

KLIMATOPIJAS ROKASGRĀMATA



CLIMATOPIA



Co-funded by
the European Union

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein

Autortiesību deklarācija



Šis materiāls ir licencēts ar
Creative Commons Attribution NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Jūs variet brīvi:

- **Kopīgot** - kopēt un izplatīt materiālu jebkurā datu nesējā vai formātā.
- **Adaptēt** - pārveidot un izmantot materiālu, saskaņā ar šādiem noteikumiem:
- **Attiecināt** - Ja ir veiktas izmaiņas, norādiet, vai tās ir izdarītas, un sniedziet saiti uz licenci, kā arī norādiet, vai ir veiktas izmaiņas. Jūs varat to darīt jebkādā saprātīgā veidā, bet ne tādā, kas liek domāt, ka licences devējs atbalsta jūs vai jūsu materiāla izmantošanu.
- **Nekomerciāli** - Jūs nedrīkstat izmantot materiālu komerciālos nolūkos.
- **ShareAlike** - Ja jūs pārveidojat vai veidojat materiālu, jums jāizplata savi ieguldījumi saskaņā ar to pašu licenci, kas ir materiāla oriģinālam.

SATURS

KLIMATOPIJAS ROKASGRĀMATA.....	1
1. NODAĻA: AR KLIMATA PĀRMAIŅĀM SAISTĪTIE ZINĀTNISKIE PAMATJĒDZIENI.....	5
1. KLIMATA PĀRMAIŅU VĒSTURE UN TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS	5
1.1 Kādēļ ir nepieciešams mācīt par klimata pārmaiņām?	5
1.3 Zinātnisko pierādījumu apkopojums par klimata pārmaiņām.....	8
1.4 Vai mēs varam cīnīties pret klimata pārmaiņām?	11
2. KLIMATA PĀRMAIŅU VĒSTURE UN DABISKIE CĒĻOŅI	13
2.1 Milankoviča ciklu ietekme	13
2.2 Saules svārstību ietekme	15
2.3 Vulkānu ietekme.....	16
3. PAMATINFORMĀCIJA PAR KLIMATA PĀRMAIŅĀM	18
3.1 Laikapstākļi pretstatā klimatam.....	18
3.2 Kas ir dabiskais siltumnīcas efekts?	19
Darbības mehānisms	19
3.3 Kas ir pastiprinātais siltumnīcas efekts?.....	20
3.4 Globālā sasilšana pretstatā klimata pārmaiņām	20
3.4.1 Siltumnīcas efekta gāzes: īss apraksts	21
3.4.2 Kā mēs mērām SEG (GHGs)?.....	23
3.4.3 Oglekļa pēdas nospiedums	27
3.5 Kā mēs varam prognozēt klimata pārmaiņas nākotnē?	27
SEG (GHGs) emisiju scenāriji: ticami SEG emisiju nākotnes modeļi	29
4. KĀDA IR KLIMATA PĀRMAIŅU IETEKME?.....	32
4.1 Ekosistēmas un biodaudzveidība	32
4.2 Ekstrēmi laikapstākļi	33
4.3 Pārtikas sistēmas, nodrošinātība ar pārtiku un mežsaimniecība	33
4.4 Ūdens sistēmas un ūdens drošība.....	34
4.5 Veselība un labklājība.....	35
4.6 Migrācija un pārvietošanās	36

4.7 Cilvēku neaizsargātība.....	36
4.8 Pilsētas, apdzīvotas vietas un infastruktūra.....	36
4.9 Ekonomiskie zaudējumi.....	37
5. KĀDAS IZMAIŅAS GAIDĀMAS NĀKOTNĒ?	38
6. PIELĀGOŠANĀS KLIMATA PĀRMAIŅĀM.....	40
6.1 Daži piemēri, kā pielāgoties klimata krīzei	41
7. KLIMATA PĀRMAIŅU MAZINĀŠANA.....	43
7.1 Inidividuālās aktivitātes klimata pārmaiņu mazināšanai.....	43
2. NODAĻA: KOMIKSU IZVEIDES VADLĪNIJAS	46
1.KOMIKSA IZVEIDE, IZMANTOJOT ZĪMULI UN PAPIĒRU	46
2. DIGITĀLAIS KOMIKSS.....	48
3.NODAĻA: ATVĒRTIE IZGLĪTĪBAS RESURSI KOMIKSU RADĪŠANAI	49
1. IEVADS.....	49
2. KOMIKSU METODES IZMANTOŠANAS PRIEKŠROCĪBAS KLASĒ	49
3. Beliefs komikss.....	50
4. Pixton.....	50
5. Smilebox.....	51
6. Creately.....	51
7. Canva.....	52

1. NODAĻA: AR KLIMATA PĀRMAIŅĀM SAISTĪTIE ZINĀTNISKIE PAMATJĒDZIENI

Dr. Diamando Vlachogiannis

Vides pētniecības laboratorija

Valsts zinātniskās pētniecības centrs "Demokritos"

GRIEĶIJA

1. KLIMATA PĀRMAIŅU VĒSTURE UN TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

1.1 Kādēļ ir nepieciešams mācīt par klimata pārmaiņām?

Zemes klimats ir sarežģīta dinamiska sistēma. Dažādi procesi (atmosfēras, okeāna, bioloģiskie, ģeoloģiskie u. c.) savstarpēji saista daudzas apakšsistēmas, kas visas virza klimata sistēmu un rada reģionālās klimata svārstības. Pastāv ievērojams neatkarīgu pierādījumu kopums, ka notiek **cilvēka izraisītas klimata pārmaiņas**, kas **balstās uz starptautiskiem zinātniskiem pētījumiem**, kuri tapuši pēdējās desmitgadēs, un vienprātību publicētajos, recenzētajos pētījumos, ko veikušas pētnieku grupas visā pasaulē. Klimats ir vitāli svarīgs dzīvībai, tāpēc mums visiem ir svarīgi precīzi izprast klimata zinātnes atklājumus: klimata pārmaiņas ir viens no 21. gadsimta būtiskākajiem jautājumiem. Ir svarīgi gadu no gada uzzināt, kas notiek ar vietējo un globālo klimatu, izmantojot monitoringa stacijas, satelītus un piemērotus zinātniskus instrumentus, lai redzētu, cik veiksmīga ir klimata pārmaiņu mazināšanas politika.

Klimata pārmaiņas tiek uzskatītas par ļoti starpdisciplināru pētījumu jomu. Atzīstot klimata pārmaiņu sarežģītību un lielo spiedienu rast ilgtspējīgus risinājumus, risinot problēmu ar padziļinātām, konkrētām un rīcībspējīgām zināšanām, ir nepieciešama sadarbība starp dabas, sociālo un humanitāro zinātņu disciplīnām. Tomēr pastāv zinātniskas neskaidrības par neskaitāmām detaļām, piemēram, par klimata sistēmas komponentu izmaiņu ātrumu un

mijiedarbību; taču tāda ir visu sarežģīto sistēmu izpētes daba, un to ir svarīgi saprast kā zinātniskās prakses aspektu. Šī iemesla dēļ zināšanas par klimatu un tā pārmaiņām tiek pastāvīgi atjauninātas, pamatojoties uz jauniem zinātniskiem atklājumiem, un jāatzīmē arī tas, ka tas, ko mēs zinām šodien, ievērojami pārsniedz to, ko mēs zinājām pirms desmit vai pat pieciem gadiem.

Zinātne skaidri parāda, ka klimata pārmaiņas ir lielākā problēma, ar ko šodien saskaras sabiedrība. Veselīga sabiedrība ir atkarīga no diezgan stabila klimata, ilgtspējīgām ekosistēmām, enerģijas un ūdens apgādes, tīriem jūras ūdeņiem zvejniecības produktiem, kā arī labas kvalitātes augsnes lauksaimnieciskajai ražošanai. Visas šīs nozares ir savstarpēji saistītas, bet klimats ir izšķirošs elements, lai nodrošinātu to ilgtspējību. Tāpēc klimata pārmaiņas radīs nelabvēlīgu kaskādveida ietekmi lielā pasaules daļā. Piemēram, arvien biežāki ekstremāli laikapstākļi var izraisīt lielāku pārtikas trūkumu un cilvēku pārvietošanos, kas savukārt ietekmēs veselus reģionus un pasaules ekonomiku. Turklāt ietekme neaprobežojas tikai ar neaizsargāto vietu, kurā tā notiek. Tās izraisa virkni klimata apdraudējumu, kas pēc savas būtības ir globāli vai vismaz aptver lielus reģionus (piemēram, plūdi, sausums, meža ugunsgrēki).

Klimata apdraudējumu ietekme un mūsu spēja tikt galā ar šo ietekmi būs atkarīga no mūsu sabiedrības noturības vai neaizsargātības. Klimata riski atšķirīgā mērā ietekmēs sabiedrību, jo pasaulē ir atšķirīgi izturīgi un neaizsargāti reģioni. Turīgākās valstis, tostarp Eiropas valstis, varētu viegli tikt galā ar plūdiem, izvairoties no ilgstošas ietekmes uz vietējo lauksaimniecību un pārtikas apgādi. Tāpat arī modernas apūdeņošanas sistēmas un ūdensapgādes infrastruktūra ļauj vieglāk kompensēt maz nokrišņu sausuma periodos. Attīstīta valsts var tikt galā ar tādu klimata ietekmes triecienu kā sausums. No otras puses, mazāk attīstītās valstis nevar viegli pārvarēt sausumu, kas izraisa ražas bojāeju, pārtikas apgādes traucējumus un nabadzības pieaugumu. Tad arvien vairāk cilvēku nespēj tikt galā ar šo problēmu, radot papildu slodzi resursiem, un tas nozīmē, ka neaizsargātās kopienas kļūst vēl neaizsargātākas, radot apburto loku. Šāds rezultāts neaprobežojas tikai ar neaizsargāto reģionu, bet tas var izplatīties pāri robežām un valstīm, izraisot konfliktus, izjaucot finanšu tirgus un starptautisko tirdzniecību un izraisot migrāciju.

Tāpēc ir svarīgi, lai jaunā paudze būtu sagatavota ar zināšanām un kritiskās domāšanas instrumentiem, kas tai būs nepieciešami, lai tiktu galā ar šo neizbēgamo klimata pārmaiņu un to ietekmes šķēršļiem. Izglītība ir būtisks faktors aizvien steidzamākā globālajā cīņā pret klimata pārmaiņām. Zināšanas par klimata pārmaiņām, kas tiek piedāvātas pašiem jaunākajiem, var:

- 1) palīdzēt viņiem izprast problēmas apmērus un cīnīties ar globālās sasilšanas sekām;
- 2) mudināt viņus mainīt savas ikdienas darbības un dzīvesveidu, lai mazinātu klimata pārmaiņu ietekmi;
- 3) ļaut viņiem pielāgoties situācijai, kas jau ir globāla mēroga ārkārtas situācija.

Turklāt klimata izglītība stimulē skolēnus, palīdzot viņiem izpētīt saikni starp vietējiem notikumiem un globālajām sekām, savstarpēji savienot dažādu zinātnisko priekšmetu zināšanas un apdomāt kopējo ainu par vides stāvokli nākotnē. Jaunās paaudzes izglītošana, mācot skolās klimata zinātņi un veicinot izpratni par klimata pārmaiņām, ir nozīmīgs solis cīņā pret klimata pārmaiņām turpmākajos gados. Turklāt šodienas jaunā paaudze kļūs par lēmumu pieņēmējiem un politikas veidotājiem.

1.2 Zinātnisko centienu koordinācija klimata pārmaiņu izpētes jomā

Klimata pārmaiņu jautājumu risina starptautiskas organizācijas un nolīgumi, kas skaidri norāda, ka visām pasaules valstīm ir steidzami jārikojas. Šie starptautiskie līgumi ir veltīti sabiedrības izpratnes veicināšanai un klimata pārmaiņu apkarošanai¹. Sīkāka informācija ir sniegta turpmāk:

1992. gadā parakstītā Apvienoto Nāciju Organizācijas (ANO) Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām² (UNFCCC), ko ratificējušas 197 valstis, ir pirmais klimata nolīgums. Ar konvenciju tika izveidota Pušu konference (saukta par COP), sekretariāts un palīgstruktūras, kas pārrauga konvencijas un saistīto instrumentu īstenošanu tās pilnvaru ietvaros. Co konferences notiek reizi divos gados, lai novērtētu progresu cīņā ar klimata pārmaiņām un atjaunotu solidaritāti starp valstīm, cenšoties risināt klimata pārmaiņu problēmu. UNFCCC ir ieviesusi procesu, kurā valstīm ir jāveido un jādalās ar datiem par SEG emisijām valstī.

