos transporto priemonės, kuriomis turistai keliauja, apgyvendinimo įstaigų energijos sunaudojimas ir t. t. (UNWTO, 2008).

Europos Komisijos inicijuotame **PESETA** projekte tirtas klimato kaitos poveikis turizmui Europoje. Klimato tinkamumas vasaros turizmui Europoje buvo vertinamas pagal Turizmo klimato rodiklį (TKR). TKR atsižvelgia į temperatūrą, drėgnumą, saulės šviesą, lietų ir vėją. Buvo naudojami mėnesiniai klimato duomenys iš 1961–1990 m. laikotarpio, o 2071–2100 m. duomenys buvo apskaičiuoti pagal du regioninius klimato modelius: HIRHAM, naudojantį HadAM3H A2, ir RCAO, naudojantį ECHAM4 A2. Šie klimato scenarijai panaudoti apskaičiuoti TKR vertes, kurios toliau buvo sujungtos į metų laikus. Remiantis jame naudojamais turizmo indeksais nustatyta, kad klimatinės sąlygos turizmui plėtoti Lietuvoje gerės, o labiausiai nukentės Europos pietiniai regionai dėl per aukštos temperatūros vasaros metu (Amelung, Moreno, 2009).

Klimato kaitos poveikis pakrančių turizmui Baltijos jūros regione nustatytas **Baltadapt** projekto metu. Klimato kaitos poveikis turės tiek teigiamų, tiek neigiamų pasekmių turizmui Baltijos jūros regione. Pats jautriausias klimato kaitai bus žiemos turizmas (Kūle ir kt., 2013).

Daugelis Europos šalių jau parengusios pritaikymo prie klimato kaitos strategijas įvairiems sektoriams, kur dažniausiai daug dėmesio skiriama klimato kaitos poveikiui žiemos ir vasaros turizmui. Dėl klimato kaitos poveikio mažės dienų su pastovia sniego danga ir žiemos turizmas patirs didelių nuostolių, tai plačiai aptariama **Austrijos** (The Austrian ..., 2013), **Švedijos** (Ministry ..., 2007), **Italijos** (Carraro, Sgobbi, 2008) ir kitų šalių strategijose. Dažniausiai siūloma:

- problemas spręsti regioniniu lygmeniu, atlikus atskirų šalies regionų jautrumo analizę;
- nustatyti alternatyvias galimybes plėtoti turizmo sektorių regione vykstant klimato kaitai.

Remiantis šių šalių patirtimi Lietuvoje taip pat prisitaikymo prie klimato kaitos klausimus siūlome spręsti regioniniu lygmeniu, nustatant ekonomiškai naudingiausias turizmo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos kryptis regione, verslo plėtros galimybes ir įvertinant gamtinius išteklius ir jų kaitą.

Lenkijoje parengtoje prisitaikymo prie klimato kaitos studijoje numatyta, kad geriausiai prisitaikyti turizmo sektoriui gali padėti tobulesnė hidrometeorologinių reiškinių stebėjimo ir perspėjimo sistema. Ji leidžia laiku informuoti turistus apie ekstremalius hidrometeorologinius reiškinius ir taip apsaugoti jų turtą ir sveikatą. Mažiausiai veikiamas klimato kaitos yra kultūrinis turizmas, todėl skatinama jo veikla, kaip miestų lankymas ir ekskursijos juose, tačiau turi būti užtikrintos higienos normos ir terminis komfortas esant karščio bangoms ar potvyniams. Šios Lenkijos Turizmo sektoriuje numatytos prisitaikymo priemonės padėtų prisitaikyti prie klimato kaitos ir Lietuvoje (KLIMADA, 2013).

Jungtinėje Karalystėje turizmas priskirtas prie verslo sektorių. Teigiama, kad dėl šiltėjančio klimato galėtų didėti turistų srautas, rengiami planai kaip pritraukti daugiau turistų. Lietuvoje rekomenduotina kuo glaudžiau dirbti su turizmu susijusiais verslo sektoriais, padėti jiems suprasti prisitaikymo prie klimato kaitos galimybes. Bendros plėtros strategijos ir tikslai gali pritraukti daugiau turistų ir tuo pačiu didinti jų nešamą pelną, kaip kad šiuo metu vyksta JK.

Airijoje vertinamas klimato kaitos poveikis paveldo objektams, koks bus gamtinis poveikis, vykstant klimato kaitai, pavyzdžiui, kurios teritorijos bus užlietos, kur vyks stipri erozija, kokia bus padidėjusių turistų srautų daroma apkrova paveldo objektams (Kelly, Stack, 2009). Mūsų šalyje taip

pat reikalinga atlikti tokį paveldo objektų vertinimą, kad, esant grėsmei, patirti neigiamą poveikį dėl gamtinių veiksnių ar didelių turistų srautų būtų laiku imtasi prevencinių priemonių.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Vykstant klimato atšilimui, rengiamos įvairios turizmo prisitaikymo strategijos, nuo klimato poveikio mažinimo iki visiško turizmo produkto pakeitimo: daugiau visus metus veikiančių objektų, dirbtinis sniegas slidinėjimo trasose, technologinių galimybių tobulinimas ir t. t.

Nereguliuojamas ir blogai organizuotas turizmas kelia didelį pavojų gamtinei ir kultūrinei aplinkai, didina antropogeninę apkrovą jautrioms ir neparengtoms šiai funkcijai teritorijoms. Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės yra vienos svarbiausių, kad ateityje būtų galima panaudoti klimatinius regiono išteklius neperžengiant leidžiamos gamtiniam potencialui apkrovos.

Nekontroliuojama turizmo plėtra gali kelti grėsmę bioįvairovei, ekosistemų funkcionavimui, gamtos ištekliams ir neatsinaujinančiam kultūros paveldui, kraštovaizdžiui ir urbanistinėms vietovėms. Ekonominis, socialinis ir ekologinis tvarumas yra pagrindiniai vietovių konkurencingumo ir jų gyventojų gerovės bei darbo vietų kūrimo ir gamtos bei kultūros vietų išsaugojimo ir pagerinimo veiksniai.

Viena iš efektyviausių prisitaikymo prie klimato kaitos poveikio turizmui priemonių yra **paviršinio vandens ir oro monitoringas**. Tik įvertinant įvairiuose Lietuvos regionuose vykstančias klimato kaitos tendencijas galima laiku imtis prisitaikymo priemonių. Šių priemonių efektyvumas didele dalimi priklausys nuo to ar atnaujinant prisitaikymo programas atsižvelgiama į klimato kaitos poveikį, ar turizmo plėtra priderinama prie naujų pasaulinės turizmo rinkos sąlygų.

Lietuvoje galima išskirti keletą pagrindinių turizmui dėl klimato kaitos atsirandančių grėsmių ir išskirti priemones:

Neigiamą klimato sezoniškumo poveikį mažinančios priemonės:

- **Investicijų skirtų visus metus veikiančioms paslaugoms didinimas.** Norint, kad mažėtų sezoniškumo poveikis, būtina kurti viešąją infrastruktūrą ir aktyviai remti projektus, kurie paslaugų įvairove prisideda prie sezoniškumo mažinimo, ypač prioritetiniuose turizmo plėtros regionuose. Tinkama kryptimi naudojamos investicijos gali sumažinti turizmo sektoriaus jautrumą klimato kaitai;

- **Paslaugų, kuriomis turistai gali naudotis įvairiais metų laikais, plėtra.** Skatinti viešbučius aktyviau kurti visus metus veikiančius SPA centrus, Pajūrio regione plėtoti turistams patrauklias paslaugas ne tik vasarą, orientuotis į konferencijų turizmą ar miestų pažinimo keliones, o kaimo turizmo sodybose skatinti teikti ir plėtoti specializuotas paslaugas, siekiant sukurti konkurencingų produktų, patrauklių įvairiais metų laikais. Pailgėjus šiltajam metų sezonui išplėsti tokių kultūrinių ir sportinių renginių kaip menų ir muzikos festivaliai, maratonai, įvairių sporto šakų čempionatai, etninių papročių šventės, rengimo laiką per visus metus. Visiško sezoniškumo išnykimo pasiekti neįmanoma, tačiau jis gali būti smarkiai sumažintas remiantis naujų produktų įtraukimu į rinką. Klimato šiltėjimas paskatintų ilgalaikėje perspektyvoje sumažinti Lietuvos turizmo sezoniškumą ir plėtoti kurortinį turizmą visais metų laikais.

- **Visus metus veikiančių turistinių objektų plėtra.** Investicijos turėtų būti nukreiptos į ištisus metus naudojamą infrastruktūrą (dviračių ir pėsčiųjų takai, baseinai, teniso kortai, čiuožyklos, slidinėjimo ir ledo ritulio arenos). Tačiau įvertinti ekonominį naudingumą, pavyzdžiui, ar sniego gamybai sunaudota energija ir vandens sąnaudos atsiperka.

Ekstremalių meteorologinių reiškinių poveikį švelninančios priemonės:

- **Uždarose patalpose veikiančių turistinių objektų plėtra regionuose.** Klimato ekstremalumas ir su tuo susiję vasaros karščiai privers ieškoti naujų (ne vien lauko sąlygomis) prieinamų pramogų. Rengiant pramogas atvira ore reikalinga pasirūpinti ir atostogaujančių užimtumu esant tam nepalankiems orams. Ypač tai aktualu pajūrio regionui ar regionuose, kur turistai atvyksta praleisti laiką gamtoje;

- **Reguliuojamo mikroklimato patalpų įrengimas.** Turi būti plėtojamas kondicionavimo sistemų įdiegimas turistų apgyvendinimo įstaigų pastatuose;

- **Efektyvios informavimo ir perspėjimo sistemos kūrimas.** Būtina tobulinti informavimo ir perspėjimo sistemą, plėsti specializuotų hidrometeorologinių temų paslaugas, kad Lietuvoje atostogaujantys žmonės būtų laiku informuojami apie grėsiančius ekstremalius hidrometeorologinius reiškinius, pavyzdžiui, karščio bangas, audras, intensyvią UV spinduliuotę, turi būti numatytos adekvačios priemonės siekiant apsaugoti žmonių turta ir sveikatą. Teikti išsamią ir profesionalią informaciją išvykstantiems iš Lietuvos turistams apie poilsio vietų užsienyje klimatinės sąlygas, pavojingus meteorologinius ir hidrologinius reiškinius.

- **Turistų srautų apskaita ir ribojimas.** Svarbu stebėti turistų srautus įvairiose vietovėse ir atlikti aplinkos būklės vertinimą. Kilus grėsmei aplinkai, riboti turistų srautus ir pasiūlyti alternatyvių pramogų. Kritiniuose objektuose reikalinga nustatyti leidžiamus turistų srautus.

Oro taršos kontrolė:

- **Oro taršos monitoringo vietų įrengimas turistų lankomose vietovėse.** Turistų lankomose vietovėse ir kurortuose vykdyti nuolatinį oro taršos monitoringą ir kontrolę, nes oro kokybė yra vienas svarbiausių vietovės patrauklumą turizmui lemiančių veiksnių;

- **Perspėjimai apie padidėjusią oro taršą.** Perspėjimai apie pablogėjusias oro kokybės sąlygas turi būti prieinami visiems Lietuvoje atostogaujantiems žmonėms (įskaitant ir užsieniečius). Reikalinga į bendrąją gyventojų perspėjimų sistemą įtraukti ir perspėjimus apie padidėjusią oro taršą.

Vandens taršos kontrolė:

- **Vandens monitoringo vietų įrengimas turistų lankomuose vandens telkiniuose.** Plėtojantis stovyklavimui prie vandens telkinių, vandens sportui ir pramogoms labai svarbu nuolat stebėti vandens telkinių ekologinę bei sanitarinę būklę ir vykdyti vandens monitoringą. Stebėjimų duomenys turi būti nuolat atnaujinami ir lengvai pasiekiami atostogaujantiems Lietuvoje;

- **Paplūdimių būklės vertinimas.** Pajūrio regionas yra vienas patraukliausių savo gamtine aplinka, todėl reikėtų detaliau vertinti užterštumo ir paplūdimių būklės pokyčius, atsižvelgiant į klimato kaitos keliamas grėsmes, ir ieškoti mokslškai pagrįstų prisitaikymo priemonių. Turi būti vykdomas kasmetinis paplūdimių būklės vertinimas ir parengiamas prisitaikymo priemonių planas.

Turizmo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos gebėjimų stiprinimas:

- **Ekologinio, pažintinio ir gydomojo turizmo plėtra.** Reikalinga plėsti ne vien poilsinį, bet ir ekologinį, pažintinį, o, esant palankioms klimatoterapinėms sąlygoms, ir gydomąjį (sveikatinimo) turizmą. Ekologiškai tvarus turizmas, orientuotas į gamtinių teritorijų pažinimą, skatinant gamtos bei kultūros supratimą, vertinimą ir apsaugą, gali padėti kovoti su neigiamu klimato kaitos poveikiu.

- **Turizmo paslaugų vartotojų poreikių analizė.** Dėl klimato kaitos gali keistis Lietuvoje atostogaujančių poreikiai, todėl savalaikė reakcija į poreikių pokyčius padidintų konkurencingumą ir sumažintų nuostolius.

- **Teisinės reguliavimo aplinkos tobulinimas ir informacinės infrastruktūros apie klimato kaitą plėtra.** Svarbiausia priemonė, leidžianti sumažinti su klimato kaita susijusią turizmo sektoriaus riziką, yra prisitaikymui palanki teisinė reguliavimo aplinka bei informacijos sklaidos infrastruktūra. Konsultacijos ir informacijos pateikimas turizmo srityje dirbantiems verslo subjektams padėtų prisitaikyti prie klimato kaitos ir surasti tinkamiausius prisitaikymo sprendimus.

- **Jautrumo, rizikos bei galimų prisitaikymo priemonių moksliniai tyrimai.** Reikalinga skatinti mokslinius tyrimus ir studijas skirtas įvertinti su klimato kaita susijusias grėsmes įvairiuose Lietuvos regionuose. Tai palengvintų įvertinti pritaikymo poreikį ir leistų sumažinti šių grėsmių keliamą riziką. Periodiškai atliekami moksliniai tyrimai ir studijos, skirtos įvertinti su klimato kaita susijusias grėsmes, leistų kiekybiškai įvertinti prisitaikymo prie klimato kaitos poreikį ir priemonių efektyvumą.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Lietuvos turizmo verslo aplinką ir prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių efektyvumą didele dalimi lems pasiekti kompromisai tarp aplinkosauginių, ekonominių ir socialinių-kultūrinių visuomenės tikslų, darnios plėtros koncepcijos įgyvendinimas ir tarptautinio turizmo plėtra globaliu mastu. Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai:

- pajamų iš turizmo sektoriaus augimas dėl šiltesnių ir ilgesnių vasarų, %;
- sukurta turizmo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos teisinė reguliavimo aplinka (Taip/Ne);
- atliktas turizmo išteklių poreikių ir prisitaikymo prie klimato kaitos įvairiuose Lietuvos regionuose vertinimas (vertinimą atlikę regionai / visi regionai, %);
- dirbtinio sniego gamybos ekonominiai rodikliai (energijos suvartojimas / pelnas; išlaidos infrastruktūros išlaikymui / pelnas);
- atliktas turistinių objektų apsaugojimo nuo užliejimo, ekstremalių meteorologinių reiškinių ir per didelio turistų srauto daromos žalos vertinimas (įvertinti objektai / visi objektai);
- sukurta efektyvi ir operatyvi perspėjimų apie ekstremalius hidrometeorologinius įvykius sistema (perspėtų ekstremalaus įvykio zonoje žmonių dalis, %);
- sukurta efektyvi ir operatyvi perspėjimų apie padidėjusią oro taršą sistema (perspėtų ekstremalaus įvykio zonoje žmonių dalis, %);
- oro taršos monitoringo vietų įrengimas kurortinėse vietovėse (kurortai, kuriuose įrengta / visi kurortai, %);
- turizmo įmonėse įgyvendintos infrastruktūros pritaikymo prie kintančio klimato priemonės (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga, %);
- kondicionuojamų patalpų įrengimas vasaros sezonu turistus priimančiuose objektuose (įrengti / visi objektai, %);
- vandens taršos monitoringo vietų įrengimas plačiai turistų lankomuose objektuose (vandens telkiniai, kuriuose įrengta / visi plačiai lankomi vandens telkiniai, %);
- atliktas kasmetinis paplūdimių būklės vertinimas (Taip / Ne);
- investicijų visus metus veikiančioms ir turistus pritraukiančioms objektams bei ekoturizmui augimas (Eur).

12. Požeminio vandens ištekliai

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Lietuvoje viešam geriamojo vandens tiekimui išimtinai naudojamas požeminis vanduo. Šalyje yra palankios klimatinės ir gamtinės gėlo požeminio vandens formavimosi sąlygos. Gėlas požeminis vanduo yra susikaupęs įvairaus amžiaus ir litologinės sudėties vandeninguosiuose sluoksniuose. Gėlo požeminio vandens zonos storis kinta nuo 200–400 m Baltijos ir Žemaičių aukštumų rajone iki 50–150 m Nemuno žemumoje. Lietuvoje išgaunama apie 400 000 m³ požeminio vandens. Toks kiekis atskiruose požeminio vandens baseinuose sudaro nuo 8 iki 20 proc. turimų įvertintų išteklių. Gyvenamajame sektoriuje vidutiniškai suvartojama apie 34 proc. viso išgaunamo požeminio vandens, gamybos poreikiams – pramonėje ir žemės ūkyje – 28 proc., nuostoliams tenka 27 procentai (Arustienė ir Kriukaitė, 2011).

Lietuvos sąlygomis išsiskiria gruntinis ir spūdiniai vandeningieji sluoksniai. Gruntinis vanduo yra mažiau apsaugotas nuo paviršinės taršos ir yra jautresnis klimato pokyčiams nei spūdinis vanduo. Regioninėse mitybos srityse gruntinis vanduo perteka į gilesnius sluoksnius, taip perduodamas susilpnėjusį klimato kaitos ir antropogeninės veiklos poveikį.

Lietuvoje azoto ir fosforo junginių koncentracijos viršija geriamojo vandens kokybės reikalavimus tik urbanizuotose teritorijose ir intensyvios žemdirbystės plotuose. Čia pastebimas pasklidusios taršos poveikis. Kai kuriose teritorijose biogeninių medžiagų koncentracija gruntiniame vandenyje priartėja prie didžiausių leistinų (Arustienė, 2011).

Daugumos požeminio vandens baseinų ir telkinių kiekybinė ir cheminė būklė yra gera, požeminio vandens išteklių yra gerokai daugiau nei jų išgaunama šiuo metu ar numatoma išgauti ateityje, o hidrocheminė spūdinių vandeningųjų sluoksnių požeminio vandens sudėtis irgi yra gera.

Tik penkiuose Lietuvos požeminio vandens baseinuose yra fiksuotos sulfatų ir chloridų anomalijos, kurios, tikėtina, gali būti siejamos su šių baseinų gamtinėmis sąlygomis (Vaitiekūnienė ir kt., 2011).

Globalūs požeminio vandens išteklių pokyčiai, susiję su klimato kaita, gali būti gan dideli (Portmann ir kt., 2013). Lietuva yra regione, kuriame numatomas sąlyginai nedidelis požeminio vandens išteklių didėjimas. Tai patvirtina ir Lietuvos požeminio vandens monitoringo duomenys bei atlikti klimato kaitos poveikio tyrimai (Giedraitienė, 2011; Arustienė ir Kriukaitė, 2011; Gregorauskas, 2010).

Tikėtini Lietuvos požeminio vandens išteklių jautrumo klimato kaitos poveikiui aspektai:

- Į meteorologinių sąlygų kaitą, susijusią su klimato pokyčiais, greičiausiai reaguoja arčiausiai žemės paviršiaus slūgsantis gruntinis vanduo. Dėl klimato kaitos šaltuoju metų laiku tikėtina aukštesnė temperatūra ir didesnis kritulių kiekis, todėl gruntinio vandens pasipildymo sąlygos šiuo metų laiku turėtų gerėti, o vandens lygis kilti.

- Prognozuojamas kritulių kiekio padidėjimas ypač žiemos–pavasario sezono metu, sutampantis su gruntinio vandens lygio kilimo periodais, reiškia, kad gali padidėti pašlapusių žemių plotai.

- Šiltuoju metų laiku dėl klimato kaitos gali dažniau pasitaikyti laikotarpiai, kuriais dėl drėgmės stygiaus gruntinių vandenų lygis gali sumažėti.

- Dėl dažniau pasitaikančių sausringų laikotarpių šiltuoju metų laiku gali sumažėti gruntinio vandens atsargos ir dirvos drėgmė. Kol kas sausras Lietuvoje identifikuojamos tik pagal

meteorologinius ir hidrologinius rodiklius, todėl visiškai neįvertinamas šių sąlygų poveikis gamtinei aplinkai, drauge ir ūkio sektoriams, todėl sausrų keliamo grėsmė ir rizika gali būti įvertinta netiksliai.

- Vidutiniai metiniai gruntiniai vandenų dinaminiai išteklių turėtų didėti, tačiau labai tikėtina, kad padidės šių išteklių ir gruntinio vandens lygio sezoninė ir daugiametė amplitudė.

- Dėl kylančio gruntinio vandens lygio didėja jo jautrumas taršai, t. y. didėja pavojus, kad į jį pateks teršalai.

- Dėl klimato kaitos tikėtinas ir gilesnių sluoksnių požeminio vandens dinaminis išteklių didėjimas bei lygio kilimas.

- Kylant jūros vandens lygiui į gėlą požeminį vandenį gali įsiveržti druskingas vanduo. Lietuvoje numatomas požeminio vandens lygio didėjimas, tad tokio įsiveržimo tikimybė išliks labai maža (Gregorauskas, 2010). Net ir įvykus druskingo vandens įsiliejimui jis greičiausiai būtų labai laikinas ir galėtų paveiktų tik labai nedidelę teritoriją.

- Numatoma, kad Lietuvoje turėtų kilti oro temperatūra. Oro temperatūros ir gruntinio vandens temperatūros ryšys yra gan glaudus, todėl tikėtinas ir gruntinio vandens temperatūros augimas. Aukštesnė gruntinio vandens temperatūra gali būti nepalanki nuo jos priklausančioms ekosistemoms, pavyzdžiui, šaltamėgėms augalų ir gyvūnų rūšims gausiai požeminiu vandeniu maitinamose upėse.

- Dėl klimato kaitos pasikeitęs požeminio vandens temperatūros režimas gali paveikti geoterminio šildymo sąlygas, todėl, prieš vertinant geoterminius išteklius ir planuojant šiais ištekliais paremtas sistemas, reikia įvertinti kaip geoterminiai išteklių kislės per visą eksploataavimo laikotarpį.

