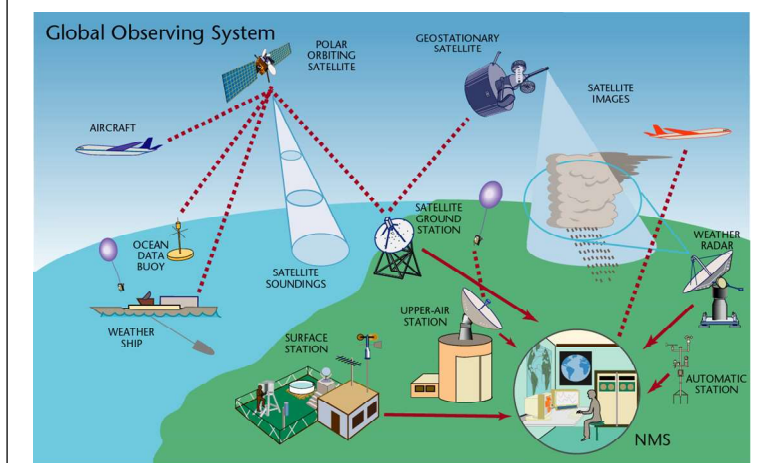




Klimato kaitos tyrimo metodai:

- metodai paremti instrumentinių meteorologinių stebėjimų rezultatais (pradedant XVIII a.);
- metodai paremti netiesiogine informacija (iki XVIII a.).

Globalios stebėjimo sistemos komponentai



Daugelis gamtos mokslų prasideda nuo matavimų. Faktiniai duomenys ypač svarbūs norint suvokti, kaip keičiasi klimatas. Instrumentinių meteorologinių matavimų laikotarpis prasidėjo tik XVIII a. Šių matavimų rezultatai – tai kiekybiniai objektyvūs duomenys apie klimato sistemos būvį.

Pasaulinės meteorologijos organizacijos (WMO) Globali klimato stebėjimo sistema (angl. *Global Climate Observing System*) aprėpia daugybę rodiklių apie gamtinę aplinką:

atmosferoje – temperatūra prie žemės paviršiaus ir įvairiuose aukščiuose, krituliai, slėgis, radiacijos balansas, vėjo kryptis ir greitis, vandens garai, debesuotumas, oro sudėtis (šiltnamio dujos);

vandenyne – temperatūra įvairiuose gyliuose, radiacijos balansas, druskingumas, lygis, bangavimas, leduotumas, srovės, spalva ir skaidrumas, CO₂, maistingos medžiagos, fitoplanktonas;

sausumoje – grunto temperatūra įvairiuose gyliuose, sezoninis ir amžinasis iššalas, upių ir ežerų vandens lygis bei užterštumas, vandens naudojimas, sniego ir ledo dangos, spinduliuotės balansas, albedas, danga (augalijos ir žemėnaudos tipas), fotosintezėje dalyvaujanti spinduliuotė, biomasė, gaisringumas.

Globalią klimato stebėjimo sistemą sudaro įvairūs komponentai: sausumos meteorologijos stotys, atmosferos zondavimo (aerologijos stotys), stacionarios ir dreifuojančios bujos vandenynuose, radiolokacijos stotys (meteorologiniai radarai), nereguliarūs maršrutiniai stebėjimai lėktuvuose ir laivuose, geostacionarių ir poliarinių orbitų dirbtiniai Žemės palydovai:

11000 antžeminių meteorologijos stočių (iš jų 900 vykdo atmosferos zondavimą iki 30 km aukščio);

900 stacionarių ir dreifuojančių bujų;

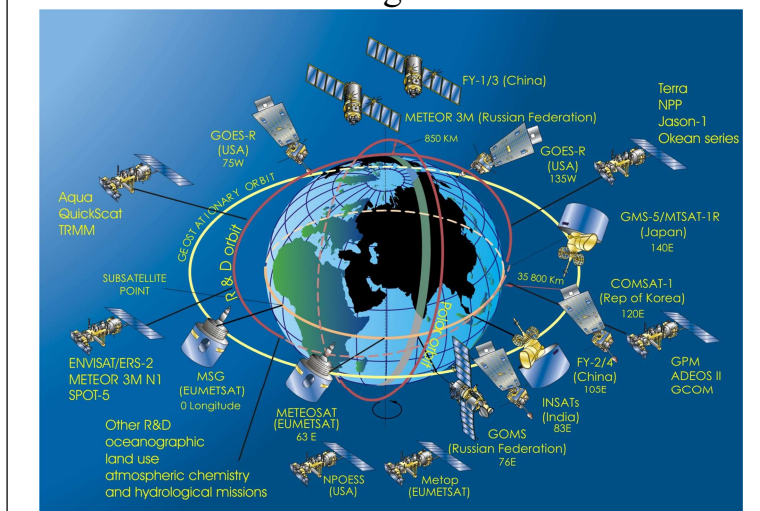
600 radiolokacijos stočių;

3000 lėktuvų (nereguliarūs stebėjimai);

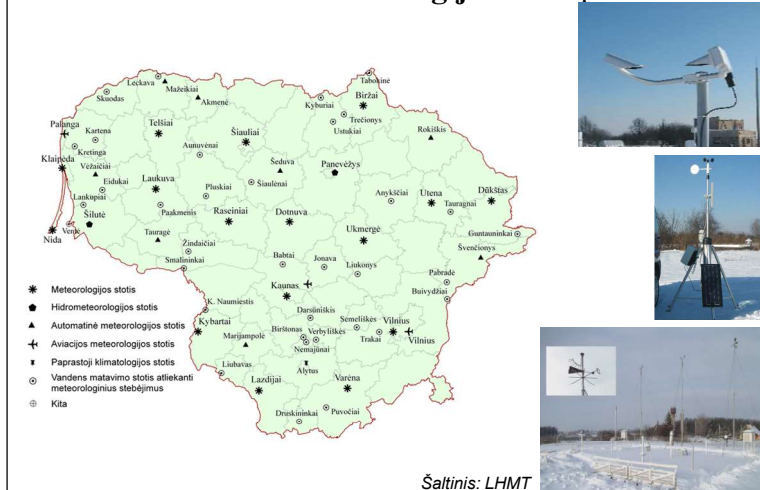
7000 laivų (nereguliarūs stebėjimai);

DŽP (geostacionarūs ir poliarinių orbitų).

Meteorologiniai DŽP



Lietuvos meteorologijos stočių tinklas



Šaltinis: LHMT

Pasauliniai duomenų centrai

- WMO World Data Center for Ozone and Ultraviolet Radiation
- (WOUDC) (Downsview, Canada)
- WMO World Data Center for Greenhouse Gases (WDCGG) (Tokyo, Japan)
- WMO World Data Center for Aerosols (WDCA) (Ispra, Italy)
- WMO World Radiation Center (WRDC) (St Petersburg, Russia)
- WMO World Data Center for Aerosol Optical Depth (Asheville, U.S.A.)
- WMO World Data Center for Precipitation Chemistry (Asheville, U.S.A.)
- WMO Global Runoff Data Center (Koblenz, Germany) (*not* GAW)
- IPCC Data Center (<http://www.ipcc.ch/>)
- National Climatic Data Center, NOAA (Asheville, U.S.A.)
- ir t.t.

<http://www.mad.zmaw.de/wdc-for-climate/>

Pirminę visų klimato duomenų apdorojimo grandį sudaro Nacionaliniai meteorologijos centrai (Meteorologijos tarnybos), kurių yra virš 150.

Patikimą meteorologinę ir hidrologinę informaciją, reikalingą Lietuvos nacionalinėms reikmėms ir valstybės tarptautiniams įsipareigojimams vykdyti, teikia Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos (toliau – LHMT).

Nuo 2011 m. LHMT stočių tinklą sudaro 143 stotys, didžioji jų dalis automatizuota.

Meteorologinių stebėjimų ir duomenų monitoringo darbus koordinuoja Pasaulinė meteorologijos organizacija (PMO), angl. World Meteorological Organisation (WMO). Įkurta 1873 m. (vad. Tarptautinė meteorologijos organizacija), 1950 m. transformuota į PMO. Būstinė Ženevoje.

Globaliai klimato stebėjimų sistemai priklauso ir Pasauliniai duomenų centrai (angl. *The World Data Center, WDC*). Dabar yra 52 centrai 12 šalių (JAV, Kanadoje, Rusijoje, Japonijoje, Vokietijoje, Italijoje ir kt.). Šie centrai kaupia, apdoroja, analizuoja ir platina įvairius meteorologinius, Saulės, geofizinius, ekologinius, biosferos ir žmonių veiklos duomenis. Duomenų laiko skiriamoji geba nuo sekundės iki tūkstantmečių. Remiantis šiais duomenimis vykdomas ne tik klimato, bet ir kitų geosferos komponentų monitoringas. Pirminę visų klimato duomenų apdorojimo grandį sudaro 188 Nacionaliniai meteorologijos centrai (Meteorologijos tarnybos).

Instrumentinių meteorologinių stebėjimų pradžia – nuo prietaisų sukūrimo

- Kritulmatis 1441 m.
- Anemometras 1450 m.
- Termometras 1593 m.
- Barometras 1643 m.
- Higrometras 1664 m.
- Pirmųjų reguliarių meteorologinių stebėjimų pradžia Paryžiuje 1664 m.
- I-asis radiozondas 1928 m.
- DŽP (TIROS I) 1960 m.

“Patikimi” instrumentiniai duomenys

- **Globalūs nuo:**
 - Oro temperatūra ~1880 m.
 - Priežeminis atmosferos slėgis ~1900 m.
 - Vandens paviršiaus temperatūra ~1930 m.
 - Atmosferos sudėtis 1960 m.
- **Pirmieji reguliarūs matavimai pasaulyje nuo:**
 - Centrinės Anglijos t-ra (CET) 1659 m.
 - Paryžiuje t-ra 1664 m.
 - Kritulių kiekis Londone 1697 m.
- **Lietuvoje nuo:**
 - Oro temperatūra Vilniuje 1770 m. (duomenys išlikę nuo 1777 m.)
 - krituliai Vilniuje 1887 m.

Kaip atskirti klimato pasikeitimus nuo svyravimų?