Kioto protokols³ ir pirmais starptautisko noteikumu kopums, kas izstrādāts, lai īstenotu UNFCCC. Kioto ir Japānas pilsētas nosaukums, kurā notika sarunas par protokolu, bet tagad sarunās par klimata pārmaiņām to parasti lieto, lai apzīmētu pašu protokolu. Kioto protokols stājās spēkā pēc tam, kad 2005. gada februārī to ratificēja Krievija, un tas uzliek par pienākumu rūpnieciski attīstītajām valstīm un valstīm ar pārejas posma ekonomiku ierobežot un samazināt SEG emisijas saskaņā ar individuāliem mērķiem, par kuriem panākta vienošanās.

Parīzes nolīgums⁴ ir pirmais juridiski saistošais globālais līgums par klimata pārmaiņām, par kuru 2015. gadā Parīzē vienojās 196 puses un kurš stājās spēkā 2016. gada novembrī. Parīzes nolīgumā ir izmantota augšupēja pieeja, saskaņā ar kuru valstis individuāli lemj, par cik tās katru gadu samazinās savas valsts emisijas. Tā mērķis ir ierobežot globālo sasilšanu krietni zem 2 grādiem pēc Celsija, vēlams - līdz 1,5 grādiem pēc Celsija, salīdzinot ar pirmsindustriālo līmeni.

¹ <https://www.chathamhouse.org/2021/10/which-near-term-impacts-climate-change-are-most-worrying>

² https://unfccc.int/?gclid=EAIaIQobChMIudq5t6iP-wIVaoBQBh1WdQ5sEAAYASAAEgIh1vD_BwE

³ https://unfccc.int/kyoto_protocol?gclid=EAIaIQobChMI94uJ_KWP-wIVjNPtCh24WQa-EAAYASAAEgIqw_D_BwE

⁴ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

Parīzes nolīgumu parakstījušās valstis ir apņēmušās saskaņot finanšu plūsmas ar "virzību uz zemām siltumnīcefekta gāzu emisijām un klimatnoturīgu attīstību".

Pasaules Meteoroloģijas organizācija (PMO) kā specializēta Apvienoto Nāciju Organizācijas aģentūra ir veltīta starptautiskai koordinācijai un sadarbībai attiecībā uz Zemes atmosfēras stāvokli un uzvedību, tās mijiedarbību ar zemi un okeāniem, laikapstākļiem un klimatu, ko tā rada, kā arī ūdens resursu sadalījumu. PMO uzdevums ir, izmantojot integrētu meteoroloģisko instrumentu novērošanas tīklu, nepārtraukti uzraudzīt laikapstākļus un veicināt datu pārvaldības centru un telekomunikāciju sistēmu uzturēšanu, lai nodrošinātu un ātri apmainītos ar laikapstākļu, klimata un ar ūdeni saistītiem datiem.

PMO ir ziņojusi lēmumu pieņēmējiem uz novērojumiem balstītus faktus par klimata stāvokli un tā izmaiņām, savukārt **Klimata pārmaiņu starpvaldību padome**⁵ (IPCC), kas ir pasaules vadošā zinātniskā autoritāte klimata pārmaiņu jomā, ir papildinājusi tos ar zinātniskiem ziņojumiem, kuru pamatā ir atjaunināta zinātniskā informācija.

1.3 Zinātnisko pierādījumu apkopojums par klimata pārmaiņām

Zinātniskā informācija, kas iegūta no dabiskiem avotiem (piemēram, ledus kodoliem, iežiem un koku gredzeniem) un modernām iekārtām (piemēram, satelītiem un instrumentiem), atklāj klimata pārmaiņu pazīmes. Saskaņā ar Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) jaunāko zinātnisko ziņojumu (AR6)⁶ dažus novērotos klimata pārmaiņu pierādījumus var apkopot šādi:

1. Zemes klimats ir mainījies visā tās vēsturē, bet pašreizējā sasilšana notiek tādā ātrumā, kāds nav novērots pēdējo 10 000 gadu laikā. Katra no pēdējām četrām desmitgadēm kopš 1850. gada secīgi ir bijusi siltāka nekā visas iepriekšējās desmitgades. **Globālā vidējā virsmas temperatūra (GMST) paaugstinās.** Tas ir globālais vidējais rādītājs, kas aptver ārkārtējas temperatūras svārstības dažādos reģionos un gadalaikos. 2021. gadā GMST (bija par $1,11 \pm 0,13^\circ\text{C}$ (grādi pēc Celsija) siltāka nekā pirmsindustriālajā periodā (1850-1900). Lielākā daļa sasilšanas notika pēdējo 40 gadu laikā.

GMST mēra, kombinējot gaisa temperatūru virs sauszemes un jūras virsmas temperatūru okeāna apgabalos, ko parasti izsaka kā anomāliju salīdzinājumā ar bāzes periodu.

2. **Siltumnīcefekta gāzu - galvenokārt oglekļa dioksīda, CO₂, metāna, CH₄, slāpekļa oksīda, N₂O, hlorfluorogļūdeņražu, CFC, ozona, O₃, un ūdens tvaika, H₂O - koncentrācija**

⁵ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate>

⁶ IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

atmosfērā atspoguļo dabas (biogēno) un cilvēka (antropogēno) darbību, avotu un piesaistītāju radīto emisiju kopumu. Cilvēka darbības izraisītā SEG līmeņa palielināšanās atmosfērā ir viens no galvenajiem klimata pārmaiņu veicinātājiem, jo tās paaugstina globālo temperatūru. Sauszemes ekosistēmas un okeāni absorbē aptuveni pusi no emitētā CO₂, un tie darbojas kā buferis pret vēl lielāku temperatūras paaugstināšanos. Taču pastāv risks, ka nākotnē šī absorbcija varētu būt mazāk efektīva.

Oglekļa dioksīds (CO₂) ir visbiežāk aplūkotā siltumnīcefekta gāze, un tā koncentrāciju atmosfērā mēra daļiņās uz miljonu atmosfēras daļiņu (ppm). **Arī metāns (CH₄) un slāpekļa oksīds (N₂O)** ir ārkārtīgi svarīgi globālajam klimatam, un to koncentrāciju mēra atmosfēras daļiņās (ppb).

Pašlaik novērotā (izmērītā) SEG koncentrācija un pieaugums:

- CO₂: (tūkstošiem gadu CO₂ nekad nav pārsniedzis ~300 ppm): 418,81 ppm = **150% no pirmsindustriālā perioda līmeņa;**
- CH₄: 1889±2 ppb = **262% no pirmsindustriālā līmeņa;**
- N₂O: 333,2±0,1 ppb = **123 % no pirmsindustriālā līmeņa.**

3. **Dažādos reģionos novērots nenormāls nokrišņu daudzums.** Pēdējā laikā lielas teritorijas ar nokrišņu daudzumu **virs normas bija Austrumeiropā, Dienvidaustrumāzijā, Dienvidamerikas ziemeļu apgabalos un Ziemeļamerikas dienvidaustrumos.** Savukārt reģioni ar **nokrišņu deficītu** ietvēra Āzijas dienvidrietumus un Tuvos Austrumus, Āfrikas dienvidu daļas, Dienvidamerikas dienvidus un Ziemeļamerikas centrālo daļu.

4. Kopš pagājušā gadsimta piecdesmitajiem gadiem lielākajā daļā lauku reģionu **karstuma ekstrēmi (karstuma viļņi)** ir kļuvuši biežāki un intensīvāki, savukārt **aukstuma ekstrēmi** ir sastopami retāk un retāk.

5. Iespējams, ka pēdējo četru desmitgažu laikā pasaulē ir palielinājies **smagu tropisko ciklonu** (3.-5. kategorijas) īpatsvars.

6. Ledus uz Zemes virsmas ir **jūras ledus, ledāji** un kontinentālās **ledus segas**, kas kopā satur aptuveni 2 % ūdens uz Zemes. Zinātnieki šo sistēmu dēvē par **kriosfēru**. Globālā sasilšana izraisa **ledus segu kušanu**. Abas lielākās Grenlandes un Antarktikas **ledus loksnes** zaudē ledus masu vismaz kopš 1990. gada, bet visstraujāk tās ir sarukušas pēdējā desmitgadē (2010-2019). **Samazinās arī Arktikas jūras ledus.** Gan Arktikas jūras ledus apjoms, gan biezums pēdējo desmitgažu laikā ir strauji samazinājies. Septembrī tas samazinājās par 40 %, bet martā - par 10 %.

7. Visas datu kopas ir vienisprātis, ka **okeāna sasilšanas tempi pēdējās divās desmitgadēs ir īpaši strauji palielinājušies**. Kopš 1969. gada okeānu augšējo 100 metru dziļumā vērojama sasilšana par 0,33 grādiem pēc Celsija. Okeāni aizņem aptuveni 70 % Zemes virsmas. **Okeāniem ir liela nozīme Zemes vides un globālā klimata veidošanā**. Zemes atmosfērai sasilstot, okeānos esošais ūdens uzsūc enerģiju (siltumu) un vienmērīgāk to sadala pa visu planētu uz dažādām pasaules daļām un atmosfēru, izmantojot kustības, ko sauc par **okeāna straumēm**. Okeāni arī absorbē oglekļa dioksīdu no Zemes atmosfēras. Papildu siltums un oglekļa dioksīds okeānā var izmainīt vidi daudzajiem augiem un dzīvniekiem, kas tur dzīvo.

Dažos okeānu augšējos metros ir tikpat daudz siltuma kā visā Zemes atmosfērā. Tāpēc, planētai sasilstot, tieši okeāni saņem lielāko daļu papildu enerģijas. Vairāk nekā 90 % globālās sasilšanas nonāk okeānā. Siltāks ūdens izplešas un paceļas. Turklāt papildu ūdens no ledus segas kušanas izraisa jūras līmeņa celšanos, kas var ietekmēt piekrastes teritorijas. NASA ziņo, ka šodien dzimušam bērnam okeāna līmenis var paaugstināties par 0,3 līdz 1,2 metriem. 2021. gadā pasaules **vidējais jūras līmenis sasniedza jaunu rekordaugstu līmeni**. Tomēr jūras līmenis ne visur paaugstinās vienādi: reģionālajos jūras līmeņa izmaiņu modeļos dominē vietējās okeāna siltuma satura un sāļuma izmaiņas. Okeāni absorbē aptuveni ceturto daļu CO₂, ko cilvēki rada, sadedzinot fosilo kurināmo (naftu, ogles un dabasgāzi). Taču pārāk liels oglekļa dioksīda daudzums okeānā rada problēmu, ko sauc par okeānu paskābināšanos, kas var kaitēt okeānu augiem un dzīvniekiem.

8. **Sniega sega samazinās**. Satelītu novērojumi liecina, ka pavasara sniega segas daudzums ziemeļu puslodē pēdējo piecu desmitgažu laikā ir samazinājies un sniegs kūst agrāk. *Praktiski ir skaidrs*, ka 21. gadsimtā sniega sega samazināsies lielākajā daļā sauszemes reģionu ūdens ekvivalenta, platības un gada ilguma ziņā.

9. Ar dažiem izņēmumiem **kalnu ledāji** kopš 19. gadsimta otrās puses ir atkāpušies. Šāda uzvedība ir bezprecedenta parādība vismaz pēdējo 2000 gadu laikā. Globālās sasilšanas izraisītā agrāka pavasara sniega kušanas sākšanās un pastiprināta ledāju kušana jau ir veicinājusi sezonālās straumju plūsmas izmaiņas zema augstuma kalnu sateces baseinos.

Visas iepriekš minētās pārmaiņas radīs problēmas ūdensapgādei, enerģijas ražošanai, ekosistēmu integritātei, lauksaimnieciskajai un mežsaimnieciskajai ražošanai, sagatavotībai katastrofām un ekotūrismam.

Galvenā ziņa

Globālās temperatūras paaugstināšanās ir veicinājusi biežākus un **smagākus ekstremālus laikapstākļus visā pasaulē**, tostarp aukstuma un karstuma viļņus, plūdus, sausumu, meža ugunsgrēkus un vētras.