- Dėl klimato kaitos turėtų padidėti infiltracinė gruntinių vandenų mityba, tad tikėtinas ir didesnis teršalų kiekio infiltravimas iš paviršinių taškinių ir pasklidusių taršos šaltinių.

- Prognozuojama, kad ateityje dėl klimato kaitos dažniau pasitaikys intensyvių liūčių, todėl gali padidėti tokių liūčių metu į gruntinius vandenis patenkančių teršalų kiekis.

- Netiesioginis klimato kaitos poveikis požeminių vandenų kokybei gali pasireikšti per poveikį sąvartynų ir kitų potencialių taškinės taršos šaltinių infrastruktūrai.

- Klimato kaita lems žemės ūkio augalų rūšinės sudėties, vegetacijos laikotarpio pokyčius, todėl tikėtini pokyčiai ūkininkavimo praktikoje. Šie pokyčiai gali paveikti teršalų, patenkančių iš žemės ūkio į požeminį vandenį, pokyčius.

- Prognozuojama, kad šaltuoju metų laiku bus aukštesnė oro temperatūra, tad tikėtina, kad gali sumažėti tarša dėl barstomų automobilių kelių, tačiau didesni tarpariniai temperatūros svyravimai ir dažniau pasitaikantys pavojingi meteorologiniai reiškiniai (plikledis, lijundra) gali šį poveikį sumažinti.

Klimato kaitos poveikis požeminiam vandeniui labai priklauso nuo to, kokiame gylyje ir kokios litologinės sudėties uolienoje slūgso požeminis vanduo. Požeminio vandens jautrumas sumažėja didėjant jo slūgsojimo gyliui. Nepaisant sąlyginai didelio jautrumo antropogeniniam ir klimato poveikiui gruntinis vanduo kaimo vietovėse vis dar yra naudojamas buityje.

Lietuvoje klimato kaitos požeminio vandens kokybei keliamo rizika dažniausiai yra netiesioginė ir susijusi su taršos šaltinių poveikiu, todėl požeminio vandens kokybės rizikos mažinimo priemonės turėtų būti orientuotos į taršos mažinimą. Teršalų infiltraciją iš žemės ūkio naudmenų galėtų sumažinti prie naujų klimato sąlygų, vegetacijos laikotarpio pritaikytas organinių ir mineralinių trąšų naudojimas. Urbanizuotų teritorijų, sąvartynų ir kitų potencialių požeminio vandens teršėjų poveikis požeminio vandens kokybei gali būti mažinamas, mažinant apkrovą ir

apsaugant požeminį vandenį nuo teršalų patekimo modernizuojant infrastruktūrą, pavyzdžiui, prie pakitusių klimato sąlygų derinant kritulių vandens drenavimo sistemas.

Europos šalių patirtis

Pastaraisiais metais atlikta nemažai tyrimų, skirtų klimato kaitos poveikiui požeminiam vandeniui įvertinti, tačiau dauguma jų atlikti teritorijose, kur klimatas yra sausesnis nei Lietuvoje ir kur eksploatuojama didžioji dalis atsinaujinančių požeminio vandens išteklių, arba kur vandens naudojimas yra didesnis nei dinaminiai ištekliai (Jiménez Cisneros ir kt., 2014). Vertinant klimato kaitos poveikį požeminiam vandeniui jis dažniausiai vertinamas kartu su poveikiu paviršinio vandens ištekliams.

Visose Europos Sąjungos ir kitų valstybių prisitaikymo prie klimato kaitos strategijose bei programose požeminio vandens skyrius yra bendro vandens išteklių skyriaus dalis, nes aukštesnių požeminio vandens sluoksnių ir paviršinio vandens ryšys yra gan glaudus, o dėl labiau nuo klimato sistemos izoliuotos slūgsojimo terpės požeminis vanduo dažniausiai yra mažiau jautrus klimato kaitai.

Pavyzdžiui, **Austrijos**, kaip ir daugelio Europos šalių, prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje (The Austrian Strategy..., 2013) klimato kaitos poveikis požeminiam vandens ištekliams nėra išskiriamas. Akcentuojamas bendras vandens išteklių vartojimo mažinimas ir siekis išsaugoti gerą ekologinę bei cheminę paviršinio ir požeminio vandens telkinių būklę. Siekiant sumažinti klimato kaitos poveikį vandens išteklių kiekybei ir kokybei priemonės dažnai tenka taikyti visam baseinui.

Jungtinės Karalystės nacionalinėje prisitaikymo prie klimato kaitos programoje (Climate change..., 2014) minima, kad rengiant antro ciklo upių baseinų rajonų valdymo planus bus labiau atsižvelgiama į klimato kaitos poveikį vandens ištekliams.

Šiuo metu daugumoje Europos šalių yra įgyvendinamos vandentvarkos priemonės, kuriomis siekiama įgyvendinti **Bendrosios vandens politikos direktyvos** (2000/60/EB) ir **Požeminio vandens direktyvos** (2006/118/EB) reikalavimus. Šios priemonės, nors ir nėra tiesiogiai skirtos prisitaikymui prie klimato kaitos, tačiau sprendžia vandens išteklių problemas, kurios yra susijusios ir su klimato kaitos poveikiu. Pavyzdžiui, Lietuvos UBR valdymo planuose kaip racionalus sprendimas, mažinant užteršto požeminio vandens išteklių poveikį, minima naujų vandenviečių paieška.

Daug priemonių, kurios gali būti taikomos prisitaikant prie klimato kaitos požeminio vandens išteklių sektoriuje, pateikiama **Pasaulio Banko publikuotoje studijoje** (Clifton ir kiti, 2010). Studijoje nurodomos galimos požeminio vandens prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės taikytos įvairiose pasaulio šalyse ir įvairiomis sąlygomis. Lietuvai iš studijoje paminėtų priemonių labiausiai aktualios būtų priemonės, skirtos mažinti labiau jautraus klimato kaitai gruntinio vandens vartojimą ir didinti sektoriaus gebėjimą prisitaikyti prie klimato kaitos.

Naudinga patirtis, analizuojant požeminio vandens resursų sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos priemones, yra mokslinių projektų rezultatai. Lietuvai aktualiausias yra **CLIWAT** projektas (CLimate change and groundWATER) įgyvendintas **Šiaurės jūros pietinėje pakrantėje** (Harbo ir kiti, 2012). Tirtame regione, kaip ir Lietuvoje, turėtų padidėti infiltracinė požeminio vandens mityba bei padidėti gruntinio vandens lygio svyravimo amplitudė.

Įvertinę skirtingose Europos šalyse atliktų septynių pilotinių tyrimų rezultatus, CLIWAT projekto vykdytojai siūlo optimizuoti drenažo sistemas, kurios gali apsaugoti nuo dėl klimato kaitos naujai atsirandančių pašlapusių žemių plotų. Ši priemonė aktuali ir Lietuvai. Pilotinių tyrimų

vietovės buvo Šiaurės jūros pakrantėje, todėl tirta jūros vandens patekimo į požeminio vandens išteklius rizika. Tokia rizika nustatyta Šiaurės jūros salose ir žemiau jūros lygio esančioje Nyderlandų dalyje, tačiau, pasak projekto vykdytojų, racionalių, ekonomiškai naudingų ir universalių priemonių šiai problemai spręsti remiantis šiandieniniu žinių lygiu pasiūlyti negalima.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Klimato kaitos keliamą riziką Lietuvos požeminio vandens ištekliams yra dar maža, tačiau tikslinga taikyti prevencines prisitaikymo prie klimato kaitos priemones, kurios didintų sektoriaus prisitaikymo gebą ir sumažintų aiškiai identifiкуotą klimato kaitos daromą poveikį.

Įvertinus Europos šalių prisitaikymo prie klimato kaitos patirtį, Lietuvos požeminio vandens ištekliams būtų aktualios šios prisitaikymo priemonės:

- **Požeminio vandens monitoringas leidžiantis įvertinti klimato kaitos poveikį.** Efektyviausia prisitaikymo prie klimato kaitos priemonė yra požeminio vandens monitoringas ir jo duomenimis grindžiami tyrimai bei išvados apie klimato kaitos keliamą riziką. Norint tiksliai įvertinti klimato kaitos keliamą riziką reikia periodiškai koreguoti požeminio vandens monitoringo programą. Prie klimato kaitos priderinta požeminio vandens monitoringo programa leistų identifiкуoti klimato kaitos keliamą riziką.

- **Gruntinio vandens naudojimo mažinimas.** Jautriausi ilgalaikėms orų anomalijoms ir klimato svyravimams yra gruntinio vandens ištekliai, todėl, mažinant vandens vartotojų jautrumą klimato kaitai, reikėtų mažinti gruntinio vandens vartojimą jį pakeičiant gilesnių, mažiau klimato kaitai jautrių, požeminio vandens išteklių naudojimu. Ši priemonė ypač svarbi Lietuvos kaimo vietovių gyventojams, kurie buityje naudoja gruntinį vandenį.

- **Drenažo sistemos optimizavimas.** Kylant gruntinio vandens lygiui gali padidėti pašlapusių žemių plotai, todėl, remiantis moksliniais tyrimais, reikia identifiкуoti šias teritorijas ir įvertinti galimą kylančio gruntinio vandens lygio riziką. Gruntinio vandens lygio kilimas gali paspartėti sumažėjus drenažo sistemos efektyvumui, todėl tikslinga stebėti šių sistemų būklę ir prireikus ją gerinti. Drenažo sistemą reikia optimizuoti atsižvelgiant į kintantį klimatą.

- **Natūralaus vandens užsilaikymo baseine priemonės.** Siekiant sumažinti klimato kaitos poveikį požeminio vandens dinamių išteklių sezoninei ir tarpmetinei kaitai galima diegti priemones, kurios didina natūralų vandens užsilaikymą upių baseinuose. Tokio tipo priemonės skirtos išlyginti paviršinių nuotėkį, tačiau jos sumažina ir gruntinio vandens išteklių kaitą. Prieš diegiant šias priemones konkrečiuose baseinuose tikslinga visapusiškai įvertinti jų būtinybę ir efektyvumą.

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Vykdomo požeminio vandens išteklių sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos proceso pažangą ir jo rezultatų efektyvumą galima įvertinti remiantis šiais vertinimo kriterijais:

- atnaujinant požeminio monitoringo programą atsižvelgiama į poreikį stebėti klimato kaitos poveikį (Taip/Ne);
- gruntinio vandens naudojimo pokyčiai (naudojimo vietų skaičius, paimto gruntinio vandens tūris);
- dėl klimato kaitos pašlapusių žemių plotas (teritorijų skaičius; plotas);
- identifiкуotos teritorijos, kuriose yra rizika ateityje dėl klimato kaitos susiformuoti pašlapusių žemių plotams (teritorijų skaičius; plotas);

- upių pabaseiniuose identifikuotos nepakankamo efektyvumo drenažo sistemos (tirtų pabaseinių skaičius / visų pabaseinių skaičius, %; drenažo sistemų ilgis);
- atsižvelgiant į klimato kaitą optimizuotos ir renovuotos drenažo sistemos (optimizuota identifikuotų nepakankamo efektyvumo sistemų dalis, %);
- pabaseinių, kuriuose įvertintas natūralių vandens užsilaikymo baseine priemonių efektyvumas (dalis viso pabaseinių skaičiaus, %);
- pabaseinių, kuriuose įgyvendintos natūralaus vandens užsilaikymo baseine priemonės (dalis pabaseinių, kuriuose šios priemonės efektyvios, %).

13. Atliekų tvarkymas

Jautrumo ir rizikos vertinimas

Atliekų tvarkymo sektoriui aktuali ne tik prisitaikymo prie klimato kaitos problematika, bet ir klimato kaitos švelninimo politikos uždaviniai. Vertinant sektoriui kylančią riziką bei įgyvendinant prisitaikymo priemones svarbu užtikrinti, kad prisitaikymo būdai neprieštarautų bendrajai klimato kaitos švelninimo politikai. Atliekų tvarkymas betarpiškai susijęs su transporto, energetikos, pramonės, žemės ūkio, teritorijų planavimo, mokslo, švietimo ir visuomenės informavimo, tarptautinio bendradarbiavimo sektorių plėtra, jautrumu klimato pokyčiams ir prisitaikymo priemonių įgyvendinimu.

Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros atliekų apskaitos duomenimis, 2013 m. Lietuvoje surinkta apie 5 560 000 tonų atliekų, dauguma kurių (5 505 000 t) sutvarkoma. Apie 70 % atliekų Lietuvoje susidaro gamybos ir kitoje ūkinėje veikloje. Gamybinėms atliekoms priskiriamos pavojingosios, biologiškai skaidžios, statybos ir griovimo, medicininės ir farmacinės atliekos, nuotekų dumblas ir kitos atliekos. Daugiau nei 50 % gamybos atliekų sudaro fosfogipso atliekos, šalinamos specialiaame sąvartyne. Apie 25 % atliekų sudaro komunalinės atliekos, apie 60 % jų šalinama sąvartynuose (kelis metus šių atliekų antrinis perdirbimas ar panaudojimas nuosekliai didėja), daug mažesnę atliekų dalį Lietuvoje sudaro pakuočių, elektros ir elektroninės įrangos, baterijų ir akumuliatorių, alyvos atliekos ir eksploatuoti netinkamos transporto priemonės bei jų dalys. Dauguma Lietuvoje susidarančių atliekų perdirbama ar pašalinama vietoje: sąvartynuose (~3 134 000 t), perdirbant (~912 000 t), specialiai apdorojant (~500 000 t), deginant (~229 000 t). Dalis šalies atliekų (~552 000 t) eksportuojamos. Nepriklausomybės laikotarpiu per metus susidarančių atliekų kiekis sumažėjo daugiau nei 2 kartus. Per pastaruosius 10 metų surenkamų atliekų kiekis nedaug svyruoja ~5–6 mln. t intervale (Aplinkos apsaugos agentūra, 2015; Lietuvos Respublikos Vyriausybės ..., 2014).

Atliekų tvarkymas Lietuvoje organizuojamas laikantis Atliekų tvarkymo įstatymo, Pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymo, Valstybinio atliekų tvarkymo 2014–2020 metų plano, Valstybinės atliekų prevencijos programos bei Valstybinės pavojingų atliekų tvarkymo programos nuostatų. Lietuvoje vyrauja kietųjų atliekų šalinimas sąvartynuose. Žinant šios šalinimo metodikos trūkumus (dideli priežiūros kaštai, ŠESD išsiskyrimas) ir kitų perdirbimo bei šalinimo būdų plėtros galimybes (klimato sąlygos leidžia sudeginti nemenką dalį atliekų, o energetikos plėtros strategija pritaria didesnio biokuro kiekio gamybai perdirbant atliekas), Valstybiniame atliekų tvarkymo 2014–2020 metų plane nustatyti šie prioritetai: 1) atliekų prevencija; 2) paruošimas naudoti pakartotinai, prieš tai atskyrus produktus ar jų sudedamąsias dalis, netinkamus naudoti pakartotinai; 3) perdirbimas, prieš tai atskyrus atliekas, netinkamas perdirbti; 4) kitoks naudojimas, pavyzdžiui,

naudojimas energijai gauti, prieš tai atskyrus atliekas, netinkamas perdirbti ar kitaip panaudoti; 5) šalinimas, prieš tai atskyrus perdirbti ar kitaip naudoti tinkamas atliekas.

Vertinant atliekų tvarkymo sektoriaus jautrumą klimato kaitai, svarbu atsižvelgti į numatomą sektoriaus vystymąsi. Manoma, kad artimiausius keliolika metų Lietuvoje išliks dabartinės demografinės tendencijos, todėl, mažėjant gyventojų skaičiui, kasmet bus sukaupiama mažiau komunalinių atliekų. Prognozuojamas nežymus bendro atliekų kiekio mažėjimas bei atliekų struktūros pokyčiai (santykinai didesnė elektros ir elektroninės įrangos bei baterijų ir akumuliatorių atliekų dalis).

Būtina atsižvelgti ir į numatomus atliekų tvarkymo proceso pokyčius. Nuo 2012 metų skatinant biologiškai skaidžių atliekų individualų kompostavimą susidarymo vietoje (2012–2013 m. individualių valdų gyventojams imta dalinti kompostavimo konteinerius) regionuose planuojamas komunalinių atliekų tvarkymas mechaninio biologinio apdorojimo (MBA) įrenginiuose (Lietuvos Respublikos Vyriausybės ..., 2014). Tai leis išvengti su klimato kaita sietinų problemų sąvartynuose ir stambių taršos židinių, galinčių pakenkti aplinkinių teritorijų vandens kokybei, susidarymo.

Dauguma atliekų sektoriui dėl klimato kaitos kylančių grėsmių yra panašios kaip ir kitose Europos šalyse:

- Potencialia grėsme laikytini **oro ir grunto temperatūros bei drėgmės pokyčiai**, galintys priversti koreguoti atliekų surinkimo grafikus (dažniau išvežti atliekas), griežtinti jų tvarkymo įrenginių eksploatavimo taisykles (vengiant nemalonių kvapų ir kenksmingų medžiagų susidarymo).

- **Aukštesnė temperatūra ir dažnesnės sausros** ateityje padidins gaisrų pavojų atliekų tvarkymo įrenginiuose.

- Lietuvoje dėl klimato kaitos poveikio labiausiai nukentės ir papildomą pavojų aplinkai kels tradicinio atliekų šalinimo sąvartynuose technologijos. Dažnesni dideliu intensyvumu pasižyminčių kritulių atvejai bei kritulių tarpsezoniinio pasiskirstymo pokyčiai (**didėjant skystų kritulių daliai bei trukmei**) gali paversti daugumą sąvartynų pavojingais vandens taršos židiniiais. Ypač padidės užterštumo iš šalia salpų ir pakrančių zonos esančių atliekų saugojimo vietų rizika.

- **Kritulių kiekio ir jų būvio pokyčiai** ateityje vers skirti daugiau dėmesio ir nuotekų valymo įrenginių eksploatavimui zonose, kurioms būdinga intensyvi hidraulinė sąveika tarp paviršinių ir požeminių vandenių (stambesnių paviršinio vandens telkinių priekrantėse bei Baltijos pajūrio regione).

- Grėsmė Lietuvos atliekų tvarkymo infrastruktūrai kils ir dėl dažnesnių bei sunkiau prognozuojamų **potvynių**. Nnorint išvengti potencialių šiukšlių ir filtrato prasiskverbimo už sąvartynų ribų atvejų teks naudoti atsparesnes izoliacines struktūras, plėsti sąvartynų apsaugos zonas ir pasirengti galimų filtrato nuotekų blokavimui vandentėkmėse. Potvynių grėsmei būdingi ir vietiniai ypatumai: labiau pažeidžiami žemose vietovėse esantys sąvartynai. Baltijos pajūrio regione gali tekti įvertinti kai kurių sąvartynų pažeidžiamumą dėl **jūros lygio kilimo grėsmės**, o vykstant aktyvesnei sūraus jūros vandens infiltracijai į gruntą, čia gali būti pažeistos ir atliekų tvarkymo įrenginių dugno sanitarinę izoliaciją užtikrinančios medžiagos. Dėl jūros lygio kilimo bei **dažnesnio audrų pasikartojimo** XXI a. pabaigoje dalis šiuo metu naudojamų atliekų surinkimo maršrutų Klaipėdoje ir jos apylinkėse taps netinkamais (bus nepravažiuojami arba tam tikrų sezonų metu atsidurs po vandeniu). Šiam regionui būtina ieškoti specifinių ir kompleksinių (ne tik atliekų tvarkymo, bet ir kitiems sektoriams reikalingų) prisitaikymo prie klimato kaitos sprendimų.

Potencialių Lietuvos klimato pokyčių keliamų grėsmių poveikio atliekų rinkimui, apdorojimui ir šalinimui apibūdinimas pateikiamas 13.1 lentelėje.

13.1 lentelė. Klimato pokyčių keliamų grėsmių poveikis įvairioms atliekų tvarkymo stadijoms.

Stadija Grėsmė	Atliekų surinkimo stadija	Atliekų apdorojimo stadija	Atliekų šalinimo stadija
Aplinkos temperatūros kaita	Aktyvesnis kvapų sklidimas ir parazitų dauginimasis atliekų surinkimo vietose. Didesnė transporto priemonių perkaitimo ir gedimo tikimybė.	Rūšiavimo įrangos perkaitimas.	Intensyvesnis atliekų irimas. Didesni atliekų šalinimo vietų ir įrangos priežiūros kaštai. Didesnė gaisrų kilimo tikimybė.
	Didesnė neigiamo poveikio darbuotojų sveikatai tikimybė: greitesnis nuovargis, galimybių užsikrėsti pavojingomis ligomis padidėjimas.		
Kritulių kaita	Surinkimo vietų užliejimo ir taršos pasklidimo į aplinką tikimybės padidėjimas dėl intensyvių liūčių. Poveikis transporto priemonėms ir darbuotojams drėgnoje aplinkoje dirbant su nešvariomis medžiagomis.	Poreikio statyti rūšiavimo įrenginius uždarose arba uždengtose patalpose didėjimas.	Didesnė apylinkių užliejimo tikimybė. Didesnis filtrato surinkimo ir apdorojimo poreikis. Didesnė gaisrų tikimybė dėl dažniau pasitaikančių sausų ir karštų laikotarpių.
	Dažniau pasikartojančių potvynių poveikis. Didesnė atliekų patekimo į kitus infrastruktūros tinklus tikimybė.		
Jūros lygio kilimas (aktualu Baltijos pajūrio regionui)	Mažesnės galimybės pasirinkti atliekų surinkimo maršrutus. Padidėjusi atliekų kaupimosi tankiai apgyvendintose vietose grėsmė.	Galima žala žemesnėse vietovėse įrengtiems perdirbimo įrengimams. Būtinybė dažniau rūšiuoti ir perdirbti atliekas, siekiant išvengti didesnio jų kiekio susikaupimo.	Izoliacinių medžiagų savybių pablogėjimas (dėl sūraus vandens poveikio). Padidėjusi vandens prasiskverbimo į tranšėjas tikimybė.
	Didesnė potvynių dėl jūros pakrantėje vykstančių audrų tikimybė.		
Vėjo greičio kaita	Padidėjęs atliekų išnešiojimo po aplinką pavojus, dažniau kartojantis ekstremaliu greičiu pasižyminčiam vėjui.		

Klimato kaita gali paveikti atliekų tvarkymo sektorių **tiesiogiai** (dėl klimato rodiklių ir su jais susijusių reiškinų pokyčių susidarant kitokioms atliekų tvarkymo technologijų taikymo sąlygoms) arba **netiesiogiai**, kai paveikiami kiti sektoriai, lemiantys atliekų kiekio, struktūros ir jų tvarkymo būdų pokyčius (pirmiausia dėl griežtesnio galimos taršos reglamentavimo). Antrinis netiesioginis poveikis gali pasireikšti ir dėl klimato kaitos nulemtų Lietuvos ūkio struktūros bei regionų, iš kurių importuojama arba į kuriuos eksportuojama produkcija socialinės ekonominės aplinkos pasikeitimų (ypač dėl transportavimo sąlygų pokyčių).