Du kriterijai:

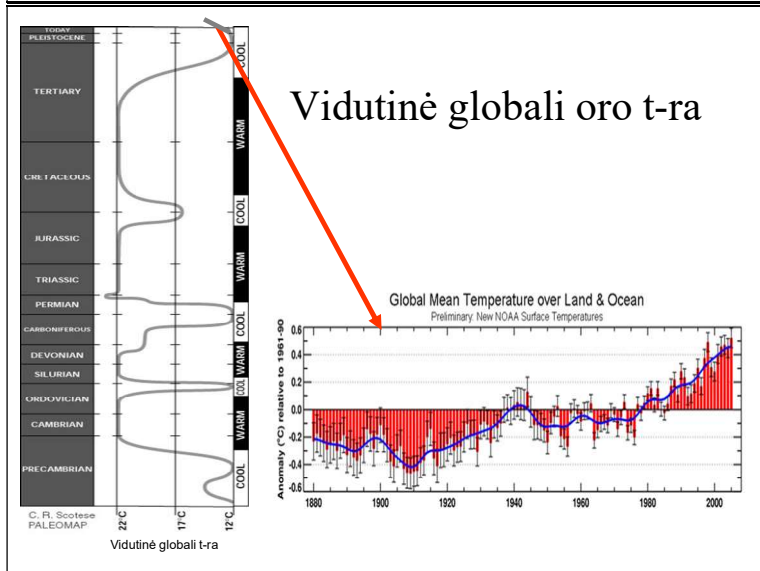
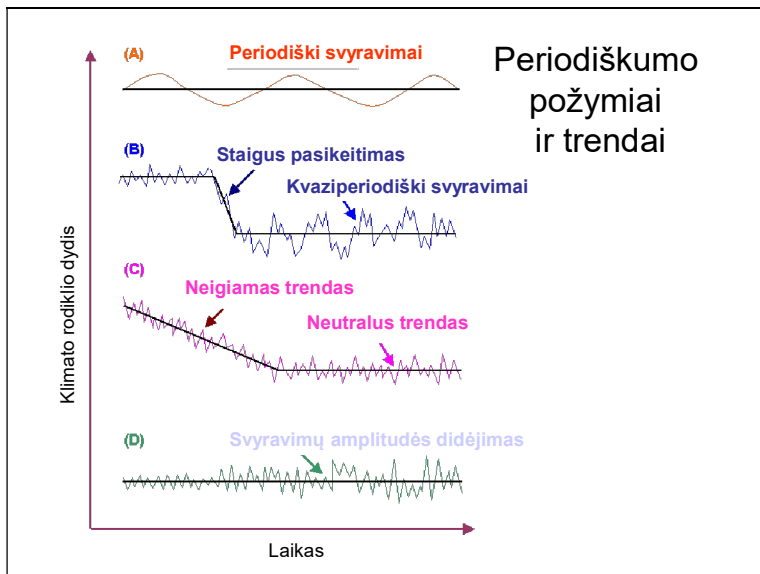
- periodo su pakitusiu klimatu trukmė,
- grįžtamasis ar negrįžtamasis pakitimas.

Klimato pasikeitimas – tai ilgiau kaip 30 m. (gali būti iki kelių mln. metų) trunkantis negrįžtamas klimato pakitimas (*angl. climate change*).

Klimato svyravimas – tai ilgiau kaip 30 m. trunkantys grįžtamieji klimato kitimai (*angl. climate oscillation, fluctuation*).

Klimato nepastovumas – tai trumpiau kaip 30 m. trunkantys grįžtamieji klimato rodiklių svyravimai apie vidurkį (*angl. climate variability*).

Visus tris terminus apima sąvoka – klimato kaita (*climate variations*).



Klimato kaitos tendencijos

1. Atmosferoje
2. Vandenyne
3. Kriosferoje
4. Prognozės

Informacijos šaltiniai



Tarpyvyriausybės klimato kaitos komisijos 5-oji ataskaita

(angl. *The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*)

I dalis: "Klimato kaita Moksliniai fiziniai pagrindai". 2013. 2216 p.!

Santrauka. Climate Change 2014. Synthesis Report. 151 p.

<http://www.ipcc.ch/>

Tarpyvyriausybė klimato kaitos komisija (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) – mokslinė institucija, kurios tikslas yra įvertinti žmogaus sukeltos klimato kaitos riziką. Komisiją 1988 m. įsteigė Pasaulinė meteorologijos organizacija (WMO) ir Jungtinių Tautų Aplinkos apsaugos programa (UNEP). IPCC neatlieka tyrimų ir nestebi klimato bei susijusių reiškinių, o tik apibendrina viso pasaulio mokslininkų atliktus darbus. Pagrindinė institucijos veikla apima specialiųjų ataskaitų, susijusių su Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos įgyvendinimu, leidimą. Komisijos ataskaitų duomenys plačiai naudojami daugelyje klimato diskusijų, ir laikomi autoritetingais šaltiniais. 2007 m. IPCC kartu su buvusiu JAV viceprezidentu Al Gore buvo skirta Nobelio taikos premija.

1. Atmosfera

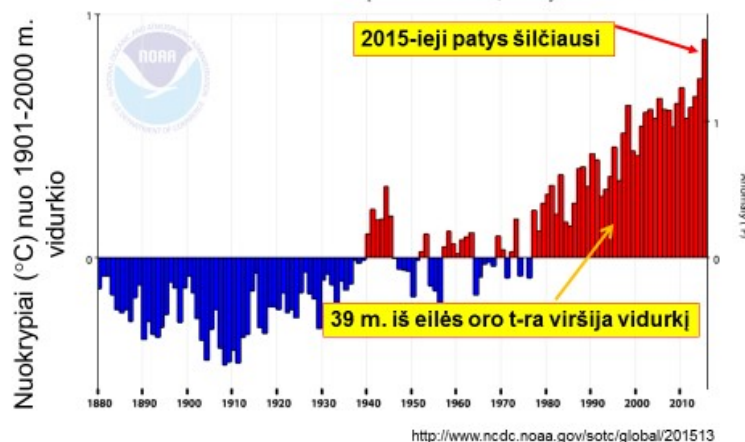
- Temperatūra
- Cheminė sudėtis
- Vandens garų kiekis
- Kritulių kiekis
- Sniego danga

Tarpyvyriausybės klimato kaitos komisijos 5-oje ataskaitoje pateikiamos **dvi pagrindinės išvados:**

1. Klimatas Žemėje tikrai šyla.
2. Pagrindinė klimato šilimo priežastis – žmogaus veikla.

Pastaraisiais dešimtmečiais vis akivaizdžiau pasireiškianti klimato kaita kelia grėsmę aplinkai, žmonių sveikatai, ūkinei veiklai ir kartu pasaulio ekonomikos plėtrai. Žmonių ūkinė veikla didina atmosferos šiluminę taršą: didėjanti šiltnamio efektą stiprinančių dujų (toliau – šiltnamio dujų, ŠD) koncentracija stiprina natūralų šiltnamio efektą ir lemia globalios oro temperatūros kilimą.

Globali oro temperatūra nuo 1880 m. pakilo apie 0,95°C

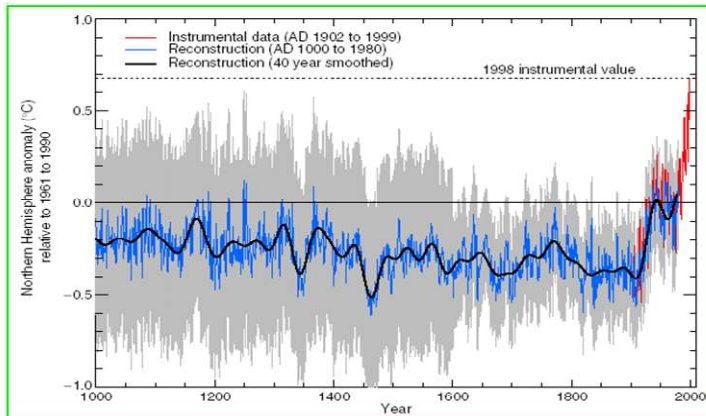


Šaltinis:

<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/>

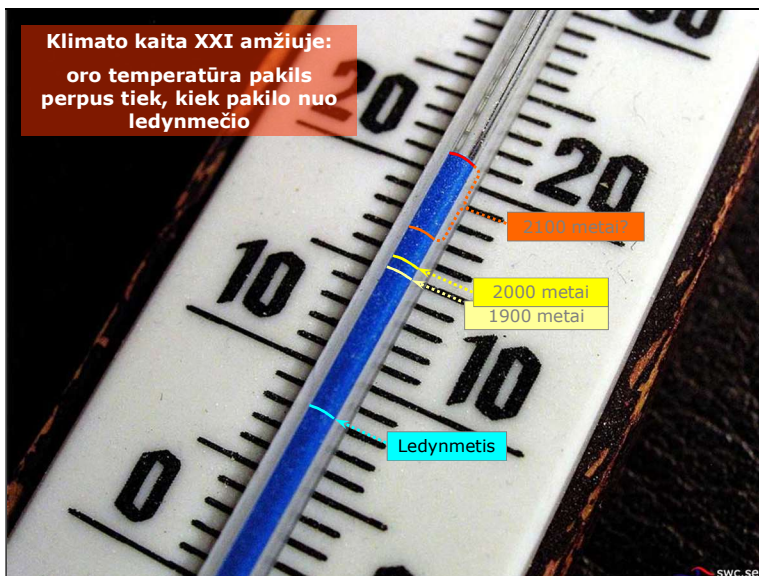
XX a. pradžioje vidutinė globali oro temperatūra pradėjo pakilti. Apytiksliai nuo 1910 iki 1945 m. vidutinė temperatūra pakilo beveik 0,5 °C. Po šio šilto periodo, apie 25 metus tęsėsi klimato atvėsimas, kurį galėjo sukelti atmosferoje išaugęs sulfatų dalelių kiekis (jos atspindi saulės spindulių atšilimą ir galingų vienas po kito sekusių trijų vulkanų išsiveržimo. 8-ojo dešimtmečio viduryje stiprėjantis šiltnamio efektas persvėrė vėsinantį sulfatų poveikį ir temperatūra vėl ėmė kilti. Tik šį kartą ji kilo sparčiau, po 0,2 °C per dešimtmetį. Ji tebekyla ir XXI amžiuje, 2001–2010 m. dešimtmetis buvo pats šilčiausias per pastaruosius 160 metų, kai vyksta instrumentiniai temperatūros matavimai. Šis dešimtmetis buvo pats šilčiausias ir kiekviename žemyne.

Šiaurės pusr. oro temperatūros kaita per 1000 m.