Klimata pārmaiņas **ietekmē ekosistēmas**, tostarp sauszemes, saldūdens, piekrastes un jūras ekosistēmas, un to sniegtos pakalpojumus, un dažas no tām ir jutīgākas nekā citas.

Ekosistēmas degradējas vēl nepieredzētā ātrumā, ierobežojot to spēju nodrošināt cilvēku labklājību un kaitējot to pielāgošanās spējai veidot noturību.

Saskaņā ar Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) datiem tuvākajā nākotnē būs vairāk smagu un biežāku ekstremālu laikapstākļu, piemēram, plūdu, sausuma, meža ugunsgrēku un viesuļvētru.

Vidējā globālā sasilšana par daļu no grāda var radīt milzīgas sekas.

1.4 Vai mēs varam cīnīties pret klimata pārmaiņām?

PMO nesen informēja sabiedrību par to, ka zinātnieku kopienas vēstījums par klimata pārmaiņām ir sadzirdēts un lēmumu pieņēmēji vēlas risināt šo problēmu. Starptautiskie nolīgumi un protokoli par klimata pārmaiņām, ko parakstījusi lielākā daļa valstu, liecina par vispārēju vienprātību attiecībā uz šīs problēmas steidzamību un risināšanu. Saskaņā ar Apvienoto Nāciju Organizācijas Vides programmas (UNEP) Rīcības piezīmi (*Action Note*)⁷ pasaule ir nonākusi ārkārtas situācijā klimata jomā. Līdz šā gadsimta beigām mēs esam ceļā uz temperatūras paaugstināšanos, kas ievērojami pārsniegs Parīzes nolīgumā⁸ noteiktos mērķus - 1,5-2 °C. Ja mēs pārtrauktu emitēt SEG, vidējā globālā temperatūra pārtrauktu paaugstināties pēc dažiem gadiem, bet saglabātos paaugstināta daudzus gadsimtus. Tas ir tāpēc, ka SEG atmosfērā saglabājas daudzus gadus. Tomēr, iespējams, vēl nav par vēlu izvairīties no klimata pārmaiņu vissmagākās ietekmes vai to mazināt. Šādi pasākumi būtu nepieciešami:

- 1. Samazināšana:** samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas atmosfērā;
- 2. Pielāgošanās:** samierināties ar klimata pārmaiņām un pielāgoties tām.

⁷ <https://www.unep.org/explore-topics/climate-action/what-we-do/climate-action-note/climate-action-progress.html>

⁸ Parīzes nolīgums ir starptautisks līgums par klimata pārmaiņām. 2015. gadā pieņemtais nolīgums attiecas uz klimata pārmaiņu mazināšanu, pielāgošanos tām un finansējumu. Parīzes nolīgumu apsprieda 196 puses 2015. gada Apvienoto Nāciju Organizācijas Klimata pārmaiņu konferencē netālu no Parīzes, Francijā.

Daudzas valstis ir izvirzījušas mērķus, lai mazinātu klimata pārmaiņu ietekmi. Eiropas Savienība ir izvirzījusi mērķi līdz 2050. gadam panākt nulles siltumnīcefekta gāzu emisiju līmeni. Taču šie mērķi ir jāpārvērš rīcībā. Mums ir jāpārskata rūpniecības darbība, enerģijas ražošanas un transporta sistēmas, kā arī viss dzīvesveids kopumā. Mums ir jāīsteno mūsu planētas un cilvēces nākotnes labā.

2. KLIMATA PĀRMAIŅU VĒSTURE UN DABISKIE CĒĻŅI

Zemes klimats vēstures gaitā ir mainījies. Tikai pēdējo 800 000 gadu laikā ir bijuši astoņi ledus laikmetu un siltāku periodu cikli, un pēdējā ledus laikmeta beigas pirms aptuveni 11 700 gadiem iezīmēja mūsdienu klimata ēras un cilvēka civilizācijas sākumu. Lielākā daļa šo klimata pārmaiņu ir saistītas ar ļoti nelielām izmaiņām Zemes orbītā (tā sauktie Milankoviča cikli), kas maina saules enerģijas daudzumu, ko saņem mūsu planēta. Arī Saules ciklu vai citu Saules svārstību dēļ uz Zemi nonākošā Saules izstarotā starojuma izmaiņas var ietekmēt Zemes klimatu. Šie divi dabisko klimata svārstību veidi ir aplūkoti turpmāk.

2.1 Milankoviča ciklu ietekme

Pastāv trīs periodiskas Zemes kustības, kas pazīstamas kā Milankoviča cikli, kuri veicina labi matemātiski paredzamas planētas klimata izmaiņas dažādos laika periodos, sākot no desmitiem tūkstošu līdz simtiem tūkstošu gadu. Milankoviča cikli ietver Zemes orbītas formu (tās ekscentricitāti), Zemes ass slīpuma leņķi attiecībā pret Zemes orbītas plakni (tās slīpumu) un Zemes griešanās ass virzienu (tās precesiju). Šie cikli ietekmē saules gaismas un līdz ar to arī enerģijas daudzumu, ko Zeme absorbē no Saules. Šie cikli nodrošina spēcīgu pamatu, lai izprastu **ilgtermiņa izmaiņas**. Zemes klimatā, tostarp ledus laikmetu sākumu un beigas visā Zemes vēsturē. Turpmāk ir īsi aprakstīti trīs cikli:

1. Zemes orbītas forma ap Sauli, ko sauc par **ekscentricitāti (100 000 gadu cikli)**. Zemes ikgadējā orbīta ap Sauli nav pilnīgi apaļa. Laika gaitā mūsu Saules sistēmas divu lielāko gāzveida milzu planētu - Jupitera un Saturna - gravitācijas pievilksana izraisa Zemes orbītas formas izmaiņas no gandrīz apļveida līdz nedaudz eliptiskai. Ekscentricitāte mēra, cik ļoti Zemes orbītas forma atšķiras no ideāla apļa. Šīs izmaiņas ietekmē attālumu starp Zemi un Sauli.

Kad Zemes orbīta ir viselistiskākā, katru gadu, Zemei tuvojoties Saulei, to sasniedz aptuveni par 23 procentiem vairāk Saules starojuma, nekā tad, kad tā atrodas vistālāk no Saules. Pašlaik Zemes ekscentricitāte ir tuvu savai vismazākajai elipsei (visvairāk apļveida), un tā ļoti lēni samazinās ciklā, kas ilgst aptuveni 100 000 gadu. Ik pēc ~ 400 000 gadiem šīs ekscentricitātes izmaiņas ir vēl izteiktākas.

Kopējās globālās gada saules radiācijas izmaiņas ekscentricitātes cikla dēļ ir ļoti nelielas. Tā kā Zemes ekscentricitātes svārstības ir samērā nelielas, tās ir relatīvi mazs faktors ikgadējās sezonālajās klimata svārstībās.

2. Zemes rotācijas ass, tai ceļojot ap Sauli, ir sasvērta, ko sauc par **obliktivitāti (41 000 gadu cikli)**. Obliktivitātes dēļ uz Zemes ir gadalaiki. Pēdējo miljonu gadu laikā tā ir mainījusies no 22,1 līdz 24,5 grādiem attiecībā pret Zemes orbītas plakni ik pēc ~41 000 gadiem. Zemes ass ir sasvērta, jo planētas sauszemes masas izvietojuma dēļ ziemeļu puslode ir smagāka. Zemes slīpums ietekmē to, cik daudz saules starojuma absorbē planēta dažādos platuma grādos. Ja Zemes ass ir vertikālāk novietota un slīpuma leņķis ir mazāks, tad poliem ir mazāk saules starojuma.

Jo lielāks ir Zemes ass slīpuma leņķis, jo ekstrēmāki ir gadalaiki, jo katra puslode saņem vairāk saules starojuma vasarā, kad tā ir sasvērta pret Sauli, un mazāk ziemā, kad tā ir sasvērta prom. Lielāki slīpuma leņķi veicina deglaciācijas periodus (ledāju un ledus segu kušanu un atkāpšanos). Šie efekti nav vienādi visā pasaulē - augstākajos platuma grādos saules starojums mainās vairāk nekā apgabalos, kas atrodas tuvāk ekvatoram.

3. Zemes rotācijas laikā tā nedaudz šūpojas ap savu asi, kas pazīstama kā **aksiālā precesija (26 000 gadu cikli)**. Šo šūpošanos izraisa plūdmaiņas spēki, ko izraisa Saules un Mēness gravitācijas ietekme, kas izraisa Zemes izliekumu pie ekvatora, ietekmējot tās rotāciju. Aksiālās precesijas cikls ilgst aptuveni 26 000 gadu.

Taču ar Milankoviča cikliem nevar izskaidrot visas klimata pārmaiņas, kas notikušas pēdējo aptuveni 2,5 miljonu gadu laikā. Un vēl svarīgāk - *tie nevar izskaidrot pašreizējo straujās sasilšanas periodu, ko Zeme piedzīvo kopš pirmsindustriālā perioda (laika posms no 1850. līdz 1900. gadam) un jo īpaši kopš 20. gadsimta vidus. Zinātnieki ir pārliecināti, ka neseno Zemes sasilšanu galvenokārt ir izraisījusi cilvēka darbība, proti, tieša oglekļa dioksīda nonākšana Zemes atmosfērā, sadedzinot fosilo kurināmo.*⁹

⁹ <https://climate.nasa.gov/ask-nasa-climate/2949/why-milankovitch-orbital-cycles-cant-explain-earths-current-warming/>

Kā mēs varam zināt, ka pašreizējās pārmaiņas nav izraisījuši Milankoviča cikli?

Milankoviča cikli darbojas ļoti ilgā laika posmā - no desmitiem tūkstošu līdz simtiem tūkstošu gadu. Turpretī pašreizējā Zemes sasilšana ir notikusi gadu desmitiem līdz gadsimtiem ilgā laika posmā. Pēdējo 150 gadu laikā Milankoviča cikli nav būtiski mainījuši Zemes absorbētās saules enerģijas daudzumu. Patiesībā NASA satelītu novērojumi liecina, ka pēdējo 40 gadu laikā saules starojums patiesībā ir nedaudz samazinājies.

Visbeidzot, Zeme pašlaik atrodas starpleduslaikmetā (maigāka klimata periods starp ledus laikmetiem). Ja nebūtu cilvēka ietekmes uz klimatu, zinātnieki apgalvo, ka Zemes pašreizējās orbītas pozīcijas Milankoviča ciklos paredz, ka mūsu planētai vajadzētu atdzist, nevis sasilt, turpinot ilgtermiņa atdzišanas tendenci, kas aizsākās pirms 6000 gadiem.

2.2 Saules svārstību ietekme

Saule ir milzīga karstu gāzu lode, kas rotē ārkārtīgi strauji. Saules gāzes nepārtraukti pārvietojas. Šī kustība rada lielu aktivitāti uz Saules virsmas, ko sauc par Saules aktivitāti, kas rada starojumu un līdz ar to arī enerģiju. Dažkārt Saules virsma ir ļoti aktīva. Citreiz situācija ir nedaudz mierīgāka. Saules starojuma daudzums mainās atkarībā no Saules cikla posmiem. Saules aktivitāte var ietekmēt Zemi, tāpēc zinātnieki katru dienu rūpīgi uzrauga Saules aktivitāti.

Zinātnieki izmanto rādītāju, ko sauc par kopējo saules starojumu (SITS), lai mērītu enerģijas izmaiņas, ko Zeme saņem no Saules. SITS ietver 11 gadu Saules ciklu un Saules uzliesmojumus/viļņus no Saules virsmas. Pētījumi liecina, ka Saules mainīgumam ir bijusi nozīme klimata pārmaiņās pagātnē. Piemēram, Saules aktivitātes samazināšanās kopā ar vulkānu aktivitātes palielināšanos palīdzēja izraisīt mazo ledus laikmetu - reģionālu atdzišanas periodu, kas bija īpaši izteikts Ziemeļatlantijas reģionā un ilga no 14. gadsimta sākuma līdz 19. gadsimta vidum.

Vairāki pierādījumi liecina, ka pašreizējo globālo sasilšanu nevar izskaidrot ar Saules enerģijas izmaiņām:

- Kopš 1750. gada vidējais Saules enerģijas daudzums ir vai nu nemainīgs, vai arī nedaudz palielinājies.
- Ja aktīvāka Saule būtu izraisījusi sasilšanu, zinātnieki sagaidītu augstāku temperatūru visos atmosfēras slāņos. Tā vietā viņi ir novērojuši atdzišanu atmosfēras augšējās slāņos un sasilšanu atmosfēras virspusē un zemākajos slāņos. Tas ir tāpēc, ka siltumnīcefekta gāzes palēnina siltuma zudumus no atmosfēras apakšējās daļas, jo tās to aiztur.