Vienas iš labiausiai tikėtinų tiesioginių poveikių sietinas su klimato kaitos švelninimo ir ŠESD išmetimo reguliavimo politika (lokaliu, regioniniu ir globaliu mastu), dėl ko gali tekti pertvarkyti atliekų tvarkymo sistemos struktūrą. Svarbiu tiesiogiai atliekų sektorių veikiančiu klimato kaitos rodikliu artimiausią dvidešimtmetį bus kritulių kiekio ir pasiskirstymo pasikeitimai.

Tolimoje ateityje (XXI a. pabaigoje) svarbiu tiesioginį poveikį atliekų sektoriui turinčiu veiksniu gali tapti aplinkos temperatūros kilimas, dėl ko didės atliekų irimo intensyvumas, teks aktyviau vykdyti atliekų surinkimo procesą. Klimato kaita gali trukdyti transporto ir energijos tiekimo sistemos veiklą, netiesiogiai ribodama atliekų tvarkymo vietų eksploatavimo galimybes.

Atsižvelgiant į išvardintas grėsmes, galima teigti, kad Lietuvoje **labiausiai jautrios klimato kaitai atliekų sektoriaus grandys yra atliekų surinkimas ir atliekų šalinimas**. Abi šios atliekų tvarkymo stadijos ateityje labiausiai bus paveiktos kritulių kiekio ir pasiskirstymo kaitos.

Prognozės tiek artimiausiems 20 metų, tiek visam XXI a. numato metinio kritulių kiekio augimą ir jų pasiskirstymo per metus netolygumo didėjimą (žr. 1 skyrių). Dėl šių priežasčių (ypač atsižvelgiant į tai, kad didės intensyviais krituliais pasižyminčių dienų skaičius) išaugs taršos pasklidimo į aplinką iš atliekų surinkimo ir šalinimo vietų tikimybė. Sąvartynuose dėl to ypač

padidės filtrato išsiskyrimas šaltuoju metu laikotarpiu, kurio metu prognozuojamas didžiausias kritulių kiekio augimas.

XXI a. pabaigoje dėl išaugusio kritulių kiekio potencialiais taršos šaltiniais gali tapti ir šiuo metu nebeeksploatuojami sąvartynai (kuriuos konservuojant nebuvo atsižvelgta į numatomus klimato pokyčius). Atliekų surinkimo stadijoje dėl kritulių gausos bus būtina skirti didesnę dėmesį konteinerių sandarumo užtikrinimui.

Visų atliekų tvarkymo sektoriaus stadijų jautrumas aplinkos temperatūros pokyčiams labiausiai bus juntamas dėl numatomo grėsmingo maksimalios oro temperatūros didėjimo. XXI a. pabaigoje prognozuojama vidutinė paros maksimali oro temperatūra viršys dabartinius rodiklius maždaug 4–6 °C. Esant tokioms sąlygoms ypač pažeidžiamos bioskaidžios komunalinės atliekos: greitesnis irimas vers dažniau jas surinkti ir išvežti, o sąvartynuose vasaros mėnesiais (atsižvelgiant į prognozuojamą kritulių kiekio mažėjimą šiltuoju metų laikotarpiu) padidės gaisrų pavojus.

Atliekų apdorojimo stadija, kintant klimatui, taps labiau pažeidžiama dėl galimo tiesioginio įrangos bei darbuotojų kontakto su agresyvia aplinka: didėjant kritulių kiekiui ir augant temperatūrai įrenginiai greičiau dėvėsės, o prie jų dirbantys žmonės greičiau pajus neigiamą poveikį sveikatai.

Atliekų tvarkymo sektorius Lietuvoje gali patirti ne tik neigiamą, bet ir teigiamą klimato kaitos poveikį. **Teigiamas poveikis** gali būti juntamas dėl šių priežasčių:

- Lietuvai įgyvendinant atskiriems atliekų srautams taikomas perdirbimo užduotis (ir ES lygiu didėjant šioms užduotims) sumažės į sąvartynus patenkančių atliekų kiekis;
- siekiant prisitaikyti prie klimato kaitos ir įsisavinant naujus atliekų tvarkymo metodus bus sukurtos naujos darbo vietos;
- kintant klimatui bus įsisavinami mažiau kenksmingi aplinkai ir žmonių sveikatai atliekų tvarkymo būdai;
- dalis atliekų tvarkymo technologinių procesų, pakitus klimatui, paspartės dėl intensyvesnio atliekų įrimo (ypač atliekų šalinimo stadijoje).

Kokį (tiesioginį ar netiesioginį, teigiamą ar neigiamą) klimato kaitos poveikį patirs atliekų tvarkymo technologijos, priklausys nuo jų gebėjimo prisitaikyti prie šio poveikio ir suvokimo, kad prisitaikymas yra būtinas bei naudingas, lygmens. Todėl prisitaikymo prie klimato kaitos keliamų grėsmių procese svarbu remtis mokslinių tyrimų rezultatais ir plėtoti visuomenės švietimo politiką.

Europos šalių patirtis

ES dokumentuose daugiausiai dėmesio skiriama atliekų sektoriaus poveikio klimato kaitai švelninimui, o ne prisitaikymui prie jos, nes strateginės sektoriaus vystymo nuostatos siejamos su klimato kaitos švelninimo tikslais. Kartu pabrėžiama, kad atliekų sektorius gali vystytis tik laikantis darnios plėtros principo, todėl dalis sektoriaus strateginių užduočių siekia tiek klimato kaitos švelninimo, tiek prisitaikymo prie klimato kaitos (Bebb, Kersey, 2003; Wilby et al., 2005).

Jautriausiu klimato pokyčiams atliekų apdorojimo būdu ES laikomi sąvartynai, nes, vykstant oro bei grunto temperatūros pokyčiams, grėsmė dėl sąvartynuose laikomų atliekų auga (Wilby et al., 2005). Pavojų kelia ir iš sąvartynų sklindančios taršos pasiskirstymo grunte intensyvumo kaita: anksčiau požeminio vandens atsargos pasipildydavo tik šiltuoju metų laikotarpiu, o dabar jis beveik visada kontaktuoja su didesniu užterštumu pasižyminčiu paviršiaus vandeniu. Oro temperatūros ekstremalumo didėjimas kelia grėsmę atliekų tvarkymui naudojamų įrenginių (technologiskai nepritaikytų tokiam terminiam režimui) veikimui (West, Gawith, 2005).

ES akcentuoja siekį panaudoti atliekas kaip žaliavą ir ateityje atsisakyti sąvartynų eksploatacijos. ES paruošiama pakartotinai naudoti arba perdirbama tik 40 % kietųjų atliekų, nors kai kurios valstybės narės pasiekė 70 % rodiklį, liudijantį, kad atliekos gali tapti vienu iš pagrindinių išteklių (Europos Parlamento ..., 2013). Šie siekiai aktualūs ir Lietuvai: Jungtinė Baltijos jūros regiono komunalinių atliekų tvarkymo strategija prioritetine kryptimi laiko medžiagų iš atliekų naudojimą ir energijos atgavimą (Jungtinė ..., 2013).

Atliekų sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės neturi būti nukreiptos vien į perdirbimo plėtrą, nes būtina įvertinti atliekų perdirbimo proceso atsipirkimo kaštus, potencialią naudą aplinkai, atsižvelgti į numatomus energijos poreikių pokyčius. ES strategijose akcentuojamas kietųjų komunalinių atliekų tvarkymas, nes jų tvarkymo technologijos pajus didžiausią klimato kaitos poveikį. Šios atliekos itin jautrios klimato kaitai ir dėl prognozuojamo spartaus ES miestų augimo: atliekos miestuose, kintant klimatui, pasižymės vis grėsmingesniu poveikiu aplinkai bei žmonių sveikatai (Chartered Institution..., 2012; EC, 2013).

Prisitaikymą prie klimato kaitos reglamentuojančiuose ES dokumentuose atliekų tvarkymo sektoriui keliami uždaviniai dažniausiai aptariami kalbant apie kitų sektorių prisitaikymą. Atliekų tvarkymas minimas kaip svarbus klausimas aptariant dėl klimato pokyčių didėjančios taršos problemą (Common ..., 2009; Urban ..., 2012; Adapting ..., 2013). Atliekų sektoriaus pritaikymo prie klimato kaitos būtinybė čia akcentuojama kalbant apie vandens išteklių, miestų, transporto, infrastruktūros, naudingų iškasenų gavybos sektorius.

Nacionalinėse prisitaikymo prie klimato kaitos programose atliekų sektoriaus problemoms daugiausia dėmesio iš ES šalių skiria **Austrija** (Waste management Austria, 2015) ir **Jungtinė Karalystė** (Waste management in United Kingdom, 2015). Abi šalys akcentuoja ateityje didėjančią taršą iš atliekų surinkimo ir šalinimo vietų. Tai siejama su drėgnesnės aplinkos sąlygomis (gausesniais ir intensyvesniais krituliais, labiau įmirkusiu gruntu, didesne potvynių susidarymo tikimybe ateityje).

Jungtinės Karalystės prisitaikymo prie klimato kaitos programoje pažymima, kad, esant dideliame gyventojų tankumui, nemenkas taršos pavojus iš atliekų tvarkymo sektoriaus ateityje gali kilti geriamo vandens ištekliams. Dalis Jungtinėje Karalystėje atliktų tyrimų (West, Gawith, 2005) akcentuoja, kad dėl spartesnio atliekų irimo ir didesnės atliekų transportavimui bei rūšiavimui naudojamos įrangos perkaitimo tikimybės, atsiras papildomos verslo (susijusio su specifinėmis aušinimo sistemomis) plėtros galimybės. Vis dėlto manoma, kad neigiamas klimato kaitos poveikis Jungtinės Karalystės atliekų sektoriuje bus juntamas labiau nei teigiamas.

Jungtinės Karalystės atliekų sektoriuje siūlomos tokios aktualios Lietuvai prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

- sąvartynų apsaugos zonų praplėtimas;
- sąvartynų apsauginių pylimų paaukštinimas;
- aktyvesnė lietaus nuotekų kokybės kontrolė;
- lietaus nuotekų vamzdynų apsaugai nuo užsikimšimo šiukšlėmis skirtų priemonių plėtra (keičiant filtrų sistemų, vamzdžių diametro, drenuojamo ploto specifikacijas); specifinių (atliekų tvarkymo įrangai skirtų) aušinimo sistemų gamybos vystymas.

Austrijos specialistai pabrėžia, kad didžiausias pavojus dėl kintančio klimato ateityje grėsia sąvartynams ir akcentuoja sąvartynų keliamų problemų masto padidėjimą, pastebėdami, kad ateityje grėsmę aplinkinėms teritorijoms (o ypač jų vandens išteklių kokybei) kels ne tik dabar veikiančios, bet ir seniau užkonservuoti sąvartynai. Tokios prielaidos argumentuojamos palyginant sąvartynuose sukauptų atliekų įrimo proceso trukmę su jiems grėsmę keliančių potvynių dažnumu: teigiama, kad

atliekos sąvartyne suyra per maždaug 200–500 metų laikotarpį, o grėsmingi potvyniai pasikartoja kartą per šimtmetį (Neuhold, 2013). Ypač pabrėžiama galima taršos grėsmė iš mažųjų nekontroliuojamų savartynų (daugelis kurių yra arti gyvenamųjų vietovių). Mažų ir menkai prižiūrimų savartynų virtimas potencialiais taršos židiniai ateityje gali tapti ir Lietuvai aktualia problema.

Austrijos atliekų sektoriui siūlomos šios prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės:

- aktyvesnio monitoring mažuose neveikiančiuose savartynuose vykdymas;
- pylimų statybos ir filtrato siurbimo galimybių užtikrinimas mažuose neveikiančiuose savartynuose.

Nors atliekos kaip atskiras sektorius retai minimos prisitaikymo prie klimato kaitos programose, kai kurie europiniai dokumentai aptaria jų keliamas problemas, nagrinėjant kitų sektorių prisitaikymą. **Europos aplinkos agentūros** ataskaitoje apie miestų ir urbanizuotų teritorijų adaptaciją (Urban adaptation..., 2012) minima, kad, kintant klimatui, dabar veikiantis lietaus nuotekų sistemos priežiūros mechanizmas nebeatitiks poreikių dėl vis didėjančios „kietojo“ nuotėkio dalies jose. Siūloma skirti papildomą dėmesį lietaus drenažo sistemų aptarnavimui ir koreguoti joms keliamus reikalavimus, siekiant išvengti dažno vamzdynų užsikimšimo dėl iš surinkimo vietų vėjo išnešiotų arba nuplautų šiukšlių. Kai kuriuose Lietuvos miestuose (ypač Klaipėdoje) tokios prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės greitai taip pat bus būtinos.

Aktuali Lietuvos miestams yra **Švedijos** Augustenborgo miesto lietaus drenažo sistemų valdymo projekto patirtis (Kazmierczak, Carter, 2010). Šiame mieste, ilgą laiką kentėjusiame nuo lietaus poplūdžių, 1998–2000 metais įgyvendintas lietaus nuotekų sistemos regeneravimo projektas, apėmęs ir bendrąją infrastruktūros pertvarką (įrengti tvenkiniai, kanalai, poilsio zonos) bei gyventojų švietimo programą (apmokant juos svarbiausių drenažo tinklo priežiūros ir atliekų tvarkymo taisyklių). Įgyvendinus projektą, lietaus nuotėkio normos sumažėjo perpus, gyvenamųjų rajonų užliejimai pasitaiko itin retai, o vietovės įvaizdis itin pagerėjo. Šis projektas laikytinas teigiamos patirties pavyzdžiu, kurį Lietuvoje galima būtų pritaikyti nedideliuose Baltijos pajūrio regiono miesteliuose arba atskiruose Klaipėdos mikrorajonuose.

Augustenborgo miesto Švedijoje lietaus drenažo sistemų valdymo projekto patirtis rodo, kad efektyviomis priemonėmis atliekų tvarkymo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos procese (Lietuvoje šias priemones būtų tikslinga taikyti Baltijos pajūrio regione) laikytinos:

- specialių miesto kraštovaizdžio tvarkymo projektų, padedančių sumažinti lietaus nuotėkį, diegimas;
- gyventojų švietimo programų, skirtų apmokyti juos lietaus drenažo tinklo priežiūros, vystymas.

Bendrieji ES strateginiai dokumentai esminiu pirmaeilium prisitaikymo prie klimato kaitos programos elementu laiko **atliekų prevenciją** (EC, 2013; EEA, 2013a), todėl rekomanduoja šias priemones (dauguma jų aktualios ir Lietuvai):

- atliekų kiekio mažinimas ir pakartotinis perdirbimas;
- bendro žaliavų naudojimo mažinimas;
- gamybos procesų tobulinimas, siekiant sumažinti susidarančių atliekų kiekį;
- medžiagų standartinių specifikacijų griežtinimas (siekiant naudoti greičiau yrančias ir nekenksmingas medžiagas);
- energijos gamyba iš atliekų;
- energijos vartojimo efektyvumo didinimas;
- visuomenės švietimo programų, susietų su atliekų poveikio aplinkai mažinimu, plėtra.

Prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės

Vienas iš ilgalaikių strateginių Valstybinio atliekų tvarkymo 2014–2020 m. plano tikslų – mažinti susidarančių atliekų kiekį. Kartu planuojama: 1) siekti, kad atliekų kiekis augtų mažesniu intensyvumu nei ekonomikos rodikliai; 2) mažinti sąvartynuose šalinamų atliekų kiekį; 3) užtikrinti visuomenės sveikatai ir aplinkai saugų atliekų tvarkymą; 4) efektyviau vykdyti atliekų sektoriaus kontrolę; 5) didinti visuomenės sąmoningumą ir darbuotojų kvalifikaciją atliekų tvarkymo srityje. Todėl planuojant atliekų perdirbimo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos priemones, svarbu atsižvelgti ir į galimus atliekų kiekio, struktūros ir perdirbimo technologijų pokyčius.

Toliau pateikiamos veiksmingiausios **prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės**, padėsiančios realizuoti anksčiau išvardintus planus ir sėkmingai įgyvendinti Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategijos tikslus:

- tobulinti atliekų tvarkymo sektoriaus valdymą, nuolat atnaujinti jį reglamentuojančių įstatymų bazę, atsižvelgiant į kintančias klimato sąlygas ir klimato kaitos prognozes (dauguma statybos, transporto, logistikos ir kitų sričių dokumentų šiuo metu neatitinka esamos situacijos);
- mažinti sąvartynuose šalinamų atliekų kiekį; didinti MBA įrenginiuose apdorojamų atliekų kiekį, plėtoti šių įrenginių tinklą ir plėsti jų technologines galimybes;
- mažinti nerūšiuotų atliekų santykinę dalį, vykdyti visuomenės švietimo projektus, skatinančius gyventojų sąmoningumą rūšiuojant atliekas, kelti atliekų tvarkymo srityje dirbančių darbuotojų kvalifikaciją, atnaujinti naudojamą įrangą ir technologijas;
- didinti energijos gamybai ir pakartotiniam perdirbimui panaudojamų atliekų kiekį;
- tobulinti biologiškai skaidžių atliekų ir nuotekų dumblo apdorojimą reglamentuojančių įstatymų bazę, skatinti apdoravimo technologijų plėtrą, siekiant užtikrinti efektyvesnę šių atliekų panaudojimą energijos gamybai;
- plėsti regioninių atliekų tvarkymo sistemų galimybes apdorojant biologiškai skaidžias atliekas;
- užtikrinti greitesnę aplinkai ir visuomenės sveikatai kenksmingų atliekų tvarkymą; reguliuoti atliekų tvarkymo sektoriaus darbuotojų darbo sąlygas, siekiant išvengti pavojingų sveikatai aplinkybių susidarymo (trumpinti darbo atvirame ore laiką, įrengti daugiau darbo vietų uždaroje patalpose, dažniau kontroliuoti darbo vietų sanitarines sąlygas);
- naudoti tobulesnes atliekų transportavimo, rūšiavimo, apdoravimo ir šalinimo technologijas, siekiant užtikrinti įrangos atsparumą drėgnai aplinkai ir sėkmingą jos veikimą esant ekstremaliai temperatūrai;
- dažniau apdoroti ir išsiurbti filtratą eksploatuojamuose sąvartynuose, siekiant išvengti galimo jo prasiskverbimo į aplinką; įvertinti poplūdžių grėsmę atliekų tvarkymo vietoms, jų pažeidžiamumą poplūdžių metu ir atsparumą jiems, įrengti apsaugos nuo galimų lietaus poplūdžių sistemą atliekų surinkimo, apdoravimo ir šalinimo vietose;
- užtikrinti efektyvią atliekų tvarkymo sektoriaus apsaugos nuo gaisrų sistemą (koreguoti darbo grafikus sausų ir karštų laikotarpių metu, parengti alternatyvius atliekų rinkimo ir apdoravimo planus, esant ekstremalioms sausroms);
- užtikrinti atliekų tvarkymo vietų apsaugą nuo atliekų išnešiojimo po aplinką (užtikrinti deramą atliekų šalinimo ir apdoravimo vietų apsaugą nuo vėjo, dažniau išvežti smulkias atliekas iš laikinų kaupimo vietų, visuomenės švietimo programoje pabrėžti uždarų konteinerių naudojimo būtinybę);

- nustatyti potencialiai nuo jūros lygio pakilimo galinčias nukentėti atliekų tvarkymo sektoriaus grandis ir nuolat didinti atliekų tvarkymo sistemos atsparumą grėsmėms, kylančioms dėl jūros lygio kilimo Baltijos pajūrio regione (neplanuoti atliekų tvarkymo veiklos potvynių rizikos vietose; pritaikyti atliekų išvežimo maršrutus prie ekstremaliai aukšto vandens lygio sąlygų, perkelti atliekų surinkimo vietas į menkesne apšėmimo tikimybe pasižyminčias teritorijas, dažniau tikrinti sąvartynų izoliacinių medžiagų savybes).

Prisitaikymo priemonių efektyvumo vertinimo kriterijai

Konkrečių prisitaikymo priemonių efektyvumo kriterijų pasirinkimas Lietuvoje įvairiais laikotarpiais priklausys nuo prisitaikymo prie klimato kaitos programos įgyvendinimo stadijos ir anksčiau įgyvendintų priemonių veiksmingumo. Toliau pateikiamas pagrindinių prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių įgyvendinimo efektyvumo vertinimo kriterijų atliekų tvarkymo srityje sąrašas:

- didėjantis atliekų tvarkymo sektoriaus veiklą reglamentuojančių teisinių dokumentų ir jų pataisų, atsižvelgiančių į klimato kaitos poveikį, skaičius;
- mažėjantis sąvartynuose šalinamų atliekų kiekis;
- mažėjantis nerūšiuotų atliekų kiekis ir jo santykinė dalis (nuo bendro susidarančių atliekų kiekio);
- didėjantis produkcijos, pagaminamos perdirbant ir antrą kartą panaudojant atliekas, kiekis;
- didėjantis energijos, gaunamos naudojant atliekas, kiekis;
- trumpesnė atliekų tvarkymo proceso trukmė;
- mažėjantis avarinių situacijų ir gaisrų skaičius atliekų šalinimo vietose;
- didesnis lėšų, skiriamų atliekų tvarkymo sektoriuje naudojamos įrangos ir jame dirbančių darbuotojų draudimui nuo su klimato kaita susijusių reiškinų padaromų nuostolių, skaičius;
- mažėjantis lietaus drenažo sistemų sutrikimų, kylančių dėl į jas patekusių atliekų, skaičius;
- dažnesnis atliekų išvežimas iš surinkimo vietų;
- didėjantis sezoniškai koreguojamų komunalinių atliekų surinkimo maršrutų ir grafikų skaičius;
- mažėjantis gyventojų skundų specialioms tarnyboms dėl netinkamos atliekų tvarkymo sektoriaus veiklos skaičius;
- gyventojų apklausų rezultatų rodikliai, rodantys labiau teigiamo visuomenės požiūrio į atliekų prevenciją, rūšiavimą ir atliekų tvarkymo įrangos priežiūrą formavimąsi;
- gerėjantis visuomenės informuotumas apie atliekų tvarkymą;
- didėjanti įrenginių atnaujinimui ir darbuotojų kvalifikacijos kėlimui panaudotų lėšų santykinė dalis (% nuo bendro atliekų tvarkymo sektoriui ES skirtų lėšų skaičiaus);
- didėjanti uždaroje patalpose dirbančių atliekų tvarkymo sektoriaus darbuotojų dalis (%);
- augantis regioninių atliekų tvarkymo įmonių, pagerinusių darbuotojų darbo sąlygas, skaičius;
- didėjantis atliekų tvarkymo įmonių darbuotojų, kuriems pagerintos darbo sąlygos, skaičius (% nuo bendro atliekų tvarkymo įmonių darbuotojų skaičiaus);
- auganti atliekų tvarkymo įrangos (surinkimo, transportavimo, perdirbimo įrenginių), pritaikytos dirbti esant ekstremaliai aplinkos temperatūrai bei drėgnai aplinkai, santykinė dalis;
- didėjantis uždengtose patalpose apdorojamų atliekų kiekis;
- dažnesnis sąvartynų filtrato išsiurbimas ir apdorojimas;

- didėjanti atliekų surinkimo, apdorojimo ir šalinimo įrenginių, kuriuose įrengta papildoma apsaugos nuo poplūdžių ir (ar) gaisrų sistema, santykinė dalis (nuo bendro įrenginių skaičiaus);
- didėjanti uždaroje arba apsaugotose nuo vėjo patalpose įrengtų atliekų šalinimo ir naudojimo vietų santykinė dalis (nuo bendro įrenginių skaičiaus);
- didėjanti specialioms sąlygoms (drėgnai ir vėjuotai aplinkai) pritaikytos atliekų tvarkymo įrangos dalis (%) Baltijos pajūrio savivaldybėse.