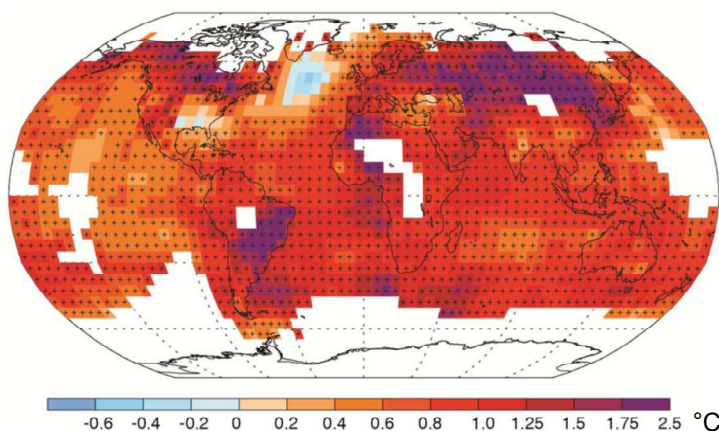


Klimato kaita XXI amžiuje:

oro temperatūra pakils
perpus tiek, kiek pakilo nuo
ledynmečio



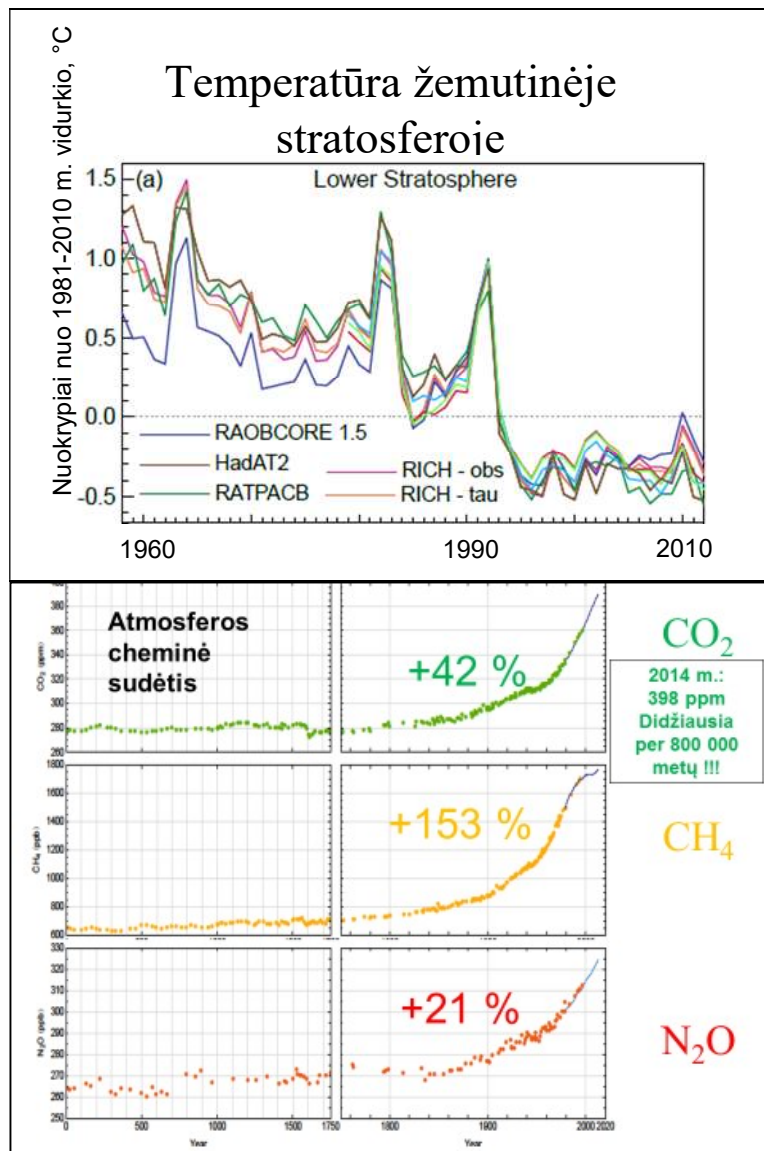
Globalios t-ros trendai 1901-2012 m.



XX a. pradžioje vidutinė globali oro temperatūra pradėjo pakilti. Apytiksliai nuo 1910 iki 1945 m. vidutinė temperatūra pakilo beveik $0,5^{\circ}\text{C}$. Po šio šilto periodo, apie 25 metus tęsėsi klimato atvėsimas, kurį galėjo sukelti atmosferoje išaugęs sulfatų dalelių kiekis (jos atspindi saulės spinduliuotę) dėl sparčiai augančio iškastinio kuro deginimo ir galingų vienas po kito sekusių trijų vulkanų išsiveržimo. 8-ojo dešimtmečio viduryje stiprėjantis šiltnamio efektas persvėrė vėsinantį sulfatų poveikį ir temperatūra vėl ėmė kilti. Tik šį kartą ji kilo sparčiau, po $0,2^{\circ}\text{C}$ per dešimtmetį. Ji tebekyla ir XXI amžiuje, 2001–2010 m. dešimtmetis buvo pats šilčiausias per pastaruosius 160 metų, kai vyksta instrumentiniai temperatūros matavimai. Šis dešimtmetis buvo pats šilčiausias ir kiekviename žemyne.

Tačiau atšilimas įvairiose Žemės rutulio vietose vyksta nevienodu intensyvumu: tropikų platumose – lėčiau, o vidutinėse ir poliarinėse platumose – sparčiau. Globalioji žemutinio troposferos sluoksnio temperatūra jau 36 metai iš eilės (nuo 1976 m.) laikosi aukštesnė už XX a. vidurkį, o nuo XX a. pradžios pakilo $0,8^{\circ}\text{C}$, Europoje – apie 1°C .

Ne mažiau svarbūs ir kiti globalaus masto procesai, turintys įtakos klimato kaitai ar esantys šios kaitos priežastis. Tai spartus periodiškai drėgnų savanų ir retmiškių dykumėjimo procesas dėl ekstensyvaus nuganymo, išpustymo ar sutrikusio sezoninių liūčių pasiskirstymo laike ir erdvėje; stratosferinio ozono kiekio mažėjimas aukštosiose platumose.



Ozono koncentracijos mažėjimas lemia poliarinių sričių žemutinės stratosferos temperatūros žemėjimą šaltuoju metų laiku, bet kartu tai yra pagrindinė cirkumpoliarinio sukūrio stiprėjimo priežastis. Tai turi įtakos labai aktyvių vidutinių platumų ciklonų vystymuisi, stiprių audrų formavimuisi virš netropinių vandenynų akvatorijų.

Nuo XVIII a. vidurio (tai pramoninės epochos pradžia) CO₂ koncentracija atmosferoje išaugo daugiau kaip 40 %, azoto suboksido 20 %, o metano net 159 %.

Apskaičiuota, jog nuo 1850 metų šiltnamio dujų link žemės paviršiaus spinduliuojama energija sustiprėjo 2,5 W/m² ir dabar siekia 324 W/m². Dabar jau neabejojama, kad tai pagrindinis veiksnys, lemiantis pasaulinį atšilimą: nuo XIX a. vidurio globalioji oro temperatūra žemutinėje troposferoje pakilo apie 0,9 °C, o Lietuvoje per tą patį laiką klimatas atšilo 1–1,5 °C.

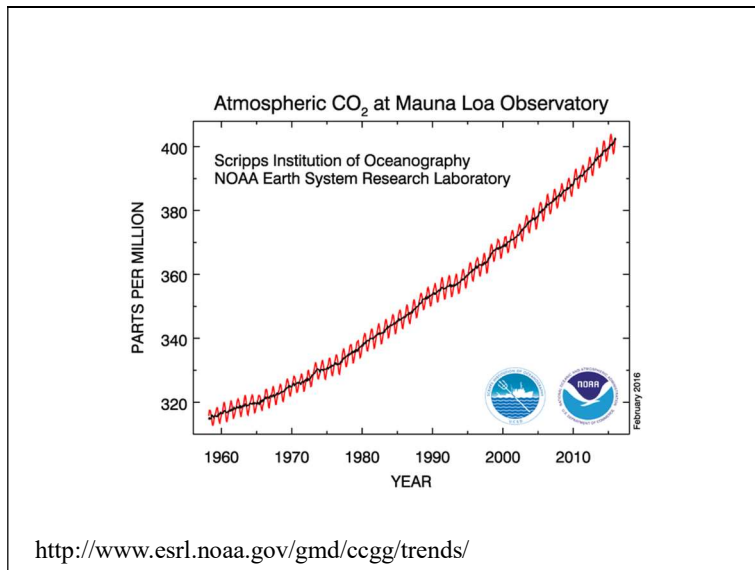
CO₂ koncentracija padidėjo dėl iškastinio kuro (akmens anglies, dujų, naftos) deginimo energetikos ir transporto sektoriuose, įvairių pramonės technologinių procesų, miškų (t.y. šiltnamio dujų absorbentų) naikinimo. Atmosferoje ypač sparčiai daugėja metano – 1–2 % ir azoto suboksido – 0,2–0,4 % per metus.

Metanas išsiskiria išgaunant, transportuojant ir naudojant gamtines dujas ir anglį, gyvulininkystėje, iš ryžių laukų, sąvartynų.

Azoto suboksidas susidaro naudojant azotines trąšas bei gaminant sintetinį pluoštą.

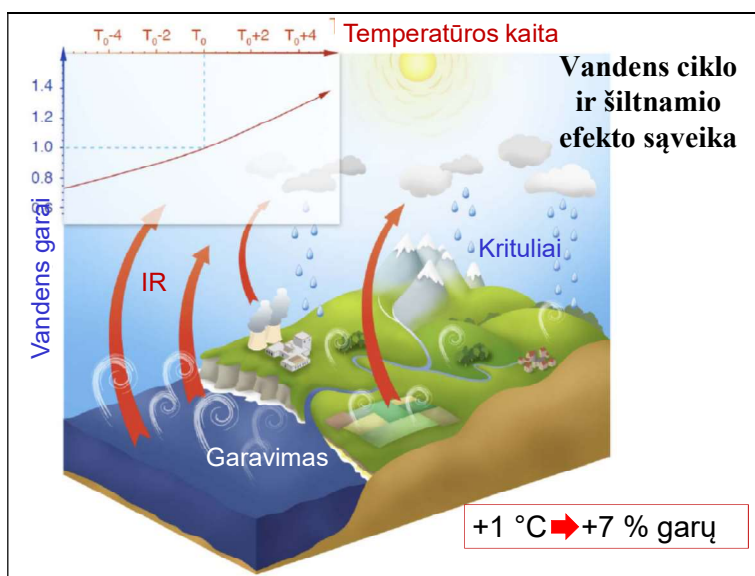
Hidrofluorangliavandeniliai (HFC), perfluorangliavandeniliai (PFC) ir sieros heksafluoridas (SF₆) išsiskiria chemijos pramonės procesų metu, naudojami šaldymo įrenginiuose, aerozoliniuose balionuose. Tai alternatyvos ozono sluoksnį ardantiems chlorofluorangliavandeniliams (CFC), kurių pagal Monrealio protokolą turi būti pamažu atsisakoma.