- Klimata modeļi, kuros iekļautas Saules starojuma izmaiņas, nespēj atveidot novēroto temperatūras tendenci pēdējā gadsimta laikā vai ilgāk, neiekļaujot siltumnīcefekta gāzu pieaugumu.¹⁰

2.3 Vulkānu ietekme

Vulkāni var ietekmēt klimatu un ietekmēt klimata pārmaiņas. Lielu eksplozīvu izvirdumu laikā milzīgi vulkānisko vielu (gāzu, aerosola pilienu un pelnu) daudzumi tiek iepludināti ļoti augstu atmosfērā (sasniedzot atmosfēras slāni, ko sauc par stratosfēru; stratosfēra ir atmosfēras slānis, kas stiepjas no aptuveni 10 km līdz 50 km (6-30 jūdžu) augstumā.). Pēc tam iepludinātie pelni no stratosfēras strauji nokrīt uz zemes - lielākā daļa no tiem tiek izvadīti dažu dienu vai nedēļu laikā - un to ietekme uz klimata pārmaiņām ir neliela.

Taču vulkāniskās gāzes, piemēram, sēra dioksīds (SO₂), var uzturēties lielā atmosfēras augstumā un pazemināt gaisa temperatūru, izraisot globālu atdzišanu, savukārt vulkāniskā oglekļa dioksīda, siltumnīcefekta gāze, potenciāli var veicināt globālo sasilšanu.

Sēra dioksīds, kas izdalās mūsdienu vulkānu izvirdumos, dažkārt ir izraisījis nosakāmu **globālo atmosfēras atdzišanu**, bet mūsdienu vulkānu izvirdumos izdalītais oglekļa dioksīds nekad nav izraisījis nosakāmu globālo atmosfēras sasilšanu. 20. gadsimta ievērojamāko izvirdumu piemēri, kas **izraisīja nozīmīgākos atmosfēras atdzišanas notikumus**, ir Novarupta¹¹ (Aļaska, 2012. gada 6. jūnijs) un Pinatubo kalns (Filipīnas, 1991. gada 2. aprīlī).

Nav šaubu, ka ļoti lieli vulkāna izvirdumi var iepludināt atmosfērā ievērojamu daudzumu oglekļa dioksīda. 1980. gada Senthelēnas kalna izvirdums atmosfērā izlaida aptuveni 10 miljonus tonnu CO₂ tikai 9 stundu laikā. Tomēr pašlaik cilvēcei ir vajadzīgas tikai 2,5 stundas, lai emitētu tādu pašu daudzumu. Lai gan šādi lieli sprādzienbīstami izvirdumi ir reti sastopami un notiek tikai ik pēc 10 gadiem, cilvēces emisijas ir nemitīgas un katru gadu palielinās.

¹⁰ <https://climate.nasa.gov/causes/>

¹¹ <https://www.nps.gov/articles/aps-v11-i1-c12.htm>

Galvenā ziņa

Pašreizējā sasilšanas tendence attīstās tādā ātrumā, kāds pēdējās tūkstošgadēs nav novērots. Rūpīga paleoklimata datu analīze par koku gredzeniem, okeāna nogulumiem, koraļļu rifiem, nogulumiežu slāņiem un ledus serdeņiem (Antarktīda, Grenlande un kalnu ledāji) palīdz nonākt pie šādiem secinājumiem:

- i) Klimats reaģē uz izmaiņām siltumnīcefekta gāzu koncentrācijā atmosfērā;
- ii) Pašreizējā sasilšana notiek aptuveni 10 reizes ātrāk nekā vidējais sasilšanas ātrums pēc ledus laikmeta;
- iii) Gada atmosfēras oglekļa dioksīda pieauguma temps pēdējo 60 gadu laikā ir aptuveni 100 reizi ātrāks nekā iepriekšējais dabiskais pieaugums, piemēram, tas, kas notika pēdējā ledus laikmeta beigās pirms 11 000–17 000 gadiem.

Ir skaidrs, ka cilvēka darbības radītās siltumnīcefekta gāzu emisijas atmosfērā aiztur vairāk saules enerģijas¹². Ap Zemi riņķojošie satelīti, virsmas novērošanas tīkli un jaunas tehnoloģijas ir ļāvušas zinātniekiem iegūt zināšanas par Zemes sistēmu, daudzu gadu garumā vācot datus, kas atklāj mainīgā klimata pazīmes un modeļus.

Apgalvojumu, ka klimata pārmaiņas nenotiek, ir ļoti grūti aizstāvēt, ņemot vērā sauszemes un satelītu datu kopas, kas skaidri parāda vidējās jūras un sauszemes temperatūras paaugstināšanos un ledus masu samazināšanos visā pasaulē.

¹² <https://climate.nasa.gov/faq/17/do-scientists-agree-on-climate-change/>

3. PAMATINFORMĀCIJA PAR KLIMATA PĀRMAIŅĀM

Šajā sadaļā ir sniegta pamatinformācija, lai izprastu atmosfēras, laikapstākļu, klimata, dabiskā siltumnīcas efekta un cilvēka darbības pastiprinātā siltumnīcas efekta jēdzienus, lai noskaidrotu klimata pārmaiņu nozīmi.

3.1 Laikapstākļi pretstatā klimatam

Laikapstākļi attiecas uz atmosfēras apstākļiem, kas rodas **lokāli īsos laika periodos** — no minūtēm līdz stundām vai dienām. Lielākā daļa cilvēku laikapstākļus domā par temperatūru, mitrumu, nokrišņiem, mākoņainību, spilgtumu, redzamību, vēju un atmosfēras spiedienu, piemēram, augstu un zemu spiedienu.

No otras puses, **klimats** attiecas uz ilgtermiņa (parasti vismaz 30 gadus) vietējām, reģionālajām vai pat globālajām temperatūras, mitruma un nokrišņu daudzuma vidējām vērtībām sezonās, gados vai gadu desmitos. Tādējādi klimats ir laikapstākļu vidējais rādītājs laikā un telpā. Īsāk sakot, klimats ir **ilgtermiņa** laikapstākļu modeļa apraksts noteiktā apgabalā.

Kad zinātnieki runā par klimatu, viņi skatās uz vidējo nokrišņu daudzumu, temperatūru, mitrumu, saules gaismu, vēja ātrumu, tādām parādībām kā migla, sals un krusas vētras, kā arī citus laikapstākļu rādītājus, kas notiek ilgākā laika periodā konkrētā valstī, vietā.

Piemēram, pēc lietus mērīšanas datu, ezeru un rezervuāru līmeņu un satelītu datu apskates zinātnieki var noteikt, vai vasarā apgabals bija sausāks par vidējo. Ja tas turpinās būt sausāks nekā parasti daudzu vasaru laikā, tas, visticamāk, liecinātu par klimata izmaiņām¹³. Papildus ilgtermiņa klimata pārmaiņām pastāv arī īslaicīgas klimata izmaiņas. Šo tā saukto **klimata mainīgumu** var attēlot periodiskas vai periodiskas izmaiņas, kas saistītas ar *El Niño*, *La Niña*, vulkāna izvirdumiem vai citām izmaiņām Zemes sistēmā.

Kad mēs runājam par klimata pārmaiņām, mēs runājam par izmaiņām ilgtermiņa vidējos laikapstākļos.

¹³ https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html

3.2 Kas ir dabiskais siltumnīcas efekts?

Zemes atmosfēru galvenokārt veido tikai dažu gāzu maisījums - slāpekļis, skābeklis un argons; Šīs trīs gāzes kopā veido vairāk nekā 99,5% no visām atmosfērā esošajām gāzu molekulām. Šīs gāzes, kas ir visvairāk sastopamas atmosfērā, gandrīz neietekmē Zemes un tās atmosfēras sasilšanu, jo tās neuzsūc redzamo vai infrasarkanā starojumu. Tomēr ir nelielas gāzes, kas veido tikai nelielu daļu no atmosfēras (apmēram 0,43% no visām gaisa molekulām, no kurām lielākā daļa ir ūdens tvaiki ar 0,39%), kas absorbē infrasarkanā starojumu. Šīs gāzes (ļoti mazos daudzumos) būtiski veicina Zemes virsmas un atmosfēras sasilšanu, jo tām piemīt īpašība absorbēt Zemes izstaroto infrasarkanā starojumu (sīkāku informāciju par siltumnīcas efektu skatīt zemāk). Tā kā šīs mikrogāzes ietekmē Zemi līdzīgi kā siltumnīcas efekts, tās sauc par siltumnīcefekta gāzēm jeb SEG.

Darbības mehānisms

Ir zināms, ka siltumnīca ļauj iekļūt saules gaismai, vienlaikus saglabājot siltumu, kas radīts, lai sasildītu augus un gaisu pat naktī. Atmosfēras siltumnīcas efekts ir līdzīgs tam, bet siltumnīcas stikla sienu un jumta vietā noteiktas atmosfēras gāzes absorbē vai aiztur saules gaismu, t.i., Saules enerģiju.

Precīzāk, aptuveni puse gaismas enerģijas, kas sasniedz Zemes atmosfēru, caur gaisu un mākoņiem iziet uz virsmu, kur tā tiek absorbēta un izstarota infrasarkanā siltuma veidā. Lielāko daļu šī siltuma (~ 90%) absorbē atmosfēras gāzes, kuras mēs saucam par siltumnīcefekta gāzēm (SEG), un pēc tam atkārtoti izstaro visos virzienos atmosfērā, sasildot Zemi. Šo procesu sauc par dabiskās siltumnīcas efektu, un tas ir izdevīgs, jo uztur labvēlīgus dzīves apstākļus Zemes mikrobu, dzīvnieku un augu iemītniekiem. Šīs parādības dēļ Zeme ir daudz siltāka, nekā tā būtu bez atmosfēras, jo siltums nevar izkļūt kosmosā, saglabājot Zemes vidējo temperatūru aptuveni 15 grādus pēc Celsija¹⁴.

Dabā sastopamās SEG (GHGs) ir oglekļa dioksīds, CO₂, metāns, CH₄, slāpekļa oksīds, N₂O, ozons, O₃ un ūdens tvaiki, H₂O.

Galvenā ziņa

Atmosfēra ir svarīga, lai uzturētu siltumu uz Zemes virsmas. Bez dabā atmosfērā sastopamajām SEG, Zemes vidējā temperatūra būtu ~ -18 grādi pēc Celsija, nevis ~+15 grādi pēc Celsija, kāda tā ir tagad.

¹⁴ <https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect>

3.3 Kas ir pastiprinātais siltumnīcas efekts?

Kopš 20. gadsimta vidus novērotās izmaiņas Zemes klimatā ir saistītas ar cilvēka darbību.

Cilvēku darbības, jo īpaši fosilā kurināmā (ogļu, naftas un dabasgāzes) dedzināšana, lauksaimniecība un zemes tīrīšana (piemēram, mežu izciršana) palielina SEG koncentrāciju atmosfērā. Cilvēka darbība ne tikai palielina dabā sastopamo SEG (CO₂, CH₄, N₂O, O₃, H₂O), kā minēts iepriekš, bet arī ievieš jaunus ķīmiskus savienojumus, kas absorbē siltumu atmosfērā, piemēram, **hlorfluorogļūdeņražus (CFC)**¹⁵. Augstākas siltumnīcefekta gāzu koncentrācijas atmosfērā aiztur vairāk siltuma, tās darbojas kā sega, kas izolē Zemi, izraisot lielāku **globālo sasilšanu**, paaugstinot Zemes vidējo temperatūru un tādējādi pastiprinot siltumnīcas efektu.

Tiek lēsts, ka kopš pirmsindustriālā perioda cilvēka darbība ir palielinājusi Zemes vidējo globālo temperatūru par aptuveni 1 grādu pēc Celsija, un pašlaik šis skaitlis palielinās par vairāk nekā 0,2 grādiem pēc Celsija desmitgadē. Pašreizējā globālās sasilšanas tendence nepārprotami ir cilvēka darbības rezultāts kopš 1950. gadiem, un tā turpinās bezprecedenta ātrumā tūkstošgadēs.