Apibendrinimas

Sparti pastarųjų dešimtmečių mokslo ir technikos pažanga ne mažina, o stiprina žmogaus veiklos priklausomybę nuo meteorologinių ir klimato sąlygų. Pavyzdžiui, kai kurios naujausios ir produktyviausios žemės ūkio augalų veislės yra pritaikytos ypač siauram agroklimatinių sąlygų diapazonui, todėl bet koks jų nukrypimas nuo optimumo sumenkina derlingumą ir produkcijos kokybę. Kitas pavyzdys – eismo intensyvumo didėjimas visų rūšių (oro, vandens ir sausumos) transporto sistemose. Net trumpalaikės nepalankios meteorologinės sąlygos (pūga, lijundra, smėlio audra ir pan.) sukelia didžiulius nuostolius, sutrikdo kuro, pramonės žaliavų, prekių ir keleivių pervežimą.

Gamtinės sistemos klimato pokyčiams yra ypač jautrios, kadangi jų prisitaikymo galimybės ribotos. Socialinės (antropogeninės) sistemos yra mažiau jautrios, nes jų prisitaikymo potencialas didesnis. Įvairių regionų jautrumo klimato kaitai ir pažeidžiamumo pobūdis yra labai įvairus.

Lietuvoje prie *jautriausių* galima priskirti šiuos sektorius: sveikatos apsauga, ekosistemos ir biologinė įvairovė, žemės ūkis, miškininkystė, turizmas, energetika, transportas.

Prie *vidutiniškai jautrių* priskirtini: žuvininkystė ir akvakultūros, kraštovaizdis, teritorijų planavimas, pramonė.

Nedideliu jautrumu (kol kas) pasižymi šie sektoriai: požeminio vandens ištekliai ir atliekų tvarkymas.

Sistemos gebėjimas prisitaikyti prie kintančių klimato sąlygų gali sumažinti galimus nuostolius, įmanoma netgi gauti naudos iš naujų klimato teikiamų galimybių. Tačiau numatant prisitaikymo metodus reikia nepamiršti, kad *universalijų technologinių prisitaikymo priemonių, kurios tiktų visai Lietuvos teritorijai, neegzistuoja*, nes skirtingose vietinėse sąlygose bus tinkamos skirtingos priemonės. Tam, kad numatyti veiksmingas priemonės, būtina atlikti konkrečiai vietai galimybių studiją, po to parengti techninį priemonių įgyvendinimo projektą.

Efektyvios priemonės, kurias galima pasiūlyti didelei teritorijai, yra susijusios su *prisitaikymo aplinkos gerinimu*: teisinės sistemos ir finansavimo mechanizmų parengimas prisitaikymo politikos įgyvendinimui, moksliniai klimato kaitos, įvairių sektorių jautrumo ir pažeidžiamumo tyrimai, informavimas, švietimas, potvynių rizikos žemėlapiai ir pan. Tokios priemonės siūlomos daugelio šalių nacionalinėse ir regioninėse prisitaikymo programose bei strategijose. Konkrečios priemonės dažniausiai būna lokalaus masto, pavyzdžiui, skirtos jūros pakrantės ruožui, upės delta, uostui ir pan.

Tarpyvyriausybines klimato kaitos komisijos 5-ojoje ataskaitoje (IPCC, 2014) išskiriamos trys pagrindinės prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių kategorijos:

4. Struktūrinės (fizinės) – tai technologijų plėtra ir modernizavimas, infrastruktūros ar kitų fizinių statinių projektavimas, specialiųjų paslaugų (susijusių su klimato kaita) nišų rinkoje formavimas.

5. Socialinės – visuomenės švietimas apie klimato kaitą, jos švelninimą, padarinius ir prisitaikymą, informacinių informavimo ir perspėjimo sistemų kūrimas ir tobulinimas, visuomenės įpročių formavimas.

6. Institucinės – mokesčių ir išmokų sistemos optimizavimas, draudimo išmokų dydžio vertinimas pagal klimato faktorius, valstybės teisinės bazės koregavimas, prisitaikymo planų, scenarijų ir projektų organizavimas.

Prisitaikymo formų ir būdų pasirinkimas priklauso nuo paveiktos sistemos prisitaikymo galimybių. Antropogeninėse sistemose jas lemia socialiniai ir ekonominiai veiksniai. Pagrindiniai jų – ekonominiai ištekliai, technologinis išsivystymas, visuomenės informatyvumas bei įgūdžiai, infrastruktūra, instituciniai ištekliai ir kt. Žinoma, turtingų, technologiškai progresyvių bei labiau išsilavinusių bendruomenių prisitaikymo galimybės yra žymiai didesnės. Prisitaikymo priemonės dažnai yra gana brangios, o norint lėšas panaudoti efektyviai, reikia gerai pažinti sistemą bei aiškiai suvokti galimą grėsmę. Kita vertus, gerai parinktos prisitaikymo priemonės padeda iš klimato pokyčių gauti net ir naudos. Pavyzdžiui, tinkamas rūšinis miškų reguliavimas gali padidinti jų produktyvumą.

Šiuo metu nėra nustatytų bendrų metodų, leidžiančių kiekybiškai įvertinti klimato kaitos poveikį gamtiniais ištekliais ar atskiroms ūkio šakoms. Todėl prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių planavimas, organizavimas ir įgyvendinimas, įskaitant ir prevencinį prisitaikymą, atliekami remiantis valstybine klimato kaitos politika, atsižvelgiant į ūkio šakų ir vietos ypatumus, taip pat į ilgalaikį šių priemonių pobūdį, jų kainą ir poveikį visuomenei, ūkiui ir valstybei.

Prisitaikymo priemonių efektyvumą galima įvertinti pagal šiuos **bendruosius kokybinius kriterijus**:

- *Svarba / būtinumas* – poreikio lygis, leidžiantis įgyvendinti priemonę, kad būtų išvengta / sumažintas neigiamas poveikis ir (ar) padidintas atsparumas (ilgalaikės priemonės / investicijos taip pat gali reikalauti trumpalaikės plėtos / planavimo).

- *Lankstumas* – lankstumo lygis, taikant priemonę arba plėtojant priemonės taikymą ateityje (grįžtamumo galimybė).

- *Naudingumas* – naudingumo lygis, nepriklausomai nuo bet kokios ekonominės naudos, padedantis išvengti neigiamo klimato kaitos poveikio.

- *Šalutinis poveikis* – šalutinio poveikio lygis, neigiama (konfliktai) ir teigiama (sinergija) sąveika su sektoriais arba per sektorių.

- *Kainos efektyvumas* – sąnaudų efektyvumo lygis (ilgalaikė nauda yra efektyvesnė nei trumpalaikė, naudojant mažas išlaidas).

- *Išpildymas* – a) techninės galimybės, techninio sudėtingumo lygis (priemonės taikymo patirtis), b) pritarimas, socialinio pritarimo lygis (sinteresuotos šalys, politikai, gyventojai), c) praktinės galimybės, praktinio įgyvendinimo lygis (planavimas, administravimas, valdymo struktūra, institucijų sudėtingumas).

Laiku įgyvendinant prisitaikymo priemones galima pasiekti akivaizdžios ekonominės naudos: prognozuotume galimus nuostolius, sumažintume grėsmę ekosistemoms, žmonių sveikatai, ekonomikos plėtrai, turtui ir infrastruktūrai. Be to, šalies įmonės, pirmaujancios prisitaikymo strategijų ir technologijų srityje, įgytų akivaizdų konkurencinį pranašumą.

Nustatant prioritetus svarbu žinoti, kaip pasireikš klimato kaitos poveikis. Tačiau negalima tiksliai pasakyti, kiek pakils temperatūra, be to, tai priklausys nuo to, kokių klimato kaitos švelninimo priemonių bus imtasi visame pasaulyje per ateinančius kelis dešimtmečius. Todėl

prisitaikymo prie klimato kaitos veiksmai turi būti derinami su klimato kaitos švelninimo veiksmais, o klimato kaitos švelninimo strategija – su prisitaikymo priemonėmis.

Literatūros sąrašas

1. Action Plan for the Adaptation to Climate Change of the Ministry of Agriculture and Forestry 2011–2015 – Security of supply, sustainable competitiveness and risk management. 2011. Memorandum, Ministry of Agriculture and Forestry. 46. http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/sopeutuminen/644PAcUYV/Adaptation_action_plan_final_16_12_2011.pdf
2. ADAM. ADAM adaptation catalogue – access by sector. <http://adam-digital-compendium.pik-potsdam.de/adaptation-catalogue/option-database/transport.html> (paskutinį kartą žiūrėta 2015 04 29).
3. Adaptation Action Plan of the German Strategy for Adaptation to Climate Change. 2011. German Federal Cabinet. 73. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_en_bf.pdf
4. Adaptation of transport to climate change in Europe. 2014. European Environment Agency. EEA Report No 8/2014. ISBN: 978-92-9213-500-3. <http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-of-transport-to-climate> (paskutinį kartą žiūrėta 2015 04 29).
5. Adaptation to climate change in the agricultural sector. 2007: AEA Energy & Environment, Report to European Commission Directorate, AEA/ED05334/Issue.
6. Adapting infrastructure to climate change. 2013. Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the regions „An EU Strategy on adaptation to climate change”. European Commission, Brussels, 16.4.2013, SWD (2013) 137 final. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_137_en.pdf
7. Adelšis V. 2011. Mėgėjiškos žūklės valdymo optimizavimas Lietuvoje. Magistro baigiamasis darbas. M. Romerio universitetas. Vilnius.
8. Aktyvaus žiemos poilsio infrastruktūros plėtros studija. 2008. http://beta.tourism.dev12.kryptis.lt/uploads/documents/Mokslo%20tiriamieji%20darbai/archyvas/aktyvaus_ziemos_poilsio_infrastrukturos_pletros_studija.pdf
9. Altvater S., van de Sandt K., Marinova N., de Block D., Klostermann J., Swart R., Bouwma I., McCallum S., Dworak T., Osberghaus T. 2011. Assessment of the most significant threats to the EU posed by the changing climate in the short, medium and long term – Task 1 report, Ecologic, Berlin.
10. Altvater, S. & Stuke, F. 2013. Baltadapt Action Plan. Recommended actions and proposed guidelines for climate change adaptation in the Baltic Sea Region. Danish Meteorological Institute. Copenhagen. http://www.baltadapt.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=225
11. Amelung B., Moreno A. 2009. Impacts of climate change in tourism in Europe. PESETA-Tourism study. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55392.pdf>
12. Aplinkos apsaugos agentūra, 2015. Atliekų apskaitos duomenys. <http://atliekos.gamta.lt/cms/index?rubricId=01f545a1-ebed-4f2d-b05a-2b1bf5e7494b>
13. Arent, D.J., Tol R.S.J., Faust E., Hella J.P., Kumar S., Strzepek K.M., Tóth F.L., Yan D. 2014. Key economic sectors and services. Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (redaktoriai: C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi,

- Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA:659–708.
14. Arustienė J., Bukantis A., Damušytė A., Jarmalavičius D., Kažys J., Kriukaitė J., Ramanauskienė V., Rimkus E., Stonevičius E., Valiuškevičius G., Satkūnas J., Taločkaitė E., Žilinskas G. 2012. Klimato kaita: poveikis, kaštai ir prisitaikymas Baltijos jūros regione. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
 15. Arustienė J. 2011. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos kaita. Lietuvos požeminio vandens monitoringas 2005–2010 metais ir kiti hidrogeologiniai darbai: straipsnių rinkinys. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius.
 16. Asbjørn Aaheim H., Dokken T. Sector overview - from a macro-economic modeller's point of view. <http://adam-digital-compendium.pik-potsdam.de/macro-economic-analysis/sector-overview/index.html> (paskutinį kartą žiūrėta 2015 04 29).
 17. Atliekų tvarkymo planavimas ir optimizavimas. Komunalinių atliekų susidarymo prognozavimo ir atliekų tvarkymo sistemų tvarumo vertinimo vadovas, 2005. Kaunas, Technologija.
 18. BACC Author Team, 2008. Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies, Springer.
 19. Baford E., Müller K., Saloranta T., Andersen J., Orthe N. K., Wartianien A., Humstad T., Myrabø S., Engeset R. 2013. The expert tool XGEO and its applications in the Norwegian Avalanche Forecasting Service. International Snow Science Workshop Grenoble – Chamonix Mont-Blanc
 20. Bajerčiūtė A., Pupienis D. 2012. Baltijos jūros hidrologinį režimą formuojančių hidrometeorologinių veiksnių analizė 1960–2009 m. Geografija, T.48 (1). 12–21.
 21. Baltic Climate – Baltic Challenges and Chances for local and regional development generated by Climate Change - <http://www.balticclimate.org>
 22. Bebb J., Kersey J., 2003. Potential impacts of climate change on waste management. Environment Agency R&D Dissemination centre, Swindon.
 23. Bendroji žuvininkystės politika. Vartotojo vadovas. 2009. Liuksemburgas: Europos Bendrijų oficialiųjų leidinių biuras. http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_lt.htm
 24. Beniston M., Stephenson D. B., Christensen O. B., Ferro C.A.T., Frei C., Goyette S., Halsnaes K., Holt T., Jylha K., Koffi B., Palutikof J., Scholl R., Semmler T., Woth K. 2007. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. Climatic Change. 81: 71–95.
 25. Bitvinskaitė Z. 2011. Miško genetinių išteklių plėtra iki 2013 m. Mūsų Girios, 2 (754).
 26. Bonn A., Macgregor N., Stadler J., Korn H., Stiffel S., Wolf K., van Dijk N. 2014. Helping ecosystems in Europe to adapt to climate change. http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_375.pdf
 27. Breil, M., Swart, R. 2015. National action on Urban adaptation in EEA Member states (Internal working paper – draft June 2015). http://forum.eionet.europa.eu/nrc-climate-change-adaptation/library/workshops-meetings/9th-eionet-workshop/meeting-documents/break-out-groups/bog2_16june_urban-adaptation-eea-member-countries
 - Bubnienė R., Štreimikienė D., 2006: Klimato kaitos politikos pagrindai. Aplinkos apsaugos politikos centras, Vilnius.
 28. Bukantis A. 1994. Lietuvos klimatas. Vilniaus universitetas.
 29. Bukantis A., Dailidienė I., Česnulevičius A., Gelumauskaitė L. Ž., Jarmalavičius D., Kavolytė R., Kažys J., Liukaitytė J., Morkūnaitė R., Pilkaitytė R., Paškauskas R., Povilanskienė R.,

- Razinkovas A., Rimkus E., Stankūnavičius G., Stonevičius E., Šečkus J., Taločkaitė E., Žilinskas G. 2007. Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
30. Bukantis A., Ignatavičius G., Satkūnas ir kt. 2013. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė procesai ir raida. Aplinkos apsaugos agentūra. Vilnius.
 31. BMVBS (Ed.): National strategies of European countries for climate change adaptation: A review from a spatial planning and territorial development perspective. BMVBS-Online-Publikation 21/2010.
 32. Candolin, U. & Selin, M. 2012. Density-dependent habitat selection in a growing threespine stickleback population. *International Journal of Zoology*. 6.
 33. Carraro C., Sgobbi A. 2008. Climate Change Impacts and Adaptation Strategies In Italy. An Economic Assessment.
 34. Centre for Climate Adaptation. 2015a. Transport, Infrastructure and Building – The Netherlands. <http://www.climateadaptation.eu/netherlands/transport-infrastructure-and-building/>
 35. Centre for Climate Adaptation. 2015b. Transport, Infrastructure and Building – Germany. <http://www.climateadaptation.eu/germany/transport-infrastructure-and-building/>
 36. Chartered Institution of Water and Environmental Management, 2012: UK Waste Management Options and Climate Change. <http://www.ciwem.org/knowledge-networks/panels/waste-management/waste-management-and-climate-change.aspx>
 37. Ciria. 2014. Tomorrow's Railway and Climate Change Adaptation Phase 2 (CON231). http://www.ciria.org/Research/Projects_underway2/tracca_wp2.aspx
 38. Clifton C., Evans R., Hayes S., Hirji R., Puz G., Pizarro C. 2010. Water and climate change : impacts on groundwater resources and adaptation options. Water working notes ; no. 25. Washington DC; World Bank.
 39. Climate-ADAPT. Awareness campaigns about potential impacts and behavioural change. http://climate-adapt.eea.europa.eu/viewmeasure?ace_measure_id=656 (paskutinį kartą žiūrėta 2015 04 29a).
 40. Climate change adaptation. 2014. <https://www.gov.uk/government/policies/adapting-to-climate-change>
 41. Climate change impact on fishery. 2015. Danish Ministry of the Environment / Danish Nature Agency. <http://en.klimatilpasning.dk/sectors/fishery/climate-change-impact-on-fishery.aspx>
 42. Climate change impacts on forestry. Baltic Climate Project, 2007–2013. <http://www.balticclimate.org/en/>
 43. Climate change and forests: emerging policy and market opportunities. C. Streck, R. O'Sullivan, T. Janson-Smith & R. Tarasofsky, eds. 2008. London, UK, Chatham House & Washington, DC, USA, Brookings Institution Press.
 44. Climate Ready Scotland: Scottish Climate Change Adaptation Programme. 2009. <http://www.gov.scot/Resource/0045/00451392.pdf>
 45. Commission staff working document. 2013. Technical information on Green Infrastructure (GI). Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. Brussels.
 46. Committee on Climate Change. 2015. Progress in Preparing for Climate Change. 2015 Report to Parliament. <https://www.theccc.org.uk/>

47. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2013. Adapting infrastructure to climate change. An EU Strategy on adaptation to climate change. Brussels, 16.4.2013 SWD(2013) 137 final.
48. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/Ec). Guidance document No. 24 "River Basin Management in a Changing Climate". Technical Report - 2009 – 040. European Communities, 2009.
http://ec.europa.eu/environment/water/adaptation/index_en.htm
49. CORINE žemės dangos duomenų bazės duomenų paruošimo paslaugos pagal 2013 m. spalio 25 dienos projekto „GMES žemės dangos monitoringas 2011–2013 m.“ Lietuvos CORINE žemės dangos duomenų bazės ir tematinių sluoksnių parengimo paslaugų viešojo pirkimo-pardavimo sutartį Nr. 28TP-2013-73/(4.22)10MF-63 BAIGIAMOJI ATASKAITA. Vilnius, 2014.
50. Dailidienė I. 2007. Hidroklimatinių sąlygų kaitos ypatumai Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje ir Kuršių mariose: dr. disertacija. Vilnius.
51. Darnioji plėtra teritorijų planavime ir urbanistikoje (autorių kolektyvas). 2008. Vilnius.
52. Davoudi S., 2009. Framing the role of spatial planning in climate change. Newcastle University, UK.
53. Department for Environment, Food & Rural Affairs and Department of Health. 2013: Adapting to climate change: national adaptation programme – Making the country resilient to a changing climate, HM government, the UK.
54. Donatelli M., Duveiller G., Fumagalli D., Srivastava A., Zucchini A., Angileri V., Fasbender D., Loudjani P., Kay S., Juskevicius V., Toth T., Haastrup P., M'barek R., Espinosa M., Ciaian P., Niemeyer S. (2012). Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change (AVEMAC Project). Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
55. EC, 2013. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Green infrastructure – enhancing Europe's natural capital, COM(2013) 0249 final.
56. EC, 2009. STAFF WORKING DOCUMENT accompanying the WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action IMPACT ASSESSMENT. – Brüssel.
57. Economic Commission for Europe. Guidance on Water and Adaptation to Climate Change. 2009. United Nations: New York, Geneva.
58. EEA, 2005. Vulnerability and adaptation to climate change in Europe. EEA Technical Report No 7/2005.
59. EEA. 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report. EEA Report No 12/2012.
60. EEA, 2015. Europos aplinka: Būklė ir raidos perspektyvos 2015 m. – Apibendrinamoji ataskaita. Europos aplinkos agentūra, Kopenhaga.
61. EEA, 2013a. Environmental indicator report 2013 – Natural resources and human well-being in a green economy, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
62. EEA, 2013b. 'Land take (CSI 014/LSI 001) — Assessment published June 2013 – European Environment Agency (EEA)', (<http://www.eea.europa.eu/dataand-maps/indicators/land-take-2/assessment-2>) accessed 27 May 2014.