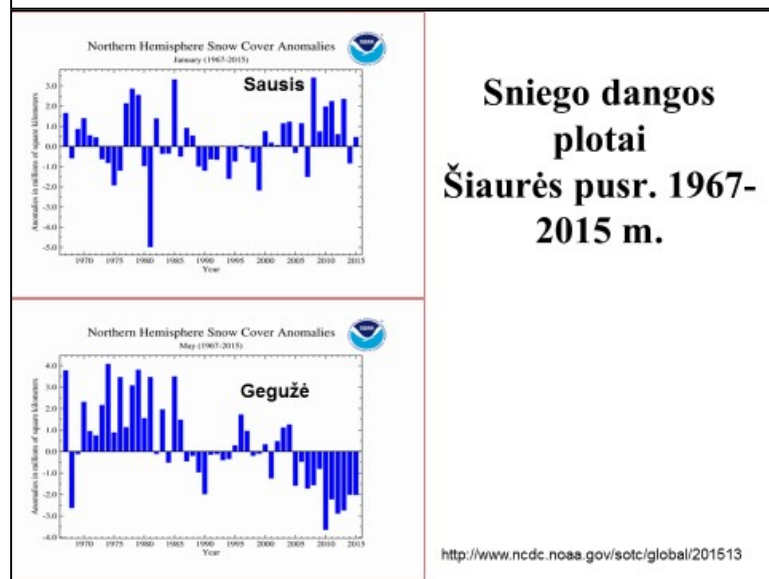
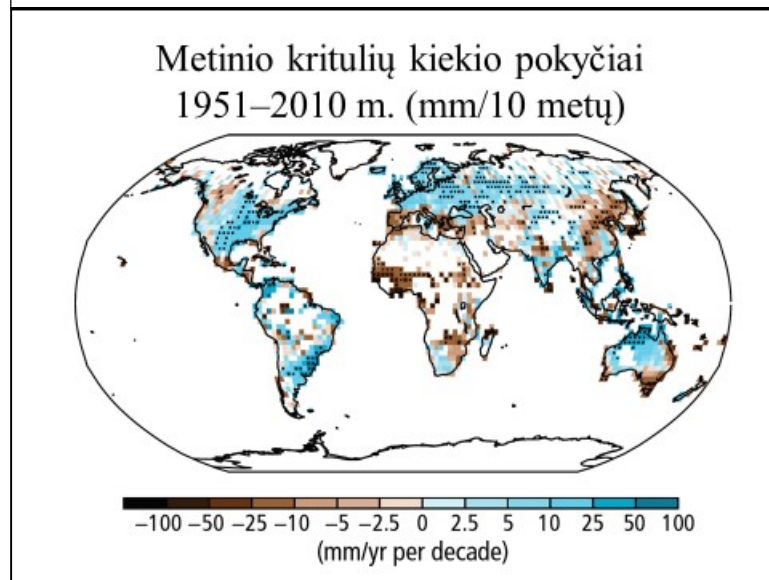
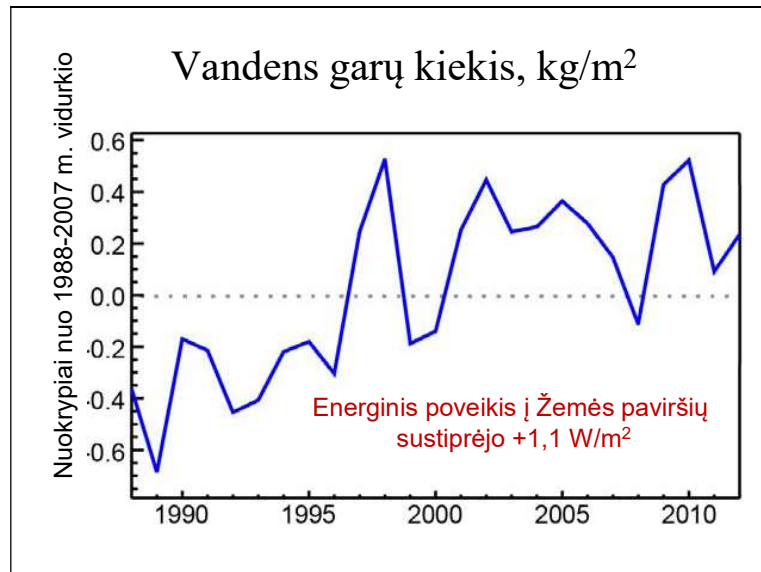
Per metus į atmosferą išmetama
36 000 000 000 tonų CO₂.



Gamtinių veiksnių (pavyzdžiui, sustiprėjusios Saulės spinduliuotės) vaidmuo vykstančiame pasauliniame atšilime nepalyginamai menkesnis ir sudaro mažiau nei 10 %. Šiltnamio dujų į Žemės paviršių nukreipta IR spinduliuotė ne tik pakelia priežeminę oro temperatūrą, bet ir sušvelnina temperatūros paros svyravimus: dieną oras lėčiau įkaista, o naktį lėčiau ir mažiau atvėsta.

Kreivėje matomi anglies dioksido svyravimai susidaro dėl sezoniškai kintančio fotosintezės intensyvumo. Vasarą, kai Šiaurės pusrutulyje aktyvi augalų vegetacija, CO₂ koncentracija apie 10 ppm sumažėja, o žiemą vėl padidėja. Mauna Loa observatorija priklauso JAV Nacionalinei vandenynų ir atmosferos administracijai (*angl.* National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA).

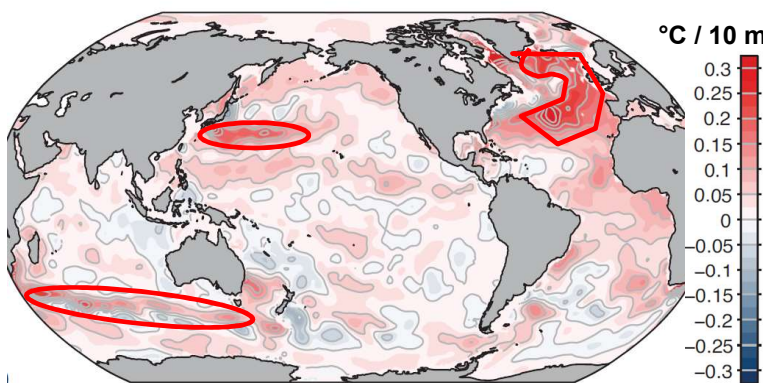




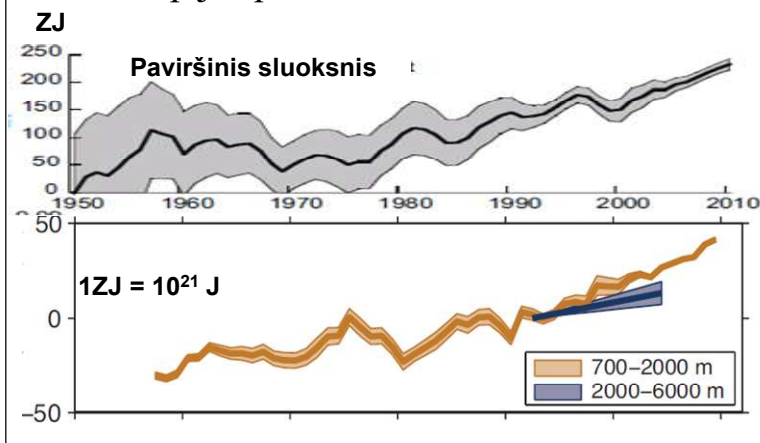
2. Vandenynas

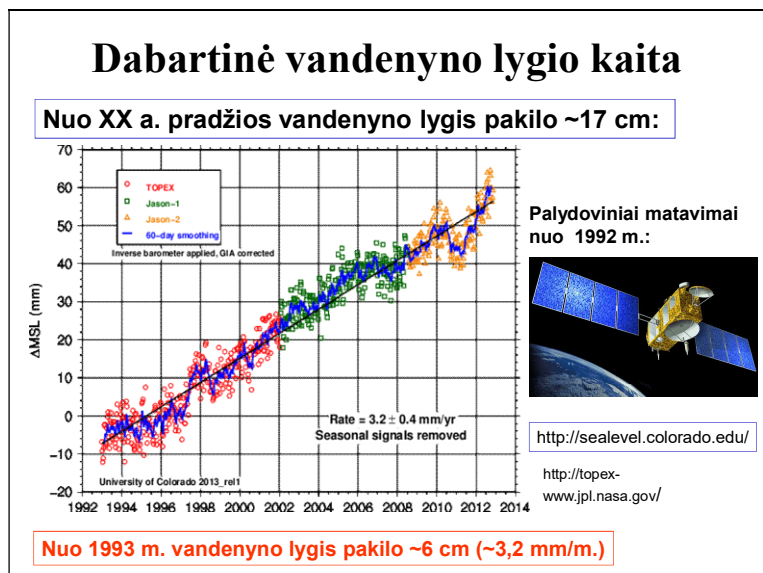
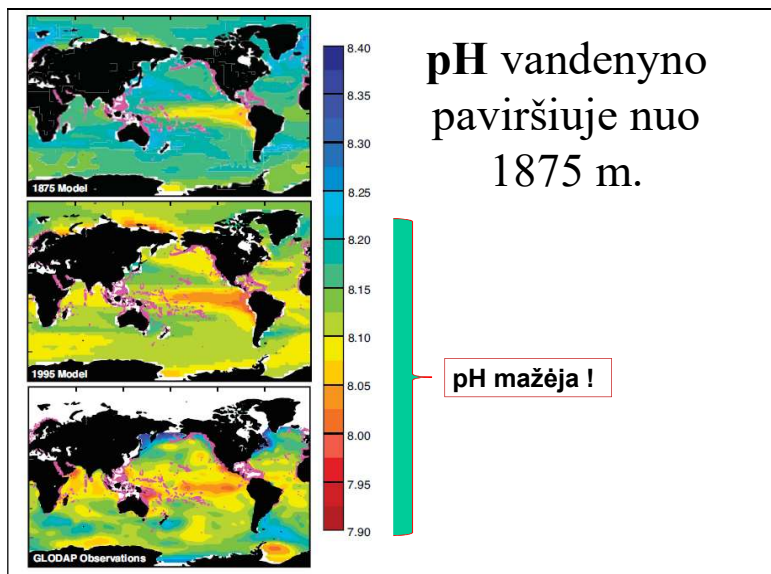
- Temperatūra
- Entalpija
- Rūgštingumas (pH)
- Lygis

Vandenyno t-ros iki 700 m gylio
pokyčiai 1971–2010 m. ($^{\circ}\text{C} / 10 \text{ m}$.)



Paviršinio ir giluminio vandenyno
entalpijos pasikeitimai 1971–2010 m.





Dėl intensyvesnio vandens apytakos rato ir sustiprėjusios atmosferos cirkuliacijos vidutinėse ir aukštosiose platumose atšilimą lydi padidėjęs vidutinis kritulių kiekis, kylantis pasaulinio vandenyno lygis, tirpstantys kalnų ledynai, nuolat mažėjantys amžino įšalo ir jūrų ledų plotai.