3.4 Globālā sasilšana pretstatā klimata pārmaiņām

Termins “**globālā sasilšana**” nav identisks terminam “**klimata pārmaiņas**”.

Globālā sasilšana veicina klimata pārmaiņas.

Siltums ir enerģija, un, kad jebkurai sistēmai tiek pievienots vairāk enerģijas, tas to satricina, izraisot izmaiņas. Globālā klimata sistēma ir atkarīga no dažādām sistēmām vai citām Zemes sastāvdaļām (atmosfēras, okeāna, zemes un ekosistēmām), kas ir savstarpēji saistītas. Tādējādi siltumenerģijas pievienošana vienā sistēmā/komponentā, piemēram, atmosfērā, izraisa globāla klimata izmaiņas kopumā.

Okeāni pārklāj vairāk nekā 70 procentus no Zemes virsmas. **Okeāni apmainās ar siltumu ar atmosfēru un uzsilst.** Paaugstināta apkure globālās sasilšanas dēļ izraisa vairāk ūdens iztvaikošanu un mākoņu veidošanos, kas izraisa lielāku skaitu un energoietilpīgākas vētras. Siltāka atmosfēra liek kūst ledājiem, ledus loksniem, kalnu sniegam un polārajām ledus ceļurēm, paaugstinot jūras līmeni. Arī temperatūras izmaiņas maina globālos vēja modeļus, kas rada, piemēram, musonus Āzijā un lietus un sniegu visā pasaulē, padarot sausumu un neparedzamus laikapstākļus biežākus.

¹⁵ <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/cfcs-ozone.html>

Tāpēc zinātnieki vairs nekoncentrējas tikai uz globālo sasilšanu, bet uz plašāku klimata pārmaiņu tēmu.

3.4.1 Siltumnīcas efekta gāzes: īss apraksts

Dažādām SEG (GHGs) var būt atšķirīga ietekme uz Zemes sasilšanu. Divi galvenie veidi, kā šīs gāzes atšķiras viena no otras, ir to spēja absorbēt Saules siltumu (t.i., enerģiju) (pazīstama kā "radiācijas efektivitāte") un to uzturēšanās laiks atmosfērā (pazīstams kā "dzīves laiks").). Cits termins, kas bieži sastopams, apspriežot SEG, ir "Globālās sasilšanas potenciāls"

Termins **Globālās sasilšanas potenciāls (GSP)** tika izstrādāts, lai ļautu salīdzināt dažādu SEG globālās sasilšanas ietekmi.

Tas parāda, cik daudz enerģijas 1 tonnas siltumnīcefekta gāzu emisijas absorbēs noteiktā laika periodā, salīdzinot ar 1 tonnas oglekļa dioksīda (CO₂) emisijām.

Jo lielāks GSP, jo vairāk konkrētā siltumnīcefekta gāze sasilda Zemi salīdzinājumā ar CO₂ šajā laika periodā. Laika periods, ko parasti izmanto GWP, ir 100 gadi.

Visizplatītākā siltumnīcefekta gāze ir oglekļa dioksīds. Faktiski, tā kā tas ir tik izplatīts, zinātnieki to izmanto kā etalonu vai mērauklu lietām, kas silda atmosfēru.

Svarīgākās SEG jeb siltumnīcefekta gāzes (GMGs) ir:

Oglekļa dioksīds, CO₂, ļoti svarīga atmosfēras sastāvdaļa, izdalās dabisko procesu (piemēram, vulkānu izvirdumu, gāzu izplūdes no okeāniem, dzīvnieku un augu elpošanas, organisko vielu sadalīšanās un mežu ugunsgrēku) un cilvēku darbības rezultātā ikreiz, kad kaut kas notiek. sadedzināts (galvenokārt fosilā kurināmā, piemēram, ogļu, naftas un dabasgāzes, dedzināšana enerģijas iegūšanai). Fosilais kurināmais, piemēram, ogles un nafta, satur oglekli, ko augi izvilka no atmosfēras fotosintēzes rezultātā daudzu miljonu gadu laikā; sadedzinot fosilo kurināmo, mēs atdodam šo oglekli atmosfērā tikai dažu simtu gadu laikā. Kopš industriālās revolūcijas sākuma (1750. gadā) cilvēka darbība ir palielinājusi CO₂ daudzumu atmosfērā par 50%. Šis straujais CO₂ pieaugums ir vissvarīgākais klimata pārmaiņu virzītājspēks pēdējā gadsimta laikā. Piemēram, Amerikas Savienoto Valstu Vides aizsardzības aģentūra to izmanto kā marķieri tā visuresamības dēļ. CO₂ var atrasties atmosfērā ilgu laiku no 300 līdz 1000 gadiem. Oglekļa dioksīdam ir piešķirts globālās sasilšanas potenciāls, GSP, 1.

Metāns, CH₄, svarīga SEG, nāk gan no dabiskiem, gan cilvēku radītiem avotiem. Metāns izdalās augu vielu sadalīšanās laikā mitrājos un no poligoniem un rīsu audzēšanas. Mājlopi izdala

metānu no gremošanas procesiem un kūsmēsliem. Noplūdes no fosilā kurināmā ražošanas un transportēšanas ir vēl viens nozīmīgs metāna avots, un dabasgāze ir 70–90 % metāna. Kā viena molekula metāns ir daudz efektīvāka siltumnīcefekta gāze nekā oglekļa dioksīds, taču tas ir daudz retāk sastopams atmosfērā. Kopš pirmsindustriālajiem laikiem metāna daudzums mūsu atmosfērā ir vairāk nekā dubultojies. Metāns atmosfērā uzturas aptuveni 10 gadus, bet ir ozona prekursors (t.i., palīdz veidot ozonu). CH₄ GSP ir 28–36.

Slāpekļa oksīds, N₂O ir spēcīga siltumnīcefekta gāze, ko rada lauksaimniecības prakse un kas izdalās komerciālā un organiskā mēslojuma ražošanas un lietošanas laikā. Slāpekļa oksīds rodas arī no fosilā kurināmā un veģetācijas dedzināšanas, un pēdējo 100 gadu laikā tas ir palielinājies par 18%. Slāpekļa oksīds atmosfērā paliek vidēji 114 gadus. N₂O GSP ir 265–298.

Hlorfluorogļūdenraži, CFC ir cilvēka radīti ķīmiski savienojumi un ir pilnībā rūpnieciskas izcelsmes. Tos izmantoja kā aukstumnesējus, šķīdinātājus (viela, kas izšķīdina citas vielas) un smidzināšanas baloniņu propelentus. Starptautisks nolīgums, kas pazīstams kā Monreālas protokols¹⁶, tagad regulē CFC, jo tie bojā ozona slāni. Neskatoties uz to, dažu veidu CFC emisijas palielinājās aptuveni piecus gadus starptautiskā nolīguma pārkāpumu dēļ. Kad nolīguma dalībnieki prasīja tūlītēju rīcību un labāku izpildi, emisijas strauji samazinājās, sākot ar 2018. gadu. CFC var palikt atmosfērā 40–150 gadus. Šo gāzu GSP vērtības var būt tūkstošos vai desmitiem tūkstošu.

Ūdens tvaiki, H₂O, ir visizplatītākā siltumnīcefekta gāze, taču, tā kā okeāna sasilšana palielina tās daudzumu mūsu atmosfērā, tas nav tiešs klimata pārmaiņu cēlonis. Gluži pretēji, citiem piespiešanas faktoriem¹⁷ (piemēram, oglekļa dioksīdam) mainot globālo temperatūru, ūdens tvaiki atmosfērā reaģē, pastiprinot jau notiekošās klimata pārmaiņas. Ūdens tvaiki palielinās, kad Zemes klimats sasilst. Mākoņi un nokrišņi (lietus vai sniegs) arī reaģē uz temperatūras izmaiņām un var būt arī svarīgi atgriezeniskās saites mehānismi.

Melnais ogleklis, BC, ir neliela diametra cietu daļiņu (nevis gāzes) veidā, un tas tiek uzskatīts par otro lielāko globālās sasilšanas veicinātāju pēc CO₂, jo tas absorbē Saules siltumu miljoniem reižu efektīvāk nekā CO₂. Tas rodas fosilā kurināmā un biodegvielas (rūpniecībā, transportā) un biomasas (savvaļas ugunsgrēki, tradicionālie ugunsgrēki dzīvojamās telpās) nepilnīgas sadegšanas rezultātā. Pēc izlaišanas atmosfērā tas paliek dažas dienas un pēc tam nogulsņējas uz Zemes virsmas. Melnais ogleklis ir sastopams visā pasaulē, bet tā klātbūtne un ietekme ir īpaši

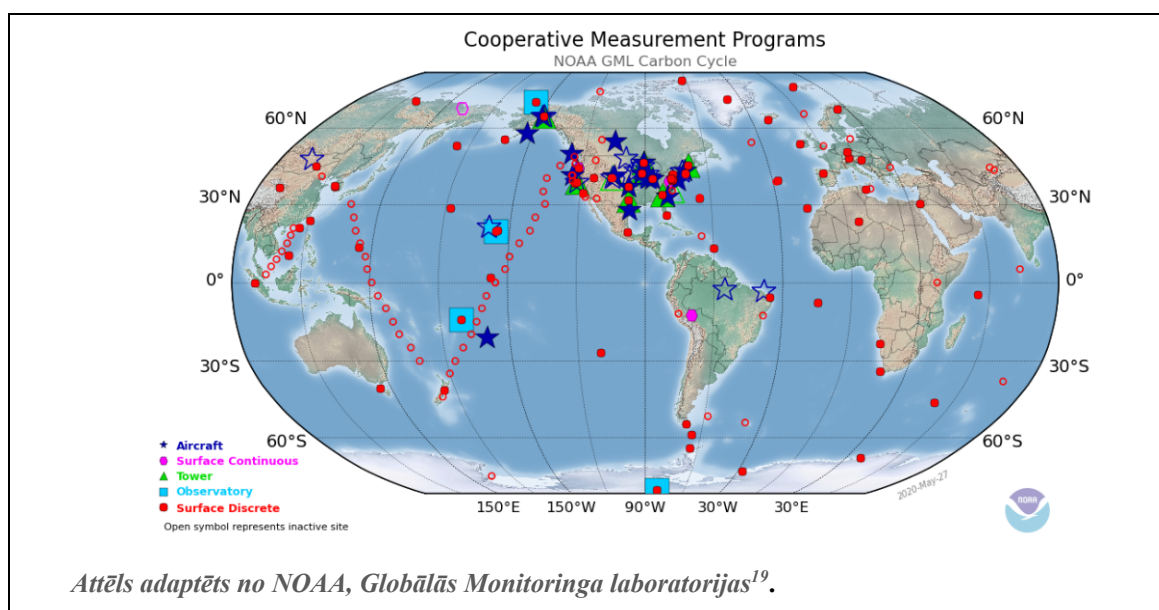
¹⁶ <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>

¹⁷ Termins “piespiešana” tiek lietots, lai aprakstītu kaut ko tādu, kas iedarbojas uz Zemes klimatu, kas liek mainīt enerģijas plūsmu caur to (piemēram, ilgstošas siltumnīcefekta gāzes). Šīs gāzes palēnina siltuma izvadīšanu atmosfērā un izraisa planētas sasilšanu, jo tās to aiztur.

spēcīga Āzijā. BC koncentrācija gaisā izraisa arī priekšlaicīgu cilvēku mirstību un invaliditāti, jo tie no plaušām nonāk asinsritē. BC GSP vērtības svārstās no 1055 līdz 2240 gadiem.

3.4.2 Kā mēs mērām SEG (GHGs)?

Zinātnieki nepārtraukti mēra SEG koncentrāciju visā pasaulē, izmantojot novērošanas sistēmu, kuras pamatā ir kosmosa novērojumu un uz zemes izvietotu monitoringa tīklu kombinācija. Tādējādi mērījumi tiek veikti vairākos veidos, izmantojot satelītus, zemes stacijas un ierīces, kas uzstādītas uz kuģiem, bojām un lidmašīnām (parastās pasažieru lidmašīnās)¹⁸. Ir izveidoti vairāki tīkli, kas ietver lielu skaitu zemes staciju visā pasaulē, lai reģistrētu SEG koncentrāciju. Piemērs tam ir Globālais siltumnīcefekta gāzu references tīkls, kas attēlots zemāk esošajā attēlā un kas uzrauga trīs galveno ilgtermiņa klimata pārmaiņu izraisītāju – oglekļa dioksīda (CO₂), metāna (CH₄) un slāpekļa oksīda (N₂O). - sadalījumu atmosfērā un tendences.