63. Ellis G., 2010. Governance of climate change action in the UK and the role of spatial planning. Institute for a Sustainable World, Queen's University, Belfast.
64. Eneh A. E. O., Oluigbo S. N., 2012. Mitigating the Impact of Climate Change through Waste Recycling. Research Journal of Environmental and Earth Sciences 4(8): 776-778.
65. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2008/98/EB dėl atliekų. Įsigaliojo 2008-12-12, taikoma nuo 2010-12-12 (COD/2005/0281).
66. EU, 2013. Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 Living well, within the limits of our planet, OJ L 354, 20.12.2013, pp. 171–200.
67. Europos Komisija, 2009. Gamtos vaidmuo keičiantis klimatui. Gamta ir biologinė įvairovė. 2009 m. rugpjūčio mėn.
68. Europos Komisija, 2009a. Baltoji knyga – Prisitaikymas prie klimato kaitos. Europos veiksmų programos kūrimas, KOM(2009) 147 galutinis, Briuselis, 2009 04 01.
69. Europos Komisija, 2009b. Prisitaikymas prie klimato kaitos – Europos žemės ūkiui ir kaimo vietovėms iškilęs uždavinys, pridedamas prie dokumento „Baltoji knyga – Prisitaikymas prie klimato kaitos. Europos veiksmų programos kūrimas“, SEK(2009) 417, Briuselis, 2009 04 01.
70. European Commission, 2007. Green Paper from the Commission to the Council, The European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Adapting to climate change in Europe – options for EU action. COM(2009) 248, EUSBSR final
71. European Commission, 2013. The EU Strategy on adaptation to climate change. 6/04/2013 - SWD (2013) 132 - Impact Assessment Part 2. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_132_2_en.pdf
72. European Commission, 2013b. Principles and recommendations for integrating climate change adaptation considerations under the 2014-2020 rural development programmes, accompanying the document „The EU Strategy on adaptation to climate change“, SWD(2013) 139 final, Briuselis 2013 04 16.
73. European Commission, 2014. General Union Environment Action Programme to 2020. Living well, within the limits of our planet. Luxembourg.
74. European Environment Agency, 2013. Adaptation in Europe. EEA Report No 3/2013.
75. Europos komisija, 2013: ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategija, COM(2013) 216 final, Briuselis, 2013 04 16.
76. European Forest Institute, 2011. Climate Change Impacts and Adaptation in European Forests. Joensuu, Finland.
77. Europos kraštovaizdžio konvencija (Žin., 2002, Nr. [104-4621](#)).
78. Europos Parlamento ir Tarybos sprendimas Nr. 1386/2013/ES. 2013 m. lapkričio 20 d. dėl bendrosios Sąjungos aplinkosaugos veiksmų programos iki 2020 m. „Gyventi gerai pagal mūsų planetos išgales“. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386&from=EN>
79. Evaluation of the Implementation of Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change, 2009. http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2009/5IEsngZYQ/Adaptation_Strategy_evaluation.pdf
80. FAO, 2007. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities. Inter-departmental working group on climate change, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

81. FAO, 2012. Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector, Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop [eds. A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu and V. Gitz].
82. FAO, 2014. Climate change adaptation in fisheries and aquaculture. Compilation of initial examples. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1088. Rome.
83. Feix C., Nagel A., Schulz J., Stratenwerth T. 2009. Combating climate change – the Germany adaptation strategy. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Berlin. 72.
http://www.germany.info/contentblob/2293498/Daten/426241/Adaptation_DD.pdf
84. Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change. 2005.
http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5kghLfz0d/MMMjulkaisu2005_1a.pdf
85. Fischer R., Matthäus W. 1996. The importance of the Drogden Sill in the Sound for major Baltic inflows. Journal marine. systems. 9: 137–157.
86. Fisheries, 2015. Ministry of the Environment Republic of Estonia.
<http://www.envir.ee/en/fisheries>
87. Fitzgerald, J. and Lindner, M. (eds.), 2013. Adapting to climate change in European forests - Results of the MOTIVE project. Pensoft Publishers, Sofia, 108 %.
88. Ford, J.D., Pearce T., Prno J., Duerden F., Ford L.B., Beaumier M., Smith T. 2010. Perceptions of climate change risks in primary resource use industries: a survey of the Canadian mining sector. Regional Environmental Change, 10(1): 65–81.
89. Ford, J.D., Pearce T., Prno J., Duerden F., Berrang Ford L., Smith T.R., Beaumier M. 2011. Canary in a coal mine: perceptions of climate change risks and response options among Canadian mine operations. Climatic Change, 109(3-4): 399–415.
90. Forest Research, 2010. Benefits of green infrastructure. Report to Defra and CLG. Forest Research, Farnham.
91. Forestry and Peatlands in Latvia. Adaptation strategies -
<http://www.climateadaptation.eu/latvia/forestry-and-peatlands/>
92. Generalinė miškų urėdija. Veiklos ataskaitos, http://www.gmu.lt/Veiklos_ataskaitos/
93. General Union Environment Action Programme. 2014. ISBN 978-92-79-34724-5. European Union - <http://europa.eu>
94. German Strategy for Adaptation to Climate Change 2008.
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_en_bf.pdf
95. Giedraitienė J. 2011. Gruntinio vandens lygio režimo kaita siejant su meteorologinėmis sąlygomis. Lietuvos požeminio vandens monitoringas 2005–2010 metais ir kiti hidrogeologiniai darbai: straipsnių rinkinys. Lietuvos geologijos tarnyba. – Vilnius. pp 84-89.
96. Goodsite M. E., Davis M., Klein R. J. T., Davídsdóttir B., Atlason R., Juhola S., Landauer M., Linnér B. O., Neset T., Glaas E., Eskeland G. 2013. White Paper: Climate Change Adaptation in the Nordic Countries. Nordic Climate, Mitigation, Adaptation and Economic Policies Network (N-CMAEP), Norden Top-level Research Initiative, Oslo, Norway.
97. Green paper. On the future of the common fisheries policy. 2001. Brussels.
98. Gregorauskas M. 2010. Klaipėdos arealo požeminio vandens išteklių pokyčio pagal A1B ir B1 klimato kaitos scenarijus įvertinimas. UAB „Vilniaus hidrogeologija“. Vilnius.
99. Gregory J., 2010: Climate Change and Waste – The Missing Link.
<http://cielap.org/pdf/EPRclimatechangeBrief.pdf>

100. Greiving et al. 2010. ESPON CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies. Applied Research Project 2013/1/4. Revised Interim Report.– Dortmund.
101. GTZ. 2009. Adapting urban transport to climate change. Module 5f. Sustainable transport: a sourcebook for policy-makers in developing cities. Eschborn.
102. Harbo M. S., Pedersen J., Johnsen R., Petersen K. 2012. The CLIWAT handbook: Groundwater in a future climate. www.cliwat.eu.
103. Heino, M., L. Baulier, D. S. Boukal, E. S. Dunlop, S. Eliassen, K. Enberg, C. Jørgensen et al. 2008. Evolution of growth in Gulf of St Lawrence cod? Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences 275:1111–1112.
104. HELCOM, 2007. Climate change in the Baltic Sea Area. HELCOM Thematic Assessment in 2007. Balt Sea Environ Proc 111. <http://climate-info.baltadapt.eu>
105. Hjerpe, M.; Schausser, I.; Alberth, J. 2013. Guideline on the System Vulnerability. Analysis of the Baltic Sea Region Vulnerability to the Impact of Climate Change. Baltadapt Report # 8. Danish Meteorological Institute, Copenhagen. www.baltadapt.eu.
106. ICES. 2009. Report of the ICES Advisory Committee, 2009. ICES Advice, 2009.
107. ICES. Cod in Subdivisions 25–32. Report of the ICES Advisory Committee, 2012. ICES Advice, May 2012a.
108. ICES. Herring in Subdivision 30 (Bothnian Sea). Report of the ICES Advisory Committee, 2012. ICES Advice, May 2012b.
109. ICES. Herring in Subdivisions 25–29 and 32 (excluding Gulf of Riga herring). Report of the ICES Advisory Committee, 2012. ICES Advice, May 2012c.
110. ICES. Sprat in Subdivisions 22–32 (Baltic Sea). Report of the ICES Advisory Committee, 2012. ICES Advice, May 2012d.
111. ICES. 2012. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. ICES Headquarters, Copenhagen, 26 March–4 April 2012. ICES CM 2012/ACOM:09.
112. IPCC. 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
113. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
114. IUCN, 2015. <http://iucn.org/about/union/secretariat/offices/europe/>
115. Jiménez Cisneros, B.E., Oki T., Arnell N.W., Benito G., Cogley J.G., Döll P., Jiang T. Mwakalila S.S. 2014. Freshwater resources. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (red. C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 229-269.
116. Jonikavičius D., Mozgeris G. 2013. Rapid assessment of wind storm-caused forest damage using satellite images and stand-wise forest inventory data. *iForest* 6: 150-155. - doi: 10.3832/ifor0715-006.

117. Jungtinė Baltijos jūros regiono komunalinių atliekų tvarkymo strategija, 2013. www.recobaltic21.net.
118. Jungtinių tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos (JTBBKKK) įgyvendinimo nacionalinė strategija ir šiltnamio dujų mažinimo veiksmų planas. 2005. Vilnius.
119. Juškevičius V., Haastrup P., Toth T. 2012: Agricultural areas under general climate constraints, In AVEMAC Project „Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaption to Climate Change“, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
120. Kazmierczak, A.; Carter, J. 2010. Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies. <http://www.grabs-eu.org/membersArea/files/malmo.pdf>
121. Kelly, B., Stack, M. 2009. Climate Change, Heritage and Tourism: Implications for Ireland's Coast and Inland Waterways. http://www.heritagecouncil.ie/fileadmin/user_upload/Publications/Marine/ClimateReport_Web_version_june_09FINAL.pdf
122. Keršytė D., Rimkus E., Kažys J. 2014. Klimato rodiklių scenarijai Lietuvos teritorijoje XXI a. Geografija. 2014. T. 50(2).
123. Kirtman, B., Power S.B., Adedoyin J.A., Boer G.J., Bojariu R., Camilloni I., Doblas-Reyes F.J., Fiore A.M., Kimoto M., Meehl G.A., Prather M., Sarr A., Schär C., Sutton R., van Oldenborgh G.J., Vecchi G., Wang H.J. 2013. Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
124. Kjellstrom, T., Kovats R.S., Lloyd S.J., Holt T., Tol R.S. 2009. The direct impact of climate change on regional labor productivity. Archives of Environmental & Occupational Health, 64(4), 217-227.
125. Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje. 2007. Informacinis leidinys. Red. A. Bukantis, P. Šinkūnas, E. Taločkaitė. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
126. Klimato kaitos politikos pagrindai. 2006. Vilnius.
127. Klimato kaitos poveikio šalies ekosistemoms, bioįvairovei, vandens ištekliams, žemės ir miškų ūkiui ir žmonių sveikatai įvertinimo studija ir pasekmių švelninimo strateginis planas, 2007. Vilniaus universiteto Ekologijos instituto ataskaita. Užsakomasis darbas Nr. AARP6-178, Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
128. KLIWAS. 2013. KLIWAS - Impacts of climate change on waterways and navigation - Searching for options of adaptation. http://www.kliwas.de/KLIWAS/EN/Home/homepage_node.html
129. Koca D., Smith S., Sykes M.T. 2006. Modelling regional climate change effects on potential natural ecosystems in Sweden. Climatic Change, 78.
130. Kontautas A., Bukelskis E., Virbickas T., Matiukas K., Ruginis T., Samuilovienė A. 2007. Informacijos mėgėjiškos žūklės plėtros strategijai parengti surinkimas. Klaipėdos universitetas. Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas. Klaipėda.
131. Kostrichkina E. M., Jurkovskii A. K. 1980. O koreliacionych svyaziach zooplanktona s fosforom, azotom i chlorofillom „a“ v Baltijskom more. Hidrobiologiceskij zurnal. 16. 5. 14-19.

132. Kovats R. S., Valentini R., Bouwer L. M., Georgopoulou E., Jacob D., Martin E., Rounsevell M., Soussana J. F. 2014: Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1267-1326. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom, New York.
133. Kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės išsaugojimo 2015–2020 metų veiksmų planas. 2015. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2015 m. sausio 9 d. Nr. D1-12.
134. Kraštovaizdžio struktūros pokyčių probleminiuose arealuose vertinimas vietiniu lygmeniu. 2008. Geologijos ir geografijos institutas. Vilnius.
135. Kuro ir energijos balansas 2013. 2014. Lietuvos statistikos departamentas.
136. Kuršių marių krantų apsaugos ir naudojimo studija. Pasiūlymai dėl Kuršių marių krantų apsaugos ir naudojimo reglamentavimo kryptių ir priemonių. 2013. Vilnius.
137. Kūle L., Haller I., Varjopuro R., Alberth J. 2013. Climate Change Impacts on Coastal Tourism in the Baltic Sea Region. Baltadapt Report # 6. Danish Meteorological Institute, Copenhagen. www.baltadapt.eu.
138. Lietuvos Baltijos jūros krantotvarkos strateginės nuostatos. 2001. Patvirtintos 2001 m. lapkričio 29 d. aplinkos ministro įsakymu Nr. 570.
139. Lietuvos energetikos sektoriaus perspektyvinės plėtros analizė atsižvelgiant į ES strategines iniciatyvas energetikos srityje, 2014. Ataskaita, Galinis, A. (vad.), Lietuvos energetikos institutas.
140. Lietuvos įsipareigojimų ES pereinant prie 30 % išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo tikslo įgyvendinimo kaštai, 2011. Ataskaita, UAB COWI Lietuva.
141. Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 m. programa. 2015. LR Žemės ūkio ministerija. Patvirtinta EK 2015 m. vasario 13 d. sprendimu Nr. C(2015)842.
142. Lietuvos Nacionalinė klimato kaitos valdymo politikos strategija laikotarpiui iki 2050 metų (patvirtinta Lietuvos Respublikos Seimo 2012 11 06 nutarimu Nr. XI-2375).
143. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studija. I dalis. Kraštovaizdžio supratimo ir jo erdvinės struktūros pažinimo nuostatos. 2013. Vilnius.
144. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studija. II dalis. Lietuvos kraštovaizdžio erdvinės raiškos identifikavimo ir lokalizavimo analizė. 2013. Vilnius.
145. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio politikos įgyvendinimo priemonės. 2005. Patvirtintos LR Vyriausybės 2005 m. rugpjūčio 22 d. nutarimu Nr. 909 (Žin., 2005, Nr. 103-3808; 2007, Nr. 114-4646; 2008, Nr. 13-439; 2009, Nr. 80-3343).
146. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio politikos kryptių aprašas. 2005. Patvirtintas LR Vyriausybės 2004 m. gruodžio 1 d. nutarimu Nr. 1526 (Žin., 2004, Nr. 174-6443).
147. Lietuvos Respublikos pajūrio juostos įstatymas. 2002. Žin., 2002, Nr. 73-3091.
148. Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas. 2013. Žin., 2013, Nr. 76-3824.
149. Lietuvos Respublikos regioninės plėtros įstatymas. 2002. Žin., 2002, Nr. 123-5558.
150. Lietuvos Respublikos Seimo nutarimas Nr. IX-1154 „Dėl Lietuvos Respublikos teritorijos bendrojo plano“, 2002 m. spalio 29 d. Žin., 2002, Nr. 110-4852.
151. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2002 m. balandžio 12 d. nutarimo Nr. 519 „Dėl valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano patvirtinimo“ pakeitimo, 2014 m. balandžio 16 d., Nr. 366, Vilnius.

152. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas dėl Nacionalinės susisiekimo plėtros 2014–2022 metų programos patvirtinimo, 2014 m. gruodžio 15 d., Nr. 1443, Vilnius.
153. Lietuvos Respublikos žuvininkystės įstatymas. Žin., 2000, Nr. 56-1648; 2004, Nr. 73-2527.
154. Lietuvos žuvininkystės sektoriaus strateginio pasekmių aplinkai vertinimo ataskaita. 2013. Vilnius.
155. Line R. J. 1980. Nekotorie nabludenyje po ciklu razvytija *Temora longicornis* i *Centropages hamatus* v Baltijskom more. Rybchoz. Isledovanyje v baseine Baltijskovo moria. Vyp. 15. Riga. 71–75.
156. Lithuania's national inventory report 2014. Greenhouse gas emissions 1990-2012 2014. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php
157. Liu Z., Mehran A., Phillips T.J., AghaKouchak A. 2014. Seasonal and regional biases in CMIP5 precipitation simulations. *Climate research* 60, 35–50.
158. Lietuvos turizmo plėtros 2014–2020 metų programa (2014). www.ukmin.lt/uploads/documents/Turizmas/2014-2020_programa.docx
159. Ložys L., Repečka R., Žiliukas V., Pūtys Ž., Dainys J., Jakubavičiūtė E., Levickienė D., Rimkus R. 2013. Ichtiofaunos tyrimai bei ekologinės būklės pagal žuvų rodiklius įvertinimas Kuršių mariose ir Baltijos jūroje 2012 m. Gamtos tyrimų centras. Vilnius.
160. LR Seimas, 2012. Dėl Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategijos patvirtinimo, nutarimas Nr. XI-2375, 2012 11 06.
161. LR Vyriausybė, 2014. Dėl Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategijos 2013–2020 m. tikslų ir uždavinių įgyvendinimo tarpinstitucinio veiklos plano patvirtinimo pakeitimo, nutarimas Nr. 833, 2014 08 20.
162. Margelytė S. 2011. Lietuvos klimato prognozė XXI amžiui remiantis COSMO-CLM modeliu. Magistro darbas, VU.
163. Masui T., Matsumoto K., Hijioka Y., Kinoshita T., Nozawa T., Ishiwitari S., Kato E., Shukla P. R., Yamagata Y., Kainuma M. 2011. An emission pathway for stabilize at 6 W/m² of radiative forcing. *Climatic Change*, 109: 59-76.
164. Matthäus W. 2006. The History of Investigation of Salt Water Inflows in the Baltic Sea – from the Early Beginning to Recent Results. *Meereswissenschaftliche Berichte*. 65. 1-73.
165. Matthäus W., Franck H. 1992. Characteristics of Major Baltics inflows – a Statistical Analysis. *Continental Shelf Research*, 12: 231-242.
166. Matthäus W., Schinke H. 1999. The influence of river runoff on deep water conditions of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 393: 1–10.
167. Matzarakis A. 2003. Climate Data for Tourism: Identification of Data Sources – Building a Meta Database – Identification of Gaps. Final Report Climate Change, the Environment and Tourism. The Interactions.
168. McCallum, S., Dworak, T., Prutsch, A., Kent, N., Mysiak, J., Bosello, F., Klostermann, J., Dlugolecki, A., Williams, E., König, M., Leitner, M., Miller, K., Harley, M., Smithers, R., Berglund, M., Glas, N., Romanovska, L., van de Sandt, K., Bachschmidt, R., Völler, S., Horrocks, L. 2013. Support to the development of the EU Strategy for Adaptation to Climate Change: Background report to the Impact Assessment, Part I – Problem definition, policy context and assessment of policy options. Environment Agency Austria, Vienna.
169. McColl L., Angelini T., Betts R. 2012. Climate Change Risk Assessment for the Energy Sector, Defra Project (Code GA0204).

170. Meier, H.E.M, H. Andersson, H. , Dieterich, C., Eilola, E., Gustafsson, B., Höglund, A., Hordoir, R. and S. Schimanke, 2011. Transient scenario simulations for the Baltic Sea Region during the 21st century. SMHI, Rapport Oceanografi Nr 108.
171. Meilutytė-Barauskienė D., Kovalenkoviėnė M. Irbinskas V. 2008. Lietuvos upių vandens ištekliai klimato kaitos fone, Geografija 44 (2). ISSN 1392-1096.
172. Ministry of Agriculture and Forestry, 2011. Action Plan for the Adaptation to Climate Change of the Ministry of Agriculture and Forestry 2011–2015 – Security of supply, sustainable competitiveness and risk management, Memorandum, MMM.
173. Ministry of the Environment and Energy. 2007. Sweden facing climate change - threats and opportunities. <http://www.government.se/legal-documents/2007/12/sou-200760>.
174. Miškinis, V. et al., 2014. Energijos vartojimo Lietuvoje ir ES šalyse tendencijos. Energetika, 60(2): 96–112.
175. Miškinis V. 2000. Lietuvos energijos poreikiai – praeitis, dabartis, prognozės, Mokslas ir gyvenimas 4, 6–8.
176. Mickevič A., Rimkus E. 2013. Vidutinės oro temperatūros dinamika Lietuvoje. Geografija. 49(2): 114–122.
177. Möllmann, C. et al. 2009. Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shift in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology* 15: 1377–1393.
178. Mölmann C., Kornilovs G., Fetter, M., Köter F. W. 2005. Climate, Zooplankton, and Pelagic Fish Growth in the Central Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1270–1280.
179. Mölmann C., Köter F. W., Kornilovs G., Sidrevics L. 2003. Interannual Variability in Population Dynamics of Calanoid Copepods in the Central Baltic Sea. *ICES Marine Science Symposia*, 219: 220–230.
180. Moss R. H., Edmonds J. A., Hibbard K. A., Manning M. R., Rose S. K., van Vuuren D. P., Carter T. R., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl G. A., Mitchell J. F. B., Nakicenovic N., Riahi K., Smith S. J., Stouffer R. J., Thomson A. M., Weyant J. P., Wilbanks T. J. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*. 463: 747-756.
181. Nacionalinė aplinkos apsaugos strategija 2015. Vilnius. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=1026546&p_query=Aplinkos%20apsaugos%20strategija&p_tr2=2
182. Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategija. 2012. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Seimo 2012 m. lapkričio 6 d. nutarimu Nr. XI-2375.
183. Naeem, S., Thompson, L.J., Lawler, S.P., Lawton, J.H., Woodfin, R.M. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, vol. 368: 734–737.
184. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. 2011. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2011 m. kovo 30 d. nutarimu Nr. 1160.
185. Nacionalinis klimato kaitos valdymo politikos strategijos 2013–2020 metų tikslų ir uždavinių įgyvendinimo tarpinstitucinis veiklos planas. 2013. Patvirtintas Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2013 m. balandžio 23 d. nutarimu Nr. 366.
186. Nacionalinė miškų ūkio sektoriaus plėtros 2012–2020 m. programa. 2012. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2012 m. gegužės 23 d. nutarimu Nr. 569.
187. National adaptation policy processes in European countries. 2014. European Environment Agency. Luxembourg.
188. Nemuno, Lielupės, Ventos ir Dauguvos upių baseinų rajonų potvynių rizikos valdymo plano projektas, 2015. VŠĮ Aplinkos apsaugos politikos centras.