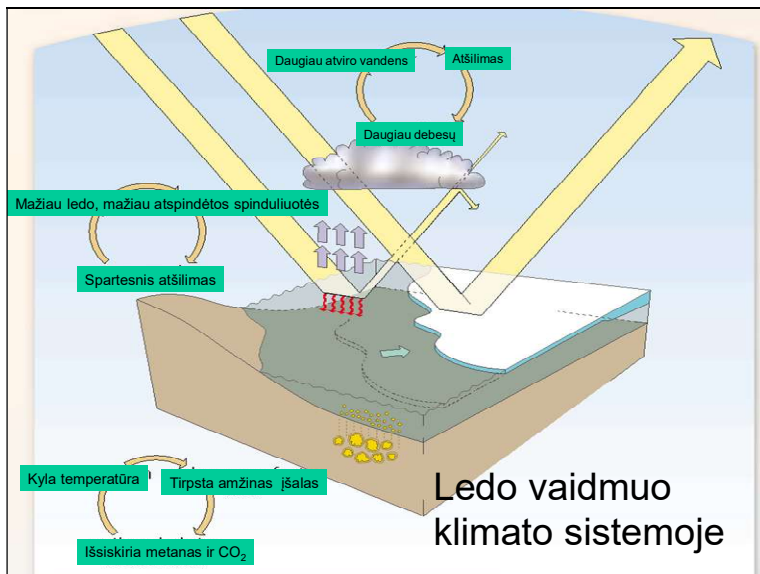
3. Kriosfera

Arktis

Antarktida

Amžinas įšalas



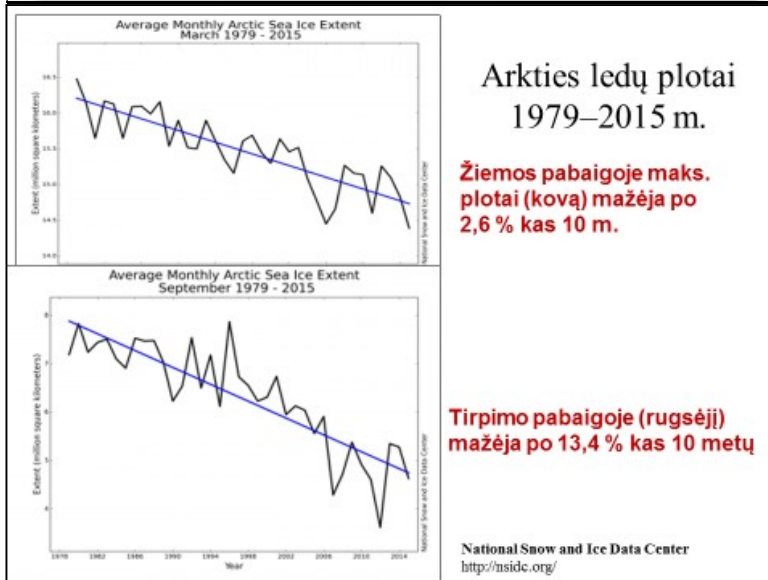


1. Ledo danga daro įtaką spinduliuotės balansui: ištirpus ledui mažiau jos atspindima, daugiau sugerama.

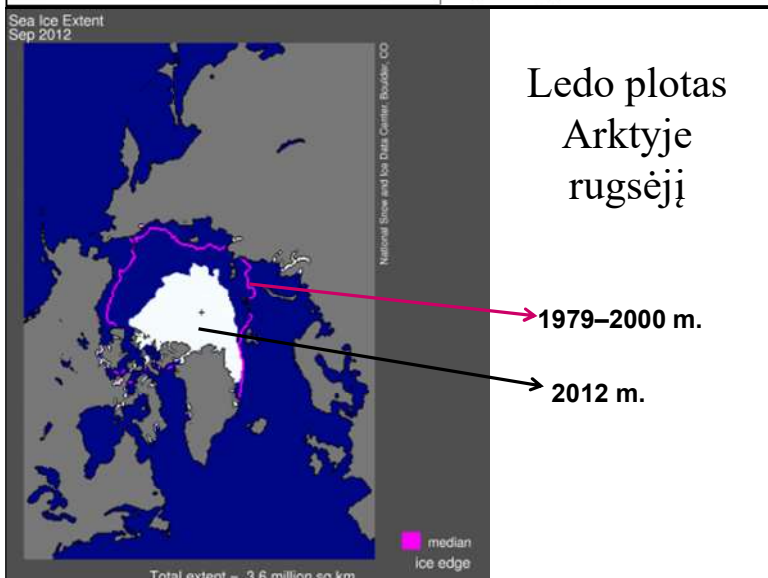
2. Iš atvirų vandens akvatorijų stiprėja garavimas, susidaro debesys, kurie sulaiko IR spinduliuavimą į kosminę erdvę.

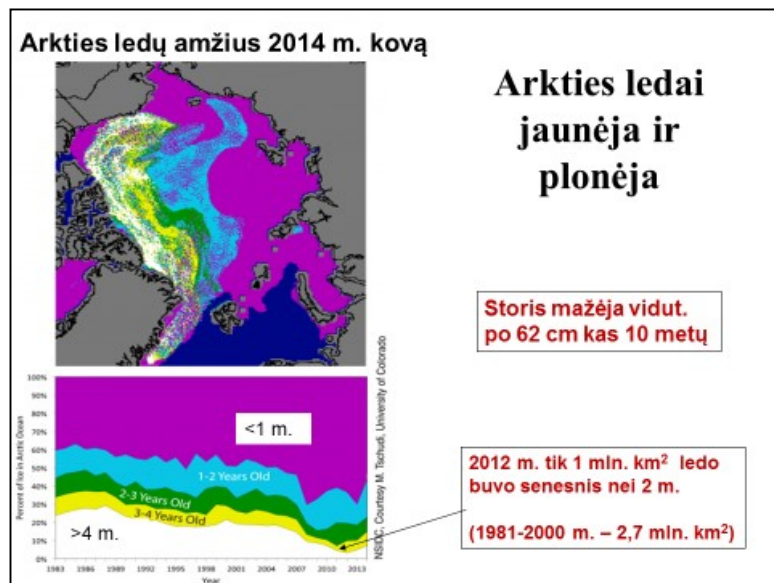
3. Iš atitirpstančio grunto išsiskiria metanas ir CO₂, kurie dar labiau stiprina šiltnamio efektą.

4. Tirpstantys žemynų ledo skydai ir kalnų ledynai prisideda prie vandenyno lygio kilimo.



Ypač sparčiai tirpsta Arkties ledo danga: 2012 m. vasaros sezono pabaigoje jos plotas buvo net 45 proc. mažesnis už būdingą tokiam metų laikui 1979–2000 m. (*The National Snow and Ice Data Center, JAV, <http://nsidc.org/>*)





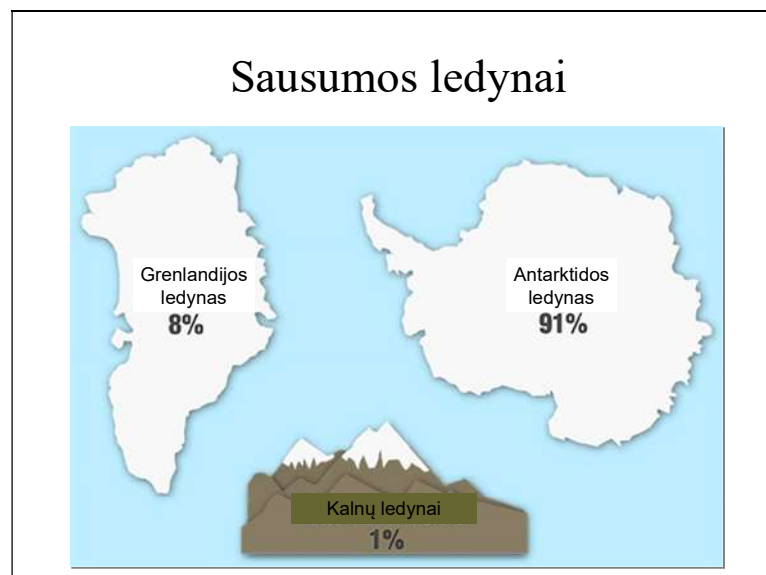
Arkties ledynus tiriantys rusų mokslininkai 2010 m. paskelbė, kad besitraukiantis ledas „išvaduoja“ beprecedentį kiekį metano dujų. Metanas apie 20 kartų stipriau prisideda prie „šiltnamio“ efekto kūrimo. Mokslininkų teigimu, tokio didžiulio metano kiekio išskyrimas nebuvo užfiksuotas per 20 metų nuo tyrimų pradžios.

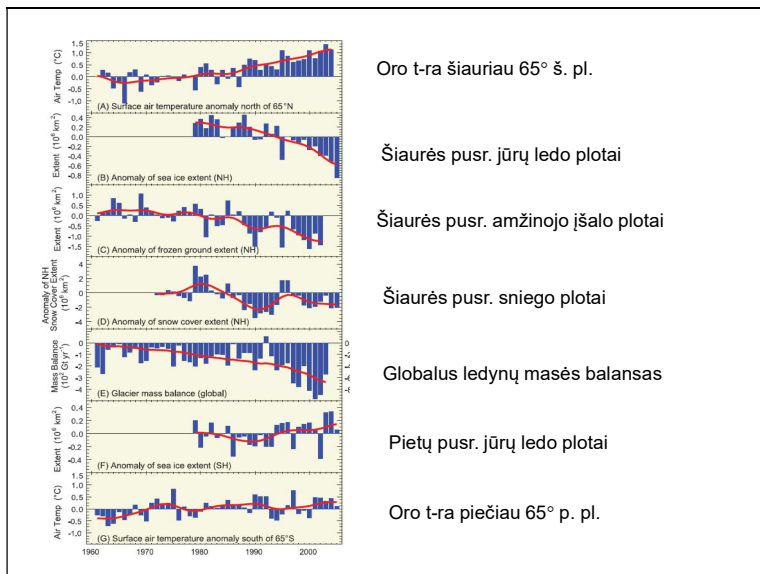
Independent.co.uk interviu davęs tyrimų vadovas Igoris Semiletovas pasakojo, kad po Arkties ledu slepiasi šimtai milijonų tonų metano dujų. Šimtus metų jos kaupėsi amžinajame įšale. Dabar, pradėjus tirpti ledynams, jos išlaisvinamos ir išskiriamos į atmosferą.

Metano emisijos siekia apie 8 mln. tonų per metus, bet dabar jau manoma, kad šis skaičius gerokai didesnis.

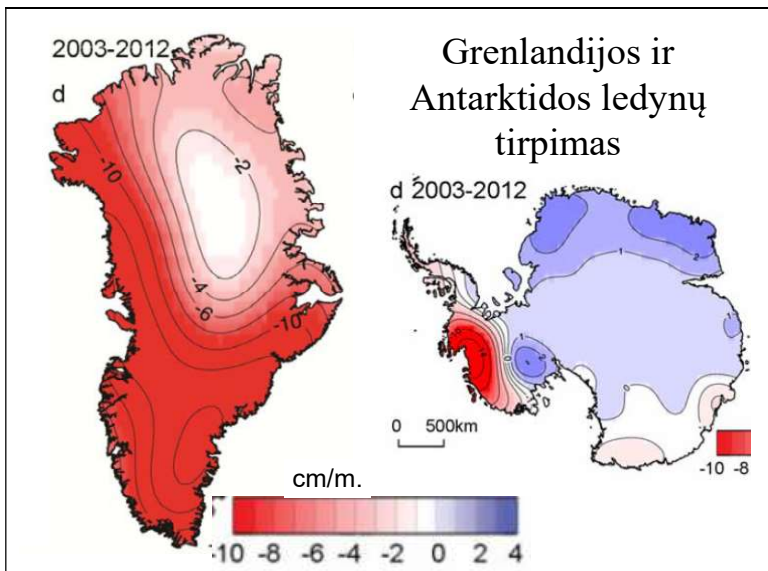
„Pernai burbulų skersmuo būdavo iki kelių dešimčių metrų skersmens. Šiomet stebėjome vieno kilometro skersmens burbulus. Dar niekam nėra tekę tokių matyti“, – stebėjosi I. Semiletovas (2010 m.).