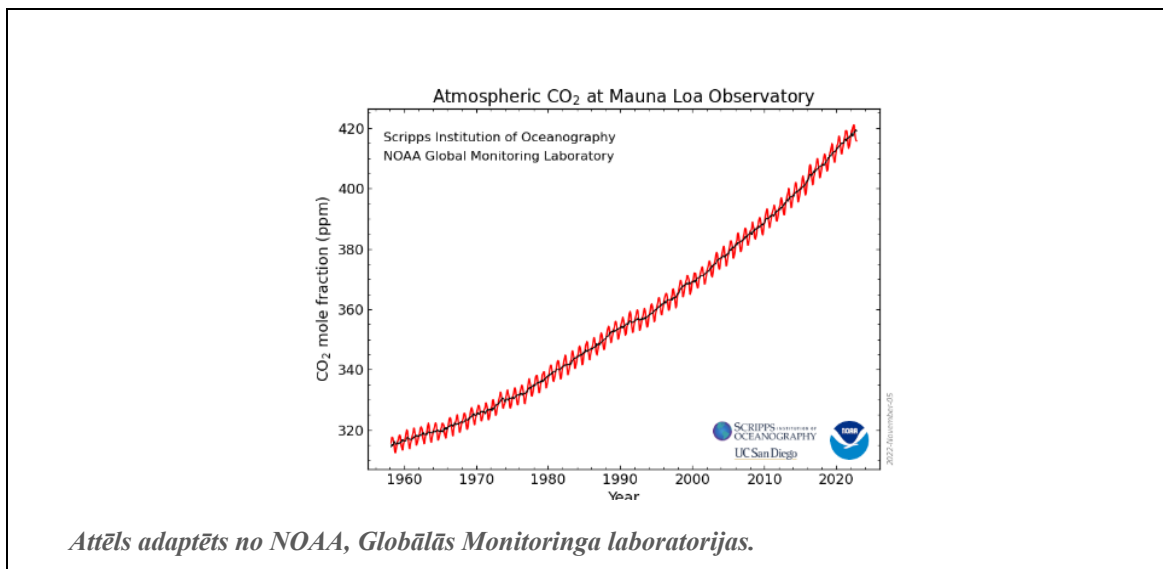
Tomēr tiek mērīta abu veidu avotu - dabisko un antropogēno - radīto gāzu kopējā koncentrācija. Lai pēc iespējas precīzāk iegūtu antropogēno ieguldījumu SEG koncentrācijas palielināšanā, zinātnieki nepārtraukti koncentrējas uz to, lai apstrīdētu pašreizējos novērojumu pieejamības un metožu ierobežojumus.

¹⁸ [Pinty B., P. Ciais, et al. \(2019\) An Operational Anthropogenic CO₂ Emissions Monitoring & Verification Support Capacity – Needs and high level requirements for in situ measurements, doi: 10.2760/182790, European Commission Joint Research Centre, EUR 29817 EN](#)

¹⁹ <https://gml.noaa.gov/ccgg/about.html>

Mūsdienu atmosfēras CO₂ līmeņa rekords sākās ar novērojumiem, kas reģistrēti *Mauna Loa* observatorijā (3400 m augstumā) Havaju salās 1950. gadu beigās. Zemāk redzamajā attēlā parādīts, kā CO₂ koncentrācija katru gadu palielinās, mērot Mauna Loa²⁰. Horizontālā ass attēlo mērījuma mēnesi un vertikālā ass CO₂ koncentrāciju. Sarkanā līnija parāda mēneša vidējās CO₂ vērtības; sarkanās līnijas mainīgums ir saistīts ar augu fotosintēzes aktivitāti. Kad augi sāk fotosintēzi pavasarī un vasarā, tie patērē (uzņem) CO₂ no atmosfēras un galu galā izmanto to kā oglekļa avotu augšanai un pavairošanai. Tas izraisa CO₂ līmeņa pazemināšanos, kas sākas katru gadu maijā. Kad iestājas ziema, augi ietaupa enerģiju, samazinot fotosintēzi.

Melnā līnija attēlā, kas ir sarkanās līnijas vidējais rādītājs, liecina, ka CO₂ līmeņos ir vērojama pieaugoša tendence.



Kopš 20. gadsimta vidus fosilā kurināmā sadedzināšanas radītās ikgadējās emisijas ir palielinājušās ik pēc desmit gadiem, no vidēji 3 miljardiem tonnu oglekļa (11 miljardiem tonnu oglekļa dioksīda) gadā 1960. gados līdz 9,5 miljardiem tonnu oglekļa (35 miljardiem) tonnu oglekļa dioksīda) gadā 2010. gados, saskaņā ar Global Carbon Update 2021²¹.

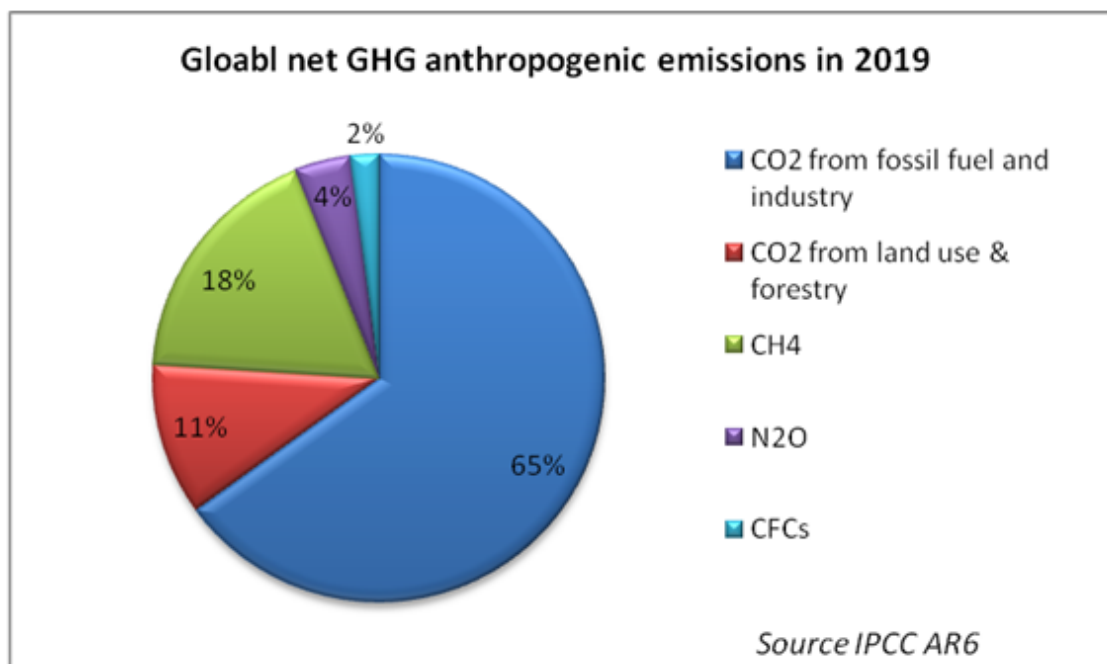
Saskaņā ar IPCC AR6 ziņojumu²² 2019. gadā kopējā siltumnīcefekta gāzu emisija no antropogēniem avotiem atmosfērā bija aptuveni 59 miljardi tonnu, kas ir par aptuveni 59%

²⁰ <https://gml.noaa.gov/obop/mlo/>

²¹ <https://climate.esa.int/en/news-events/carbon-emissions-rebound-in-2021-new-study-finds/#:~:text=Global%20fossil%20CO2%20emissions,after%20decreasing%205.4%20%25%20in%202020.>

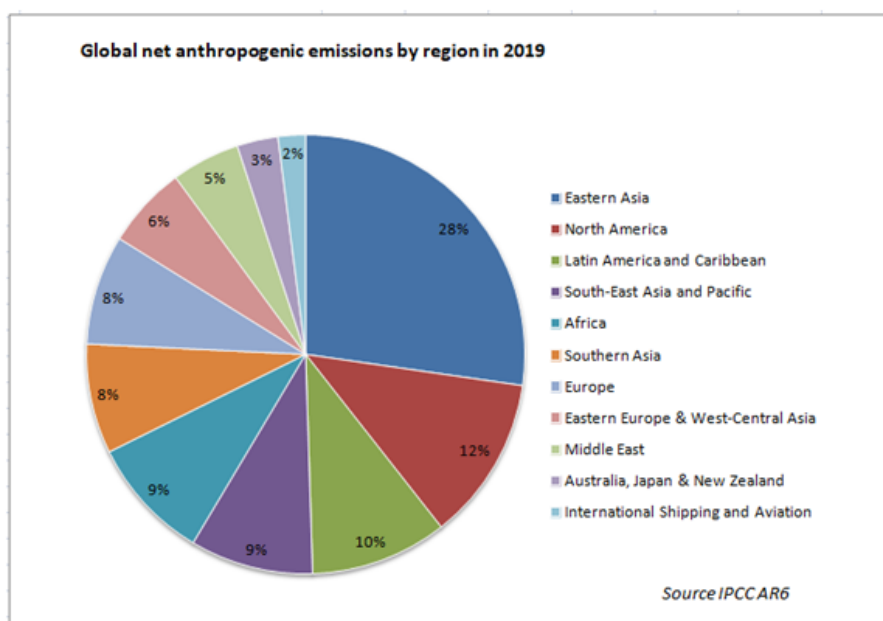
²² https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SPM.pdf

augstāka nekā 1990. gadā un par 12% lielāka nekā 2010. gadā. Sektoru diagramma Zemāk grafiski parādīts katras SEG procentuālais ieguldījums kopējās emisijas atmosfērā no cilvēka darbības.



Sektoru diagramma, kurā parādīts katras SEG procentuālais ieguldījums kopējā emisiju daudzumā atmosfērā cilvēka darbības rezultātā 2019. gadā. Avots: IPCC AR6.

SEG emisijas ir palielinājušās lielākajā daļā pasaules reģionu, taču tās ir sadalītas nevienmērīgi (sk. sektoru diagrammu zemāk) gan mūsdienās, gan kumulatīvi kopš 1850. gada.



Sektoru diagramma, kurā parādīts dažādu pasaules reģionu procentuālais ieguldījums 2019. gadā. Avots: IPCC AR6.

3.4.3 Oglekļa pēdas nospiedums

Oglekļa pēdas nospiedums ir kopējā SEG emisija atmosfērā, kas rodas atsevišķu cilvēku, organizāciju, valstu, mājsaimniecību un darbības rezultātā, izteikta **CO₂ ekvivalentā noteiktā laika periodā** (mēnesis, gads, desmitgade utt.).

CO₂ ekvivalents ir unikāls mērījums, ko izmanto, lai salīdzinātu un saskaitītu visu SEG emisijas (kurām ir atšķirīgs globālās sasilšanas potenciāls, GSP, savukārt CO₂ GWP ir 1).

Ir pieejamas daudzas vienkāršas lietojumprogrammas, kuras var izmantot oglekļa pēdas aprēķināšanai. Šis ir tīmekļa lietojumprogrammas piemērs, kas pieejama ANO oglekļa kompensācijas platformā (*UN Carbon Offset Platform*):

<https://offset.climateneutralnow.org/footprintcalc>

Vidējais cilvēka oglekļa pēdas nospiedums Amerikas Savienotajās Valstīs ir 16 tonnas, kas ir viens no augstākajiem rādītājiem pasaulē. Pasaulē vidējais oglekļa pēdas nospiedums ir tuvāks 4 tonnām. Lai būtu vislabākās iespējas izvairīties no globālās temperatūras paaugstināšanās par 2°C, vidējam globālajam oglekļa pēdas nospiedumam gadā ir jāsamazinās līdz 2 tonnām līdz 2050. gadam²³.

Mēs varam samazināt savu oglekļa pēdu, sākot ieviest nelielas izmaiņas savā ikdienas dzīvē. Mēs visi izmantojam transportu, valkājam drēbes, ēdam pārtiku, patērējam elektrību un citas mūsdienu preces. Tomēr katra no mūsu izvēlēm var kaut ko mainīt. Dažas aktivitātes ir detalizēti aprakstītas pēdējā rokasgrāmatassadaļā.