189. Nemuno upės baseino prisitaikymo prie klimato kaitos strateginės kryptys 2014. <https://www2.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange/Welcome%3bjsessionid=EB796666040F144CFC70E89B6ABB3042>
190. Neuhold, C. 2013. Identifying flood-prone landfills at different spatial scales. *Natural Hazards* 68: 1425–1440.
191. Occhipinti-Ambrogi A. 2007. Global change and marine communities: Alien species and climate change. *Marine Pollution Bulletin* 55: 342–352.
192. Österblom et al. 2010. Making the ecosystem approach operational — Can regime shifts in ecological-and governance systems facilitate the transition? *Marine Policy* 34: 1290–1299.
193. Österblom, H. et al. 2007. Human-induced trophic cascades and ecological regime shifts in the Baltic Sea. *Ecosystems*.
194. Pajūrio juostos žemyninės dalies tvarkymo specialusis planas. 2011. Patvirtintas 2011 m. liepos 28 d. LR aplinkos ministro įsakymu Nr. D1–601.
195. Pajūrio juostos žemyninės dalies tvarkymo specialiojo plano sprendinių įgyvendinimo programa. 2013. Patvirtinta 2013 m. rugsėjo 2 d. aplinkos ministro įsakymu Nr. D1–643.
196. Pakalnis, M. 2000. Miestų užstatymo tankinimo metodikos parinkimas ir Vilniaus naujamiesčio tankinimo programa. *Urbanistika ir architektūra*. Vilnius : Technika.. ISSN 1392-1630. 2000, T. XXIV, nr. 4:149–162.
197. Pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas (Valstybės žinios, 2001, Nr. 85).
198. Paulauskas A., Arbačiauskas K., Manusadžianas L., Motiejūnaitė J., Stančikaitė M., Verikas A., Žvingaila D. 2014. Nacionalinės mokslo programos „Lietuvos ekosistemos: klimato kaita ir žmogaus poveikis“. Lietuvos mokslų taryba. Vilnius. 41.
199. Pearce, T.D., Ford J.D., Prno J., Duerden F., Pittman J., Beaumier M., Berrang-Ford L., Smit B.. 2011. Climate change and mining in Canada. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(3), 347–368.
200. Polish National Strategy for Adaptation to Climate Change (NAS 2020), 2013. Ministry of the Environment Republic of Poland, Warsaw.
201. Portmann, F.T., Döll P., Eisner S., Flörke M. 2013. Impact of climate change on renewable groundwater resources: assessing the benefits of avoided greenhouse gas emissions using selected CMIP5 climate projections. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024023, doi:10.1088/1748-9326/8/2/024023.
202. Prisitaikymas prie klimato kaitos Europoje – galimi ES veiksmai. 2007. Europos bendrijų komisija, Briuselis.
203. Prisitaikymas prie klimato kaitos žemės ūkyje: projekto „BalticClimate“ pamokos. 2012. „BalticClimate“ projekto leidinys, LR žemės ūkio ministerija, VŠĮ Aplinkos vertinimo projektai.
204. Radišauskas R., Rimkus E., Vaičiulis V., Liukaitytė J., Kažys J., Nemaniūtė-Gužienė J., Anisimovaitė L., Švarplienė A. 2014. Studijos, nustatančios klimato kaitos keliamos grėsmės žmonių sveikatai, parengimo ir rekomendacijų sukūrimo bei pateikimo paslaugos galutinė ataskaita. Vilnius.
205. Radzevičius G., Zemeckis R., 2011: Rekomendacijos ūkininkams dėl prisitaikymo priemonių prie numatomo klimato ekstremalumo didėjimo, VŠĮ Europos regioninės politikos institutas.
206. RailBaltica.lt. Rail Baltica. <http://www.rail-baltica.lt/>. (paskutinį kartą žiūrėta 2015 04 29).
207. Repečka R. 2007. Kauno marios ir Kaišiadorių HAE aukštutinis baseinas. Kuršių marios. Pažymos darbo grupė. Vilnius.

208. Report on the assessment of drought impact on forests (2015). Integrated Drought Management Programme in Central and Eastern Europe. GWPCEE. Slovak Hydrometeorological Institute, Bratislav.
209. Riahi K., Grubler A., Nakicenovic N. 2007. Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. *Technological Forecasting and Social Change*. 74(7): 887–935.
210. Riahi K., Rao S., Krey V., Cho C., Chirkov V., Fischer G., Kindermann G., Nakicenovic N., Rafaj P. 2011. RCP 8.5 – A scenarios of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change*. 109: 33-57. DOI: 10.1007/s10584-011-0149-y.
211. Rimkus E., Bukantis A., Stankūnavičius G. 2006. Klimato kaita: faktai ir prognozės. *Geologijos akiračiai* 1: 10–20.
212. Rimkus E., Kažys J., Bukantis A., Krotovas A. 2011. Temporal variation of extreme precipitation events in Lithuania. *Oceanologia* 53(1-TI): 259–277.
213. Rodhe, J., Winsor P. 2002. On the influence of the freshwater supply on the Baltic Sea mean salinity, *Tellus*, 54A, 175-186.
214. Romikaitytė R., Kisieliauskas J. 2012. Lietuvos turizmo sektoriui įtaką darantys veiksniai. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*. Nr. 2 (31).
215. Rönkkönen, S., Ojaveer, E., Raid, T. and Viitasalo, M. 2003. Long-term changes in Baltic herring (*Clupea harengus membras*) growth in the Gulf of Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 219–229.
216. Santos, F. D. Stigter, T. Y. Faysse N. and T. C. Lourenço, 2013. Impacts and adaptation to climate change in the Mediterranean coastal areas: the CIRCLEMED initiative (ed). *Regional Environmental Change*. DOI 10.1007/s10113-013-0551-2.
217. Seppälä, R., Buck, A., Katila, P. (eds.). 2009. Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report. IUFRO World Series Vol. 22. IUFRO, Vienna.
218. Stoorvogel J. J., 2009. Adapting Dutch agriculture to climate change, the Dutch National Research Programme Knowledge for Climate, KfC 016/09.
219. Stuogė I., Ribikauskas V., Lazauskas S., Radzevičius G. 2012 Klimato kaitos įtaka Lietuvos žemės ūkiui: iššūkiai, situacijos analizė ir prognozės, *Kaimo raidos kryptys žinių visuomenėje* 2(4): 43–55.
220. Sun Y., Solomon S., Dai A., Portmann R. W. 2006. How Often Does It Rain? *Journal of Climate* 19, 916–934.
221. Stakėnas V., Žemaitis P. 2014. Meteorological factors and Norway spruce condition: role of site humidity. *Russian Journal of Ecology*, 45 (6), 517–524.
222. Sieben, K., Ljunggren, L., Bergström, U. and Eriksson, B.K. 2011. A meso-predator release of stickleback promotes recruitment of macroalgae in the Baltic Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 397: 79–84.
223. Stakėnas V., Žemaitis P., Ozolinčius R. 2012. Crown condition of Norway Spruce in different eco-climatic regions of Lithuania: implications for future climate. *Baltic Forestry*, 18(2), 187–192.
224. Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. 2014. http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/strategia_adattamentoCC.pdf

225. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. 2013. Ministerstwo Środowiska. Warszawa. 60. <http://klimada.mos.gov.pl/wp-content/uploads/2013/10/SPA2020.pdf>
226. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų nacionalinių emisijų rodiklių energetikos sektoriuje įvertinimas. 2012. Ataskaita, Konstantinavičiūtė I. (vad.), Lietuvos energetikos institutas.
227. Švagždys A. 2010. Gamtinių ir antropogeninių veiksnių įtaką žuvų sugavimų kaitai kuršių mariose. Daktaro disertacija. Klaipėda.
228. Taylor K. E., Stouffer R. J., Meehl G. A. 2011. An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 93(4): 485-498.
229. The Austrian Strategy for Adaptation to Climate Change. 2013. http://www.lebensministerium.at/dms/lmat/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpassungsstrategie/strategie-kontext/AustrianAdaptationStrategy_Context_FINAL_25092013_v02_online.pdf
230. Thompson A. M., Calvin K. V., Smith S. J., Kyle G. P., Volke A., Patel P., Delgado-Arias S., Bond-Lamberty B., Wise M. A., Clarke L. E., Edmonds J. A. 2011. RCP4.5: A Pathway for Stabilization of radiative Forcing by 2100. *Climatic Change*. 109: 77-94.
231. Tomczak M. A., Niiranen S., Hjerne O. and Blenckner T. 2012. Ecosystem flow dynamics in the Baltic Proper – using a multitrophic dataset as a basis for food–web modeling. *Ecological Modelling* 230: 123–147.
232. Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020. 2014. European Environment Agency.
233. UK Climate Change Risk Assessment: Government Report, 2012. ISBN: 9780108511257. London: The Stationery Office.
234. UNWTO, 2008. Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges. <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/climate2008.pdf>
235. Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. EEA Report No 2/2012. <http://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
236. URS Corporation Limited. 2010. Adapting energy, transport and water infrastructure to the long-term impacts of climate change. Summary report. Ref. No. RMP/5456. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/183473/infrastructure-summary-report.pdf
237. Vaitiekūnienė J., Virbickas T., Daunys D., Taminskas J., Gregorauskas M., Klimas A., Domaševičius A., Paukštys B., Štuopis A., Drevalienė G., Valiuškevičius G., Bukantis A., Stonevičius E., Rimkus E., Kažys J., Štaras A., Povilaitis A., Punys P., Semėnienė D., Oskolokaitė I., Langas V., Strazdaitė I. 2011. Lietuvos vandens telkinių būklė ir ūkinės veiklos poveikis. Vilnius.
238. Valstybinė atliekų prevencijos programa (Valstybės žinios, 2013-10-30, Nr. 113-5663).
239. Valstybinė pavojingų atliekų tvarkymo programa (Valstybės žinios, 1999, Nr. 52).
240. Valstybinio audito ataskaita. 2010. Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje, <https://www.vkontrole.lt/failas.aspx?id=2021>.
241. Valstybinis strateginis atliekų tvarkymo planas (Valstybės žinios, 2002, Nr. 40).
242. Valstybinis turizmo departamentas. www.tourism.lt/, paskutinį kartą žiūrėta 2015-04-25.
243. Van Vuuren D. P., Edmonds J., Kainuma M., Riahi K., Thomson A., Hibbard K., Hurtt G. C., Kram T., Krey V., Lamarque J. F., Masui T., Meinshausen M., Nakicenovic N., Smith S. J.,

- Rose A. K. 2011 b. A representative concentration pathway: an overview. *Climatic Change*. 109: 5-31.
244. Van Vuuren D. P., Stehfest E., den Elzen M. G. J., Kram T., van Vliet J., Deetman S., Isaac M., Goldewijk K. K., Hof A., Beltran A. M., Oostenrijk R., van Ruijven B. 2011 a. RCP2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2 °C. *Climatic Change*. 109: 95-116.
245. West, C.; Gawith, M. 2005. Measuring progress. Preparing for climate change through the UK Climate Impacts Programme. UKCIP Technical Report.
246. Virbickas J. 2000. Lietuvos žuvis. Vilnius: Ekologijos institutas.
247. Virbickas T., Kesminas V. 2006. Lietuvos ežerų ir upių išteklių rekreacinės žuvininkystės aspektu. Žuvininkystė Lietuvoje VI. – Vilnius: Lietuvos hidrobiologų draugija. Žemės ūkio ministerijos Žuvininkystės departamentas. Ekologijos institutas.
248. Vitas A. 2002. Klimato veiksnių įtaka paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten) radialiajam prieaugiui. Daktaro disertacijos (biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra) rankraštis. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas ir Lietuvos miškų institutas.
249. VOLANTE (Vision of Land Use Transitions in Europe) project. 2015. www.volante-project.eu
250. Waste Management Options and Climate Change, 2001: Final report to the European Commission, DG Environment.
251. Waste management Austria. 2015. <http://www.climateadaptation.eu/austria/waste-management/>
252. Waste management in United Kingdom. 2015. <http://www.climateadaptation.eu/united-kingdom/waste-management/>
253. Wilby R. L., Hedger M., Orr H. 2005. Climate change impacts and adaptation: A science agenda for the Environment Agency of England and Wales. *Weather*, 60 (7): 206–211.
254. Wilson E., 2009. Planning and climate change adaptation. Oxford Brookes University.
255. Zinkevičiūtė V. 2008. Turizmo įmonių strateginiai sprendimai darnios plėtros kontekste. Verslo ir teisės aktualijos. Nr. 1.
256. Žalakevičius M. 2014. Ornitologijos raida: nuo pirmųjų sieninių olų piešinių iki klimato kaitos ornitologijos. Vilnius
257. Žaltauskaitė J. 2012. Pasauliniai aplinkos ir ekosistemų pokyčiai. Kaunas.
258. Žemaitis P. 2014. Paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) H. Karst.) būklė ir pažeidžiamumas klimato kaitos sąlygomis. Daktaro disertacija. Kaunas.
259. Žemės ūkio ir kaimo plėtros generalinis direktoratas, 2008: ES žemės ūkis priima klimato kaitos iššūkį, Europos bendrija, Briuselis.
260. Žiogas A. 2000. Miško apsaugos vadovas. Kaunas.
261. Žiogas, A., Zakaruskaitė, D. 2010. Dirvožemio biologija. Mokomoji knyga. Lietuvos žemės ūkio universitetas. Biologijos ir augalų apsaugos katedra, Dirvotyros ir agrochemijos katedra Akademija.

Priedas

Sektorių jautrumo klimato kaitai, prisitaikymo prie klimato priemonių ir jų vertinimo kriterijų sąvadas

Orų ir klimato veiksnys	Poveikis	Prisitaikymo priemonės	Kokybiniai ir kiekybiniai vertinimo kriterijai
Energetika			
<ul style="list-style-type: none"> • Oro temperatūros kilimas šaltuoju ir šiltuoju metų laikotarpiais. • Aukšta vandens telkinių temperatūra vasarą. • Ekstremalūs šalčiai ir karščiai. • Kritulių kiekio persiskirstymas ir netolygumas per metus. • Sausros, upių nuotėkio mažėjimas ir ekstremalūs vandens lygio svyravimai. • Vėjo gūsingumas ir audros. • Stiprios liūtytys, kruša. • Žaibai. • Lijundra ir kiti apledėjimo reiškiniai. • Sniego dangos nepastovumas. • Jūros lygio kilimas. • Klimato ekstremalumo didėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mažėjantis šiluminės energijos poreikis žiemą (šildymo sezonu), didėjantis elektros energijos vartojimas ir elektros tinklų apkrova vasarą. • Neigiamas poveikis infrastruktūrai dėl dažnesnių užšalimo-atitirpimo ciklų. • Hidroenergijos gamybos didėjimas šaltuoju metų laikotarpiu, o mažėjimas – šiltuoju. • Vandens trūkumas šiluminių elektrinių aušinimui ir aušinimo efektyvumo mažėjimas. • Didesnis avarių elektros perdavimo linijose skaičius. • Požeminės infrastruktūros pažeidimai ir šilumos nuostoliai šiluminėse trasose ekstremalių šalčių metu. • Vėjo jėgainių darbo sutrikimai ir įrangos pažeidimai. • Energetikoje naudojamos biomasės kiekio sumažėjimas. • Energijos išteklių gabenimo jūrų transportu sutrikimai. • Energetikos įmonių verslo rizikos didėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimato prognozių įvertinimas rengiant naujų energijos gamybos, perdavimo infrastruktūros objektų projektavimo ar esamų renovavimo projektus. • Požeminės infrastruktūros terminė izoliacija. • Antžeminių elektros linijų keitimas požeminiiais kabeliais. • Vasarą – elektros energijos gamybos ir (ar) importo apimčių, elektros linijų pralaidumo didinimas, taupaus energijos vartojimo skatinimas. • Energijos rezervų užtikrinimas. • Energijos gamybos ir importo srautų suregulavimas atsižvelgiant į hidroenergijos gamybos netolygumus. • Alternatyvių energijos tiekimo galimybių užtikrinimas. • Skubios prieigos prie antžeminių elektros linijų užtikrinimas. • Draudimas ir nuostolių kompensavimas energetikos įmonėms (ypač AEI jėgainėms). 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektros energijos gamybos / importo šiltuoju metų laiku santykinės dalies, lyginant su bendru per metus pagaminamos / importuojamos elektros energijos kiekiu, augimo tendencijos. • Elektros ir šiluminės energijos tiekimas ekstremalių karščių bei ekstremalių šalčių metu stabilumas. • Vandens išteklių trūkumo šiluminių elektrinių aušinimo reikmėms rizikos sumažėjimas. • Klimato kaitos prognozių įvertinimo praktika naujų energetikos sektoriaus objektų projektavimo ar esamų objektų rekonstrukcijos procese. • Požeminių elektros linijų dalis savivaldybėse (% nuo bendro elektros linijų ilgio). • Antžeminių elektros linijų atvirų (bemiškių) koridorių ilgis savivaldybėse (% nuo bendro antžeminių elektros linijų ilgio). • Terminiškai izoliuotų šilumos tiekimo vamzdynų dalis savivaldybėse (% nuo bendro vamzdynų ilgio). • Avarių ir tiekimo sutrikimų elektros linijose dėl orų anomalijų atvejų skaičiaus sumažėjimas. • Avarių ir tiekimo sutrikimų elektros linijose likvidavimo trukmės sumažėjimas. • Elektros tiekimo sutrikimų dėl orų anomalijų

			<p>sukeltų avarių AEI jėgainėse atvejų skaičiaus sumažėjimas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nepalankioms orų sąlygoms atsparių energetinių augalų rūšių ir (ar) veislių pasėlių dalis (% nuo bendro energetinių augalų pasėlių ploto). • Nuostolių kompensavimas ar draudimo išmokos energijos iš AEI gamintojams (Eur/metus).
Transportas			
<p>Automobilių keliai ir geležinkeliai</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karščio bangos. • Ekstremalūs šalčiai. • Dažnesni temperatūros svyravimai apie 0 °C. • Gausūs krituliai. • Poplūdžiai ir potvyniai. • Audros. • Smarkus vėjas. • Apledėjimai. • Pūgos. • Perkūnija. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asfalto (betono) dangų ir geležinkelių bėgių deformacijos dėl karščio ir šalčio. • Žala kelių infrastruktūrai. • Eismo sutrikimai. • Eismo saugumo sumažėjimas. • Avaringumo padidėjimas. • Išlaidų kelių priežiūrai padidėjimas. • Elektros tiekimo sutrikimai. • Ekonominiai nuostoliai dėl sutrikusio keleivių ir krovinių judumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informacinių sistemų (IS) ir mokslinių tyrimų plėtra. • Transporto infrastruktūros elementų ir kelių dangos atsparumo ekstremalių orų poveikiui didinimas. • Operatyvaus meteorologinio aptarnavimo gerinimas. • Darbuotojų kvalifikacijos kėlimas. • Transporto priemonių greičio, darbo režimo reguliavimas. • Transporto infrastruktūros plėtra. • Alternatyvių maršrutų planavimas. • Apsauginių želdinių ir įrenginių taikymas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informacinių sistemų (IS) ir „išmaniųjų kelių“ plėtros tempai. • Informacinių sistemų (IS) ar kitų programų, pavyzdžiui, „Park&Ride“ ar vieno bilieto sistemos, naudotojų kiekis (vnt.). • Kvalifikaciją pakėlusius transporto infrastruktūros naudotojų ir prižiūrinių darbuotojų kiekis (vnt.). • Naujų ir ekologiškų viešojo transporto maršrutų ilgis ir jų teritorinė aprėptis (kiek gyventojų teoriškai gali naudotis šiais maršrutais, km ir vnt.). • Optimizuotų viešojo transporto maršrutų naudotojų kiekio kaita (vnt.).
<p>Aviacija</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smarkus vėjas. • Matomumo sumažėjimas. • Audrų, konvekcijos procesų intensyvėjimas. • Gausūs krituliai. • Karščio bangos. • Ekstremalūs šalčiai. • Dažnesni temperatūros svyravimai apie 0 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eismo sutrikimai. • Eismo saugumo sumažėjimas. • Nuostoliai dėl orlaivių nukreipimo į kitą oro uostą. • Pakilimo / tūpimo takų asfalto (betono) dangos deformacijos. • Išlaidų pakilimo / tūpimo takų priežiūrai padidėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • IS ir mokslinių tyrimų plėtra. • Oro uostų infrastruktūros elementų ir orlaivių atsparumo ekstremalių orų poveikiui didinimas. • Darbuotojų kvalifikacijos kėlimas. • Tarptautinio bendradarbiavimo aviacinės meteorologijos srityje stiprinimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Naujų transporto sistemos infrastruktūros elementų kiekis ar ilgis (vnt. ar km), diegimui sunaudotos lėšos (Eur). • Potvynių ir poplūdžių keliamos žalos prevencijos priemonių efektyvumas (investicijos, žalos sumažėjimas, Eur). • Avarių, įvykusių dėl ekstremalių orų sąlygų, kiekis (vnt.). • Transporto priemonių vairuotojų apmokymams, kaip elgtis esant ekstremalioms orų sąlygoms, sunaudotos lėšos, apmokytųjų skaičius (Eur, vnt.).
<p>Vandens transportas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eismo sutrikimai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apsauginių molų, krantinių jūriniuose 	

<ul style="list-style-type: none"> • Vandens lygio svyravimai. • Sausros ir upių nuosėkis. • Poplūdžiai ir potvyniai. • Ledo reiškiniai. • Audros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eismo saugumo sumažėjimas. • Transporto priemonių darbo efektyvumo sumažėjimas dėl padarytos žalos. • Uostų darbo efektyvumo sumažėjimas dėl padarytos žalos. • Ekstremalių orų sąlygų metu padarytos žalos transporto infrastruktūrai didėjimas. 	<p>uostuose rekonstrukcija.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vandens kelių, uostų kanalų gilinimas. • Darbuotojų kvalifikacijos kėlimas. • Transporto srautų reguliavimas. • Upinių ir jūrinių uostų infrastruktūros plėtra. • Transporto priemonių grimzlės gylio ir apkrovos ribojimas. • Tarptautinio bendradarbiavimo jūrinės meteorologijos srityje stiprinimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporto sistemos įvairių sektorių trikdžių, įvykusių dėl orų sąlygų, kiekis (vnt.). • Infrastruktūros priežiūrai ir remontui sunaudotos lėšos. • Transporto sistemos veiklos sutrikimų dėl ekstremalių orų sąlygų ekonominis poveikis šaliai (nauda ar žala, Eur).
Pramonė			
<ul style="list-style-type: none"> • Aukštesnė vidutinė oro temperatūra ir karščio bangos. • Temperatūros kilimas šaltuoju metų laiku. • Ekstremalūs šalčiai ir staigūs atšalimai. • Laikotarpio su teigiama temperatūra ilgėjimas. • Ilgalaiškės oro temperatūros anomalijos. • Sniego dangos storio ir dienų su sniego danga skaičiaus mažėjimas. • Kritulių kiekio persiskirstymas ir netolygumas per metus. • Sausros, upių nuotėkio mažėjimas. • Žemas vandens telkinių vandens lygis. • Kritulių intensyvumo didėjimas. • Oro drėgno pokyčiai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Žaliavų gavybos, kainų pokyčiai, transportavimo sutrikimai. • Žala pramonės infrastruktūrai ir logistikai. • Užliejimų grėsmė. • Gamybos proceso sutrikimai ir žala saugomai ar transportuojamai produkcijai. • Požeminio ir paviršinio vandens sunaudojimo ribojimas. • Aukštesnė šaltojo laikotarpio temperatūra bus palanki statybų, kelių tiesimo, kasybos sektoriams. • Prekių bei paslaugų paklausos ir vartojimo pokyčiai šalies viduje. • Pramonės produkcijos eksporto ir importo struktūros pokyčiai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teisinės reguliavimo aplinkos gerinimas, informavimo ir konsultacijų infrastruktūros plėtra. • Jautrumo, rizikos bei galimų prisitaikymo priemonių tyrimai. • Prisiitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūros sukūrimas. • Klimato kaitos klausimų įtraukimas į pramonės sektoriaus atstovų veiklos planus. • Klimato kaitos rizikos draudimo paslaugos. • Pramonės simbiozės diegimas. • Žaliavų naudojimo efektyvumo didinimas ir importo mažinimas. • Ilgalaikiai kontraktai su tiekėjais. • Globalios klimato kaitos poveikio žaliavų kainai ir prieinamumui prognozės. • Žaliavų atsargų kiekio didinimas. • Esamos pramonės infrastruktūros pritaikymas kintančio klimato sąlygoms. • Statybos standartų priderinimas prie kintančio klimato sąlygų. • Investicinės apsaugos nuo užliejimo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sukurta pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos teisinė reguliavimo aplinka (Taip / Ne). • Sukurta pramonės sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos informavimo ir konsultacijų infrastruktūra (Taip / Ne). • Pramonės sektorių sprendimus priimančių specialistų informuotumas apie galimas klimato kaitos grėsmes (nustatoma apklausų būdu). • Sukurti prisitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūra (Taip / Ne). • Pramonės atstovai, pasinaudoję prisitaikymo priemonių finansavimo infrastruktūra rengiant arba įgyvendinant prisitaikymo prie klimato kaitos priemones (atstovų skaičius) • Klimato kaitos rizikos problematika įtraukta į pramonės sektoriaus atstovų veiklos planus (atstovų skaičius, atstovų dalis, %). • Sukurta klimato rizikos draudimo paslaugų sistema (Taip / Ne). • Pramonės atstovai pasinaudoję klimato rizikos draudimo paslaugų sistema (dalis visų atstovų skaičiaus, %; draudimo suma, mln. Eur). • Energijos naudojimo efektyvumas (energijos suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti,