Ištyrę 115 tokių „fontanų“, mokslininkai nustatė, kad metano išmetimo į atmosferą kiekis 100 kartų viršijo 20 metų vidurkį.

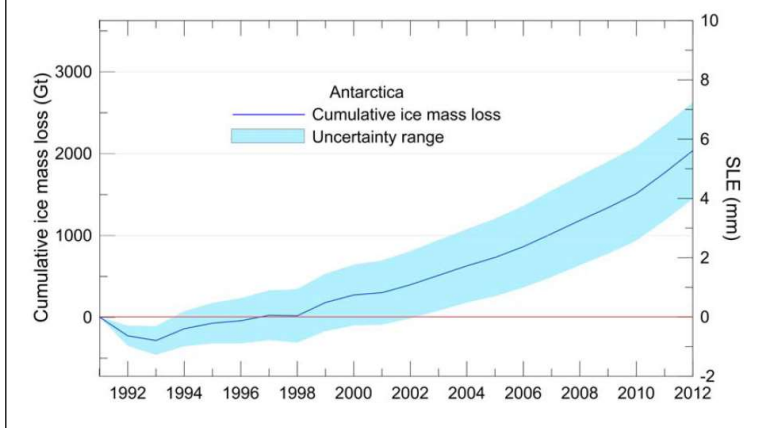




Paveiksle parodyti oro temperatūros, amžinojo įšalo, sniego ir ledo dangų pokyčiai.



Bendras Antarktidos ledyno masės mažėjimas (Gt) nuo 1992 m.



Per pastaruosius 20 metų ledynai Antarktidoje ir Grenlandijoje tirpo vis sparčiau. Dėl to gali smarkiai pakilti vandens lygis vandenynuose.

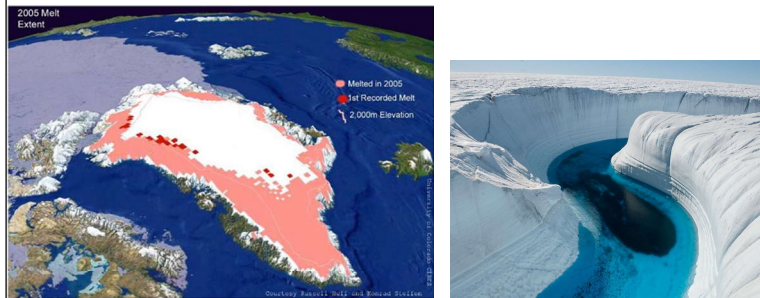
Remdamiesi palydovo surinktais duomenimis ir klimato modeliais, mokslininkai paskaičiavo, kad poliariniuose regionuose ledo ištirpsta tiek, kad nuo jo jūrų lygis kasmet gali pakilti 1,3 milimetro.

Taigi, vandens lygis jūrose ir vandenynuose kils greičiau, nei nurodyta Tarpvvyriausybės klimato kaitos tarybos (IPPC) 2013 metais pateiktoje ataskaitoje.

Iki 2006 metų Grenlandijoje ir Antarktidoje per metus ištirpdavo 475 milijardai tonų ledo. Paskaičiuota, kad vidutiniškai Grenlandijoje per metus ištirpstančio ledo masė padidėjo 22 milijardais tonų, o šaltesnėje Antarktidoje - 14,5 milijardo tonų.

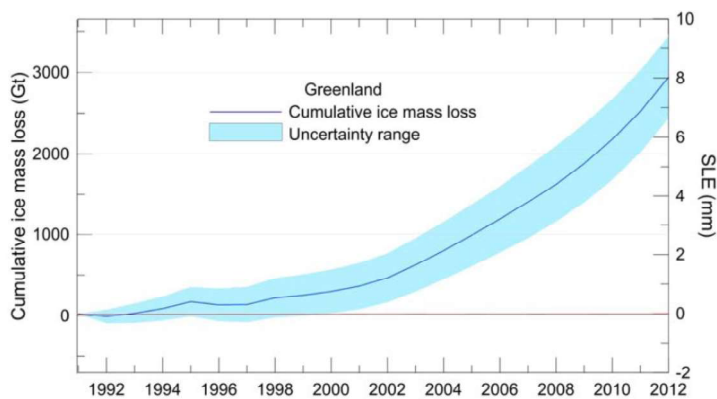
Grenlandijos ledynas

- Tirpstantis plotas nuo 1979 padidėjo 30 %.
- Sparčiai mažėja ledyno masė.

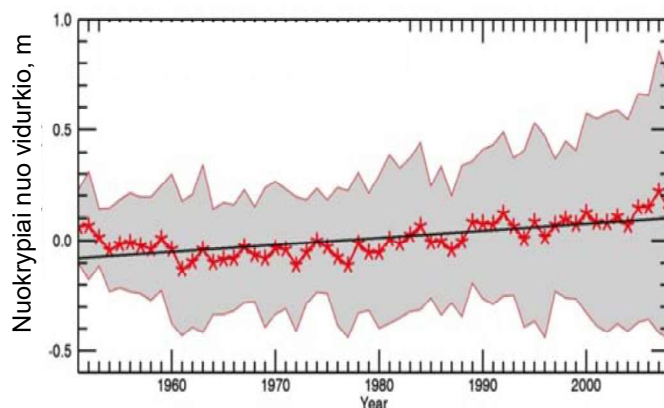


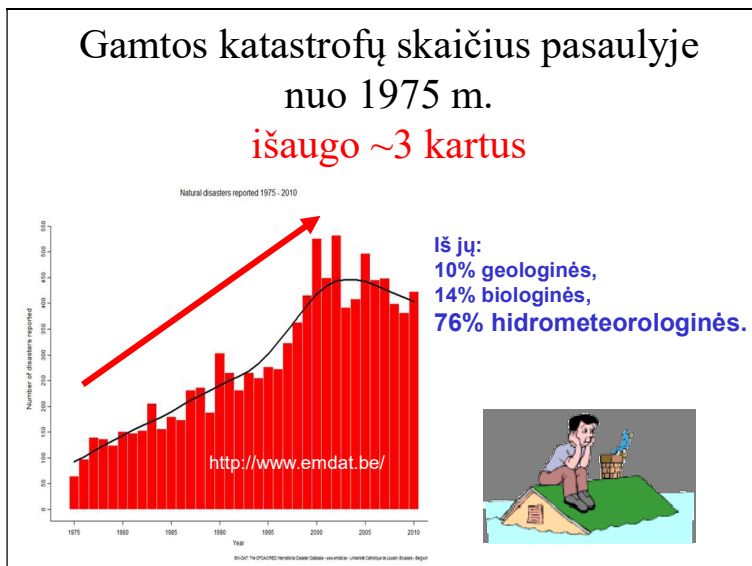
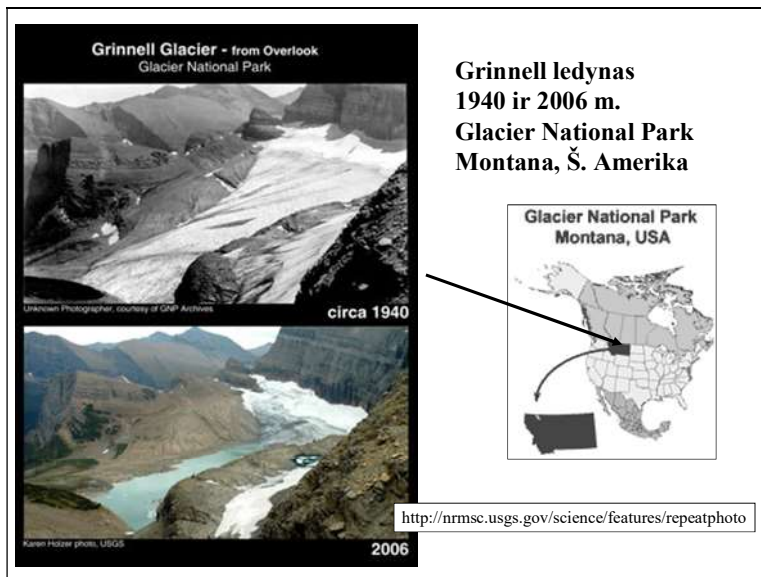
NASA nuo 1979 m. Grenlandijos ledyno monitoringui naudoja palydovuose įmontuotą daugiakanalį mikrobangų radiometrą, kuris užfiksuoja tirpstančio ledyno vietas.

Bendras Grenlandijos ledyno masės mažėjimas (Gt) nuo 1992 m.

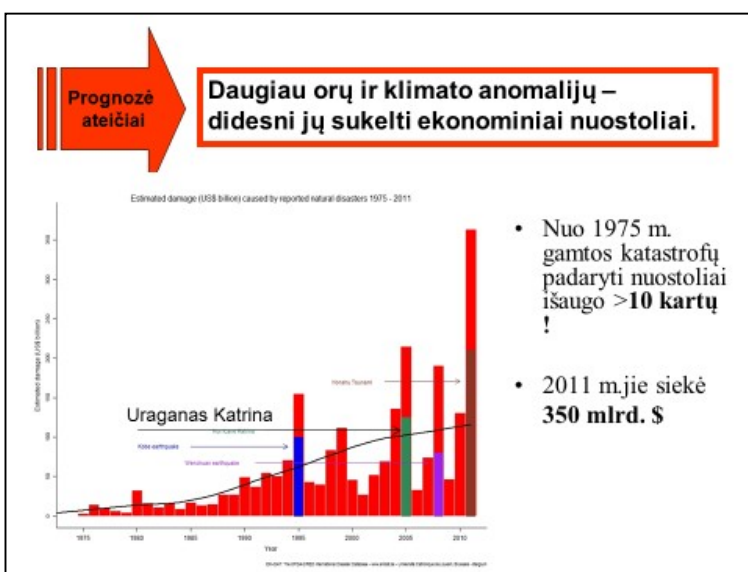


Atitirpstantis amžinojo išalo sluoksnis Sibire





Kylanti globali oro ir vandenyno paviršiaus temperatūra sudaro palankesnes sąlygas tropinėms audroms ir uraganams susidaryti, visame Žemės rutulyje skatina anomalijų atmosferos ir vandenyno cirkuliacijos procesų vystymąsi, daug gamtai ir ekonomikai žalos pridarančių ilgalaikių orų anomalijų formavimąsi, didina neigiamų klimato kaitos pasekmių grėsmę.