3.5 Kā mēs varam prognozēt klimata pārmaiņas nākotnē?

Ir ļoti svarīgi zināt, kā attīstīsies klimata sistēma, lai savlaicīgi pieņemtu lēmumus par SEG emisiju samazināšanu un pielāgošanos pārmaiņām. Zinātnieki iegūst vērtīgu informāciju, lai izprastu Zemes klimata mehānismu un tā izmaiņas, veicot eksperimentus un nepārtraukti vācot un analizējot mērījumus no novērojumu sistēmām. Pēc tam šīs zināšanas tiek pārvērstas skaitļošanas kodā/programmā, ko sauc par **klimata modeli**, izmantojot programmēšanas valodu, kas atdarina laika apstākļu izmaiņas ilgā laika periodā. Daudzos veidos klimata modelēšana ir

²³ <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>

tikai laika prognozēšanas paplašinājums, bet koncentrējas uz izmaiņām mēnešos, gados un gadu desmitos, nevis stundās.

Ir divi globālo klimata modeļu varianti – **Vispārējie cirkulācijas modeļi** (VCM/GCM) un **Zemes sistēmas modelis** (ZSM/ESM). GCM parasti atspoguļo fiziskus procesus, kas notiek atmosfērā, okeānos un kriosfērā, kā arī mijiedarbību starp šiem domēniem, tostarp izmaiņas Saules enerģijas izlaidē. Papildus tam, ka ESM atspoguļo okeāna un atmosfēras dinamiku, tie ietver arī informāciju par biogeoķīmisko ciklu sauszemes un jūras ekosistēmās. Tāpēc ESM var simulēt, kā šie komponenti laika gaitā mainās, reaģējot uz antropogēno darbību un mainīgajiem klimatiskajiem apstākļiem. Ir arī klimata modeļi, kas aptver tikai pasaules daļas vai reģionus, ko sauc par **Reģionālajiem klimata modeļiem** (RKM/RCM), ko izmanto, lai pētītu, kā klimata pārmaiņas ietekmē tādas nozares kā lauksaimniecība, slimības un noteiktas ekosistēmas, un lai izstrādātu plānus, kā pielāgoties nākotnes klimata pārmaiņām.

Zinātnieki izmanto klimata modeļus, lai modelētu klimatu pagātnē un prognozētu, kā klimats varētu mainīties nākotnē, jo īpaši tādēļ, ka cilvēka darbības, piemēram, SEG pievienošana atmosfērai, maina mūsu planētas pamatnosacījumus. Klimata modeļi vienojas par daudziem svarīgiem faktiem par mūsu novēroto klimatu. Piemēram, modeļi ticami parāda, ka vairāk siltumnīcefekta gāzu pievienošana atmosfērā izraisīs vidējās temperatūras paaugstināšanos. Modeļi arī mēģina paredzēt, kā klimata pārmaiņas ietekmēs nokrišņu daudzumu, jūras līmeni, ledus segumu un citas dabas pasaules daļas.

Klimata modeļi tiek darbināti uz masīviem superdatoriem, jo tiem ir nepieciešama liela skaitļošanas jauda. Vienkāršākas klimata modeļu formas tika izveidotas 1950. gadu beigās, un laika gaitā tie ir kļuvuši sarežģītāki. **Klimata modeļa izveidei un uzlabošanai simtiem dažādu disciplīnu zinātniekiem būs vajadzīgi daudzi gadi.** Tomēr Zemes klimats ir pārāk sarežģīts, un nav ideāla modeļa, lai to aprakstītu. Tāpat kā mūsdienu laikapstākļu modeļi nevar droši pateikt, vai nākamnedēļ līs, klimata modeļi var paredzēt tikai iespējamo iznākumu diapazonu.

Tomēr klimata modeļi ir **būtisks instruments, lai izprastu klimata pārmaiņas, un tie kļūst arvien detalizētāki un precīzāki.** Jauni atklājumi klimata zinātnē uzlabo mūsu izpratni par dabiskajiem klimata procesiem un sniedz vairāk reālās pasaules datu par Zemes klimata sistēmu, kas ļauj precīzāk simulēt sarežģītas iezīmes, piemēram, mākoņus, ūdens ciklu, okeāna straumes un mijiedarbību starp dažādām. Zemes sastāvdaļām. Tajā pašā laikā datortehnoloģiju attīstība ļauj simulēt laika un klimata modeļus smalkākā telpiskā un laika mērogā nekā jebkad agrāk²⁴.

²⁴ <https://climate.mit.edu/explainers/climate-models>

SEG (GHGs) emisiju scenāriji: ticami SEG emisiju nākotnes modeļi

Lai kvantitatīvā izteiksmē raksturotu antropogēno darbību klimata modeļos, zinātnieki ir apkopojusi scenārijus par SEG koncentrāciju, kas laika gaitā mainās atkarībā no dažādiem pieņēmumiem par izmaiņām globālajās un reģionālajās sociālekonomiskajās aktivitātēs. Tāpēc šie scenāriji ir aplēses par ticamu, kvantitatīvu visu SEG emisiju attīstību, kas pazīstama kā reprezentatīvi koncentrācijas ceļi, visā pasaulē no pašreizējā laika līdz 21. gadsimta beigām. Šīs aplēses ir balstītas uz iedzīvotāju skaita pieaugumu, urbanizāciju, globālo enerģijas ražošanu, zemes izmantošanu, tirdzniecību, tehnoloģiju attīstību un pasaules ekonomiku²⁵.

Visjaunākie SEG koncentrācijas ceļi, ko izstrādājusi Klimata pārmaiņu starpvaldību padome (IPCC) un kuri ir galvenie ANO klimata ziņojumu darbā, ir kopīgie sociālekonomiskie ceļi (SSP). Pētījumā tiek izmantoti pieci galvenie SSP (SSP1-SSP5), kuru scenāriji atšķiras pēc to pieņēmumiem par sociālekonomisko un tehnoloģisko attīstību nākamajās desmitgadēs. **Tie sniedz pamatnosacījumus tam, kā viss izskatītos, ja nebūtu klimata politikas, un ļauj pētniekiem izpētīt šķēršļus un iespējas klimata mazināšanai un pielāgošanai katrā iespējamā nākotnes pasaulē, apvienojot to ar seku mazināšanas mērķiem**²⁶.

Sīkāka informācija par SSP un to radītajām emisijām un globālās vidējās temperatūras izmaiņām ir atrodama zemāk.

■ SSP1: Ilgtspējība – Zaļais ceļš

SSP1 nodrošina vispozitīvāko scenāriju gan cilvēka attīstībai, gan rīcībai vides jomā. Pasaule pakāpeniski, bet visaptveroši virzās uz ilgtspējīgāku ceļu. Mēs turpinām redzēt uzlabojumus izglītības un veselības jomā visā pasaulē; liels nabadzības samazinājums; un globālās nevienlīdzības samazināšanās. Šis ir scenārijs, kurā pētnieki vienlaikus iztēlojas, ka pasaule virzās daudz ilgtspējīgākā virzienā.

SEG emisiju maksimums ir no 2040. līdz 2060. gadam — pat tad, ja nav noteiktas īpašas klimata politikas, līdz 2100. gadam samazināsies līdz aptuveni 22 līdz 48 gigatonnām CO₂ (GtCO₂) gadā. Līdz 2100. gadam tas sasilst par 3–3,5 °C.

²⁵<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

²⁶<https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/>

■ SSP2: Ceļa Vidus

Pasaule iet pa ceļu, kurā sociālās, ekonomiskās un tehnoloģiskās tendences būtiski nenovirzās no vēsturiskajiem modeļiem. Attīstība un ienākumu pieaugums norit nevienmērīgi, dažās valstīs sasniedzot salīdzinoši labus panākumus, bet citās nerasniedzot gaidīto. Globālās un nacionālās institūcijas strādā, lai sasniegtu ilgtspējīgas attīstības mērķus, taču lēni progresē.

SEG emisijas turpina pieaugt līdz gadsimta beigām, sasniedzot 65 GtCO₂ un 85 GtCO₂, kā rezultātā sasilšana ir 3,8–4,2 °C.

■ SSP3: Reģionālā sāncensība – akmeņains ceļš

Atdzimstošais nacionālisms, bažas par konkurētspēju un drošību, kā arī reģionālie konflikti liek valstīm arvien vairāk koncentrēties uz iekšzemes vai, augstākais, reģionāliem jautājumiem. Valstis koncentrējas uz enerģētikas un pārtikas drošības mērķu sasniegšanu savos reģionos uz plašākas attīstības rēķina. Ekonomikas attīstība ir lēna, patēriņš ir materiāli ietilpīgs, un nevienlīdzība saglabājas vai pasliktinās laika gaitā. Iedzīvotāju skaita pieaugums ir zems rūpnieciski attīstītajās valstīs un augsts jaunattīstības valstīs. Zema starptautiskā prioritāte vides problēmu risināšanai dažos reģionos izraisa spēcīgu vides degradāciju. Pesimistisks scenārijs.

SEG emisijas palielinās līdz aptuveni 76-86 GtCO₂ līdz 2100. gadam, un globālā sasilšana tiek lēsta par 3,9-4,6°C.

■ SSP4: Nevienlīdzība – sadalītais ceļš

Ļoti nevienlīdzīgas investīcijas cilvēkkapitālā apvienojumā ar pieaugošām atšķirībām starp ekonomiskajām iespējām un politiskajām spējām izraisa pieaugošu nevienlīdzību un noslāņošanos gan starp valstīm, gan valstu iekšienē. Laika gaitā palielinās plaisa starp starptautiski saistītu sabiedrību, kas veicina zināšanu un kapitāla ietilpīgus globālās ekonomikas sektoros, un sadrumstalotu grupu ar zemākiem ienākumiem, vāji izglītotu sabiedrību, kas strādā darbietilpīgā, zemu tehnoloģiju ekonomikas jomā. Tehnoloģiju attīstība ir augsta ekonomikā un nozarēs. Pesimistisks scenārijs.

SEG emisijas svārstās no 34 GtCO₂ līdz 45 GtCO₂ līdz 2100. gadam, sasilstot par 3,5-3,8°C.

■ SSP5: Fosilā kurināmā attīstība

SSP5 attīstības ziņā ir tikpat optimistisks kā SSP1, taču tas tiek sasniegts, plaši izmantojot fosilo kurināmo. Tāpēc tas joprojām rada lielu negatīvu ietekmi uz vidi.

Augstākās emisijas ir no 104 GtCO₂ līdz 126 GtCO₂ 2100. gadā, kā rezultātā sasilšana ir 4,7-5,1°C.

4. KĀDA IR KLIMATA PĀRMAIŅU IETEKME?

Klimata pārmaiņu ietekme notiek un ir kļuvusi nozīmīga, jo tā mijiedarbojas ar dažādām dabas sistēmām un sabiedrības sektoriem, izraisot būtiskas izmaiņas. Saskaņā ar IPCC²⁷, novērotā klimata pārmaiņu ietekme ir apkopota šādās nozarēs:

1. Ekosistēmas un bioloģiskā daudzveidība
2. Ekstrēmi laikapstākļi
3. Pārtikas sistēmas, nodrošinātība ar pārtiku un meži
4. Ūdens sistēmas un ūdens drošība
5. Veselība un labsajūta
6. Migrācija un pārvietošanās
7. Cilvēka neaizsargātība
8. Pilsētas, apdzīvotas vietas un infrastruktūra
9. Tautsaimniecības nozares

Tālāk ir sniegta īsa diskusija par iepriekš uzskaitītajām sekām.

4.1 Ekosistēmas un biodaudzveidība

Saskaņā ar zinātniskiem pierādījumiem klimata pārmaiņas ir ietekmējušas ekosistēmas visā pasaulē. Saskaņā ar jaunāko IPCC ziņojumu [19] izmaiņas ir mainījušas jūras, sauszemes un saldūdens ekosistēmas. Ietekme ir izplatītāka ar tālejošākām sekām, nekā paredzēts. Bioloģiskā daudzveidība ir termins, kas nozīmē dzīvības daudzveidību uz Zemes visās tās formās. Bioloģiskās daudzveidības reakcijas, tostarp izmaiņas fizioloģijā, izaugsmē, pārpilnībā, ģeogrāfiskajā izvietojumā un sezonālā laika maiņā, bieži vien nav pietiekamas, lai tiktu galā ar nesenantajām klimata pārmaiņām. Klimata pārmaiņas ir izraisījušas ugunsgrēku izdegušo apgabalu pieaugumu un vietējo sugu zudumu, slimību palielināšanos un augu un dzīvnieku masveida mirstību, kā rezultātā ir notikušas pirmās klimata izraisītas izmiršanas.