<ul style="list-style-type: none"> • Dažnesnis audrų ir kitų pavojingų meteorologinių reiškinių pasikartojimas. • Potvyniai ir poplūdžiai upėse. • Jūros vandens lygio kilimas. • Klimato kaita kituose Žemės regionuose. 		<p>priemonės.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energijos naudojimo efektyvumo didinimas. • Vandens naudojimo efektyvumo didinimas. • Produkcijos vartotojų paklausos analizė. 	<p>gamybos plėtra nedidinant energijos sąnaudų).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žaliavų naudojimo efektyvumas (žaliavų suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti). • Išlaidos žaliavų transportavimui (mln. Eur). • Vandens naudojimo efektyvumas (vandens suvartojimas produkcijos vienetui pagaminti). • Pramonės įmonių simbiozė (veikiančių pramonės klasterių skaičius). • Pramonės klasterių efektyvumas (pirminių žaliavų kiekis / galutinių atliekų kiekis). • Pramonės atstovai turi ilgalaikius kontaktus, užtikrinančius žaliavų tiekimo saugumą su tiekėjais (dalis visų pramonės įmonių, %). • Atliktos globalios klimato kaitos poveikio žaliavų kainai ir prieinamumui prognozės (Taip / Ne). • Žaliavų tiekimo sutrikimų ar kainų pokyčių nuostoliai susiję su klimato veiksniais (mln. Eur). • Atliktas esamos pramonės infrastruktūros pritaikymo prie klimato kaitos vertinimas (vertinimą atlikusios įmonės / visos įmonės, %). • Pramonės įmonėse įgyvendintos infrastruktūros pritaikymo prie kintančio klimato priemonės (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga, %). • Statybos standartai priderinti kintančio klimato sąlygoms (Taip / Ne). • Atliktas pramonės infrastruktūros apsaugojimo nuo užliejimo vertinimas (vertinimą atlikusios įmonės / visos įmonės). <p>Pramonės įmonėse sukurta infrastruktūra apsaugai nuo užliejimo (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga).</p>
---	--	--	--

Žemės ūkis

<ul style="list-style-type: none"> • Karščio bangos. • Sausra. • Nepastovi sniego danga. • Ekstremalūs šalčiai. • Besniegė šalta žiema. • Vėlyvos pavasario ir ankstyvos rudens šalnos. • Intensyvios liūtys, kruša, Žemių užtvindymas. • Stiprus vėjas, perkūnija. • Augalų vegetacijos laikotarpio šiltėjimas ilgėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Derliaus nuostoliai ir ūkininkų pajamų praradimas dėl ekstremalių meteorologinių sąlygų. • Gyvulių ir paukščių laikymo sąlygų blogėjimas (patalpų perkaitimas, saulės ir šiluminių smūgių pavojus). • Padidėjęs gaisringumas. • Kenkėjų ir ligų rūšiniai pokyčiai, jų išplitimas. • Dirvožemio degradacija (rūgštėjimas, vandens erozija). • Aukštesnė vegetacijos laikotarpio temperatūra ir ilgesnė trukmė bus palanki vėlyvųjų ir šiltamėgių augalų veislių auginimui. • Produkcijos eksporto ir importo struktūros pokyčiai dėl kitose šalyse kintančių agroklimatinių sąlygų. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prisitaikymo gebėjimų stiprinimas, ūkininkų ir savivaldybių specialistų švietimas ir konsultavimas, išsamios agroklimatinės informacijos teikimas. • Subalansuota teritorinė plėtra, išsaugant natūralias gamtines ekosistemas, racionali žemėnauda. • Žemės ūkio potencialo atkūrimas ir prevencinių priemonių (ūkių konsolidacija, veiklų diversifikacija, ekologinis ūkininkavimas, derlingų melioruotų žemių panaudojimas, racionali žemėnauda, priešerozinės priemonės ir t. t.) diegimas. • Augalų ir gyvūnų kenkėjų bei ligų prevencijos, stebėsenos ir kontrolės sistemos plėtra. • Pespėjimo apie gaisrus ir stichinius hidrometeorologinius reiškinius sistemos plėtra. • Agrarinės aplinkosaugos priemonės: augalijos juostų ir apsauginių zonų įrengimas aplink intensyviai dirbamus ariamos žemės plotus, ražienų per žiemą laikymas. • Mokslinių tyrimų skirtų agrocenozių klimatinio potencialo stiprinimui bei agrometeorologiniam modeliavimui ir prognozavimui plėtra. • Agrometeorologinio monitoringo plėtra ir agrometeorologinio prognozavimo paslaugų diegimas. • Žemės ūkio naudmenų sausinimo ir drėkinimo inovatyvių sistemų kūrimo ir priežiūros skatinimas. 	<p>Nacionalinio lygmens prisitaikymo priemonių vertinimo kriterijai:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augalų ir gyvūnų kenkėjų ir ligų prevencijos, stebėsenos ir kontrolės sistemos funkcionalumas ir efektyvumas, nustatyti ligų ir kenkėjų rūšiniai pokyčiai (vnt.). • Atkurti žemės ūkio paskirties ir miško plotai (ha). • Žemės plotas, kuriame įgyvendinti subalansuoti teritorinės plėtros projektai (ha). • Plotas, kuriame sėkmingai pritaikytos agrarinės aplinkosaugos priemonės (ha). • Nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimo ūkininkams sistemos efektyvumas. • Renovuotų ir naujai įrengtų susinimo bei drėkinimo sistemų plotai (ha). • Žemės ūkio pažeidžiamumo dėl klimato kaitos mokslinis iširtumas. • Draudimo paslaugų plėtra (apsidraudusių ūkininkų dalis nuo visų ūkininkaujančiųjų, %). • Investicijų į prisitaikymo prie klimato kaitos priemones apimtis (Eur). • Agroklimatinių išteklių kaitos iširtumas. <p>Savivaldybių lygmens prisitaikymo priemonių vertinimo kriterijai:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rajonų savivaldybių specialistų kompetencijos prisitaikymo prie klimato kaitos klausimais didėjimas. • Rajonų savivaldybių skaičius (vnt.), kuriose vykdomas ekologinis gyventojų ir ūkininkų švietimas, vyksta prisitaikymo prie klimato kaitos informacijos sklaida, įgyvendinamos prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės. • Darbuotojų skaičius tiesiogiai užsiimančių ekologiniu švietimu savivaldybėje (žm. sk.).
---	--	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Draudimo išmokos, savitarpio pagalbos fondai, pajamų stabilizavimo priemonės. • Investavimas į gyvulių ir paukščių laikymo sąlygų gerinimą, atliekų utilizavimą. • Vandens naudojimo technologijų efektyvumo gerinimas ir tvarus vandens išteklių valdymas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Žemės ūkio valdų konsolidacijos proceso intensyvumas (sk. per metus ar % nuo visų valdų). • Biokuro katilines turinčių ir naudojančių vietinį biokurą gyvenviečių skaičius savivaldybėse (vnt.). • Ekologiškos produkcijos kiekio realizavimo vietinėje rinkoje (t per metus) ir ekologinių ūkių skaičiaus augimas (% per metus). • Nepalankių gamtinių stichinių reiškinių perspėjimus gaunančių gyventojų (ūkininkų) skaičius (vnt.). • Naujai apsidraudusių dėl gamtinių stichinių reiškinių padaromos žalos žemės ūkyje ūkininkų skaičius savivaldybėse (vnt.), draudimo paslaugų plėtra (apdraustų pasėlių plotas, galvijų skaičius, draudimo išmokos ir pan.). • Žemės ūkio kultūrų produktyvumo augimas (t per metus) ir derliaus kokybės gerėjimas. • Šilumą mėgstančių ir sausroms atsparesnių augalų veislių diegimas (ha per metus). • Apsodintų mišku, pritaikytų gyvulių ganiavai ar biokuro gamybai plotų augimas (ha per metus). • Naujų ir besiplečiančių sodų ir daržų skaičius savivaldybėse (vnt. per metus). • Ariamų laukų apsodintų želdinių juostomis plotas savivaldybėse (ha per metus ir juostų ilgis km/metus). • Veiklos diversifikavimas, alternatyviai ūkinei veiklai skirtų teritorijų plotas savivaldybėse (ha per metus), įsteigtų veiklų skaičius savivaldybėse (vnt.). • Santykio tarp natūralių gamtinių ekosistemų ir planuojamų žemės ūkio paskirties naudmenų kaita savivaldybės teritorijose (% per metus) • Apsauginių augalijos juostų ir šlapių žemių
--	--	---	--

			apsauginių zonų plėtra savivaldybėse (ilgis arba ha per metus). <ul style="list-style-type: none"> • Dideliu (daugiau kaip 1 kartą per 10 metų) potvynių ir poplūdžių pavojumi pasižyminčiose upių slėnių atkarpose ribojamos veiklos atvejai savivaldybėse (vnt.). • Naujai įrengtų ar atnaujintų hidrotechninių įrenginių skaičius savivaldybėse (vnt.).
Kraštovaizdis			
<ul style="list-style-type: none"> • Oro temperatūros kilimas, garingumo didėjimas. • Sausros ir karščio bangos. • Stiprios audros, škvalai, viesulai. • Vasaros temperatūros kilimas. • Stiprių liūčių dažnėjimas, upių poplūdžiai. • Baltijos jūros vandens lygio kilimas. • Jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo pokyčiai. • Nepatovus sezoninis įšalas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grėsmė miškams ir želdiniams (vėjovartos, kenkėjų ir ligų plitimas, gaisringumas), dirvožemiui, ekosistemoms, paviršinio ir gruntinio vandens ištekliams. • Vandens telkinių eutrofikacija, aukštapelkių sausėjimas ir užaugimas mišku. • Dirvožemio erozija, biogenų ir kitų teršalų patekimo į vandens telkinius didėjimas. • Žala Baltijos jūros pakrantei, priekrantės ekosistemoms. • Kraštovaizdžio ekologinio stabilumo mažėjimas. • Invazinių augalų ir gyvūnų rūšių plitimas. • Miestų želdinių būklės blogėjimas. • Diskomfortiškų ir dirginančių mikroklimatinių veiksnių urbanizuotose teritorijose stiprėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraštovaizdžio ekologinio stabilumo palaikymas ir stiprinimas. • Ekologinių funkcijų geoekologiniu požiūriu probleminiuose arealuose ir vietovėse stiprinimas bei atstatymas. • Žaliosios infrastruktūros integravimas į kraštovaizdžio politiką, su žaliaja infrastruktūra susijusių mokslinių tyrimų plėtra. • Baltijos jūros ir Kuršių marių krantų atsparumo klimato kaitos poveikiui stiprinimas ir būklės gerinimas. • Baltijos jūros priekrantės ir sedimentų pernešimo monitoringas. • Lietuvos jūrinio kranto rajonavimo krantotvarkos programų nuolatinis tikslinimas atsižvelgiant į natūrinių kranto būklės tyrimų rezultatus. • Empirinių kraštovaizdžio tyrimų plėtra. • Kraštovaizdžio ateities scenarijų kūrimas. • Regioninių klimato modelių ir scenarijų išvesties duomenų integravimas į kraštovaizdžio pažeidžiamumo ir jautrumo vertinimą, draudimo bendrovių veiklą, kraštovaizdžio projektavimą ir 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraštovaizdžio ekologinio stabilumo ir ekologinės pusiausvyros stiprėjimas. • Natūralių ir pusiau natūralių teritorijų (miškai, kiti želdiniai, pelkės, vandenys, natūralios pievos ir ganyklos, nenaudojama žemė) ir urbanizuotų teritorijų (užstatytos teritorijos, keliai), sodų, ariamos žemės, pažeistų teritorijų plotų kaita. • Žaliosios infrastruktūros kūrimo novatoriškų sprendimų, stiprinančių kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijas bei padedančių didinti ekologinį teritorijų stabilumą, sėkmingas įgyvendinimas. • Geoekologiniu požiūriu probleminių arealų ir ekologiškai nepilnaverčių agrarinių teritorijų plotų pokyčiai. • Kraštovaizdžio arealų, kurių būklė pagerėjo, skaičius. • Pateiktų siūlymų dėl su klimato kaita susijusių kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo ir planavimo nuostatų įtraukimo į nacionalinius teisės aktus (įstatymus, nutarimus), skaičius. • Pakoreguotų savivaldybių lygmens planavimo dokumentų, papildant juos kraštovaizdžio dalimi, skaičius. • Sprendimus priimančių specialistų

		<p>rizikos veiksnių prevenciją.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miestų kraštovaizdžio kryptingas modifikavimas. • Gyventojų informavimas apie specifines miestų mikroklimato grėsmes. • Vietinio lygmens kraštovaizdžio politikos įteisinimas. • Visuomenės dalyvavimas kraštovaizdžio politikos įgyvendinime. • Sanglaudos skatinimo veiksnių programos įgyvendinimas. 	<p>kompetencijų kraštovaizdžio apsaugos, tvarkymo, naudojimo, planavimo srityse didėjimas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pažanga rengiant ir įgyvendinant projektus, skirtus valstybinės reikšmės parkų tvarkymui ir kraštovaizdžio estetinės kokybės gerinimui. • Mikroklimato modifikacijų dėl klimato kaitos fragmentuotuose kraštovaizdžio arealuose, natūraliose, pusiau natūraliose ir urbanizuotose teritorijose mokslinis iširtumas. • Parengta ir įgyvendinta mikroklimato optimizavimo projektų. • Visuomenės informuotumo kraštovaizdžio klausimais didėjimas. • Parengta metodinių dokumentų, rekomendacijų susijusių su gamtinio karkaso formavimu ir veiklos jame vykdymu. • Įgyvendinta projektų, skirtų gamtinio karkaso struktūrai stiprinti. • Žemėtvarkos sprendimų, žemėnaudos pakeitimo, socialinių ekonominių, klimato kaitos ir kraštovaizdžio ekologinių procesų sąsajų mokslinis pagrįstumas. • Draudimo bendrovių paslaugų prieinamumas. • Baltijos jūros ir Kuršių marių krantų būklė ir rekreacinis patrauklumas. • Įdiegtų krantotvarkos priemonių efektyvumas. • Moksliskai pagrįstų rekomendacijų krantotvarkos ir krantonaudos projektuose diegimas. <p>Audrų padarytos žalos krantams ir infrastruktūrai kiekybinė išraiška ruožuose, kuriuose buvo įdiegta/neįdiegta krantotvarkos priemonių.</p>
--	--	---	---

Teritorijų planavimas

<ul style="list-style-type: none"> • Karščio bangos. • Šilumos salų stiprėjimas miestuose. • Ekstremali oro temperatūra įvairiais metų laikais. • Baltijos jūros vandens lygio kilimas. • Krantų erozija. • Sausros ir jų metų didelis gaisringumas. • Gausūs krituliai. • Potvyniai ir poplūdžiai. <p>Audros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pastatų ir infrastruktūros konstrukcijų degradacija. • Poveikis žmonių sveikatai (netinkamas mikroklimatas, oro tarša). • Miesto lietaus nuotekų sistemos perkrovimas (gatvių užtvindymas ir t. t.). • Gruntinio ir paviršinio vandens telkinių tarša. • Gyvenamųjų teritorijų užliejimai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teisinės bazės priderinimas atsižvelgiant į klimato kaitos tendencijas strateginių planavimo uždavinių sprendimui. • Daugiafunkcinis žemės naudojimas. • Klimato veiksmų pažeidžiamų teritorijų vystymo ribojimas. • Statybų technologijų ir reikalavimų reglamentavimas. • Šilumos salų susidarymą mažinančių gyvenviečių modelių kūrimas ir įgyvendinimas. • Kvartalinis planavimas. • Monofunkcinio užstatymo ir susisiekimo problemų sprendimas. • Kompleksiška verslo ir socialinės infrastruktūros plėtra. • Gatvių tinklo rekonstravimas, eisimo organizavimo gerinimas, viešojo ir ekologiško transporto infrastruktūros plėtra. • Pastatų renovacija. • Apleistų teritorijų įsisavinimas. • Gamtinių pavojų monitoringas ir kartografavimas. • Žemės naudojimo strategiškai ir diferencijuotas valdymas. • Žaliosios infrastruktūros plėtojimas urbanizuotose teritorijose. • Urbanizuotų teritorijų plėtos reguliavimas. • Užliejamų teritorijų zonavimas ir statybų jose reglamentavimas. • Nestruktūrinės apsaugos nuo potvynių 	<p>Bendrieji vertinimo kriterijai</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pateiktų siūlymų dėl su klimato kaita susijusių kraštovaizdžio planavimo nuostatų įtraukimo į nacionalinius teisės aktus (įstatymus, nutarimus) skaičius. • Pakoreguotų savivaldybių lygmens planavimo dokumentų, papildant juos kraštovaizdžio dalimi, skaičius. • Natūralių ir pusiau natūralių teritorijų (miškai, kiti želdiniai, pelkės, vandenys, natūralios pievos ir ganyklos, nenaudojama žemė) ir urbanizuotų teritorijų (užstatytos teritorijos, keliai), sodų, ariamos žemės, pažeistų teritorijų santykis. • Geoekologiniu požiūriu probleminių arealų ir ekologiškai nepilnaverčių agrarinių teritorijų plotų pokyčiai. • Parengtų ir įgyvendintų projektų, skirtų valstybinės reikšmės parkų tvarkymui ir kraštovaizdžio estetinės kokybės gerinimui, skaičius. • Įgyvendinta projektų, skirtų gamtinio karkaso struktūrai stiprinti ir teritorijoms tvarkyti, skaičius. • Natūralių arba pusiau natūralių plotų kaita miestuose. • Krantotvarkos priemonių diegimas, krantonaudos teigiamos tendencijos. <p>Prisitaikymo priemonių potvynių užliejamose teritorijose vertinimo kriterijai:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rizikos žmonėms sumažėjimas. • Rizikos ekonomikai ir aplinkai sumažėjimas. • Kompleksinis potvynių rizikos įvertinimas. <p>Urbanistinio kraštovaizdžio planavimo priemonių vertinimo kriterijai:</p>
--	--	---	---

		<p>priemonės (miškingumo didinimas, šlapynių atkūrimas, agrarinių aplinkosaugos priemonių įgyvendinimas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ekonomikos diversifikacija ir draudimo paslaugų plėtra. • Visuomenės įtraukimas į planavimo procesą ir informuotumo didinimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Miestuose formuojamų atvirų erdvių, kurios sumažintų šilumos salų poveikį, plotai. • Miestų ir užmiesčio žaliųjų erdvių plėtra. • Ekologiško transporto ir dviračių takų plėtojimas. • Teritorijų planavimo teisinės bazės, užtikrinančios skirtingų įstatymų nekonkurencinį integralumą bei vieningos darnios plėtros sistemos sukūrimą, vystymas.
Ekosistemos ir biologinė įvairovė			
<ul style="list-style-type: none"> • Vasaros ir žiemos oro temperatūros kilimas. Audros ir uraganiniai vėjai. • Baltijos jūros lygio kilimas. • Jūros ir Kuršių marių vandens šiltėjimas ir druskingumo, cirkuliacijos pokyčiai. • Žiemos atlydžiai, pavasarinės šalčio bangos. • Karščio bangos. • Sausringumo didėjimas. • Upių nuosėkis, vandens lygio svyravimai upėse ir ežeruose. • Liūčių dažnėjimas, poplūdžiai ir potvyniai. • Ultravioletinės (UV) spinduliuotės intensyvėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekosistemų degradacija. • Rūšių pasitraukimas iš Lietuvos teritorijos ar nykimas. • Invazinių rūšių plitimas. • Rūšių pasiskirstymo kaita, migracijos laiko bei krypčių pokyčiai, populiacijų mažėjimas, reprodukcijos rodiklių blogėjimas. • Priekrantės ekosistemų atsparumo mažėjimas. • Didėsnis ekologinės sukcesijos greitis. • Spartesnė eutrofikacija vandens telkiniuose. • Dažnesnis druskingo vandens patekimas į Kuršių marias ir laipsniška jos šiaurinės dalies ekosistemos kaita. • Miškų gaisringumas, vėjavartos. • Biotinės miškų aplinkos pokyčiai, naujų ligų ir kenkėjų plitimas. • Šiuo metu taikomų gamtosauginių priemonių efektyvumo sumažėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustiprinti reglamentuojančių įstatymų bazę, siekiant apsaugoti ekosistemas ir biologinę įvairovę besikeičiant klimatui. • Remti gyvosios gamtos ilgalaikius mokslinius tyrimus ir monitoringą. • Sukurti mokslinę-informacinę duomenų bazę, kurioje būtų kaupiami su klimato kaita susiję tyrimai. • Valdymas rūšies lygiu. • Užkirsti kelią esamų ekosistemų naikinimui ir stabdyti pavojingų invazinių rūšių plitimą. • Įvairių ekosistemų prisitaikymo prie klimato kaitos gebą stiprinti trimis lygiais (rezervato, kraštovaizdžio, nacionaliniu / Europos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Atliktas biologinės įvairovės išteklių ir prisitaikymo prie klimato kaitos įvairiuose Lietuvos regionuose vertinimas (vertinimą atlikę regionai / visi regionai, %). • Parengti griežtai saugomų rūšių radaviečių ir augaviečių reglamentai (Taip / Ne). • Sudarytos klimato kaitos poveikio atskiroms rūšims prognozės (Taip / Ne). • Mokslinis biologinės įvairovės iširtumas. • Lietuvai svarbių ekosistemų būklės gerėjimas ir teigiami klimatui jautrių ekosistemų pokyčiai. • Ekosistemų pažeidžiamumo dėl antropogeninės veiklos ir klimato kaitos gilesnis suvokimas valstybiniu ir savivaldybių lygmeniu. • Sistemingai stebimų, analizuojamų ir prognozuojamų buveinių bei kitų svarbių teritorijų, kuriose yra saugomų rūšių, skaičiaus augimas ir būklės gerėjimas. • Natūralių ir antropogeninių veiksnių poveikio saugomoms rūšims ir natūralioms buveinėms stabilizacija ir silpnėjimas. • Atkurtos nualintos ekosistemos. • Augantis augalų ir gyvūnų rūšių, kurioms atliekamas monitoringas, skaičius. • Invazinių rūšių monitoringo vykdymas ir jų