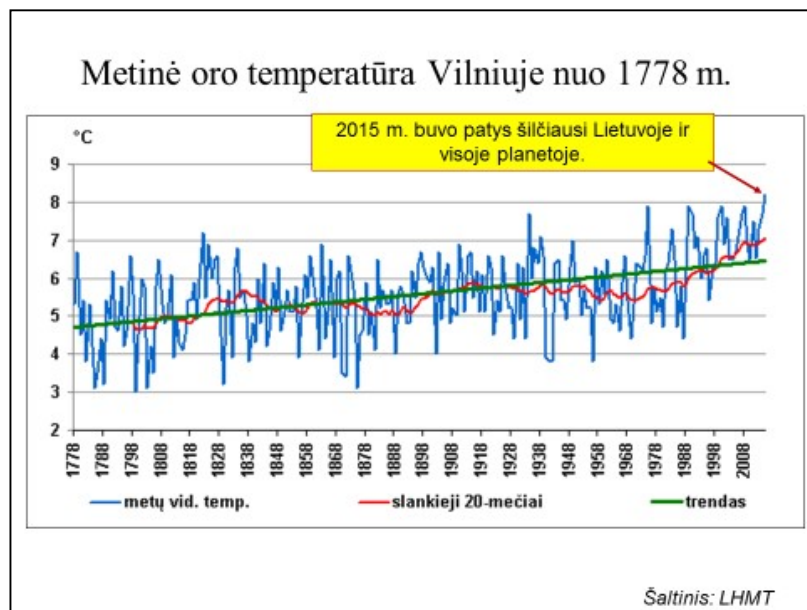


Neigiamos klimato kaitos pasekmės reiškia fizinės aplinkos ir biotos pasikeitimus, atsirandančius dėl klimato kaitos, kuri daro neigiamą poveikį ekosistemų sudėčiai, gyvybingumui ir produktyvumui, taip pat socialinių bei ekonominių sistemų funkcionavimui, žmogaus sveikatai ir gerovei.

Lietuvos klimatas yra neatsiejama visoje Žemės rutulio klimato sistemoje vykstančių procesų dalis. Tad Lietuva yra potencialiai atvira tiek globaliems klimato pokyčiams, tiek rezultatams, pasiektiems mažinant šiltnamio dujų išmetimą.

Lietuvos klimatas yra pereinamojo pobūdžio tarp vidutinių platumų jūrinio ir žemyninio. Pasaulio klimato klasifikacijose didžiosios Lietuvos dalies klimatas apibūdinamas kaip vidutiniškai šaltas su snieginga žiema. Kritulių iškrinta pakankamai visais metų laikais, gausesni jie šiltuoju laikotarpiu.

Paties šalčiausio mėnesio vidutinė oro temperatūra žemesnė už -3°C , o paties šilčiausio – neviršija 22°C . Ne mažiau kaip 4 mėnesius vidutinė temperatūra aukštesnė negu 10°C . Toks klimatas būdingas vidurinei Rytų Europos daliai. Vakarinio Lietuvos pakraščio ir Kuršių nerijos klimatas nusakomas kaip vidutiniškai šiltas, nes vidutinė šalčiausio mėnesio oro temperatūra aukštesnė už -3°C . Šis klimato tipas vyrauja Vakarų Europoje.



Nuo 1777 m. vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje pakilo apie $1,5^{\circ}\text{C}$, o nuo 1961 m. pakilo $0,7\text{--}1^{\circ}\text{C}$. Tai rodo spartų klimato šiltėjimą. Trumpalaikiai svyravimai sinchroniški visoje šalies teritorijoje. Ilgalaikės atšilimo tendencijos ryškiausios pajūryje ir Šiaurės Lietuvoje. Taigi pastarųjų 20 metų (1991–2010 m.) vidutinė metinė oro temperatūra visoje Lietuvos teritorijoje perkopė $6,5^{\circ}\text{C}$ ribą ir siekia $6,7\text{--}8^{\circ}\text{C}$. 1961–1990 m. ji buvo tarp $5,5$ ir $7,1^{\circ}\text{C}$.

Nuo XX a. vidurio sparčiai keitėsi ne tik vidutinė oro temperatūra, bet ir jos ekstremumai. Per pastaruosius dvidešimt metų (1991–2010 m.) visoje Lietuvos teritorijoje buvo viršyti ankstesnieji (1961–1990 m.) temperatūros maksimumai $1\text{--}3^{\circ}\text{C}$. Pati aukščiausia per visą meteorologinių stebėjimų istoriją oro temperatūra $+37,5^{\circ}\text{C}$ (absolūtus oro temperatūros maksimumas) yra užregistruota Zarasuose 1994 m. liepos 30 d.

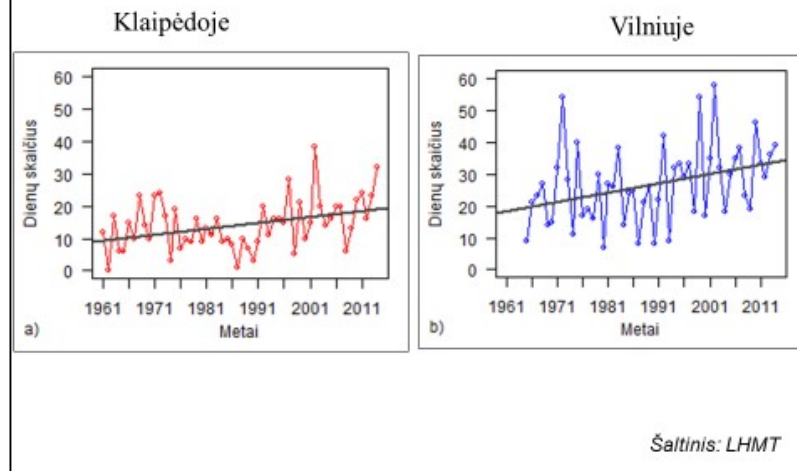
Pastaraisiais dešimtmečiais sparčiai keičiasi ir temperatūros ekstremumų tikimybė. Tokie karščiai, kai paros maksimali oro temperatūra lygi arba viršija 30°C , ir speigai, kai paros minimali oro temperatūra nukrinta iki -20°C ir žemiau, yra pavojingi žmonių sveikatai, padaro žalos gamtai, transporto, žemės ūkio ir kitiems sektoriams. Speigų metu yra pasitaikę avarijų šilumos tiekimo ir vandentiekio požeminėse trasose. XX a. pabaigoje pradėjo daugėti ekstremaliai karštų dienų. Jų tikimybė 1991–2010 m., palyginti su 1961–1990 m., išaugo 2–2,5 karto ir dabar siekia 2–6 dienas per metus.

O speiguotų dienų Lietuvoje pastebimai sumažėjo: jeigu 1961–1990 m. Rytų Lietuvoje jų per žiemą pasitaikydavo vidutiniškai po 10–12, tai pastaraisiais metais – tik po 6–7 per sezoną. Pajūryje ir Šiaurės Vakarų Lietuvoje speigų tikimybė sumažėjo iki $0,5$ per žiemą, t. y. vidutiniškai speigai

Nuo 1961 m.
karštų dienų (maks. oro $t \geq 30^{\circ}\text{C}$)
vidutinis skaičius per metus
padidėjo 2–2,5 karto

Šaltų dienų (min. oro $t \leq -25^{\circ}\text{C}$)
vidutinis skaičius
per žiemą sumažėjo 1,5–2 kartus,
pajūryje – nebeliko

Dienų skaičius per metus, kai $T_{maks.} > 25^{\circ}\text{C}$

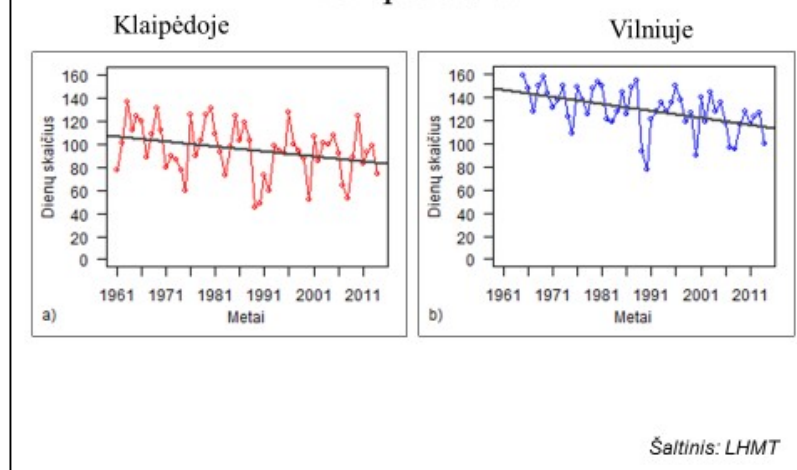


tikėtini tik kas antri metai. Nustatyta, jog šie karščių ir speigų tikimybės pasikeitimai daugiausiai susiję su dažnesniu anticikloninių procesų pasikartojimu vasarą ir retesniu žiemą.

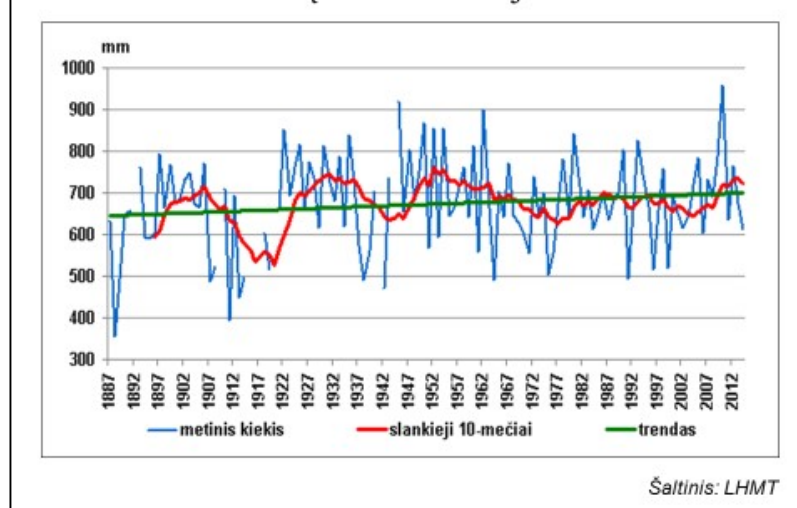
Nuo 1961 m. gerokai padaugėjo vasariškai šiltų dienų, kurių maksimali oro temperatūra aukštesnė nei 25°C .

Augant vidutinei oro temperatūrai, šaltuoju metų laikotarpiu mažėja dienų su neigiama temperatūra skaičius.

Dienų skaičius per metus su neigiama oro temperatūra

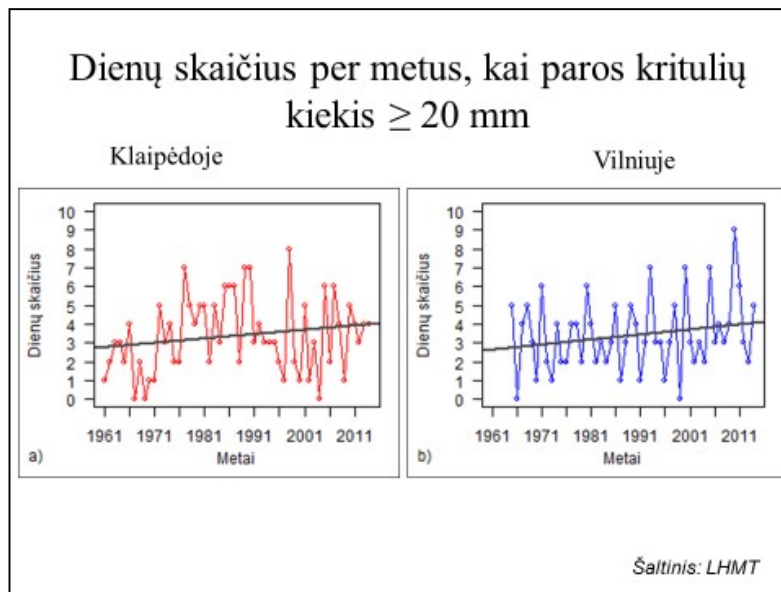


Metinis kritulių kiekis Vilniuje nuo 1887 m.



Kritulių pasiskirstymui Lietuvoje didžiausią reikšmę turi reljefas, šlaitų padėtis vyraujančių oro tėkmių atžvilgiu ir nuotolis nuo jūros. Todėl vidutinis metinis kritulių kiekis Lietuvoje kinta nuo 800–900 mm priešvėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose iki 550–590 mm Vidurio Lietuvos žemumoje.

Vidutinis metinis kritulių kiekis viso Lietuvos teritorijoje – apie 675 mm (44 km^3). Drėgnos jūrinio oro masės, atslinkusios iš vakarų ir pietvakarių, priverstos kilti Žemaičių aukštumos šlaitais, adiabiškai atvėsta, aktyvėja debesodara, iškrinta gausesni krituliai. Priešingas procesas vyksta pavėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose: čia oras besileisdamas adiabiškai šyla ir kritulių sumažėja. Panašus efektas susidaro ir šiaurės



rytiniuose Sūduvos bei rytiniuose Švenčionių aukštumos šlaituose. Kritulių kiekis tostant nuo jūros mažėja dar ir dėl to, kad ore senka vandens garų atsargos.

Lietuvoje metų kritulių kiekis keičiasi nežymiai, tačiau daugėja intensyvių kritulių, kai per parą iškrenta 20 mm ir daugiau kritulių.

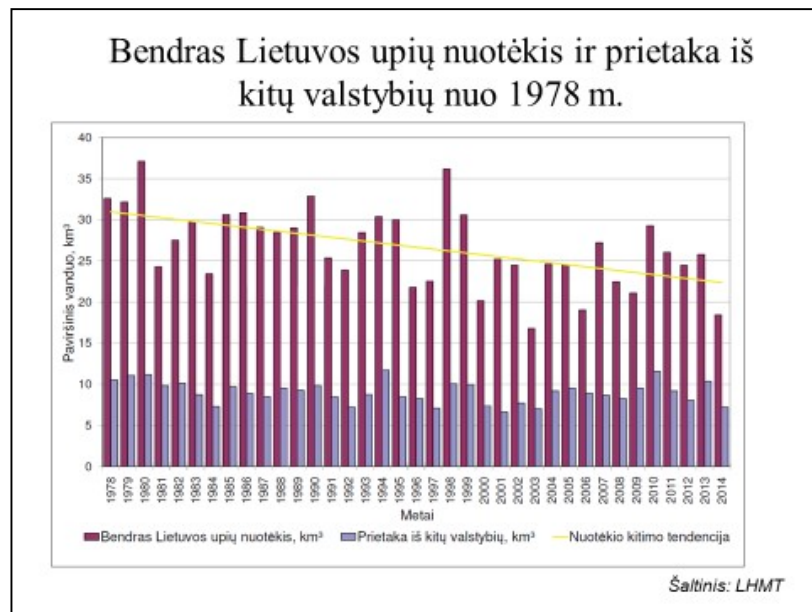
Kritulių kiekis dėl atmosferos cirkuliacijos ypatumų konkrečiais metais gali skirtis nuo vidutinių reikšmių daugiau kaip 1,5 karto.

Lietuvoje 60–66 proc. (ši dalis didėja einant iš rytų į vakarus) kritulių iškrenta šiltuoju metų laikotarpiu (balandį–spalį). Vidutinis metinis kritulių kiekis 1991–2010 m., palyginti su 1961–1990 m., teritorijoje tarp Šilutės ir Kėdainių sumažėjo 10–42 mm (pokyčiai neviršija 5 proc.), o likusioje Lietuvos dalyje padidėjo. Labiausiai (60–87 mm) kritulių kiekis išaugo Pietvakarių Lietuvoje ir Jonavos–Ukmergės–Molėtų apylinkėse (pokyčiai sudaro 10–13 proc.).

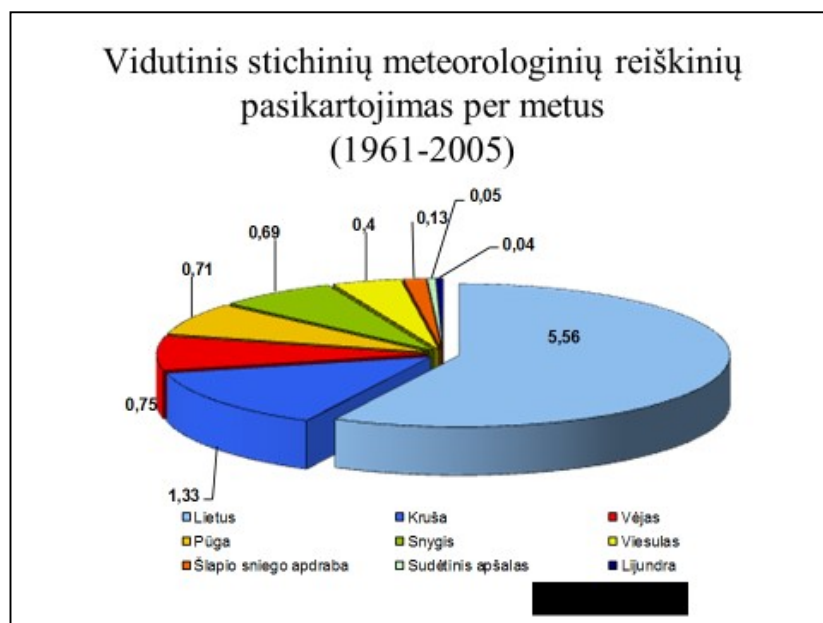
Sniego danga. Ilgiausiai sniego danga laikosi Šiaurės ir Rytų Lietuvoje bei Žemaičių aukštumoje (vidutiniškai 90–100 dienų), pajūryje 60–70, o likusioje teritorijos dalyje – 80–90 dienų. Daugiausiai dienų sniegas laikėsi giliai 1995–1996 m. žiemą – 115–146 dienas, o šiltomis 1974–1975 m. ir 1989–1990 m. žiemomis snieguotų dienų, pavyzdžiui, pajūryje, būta tik 11–24. Šylant klimatui, dienų su sniego danga Lietuvoje mažėja, sniego danga darosi nepastovesnė. Lyginant 1961–1990 m. ir 1991–2010 m. vidutinį dienų skaičių su sniego danga, nustatyta, kad jis sumažėjo 4–10 dienų. Tačiau per žiemą susidarantis maksimalus sniego dangos storis Vakarų ir Vidurio Lietuvoje 1–2 cm padidėjo. Tai susiję su pastaraisiais metais didėjančiu šalčio laikotarpio kritulių kiekiu ir dažnesniu gausaus sniego pasikartojimu. Storiausia sniego danga buvo susidariusi 1996 m.: vasarį–kovą ji daug kur siekė 50 cm, o Lazdijuose – net 72 cm. 2011 m. taip pat susidarė labai stora sniego danga: sausio pirmojo dešimtadienio viduryje Žemaitijoje jos storis padidėjo iki 60–68 cm.

Dirvožemio įšalo gylis, trukmė ir temperatūra priklauso nuo žiemos trukmės ir oro temperatūros, sniego dangos storio, augalinės dangos, dirvožemio šiluminių savybių ir drėgnumo, granulometrinės sudėties, gruntinio vandens slūgsojimo gylio. Sezoninio įšalo trukmė Lietuvoje kinta nuo 24 (šiltomis žiemomis) iki 171 paros (šaltomis žiemomis), vidutiniškai įšalas trunka 123 paras. Giliausiai (vidutiniškai iki 55–64 cm) dirva įšala šiaurės rytuose, rytuose, pietryčiuose ir pietuose, kur vyrauja sausi smėlingi dirvožemiai, giliai slūgso gruntiniai vandenys, žemiausia žiemos temperatūra. Didžiausią gylį įšalas pasiekia vasarį. Šaltomis žiemomis jis prasiskverbia iki 130–145 cm gylio. 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 šalčio laikotarpio vandens infiltracinės sąlygos, upių minimalusis nuotėkis ir pavasarinio potvynio hidrogramos pobūdis.

Pagrindiniai Lietuvos paviršinio vandens nuotėkio išteklius formuojantys gamtiniai veiksniai – klimato ir filtracijos sąlygos. Šių veiksnių pokyčiai kartu atspindi ir nemenką antropogeninės veiklos poveikio nuotėkiui dalį. Lietuva patenka į drėgmės pertekliaus zoną su vidutinėmis vandens sunkimosi į gruntą galimybėmis. Vertinant nuotėkį iškritusių kritulių dalimi, vidutiniškai šalyje nuteka apie 32 proc. kritulių kiekio.



Per du pastaruosius dešimtmečius dėl klimato šiltėjimo vis daugiau drėgmės išgaruoja, todėl nuotėkio kitimo tendencija lieka neigiama. (*Leidiny s "Aplinkos būklė 2014. Tik faktai", 2015*)



Antroje XX a. pusėje išryškėję klimato pokyčiai greičiausiai dar labiau sustiprės artimiausiais dešimtmečiais. Siekiant užtikrinti saugų ekonomikos, socialinio ir aplinkos sektorių funkcionavimą, būtina parengti ir įgyvendinti prisitaikymo prie klimato kaitos strategijas. Tokių nacionalinių strategijų įgyvendinimas padidintų atsparumą klimato kaitos poveikiui. Prisitaikant prie klimato kaitos, ypač daug galima nuveikti vietos ir regioniniu lygmenimis. Būtent vietos lygmuo ir regionai, juose gyvenantys žmonės ir įvairūs sektoriai tiesiogiai patiria klimato kaitos poveikį (potvyniai, audrų padaryti nuostoliai ir kt.). Nors daugelis strateginių tikslų gali būti suformuluoti valstybiniu lygmeniu, didžioji dalis prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių turi būti įgyvendinta vietos lygmeniu.