Žuvininkystė ir akvakultūros

<ul style="list-style-type: none"> • Oro ir vandens telkinių temperatūros kilimas. • Baltijos jūros paviršiaus temperatūros augimas ir druskingumo mažėjimas. • Metinio kritulių kiekio didėjimas. • Sniego dangos nepastovumas, storio ir trukmės mažėjimas. • Upių nuotėkio ir potvynių padidėjimas žiemą, nuosėkio stiprėjimas vasarą ir rudenį. • Ekstremalių hidrometeorologinių reiškinių pasikartojimo didėjimas (sausrų, poplūdžių). • Mažųjų upių nuotėkio mažėjimo rizika. • Baltijos jūros vandens lygio kilimas ir audrų padažnėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ichtiofaunos pokyčiai ir žuvų biologinės įvairovės mažėjimas dėl nerštaviečių nykimo. • Žuvininkystės sąlygų ir hidrobiologinių rodiklių pablogėjimas. • Pasikeis žuvų sugavimai, perdirbimo ir pardavimų mastai. • Žuvų produktyvumo pokyčiai ir rūšinės sudėties pasikeitimus. • Vandens išteklių trūkumas žuvininkystės ūkiuose. • Diadrominių žuvų migracijos sąlygų pablogėjimas. • Ištirpusio deguonies kiekio vandenyje mažėjimas • Vandens kokybės prastėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plėtoti mokslinius tyrimus. • Mažinti vandens telkinių eutrofikaciją. • Neleisti naikinti priegaudos išmetant ją už borto kaip atliekas. • Visuomenės švietimas ir vartotojų informavimas. • Parengti ilgalaikius žuvų išteklių valdymo ir atkūrimo planus bei integruoti žuvininkystės ir akvakultūros problemas į kitų sektorių strategijas. • Užtikrinti diadrominių žuvų migraciją. • Saikingai naudoti žuvų išteklius ir saugoti bei kurti naujas žuvų nerštavietes Baltijos jūroje, Kuršių mariose, upėse, ežeruose bei tvenkiniuose. • Drausti užtvankų atstatymą ir upių vagų tiesinimą. • Vidaus vandenyse atkurti ichtiofauną ir jos buveines, kovoti su invazinėmis rūšimis, diegti vandensaugos priemones. • Tobulinti žuvų gaudymo metodus. • Atnaujinti jūrinį žvejybinį laivyną. • Investuoti į saugesnę uostų infrastruktūrą, užtikrinti tinkamą žvejybos įrangos saugojimą. • Stiprinti ir skatinti partnerystę tarp privataus, viešojo, pilietinių, visuomeninių, nevyriausybinių ir vyriausybinių organizacijų, susieti lokales, regionines ir nacionalines politines programas. • Skatinti persiorientavimą iš verslinės žuvininkystės į rekreacinę žvejybą bei ekologinę akvakultūrą. 	<ul style="list-style-type: none"> • Žuvų biologinės įvairovės bei išteklių kaitos tendencijos Baltijos jūroje, ežeruose ir upėse. • Žuvies sugavimų ir perdirbimo tausojančios plėtos tendencijos. • Vandens išteklių trūkumo žuvininkystės ūkiuose rizikos mastas. • Nerštaviečių būklės ir skaičiaus pokyčiai. • Žuvų produktyvumo ir rūšinės sudėties pokyčių mastas. • Žuvininkystės sąlygų ir hidrobiologinių rodiklių kaitos tendencijos. • Jūrinio žvejybinio laivyno atnaujinimo tendencijos. • Ekologinės akvakultūros produktų dalies didėjimas.
--	--	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Skatinti žuvų perdirbimo įmones investuoti į aplinkosaugos reikalavimų įgyvendinimui reikalingas priemones. • Politiniai ir teisiniai sprendimai, teisės aktų priėmimas, draudimas kvotų prekyba ir perdavimu, sugaunamų žuvų kiekių ribojimas priekrantėje ir Kuršių mariose, galimybė naikinti subsidijas žvejybai. • Užtikrinti finansinius mechanizmus, nuostolių atlyginimą nacionaliniu ir tarptautiniu mastu. 	
Miškininkystė			
<ul style="list-style-type: none"> • Sausros. • Karščio bangos. • Dažni atlydžiai žiemą • Ekstremalūs šalčiai. <p>Gausūs krituliai.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Upių potvyniai ir poplūdžiai). • Audros, škvalai, viesulai. • Apledėjimai. • Gruntinio vandens lygio svyravimai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Miško džiūvimas, lajų defoliacija. • Miško atsparumo ligoms ir miško kenkėjams mažėjimas. • Didelis gaisrų pavojus. • Medžių šaknų sistemos pažeidimai. • Medienos ruošos darbų trukdžiai. • Miško masyvų neigiamose reljefo formose, salpose bei slėniuose užtvindymas ir miško nykimas. • Vėjovartos. • Medžių išlaužos ir išvartos dėl apledėjimų, staigaus ir didelio potvynio, ledonešio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mokslinių tyrimų plėtra. • Medynų retinimas ir sausroms atsparių medžių rūšių sodinimas. • Laipsniškas perėjimas nuo vienaarūšių ir vienaamžių miškų prie mišrių įvairaus amžiaus miškų • Vandens išteklių (UBR) valdymo planų pritaikymas miško poreikiams. • Laipsniškas perėjimas nuo vienaarūšių ir vieno amžiaus miškų prie mišrių įvairaus amžiaus miškų. • Priešgaisrinės miškų apsaugos ir stebėsenos tobulinimas bei plėtra. • Selekcijos metodų taikymas atkuriant mišką. • Medienos ruošos darbų optimizacija. • Specialūs miškotvarkos projektai pritaikyti upių slėniams ir salpoms. • UBR planų pritaikymas dažnai apsemiamiems miško plotams (melioracinių sistemų įrengimas ir priežiūra). • Kelių infrastruktūros miško masyvuose gerinimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Miško buveinių įvairovės didėjimas. • Mokslinis miškų jautrumo klimato kaitai ištirtumas. • Naujų miškų plotas (ha) urėdijoms perduotoje valstybei nuosavybės teise priklausančioje nenaudojamoje žemėje. • Naujų miškų plotas (ha) privačioje žemėje (miško savininkų skaičius), panaudojant Europos žemės ūkio fondo kaimo plėtrai skiriamą finansinę paramą. • Urėdijų ir miško savininkų skaičius bei bendras miško plotas (ha), kur pasodinta sausroms atsparių medžių rūšių. • Miškų plotas (ha), kuriuose buvo atsodintas ar leista atželti savaiminiam mišriam miškui buvusio vienaarūšio spygliuočių miško (iškirto ar išdegusio) vietoje. • Atsparių klimato kaitai medžių rūšių (sėklų ir sodinukų) atranka (rūšių, veislių, bandinių sk.). • Išsaugota reprezentacinių miško medžių rūšių ir populiacijų, kurioms gresia visiškas išnykimas ar spartus nykimas dėl klimato pokyčių (urėdijų skaičius ir miško plotai, ha).

		<ul style="list-style-type: none"> • Miškotvarkos darbai atsisakant plynų kirtimų, formuojant pamiškes ir retinant medynus miško pakraščiuose 	<ul style="list-style-type: none"> • Miško gaisrų prevencijos ir rizikos valdymo pajėgumų didėjimas (urėdijų ir miško savininkų skaičius bei bendras miško plotas (ha), kuriuos apima miško gaisrų stebėjimo sistema ir / arba vykdomi miškotvarkos darbai didinant miško gaisrų prevenciją. • Gaisrų perspėjimo (prognozavimo) sistemos sudarytų pasitvirtinusių / nepasitvirtinusių perspėjimų (prognozių) skaičius. • Pritaikyta vandens išteklių valdymo planų pritaikymas miškininkystės poreikiams (atnaujinta upių baseinų rajonų valdymo planų, vnt.). • Mažų vandens objektų (pelkių, upių ir ežerų) atkūrimas (ha) miškingose baseinų dalyse. • Melioruotų miškų plotas (ha) ir melioracijos kanalų ilgis (km). • Miško plotai (ha), kuriuose vykdomi miškotvarkos darbai siekiant apsaugoti mišką nuo upių potvynių ir poplūdžių.
Turizmas			
<ul style="list-style-type: none"> • Klimato sezoniškumas. • Trumpesnis žiemos sezonas, mažiau dienų su sniego danga. • Ilgesnės ir šiltesnės vasaros. • Ekstremalūs meteorologiniai reiškiniai (karščio bangos, audros, škvai ir kt.). • Oro ir vandens taršos didėjimas. • Upių nuosėkis, poplūdžiai ir potvyniai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuostolinga žiemos kurortų veikla. • Napatrauklus arba pavojingas poilsis gamtoje. • Nukentėję žmonės ir jų inventorių, nuniokoti turistiniai objektai. • Sutrikdyta atostogaujančių sveikata. • Pablogėjusi vietovės oro kokybė. • Su vandens telkiniais susijusių rekreacijos veiklų paklausos didėjimas. • Vandens telkinių būklės 	<ul style="list-style-type: none"> • Visus metus veikiančių turistinių objektų ir paslaugų plėtra. • Uždaroje patalpose veikiančių turistinių objektų plėtra regionuose. • Reguluojamo mikroklimato patalpų įrengimas. • Efektyvios informavimo ir perspėjimo sistemos kūrimas. • Turistų srautų apskaita ir ribojimas. • Oro ir vandens taršos monitoringas bei kontrolė. • Ekologinio, pažintinio ir gydomojo (sveikatinimo) turizmo plėtra. • Turizmo paslaugų vartotojų poreikių analizė. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pajamų iš turizmo sektoriaus augimas dėl šiltesnių ir ilgesnių vasarų, %. • Sukurta turizmo sektoriaus prisitaikymo prie klimato kaitos teisinė reguliavimo aplinka (Taip / Ne). • Atliktas turizmo išteklių poreikių ir prisitaikymo prie klimato kaitos įvairiuose Lietuvos regionuose vertinimas (vertinimą atlikę regionai / visi regionai, %). • Dirbtinio sniego gamybos ekonominiai rodikliai (energijos suvartojimas / pelnas, išlaidos infrastruktūros išlaikymui / pelnas). • Atliktas turistinių objektų apsaugojimo nuo užliejimo, ekstremalių meteorologinių reiškinių ir per didelio turistų srauto daromos žalos

	<p>blogėjimas (neatitikimas galiojančioms higienos normoms).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paplūdimių degradacija. • Naujų ligų, virusų, invazinių augalų ir gyvūnų rūšių plitimas. • Žala kultūros paveldo objektams, turistiniams maršrutams. • Turizmui svarbių gamtos išteklių palaikymo kaštų didėjimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teisinės reguliavimo aplinkos tobulinimas ir informacinės infrastruktūros apie klimato kaitą plėtra. • Jautrumo, rizikos bei galimų prisitaikymo priemonių moksliniai tyrimai. 	<p>vertinimas (įvertinti objektai / visi objektai).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sukurta efektyvi ir operatyvi perspėjimų apie ekstremalius hidrometeorologinius įvykius sistema (perspėtų ekstremalaus įvykio zonoje žmonių dalis, %). • Sukurta efektyvi ir operatyvi perspėjimų apie padidėjusią oro taršą sistema (perspėtų ekstremalaus įvykio zonoje žmonių dalis, %). • Oro taršos monitoringo vietų įrengimas kurortinėse vietovėse (kurortai, kuriuose įrengta / visi kurortai, %) • Turizmo įmonėse įgyvendintos infrastruktūros pritaikymo prie kintančio klimato priemonės (priemonės įgyvendinusios įmonės / įmonės, kuriose priemonės įgyvendinti tikslinga, %). • Kondicionuojamų patalpų įrengimas vasaros sezonu turistus priimančiuose objektuose (įrengti / visi objektai, %). • Vandens taršos monitoringo vietų įrengimas plačiai turistų lankomuose objektuose (vandens telkiniai, kuriuose įrengta / visi plačiai lankomi vandens telkiniai, %). • Atliktas kasmetinis paplūdimių būklės vertinimas (Taip / Ne). • Investicijų visus metus veikiančioms ir turistus pritraukiančioms objektams bei ekoturizmui augimas (Eur).
Požeminio vandens ištekliai			
<ul style="list-style-type: none"> • Oro temperatūros kilimas. • Kritulių kiekio padidėjimas ypač žiemos–pavasario sezono metu. • Intensyvios liūtys. • Požeminio vandens temperatūros režimo pokyčiai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rizika vandens išteklių kiekiui ir kokybei. • Poveikis geoterminiams ištekliams ir jų panaudojimui. • Infiltracinės gruntinių vandenių mitybos padidėjimas. • Liūčių metu į gruntinius 	<ul style="list-style-type: none"> • Požeminio vandens monitoringas, leidžiantis įvertinti klimato kaitos poveikį. • Gruntinio vandens naudojimo mažinimas. • Drenažo sistemos optimizavimas. Natūralaus vandens užsilaikymo baseine priemonės. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atnaujinant požeminio monitoringo programą atsižvelgiama į poreikį stebėti klimato kaitos poveikį (Taip / Ne). • Gruntinio vandens naudojimo pokyčiai (naudojimo vietų skaičius, paimto gruntinio vandens tūris). • Dėl klimato kaitos pašalpusių žemių plotas

<ul style="list-style-type: none"> • Sausros. • Gruntinių vandenų lygio svyravimai. • Baltijos jūros lygio kilimas. 	<p>vandenis patenkančių teršalų kiekio didėjimas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gruntinio vandens temperatūros augimas, neigiamas poveikis nuo jos priklausančioms ekosistemoms. • Gruntiniai vandenų dinaminių išteklių ir gruntinio vandens lygio sezoninės bei daugiametės amplitudės didėjimas. • Dažniau pasireišk vandens stygius gruntinį vandenį naudojančioms vartotojams. • Poveikis požeminių vandenų kokybei. • Požeminio vandens lygio didėjimas. • Didėjantis pašlapusių žemių plotas. 		<p>(teritorijų skaičius. plotas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikuotos teritorijos, kuriuose yra rizika ateityje dėl klimato kaitos susiformuoti pašlapusių žemių plotams (teritorijų skaičius. plotas). • Upių pabaseiniuose identifikuotos nepakankamo efektyvumo drenažo sistemos (tirtų pabaseinių skaičius / visų pabaseinių skaičius, %; drenažo sistemų ilgis). • Atsižvelgiant į klimato kaitą optimizuotos ir renovuotos drenažo sistemos (optimizuota identifikuotų nepakankamo efektyvumo sistemų dalis, %). • Pabaseinių, kuriuose įvertintas natūralių vandens užsilaikymo baseine priemonių efektyvumas (dalis viso pabaseinių skaičiaus, %). • Pabaseinių, kuriuose įgyvendintos natūralaus vandens užsilaikymo baseine priemonės (dalis pabaseinių, kuriuose šios priemonės efektyvios, %).
Atliekų tvarkymas			
<ul style="list-style-type: none"> • Liūtys • Didelis skystų (lietaus pavidalo) kritulių kiekis • Upių potvyniai ir poplūdžiai. • Sausros • Karščio bangos • Audros • Stiprūs vėjai. • Jūros lygio kilimas (aktualu Baltijos pajūrio regionui). 	<ul style="list-style-type: none"> • Atliekų surinkimo vietų užliejimas ir taršos pasklidimas į aplinką. • Savartynų filtrato praskverbimas į aplinką. • Transporto priemonių ir rūšiavimo įrangos gedimai. • Darbuotojų sveikatos sutrikimai. • Didesnė gaisrų sąvartynuose tikimybė. • Nemalonių kvapų sklaidimas ir parazitų plitimas atliekų surinkimo vietose. • Transporto priemonių ir 	<ul style="list-style-type: none"> • Atliekų prevencija. • Nerūšiuotų ir sąvartynuose šalinamų atliekų kiekio mažinimas. • Energijos gamybai ir pakartotiniam perdirbimui naudojamų atliekų dalies didinimas. • Atliekų tvarkymo sektoriaus valdymą reglamentuojančių dokumentų tobulinimas, atsižvelgiant į klimato sąlygų kaitą. • Visuomenės švietimo programų, skirtų atliekų prevencijai, plėtra. • Apsaugos nuo galimų lietaus poplūdžių atliekų tvarkymo vietose 	<ul style="list-style-type: none"> • Didėjantis atliekų tvarkymo sektoriaus veiklą reglamentuojančių teisinių dokumentų ir jų pataisų, atsižvelgiančių į klimato kaitos poveikį, skaičius. • Mažėjantis sąvartynuose šalinamų atliekų kiekis. • Mažėjantis nerūšiuotų atliekų kiekis ir jo santykinė dalis nuo bendro susidarančių atliekų kiekio. • Didėjantis produkcijos, pagaminamos perdirbant ir antrą kartą panaudojant atliekas, kiekis. • Didėjantis energijos, gaunamos naudojant atliekas, kiekis.

	<p>rūšiavimo įrangos gedimai dėl perkaitimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poveikis darbuotojų sveikatai (greitesnis nuovargis, galimybė užsikrėsti pavojingomis ligomis). • Didesnė gaisrų ir avarijų sąvartynuose tikimybė dėl intensyvesnio atliekų irimo. • Atliekų išnešiojimas po aplinką. • Dalies atliekų surinkimo maršrutų laikinas ar nuolatinis užliejimas. • Žemesnėse vietovėse įrengtų atliekų tvarkymo įrenginių užliejimas. • Sąvartynų izoliacinių medžiagų savybių pablogėjimas. 	<p>įrengimas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dažnesnis filtrato išsiurbimas sąvartynuose. • Rūšiavimo įrenginių įrengimas uždaroje arba uždengtose patalpose. • Atliekų tvarkymo technologijų, užtikrinančių įrangos atsparumą drėgnai aplinkai ir karšio poveikiui naudojimas. • Dažnesnė sektoriuje naudojamos įrangos sanitarinių sąlygų kontrolė. • Atliekų sektoriaus darbuotojų darbo atvirame ore laiko trumpinimas. • Priešgaisrinių sistemų tobulinimas. • Alternatyvių atliekų rinkimo ir apdorojimo planų, pritaikytų ekstremalių sausrų sąlygoms, parengimas ir įgyvendinimas. • Dažnesnis atliekų surinkimas. • Papildomos įrangos, skirtos avarijų prevencijai, diegimas. • Papildomos priemonės atliekų surinkimo ir šalinimo vietų sandarumui užtikrinti. • Konteinerių pritvirtinimas. • Atliekų surinkimo maršrutų pritaikymas prie ekstremaliai aukšto vandens lygio sąlygų. • Atliekų tvarkymo vietų perkėlimas iš potvynių rizikos zonų. • Dažnesnė sąvartynų pylimų ir izoliacinių medžiagų savybių patikra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trumpesnė atliekų tvarkymo proceso trukmė. • Mažėjantis avarinių situacijų ir gaisrų skaičiaus atliekų šalinimo vietose. • Didesnis lėšų, skiriamų atliekų tvarkymo sektoriuje naudojamos įrangos ir jame dirbančių darbuotojų draudimui nuo su klimato kaita susijusių reiškinų padaromų nuostolių, skaičius. • Mažėjantis lietaus drenažo sistemų sutrikimų, kylančių dėl į jas patekusių atliekų, skaičius. • Atliekų išvežimo iš surinkimo vietų dažnumas. • Didėjantis sezoniškai koreguojamų komunalinių atliekų surinkimo maršrutų ir grafikų skaičius. • Mažėjantis gyventojų skundų specialioms tarnyboms dėl netinkamos atliekų tvarkymo sektoriaus veiklos skaičius. • Gyventojų apklausų rezultatų rodikliai, rodantys labiau teigiamo visuomenės požiūrio į atliekų prevenciją, rūšiavimą ir atliekų tvarkymo įrangos priežiūrą formavimąsi. • Gerėjantis visuomenės informuotumas apie atliekų tvarkymą. • Didėjanti įrenginių atnaujinimui ir darbuotojų kvalifikacijos kėlimui panaudotų lėšų santykinė dalis (%), nuo bendro atliekų tvarkymo sektoriui ES skirtų lėšų skaičiaus). • Didėjanti uždaroje patalpose dirbančių atliekų tvarkymo sektoriaus darbuotojų dalis (%). • Augantis regioninių atliekų tvarkymo įmonių, pagerinusių darbuotojų darbo sąlygas, skaičius. • Didėjantis atliekų tvarkymo įmonių darbuotojų, kuriems pagerintos darbo sąlygos,
--	--	--	--

			<p>skaičius (% nuo bendro atliekų tvarkymo įmonių darbuotojų skaičiaus).</p> <ul style="list-style-type: none">• Auganti atliekų tvarkymo įrangos (surinkimo, transportavimo, perdirbimo įrenginių), pritaikytos dirbti esant ekstremaliai aplinkos temperatūrai, stipriems vėjams bei drėgnai aplinkai, santykinė dalis, %.• Didėjantis uždengtose patalpose apdorojamų atliekų kiekis.• Dažnesnis sąvartynų filtrato išsiurbimas ir apdorojimas.• Didėjanti atliekų surinkimo, apdorojimo ir šalinimo objektų, kuriuose įrengta papildoma apsaugos nuo poplūdžių ir (ar) gaisrų sistema, santykinė dalis (% nuo bendro įrenginių skaičiaus).• Didėjanti uždaroje arba apsaugotoje nuo vėjo patalpose įrengtų atliekų šalinimo ir naudojimo vietų santykinė dalis (% nuo bendro įrenginių skaičiaus).
--	--	--	--