Klimata izraisītā ietekme uz ekosistēmām ir izraisījusi izmērāmus ekonomiskos un iztikas zaudējumus, kā arī mainījusi kultūras praksi un atpūtas pasākumus visā pasaulē²⁸.

²⁷ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf

²⁸ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_CCPI.pdf

Uz sauszemes augstākas temperatūras dēļ dzīvnieki un augi ir spiesti pārvietoties uz augstākiem pacēlumiem vai augstākiem platuma grādiem, un daudzi virzās uz Zemes poliem, radot tālejošas sekas ekosistēmām. Sugu izzušanas risks palielinās ar katru sasilšanas pakāpi.

Okeānā temperatūras paaugstināšanās palielina jūras un piekrastes ekosistēmu neatgriezeniskas zaudēšanas risku. Piemēram, dzīvi koraļļu rīfi pēdējo 150 gadu laikā ir samazinājušies gandrīz uz pusi, un turpmāka sasilšana draud iznīcināt gandrīz visus atlikušos rīfus.

Kopumā **klīmata pārmaiņas ietekmē ekosistēmu veselību** - augu, vīrusu, dzīvnieku un pat cilvēku apmetņu izplatības izmaiņas. Tas var radīt lielākas iespējas dzīvniekiem izplatīt slimības un vīrusiem izplatīties uz cilvēkiem. Cilvēka veselību var ietekmēt arī samazināti ekosistēmu pakalpojumi, piemēram, pārtikas, medikamentu un dabas nodrošināto iztikas līdzekļu zaudēšana.

4.2 Ekstrēmi laikapstākļi

Cilvēku izraisītas klīmata pārmaiņas ir palielinājušas ārkārtēju laikapstākļu biežumu un/vai intensitāti un/vai ilgumu, tostarp sausumu, savvaļas ugunsgrēkus, sauszemes un jūras karstuma viļņus, ciklonus (un plūdus, kas izraisa plašus un nopietnus zaudējumus un kaitējumu cilvēku populācijām un dabiskajām sistēmām). Ekstrēmi laikapstākļi pārspēj dažu ekoloģisko un cilvēku sistēmu **noturību** un turklāt apgrūtina to **adaptācijas** spējas.

Ar klīmatu saistītās galējības ir ietekmējušas lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības nozaru produktivitāti. Sausums, plūdi, savvaļas ugunsgrēki un jūras karstuma viļņi samazina pārtikas pieejamību un palielina pārtikas cenas, apdraudot pārtikas nodrošinājumu, uzturu un iztikas līdzekļus miljoniem cilvēku visos reģionos.

Ekstrēmi klīmatiskie apstākļi ir novēroti visos apdzīvotajos reģionos, un daudzi reģioni piedzīvo nepieredzētas sekas, jo īpaši, ja vienlaikus vai vienā telpā notiek vairāki apdraudējumi. Ar klīmatu saistītiem ekstrēmiem notikumiem seko negatīva ietekme uz garīgo veselību, labklājību, apmierinātību ar dzīvi, laimi, izzīņas veiktspēju un agresiju pakļautajās populācijās.

4.3 Pārtikas sistēmas, nodrošinātība ar pārtiku un mežsaimniecība

Klīmata pārmaiņas jau tagad apgrūtina pārtikas un mežsaimniecības sistēmas, negatīvi ietekmējot iztikas līdzekļus, nodrošinātību ar pārtiku un simtiem miljonu cilvēku uzturu, jo īpaši zemajos (apgabalos netālu no Zemes ekvatora) un vidējos platuma grādos. Globālā pārtikas sistēma nespēj novērst pārtikas trūkumu un nepietiekamu uzturu videi ilgtspējīgā veidā.

Klīmata pārmaiņu ietekme negatīvi ietekmē lauksaimniecību, mežsaimniecību, zivsaimniecību un akvakultūru, arvien vairāk kavējot centienus apmierināt cilvēku vajadzības.

Sasilšana negatīvi ietekmē ražas un zālāju kvalitāti un ražas stabilitāti. Siltāki un sausāki apstākļi ir palielinājuši koku mirstību un mežu traucējumus daudzos mērenos un boreālos biomos. Okeāna sasilšana ir samazinājusi dažu savvaļas zivju populāciju ilgtspējīgu ražu par 4,1 % no 1930. līdz 2010. gadam. Okeāna paskābināšanās un sasilšana jau ir skārusi saimniecībā audzētas ūdens sugas.

Klimata pārmaiņu ietekme uz pārtikas sistēmām skar ikvienu, taču dažas grupas ir neaizsargātākas.

4.4 Ūdens sistēmas un ūdens drošība

Pašlaik aptuveni pusei pasaules iedzīvotāju vismaz 1 mēnesi gadā ir liels ūdens trūkums klimatisko un citu faktoru dēļ. Ūdens nedrošība izpaužas kā klimata izraisīts ūdens trūkums un apdraudējumi, un to vēl vairāk saasina neatbilstoša ūdens pārvaldība. Ārkārtēji notikumi un pamatā esošā neaizsargātība ir pastiprinājuši sausuma un plūdu ietekmi uz sabiedrību, negatīvi ietekmējuši lauksaimniecību un enerģijas ražošanu un palielinājuši ūdens izraisītu slimību sastopamību. Nedrošības par ūdeni ekonomiskā un sociālā ietekme valstīs ar zemiem ienākumiem ir izteiktāka nekā valstīs ar vidējiem un augstiem ienākumiem.

Klimata pārmaiņas ir pastiprinājušas globālo hidroloģisko ciklu, izraisot vairākas sabiedrības sekas, kuras nesamērīgi izjūt neaizsargāti cilvēki. Visā pasaulē cilvēki arvien biežāk saskaras ar nepazīstamiem nokrišņu veidiem, tostarp ekstremāliem nokrišņiem.

Ledāji kūst nepieredzētā ātrumā, izraisot negatīvu ietekmi uz sabiedrību kopienās, kas ir atkarīgas no kriosfēras ūdens resursiem. Kriosfēras izmaiņas ir ietekmējušas ekosistēmas, ūdens resursus, iztikas līdzekļus un ūdens izmantošanu kultūras jomā visos no kriosfēras atkarīgajos reģionos visā pasaulē.

Klimata izraisītās izmaiņas hidroloģiskajā ciklā ir negatīvi ietekmējušas saldūdens un sauszemes ekosistēmas. Klimata tendencēm un ekstremāliem notikumiem ir bijusi liela ietekme uz daudzām dabas sistēmām.

Klimata izraisītās tendences un ūdens cikla galējības ir pozitīvi un negatīvi ietekmējušas lauksaimniecisko ražošanu, un negatīvā ietekme ir lielāka par pozitīvo. Sausums, plūdi un lietusgāzes ir samazinājušas pārtikas pieejamību un paaugstinājušas pārtikas cenas, apdraudot pārtikas un uztura drošību, kā arī miljoniem cilvēku iztikas līdzekļus visā pasaulē. Sausuma gadi ir samazinājuši termoelektrisko un hidroenerģijas ražošanu par aptuveni 4-5%, salīdzinot ar ilgtermiņa vidējo ražošanu kopš 1980. gadiem.

Temperatūras izmaiņas, nokrišņi un ar ūdeni saistītas katastrofas ir saistītas ar paaugstinātu saslimstību ar ūdens pārnēsātām slimībām, piemēram, holēru, jo īpaši reģionos ar ierobežotu piekļu drošam ūdenim, sanitārijai un higiēnas infrastruktūrai.

4.5 Veselība un labklājība

Klimata pārmaiņas jau ir kaitējušas cilvēka fiziskajai un garīgajai veselībai. Sievietes, bērni, veci cilvēki, pamatiedzīvotāji, mājsaimniecības ar zemiem ienākumiem un sociāli atstumtas grupas pilsētās, apdzīvotās vietās, reģionos un valstīs ir visneaizsargātākās. Novērotā mirstība no plūdiem, sausuma un vētrām ir 15 reizes augstāka valstīs, kuras ir atzītas par īpaši neaizsargātām, salīdzinot ar mazāk neaizsargātām valstīm pēdējā desmitgadē. Garīgās veselības problēmas palielinās līdz ar temperatūras paaugstināšanos, traumām, kas saistītas ar ekstremāliem laikapstākļiem un iztikas līdzekļu un kultūras zaudēšanu.

Temperatūras paaugstināšanās un karstuma viļņi ir palielinājuši mirstību un saslimstību, un to ietekme atšķiras atkarībā no vecuma, dzimuma, urbanizācijas un sociālekonomiskiem faktoriem. Ekstrēmi klimata notikumi ir bijuši galvenie dzinējspēki, kas izraisa miljoniem cilvēku pieaugošo nepietiekamu uzturu, galvenokārt Āfrikā un Centrālamerikā. Ar klimatu saistītie pārtikas nekaitīguma riski ir pieauguši visā pasaulē. Šie riski ietver *Salmonella*, *Campylobacter* un *Cryptosporidium* infekcijas, mikotoksīnus, kas saistīti ar vēzi un bērnu augšanu, kā arī jūras produktu piesārņojumu ar jūras toksīniem un patogēniem.

Augstākas temperatūras, spēcīgas lietusegāzes un plūdi ir saistītas ar ūdens izraisītu slimību, īpaši caurejas slimību, tostarp holēras un citu kuņģa-zarnu trakta infekciju pieaugumu valstīs ar augstiem, vidējiem un zemiem ienākumiem. Klimata pārmaiņu izraisītas savvaļas dzīvnieku izplatības maiņas, savvaļas dzīvnieku izmantošana un savvaļas dzīvotņu kvalitātes zudums ir palielinājušas iespējamību, ka patogēni no savvaļas dzīvniekiem izplatīsies cilvēku populācijās, kā rezultātā ir palielinājies zoonožu (kas cilvēkiem tiek pārnestas no dzīvniekiem), epidēmijas un pandēmijas. Zoonozes, kas vēsturiski bijušas reti sastopamas vai nekad nav dokumentētas Eiropas, Āzijas un Ziemeļamerikas arktiskajos un subarktiskajos reģionos, rodas klimata izraisītu vides pārmaiņu rezultātā.

Vairākas hroniskas, neinfekcijas elpceļu slimības ir jutīgas pret klimatu, pamatojoties uz to iedarbības ceļiem (piemēram, karstums, aukstums, putekļi, sīkas daļiņas, ozons, ugunsgrēka dūmi un alergēni), lai gan klimata pārmaiņas ne visos gadījumos ir galvenais virzītājspēks.

4.6 Migrācija un pārvietošanās

Klimata apdraudējumi, kas saistīti ar ārkārtējiem notikumiem (sausums, tropiskās vētras un viesuļvētras, spēcīgas lietusgāzes un plūdi) un mainīgums, ir tiešs piespiedu migrācijas un pārvietošanās virzītājspēks un kā netiešs virzītājspēks, jo pasliktinās klimata ietekmējamās dzīvojamās vietas un dzīvošanas apstākļi tajās. Lielākā daļa ar klimatu saistīto pārvietošanās un migrācijas notiek valstu robežās, un starptautiskā pārvietošanās galvenokārt notiek starp valstīm ar robežām. Kopš 2008. gada ar laikapstākļiem saistītu ārkārtēju notikumu dēļ iekšzemē katru gadu ir pārvietoti vidēji vairāk nekā 20 miljoni cilvēku, un visizplatītākās ir vētras un plūdi.

Ekstrēmi klimata notikumi darbojas gan kā tiešs (piemēram, māju iznīcināšana tropisko ciklonu) rezultātā, gan netieši (piemēram, ienākumu zudumi laukos ilgstoša sausuma laikā) patvaļīgai migrācijai un pārvietošanai. Lielākais absolūtais cilvēku skaits, kas katru gadu ir pārvietoti ekstremālu laikapstākļu dēļ, ir Āzijā (dienvidos, dienvidaustrumos un austrumos), kam seko Subsahāras Āfrika, bet mazās salu valstis Karību jūras reģionā un Klusā okeāna dienvidu daļā ir nesamērīgi ietekmētas salīdzinājumā ar to nelielo iedzīvotāju skaitu.

4.7 Cilvēku neaizsargātība

Neaizsargātība būtiski nosaka to, kā sabiedrība un kopienas izjūt klimata pārmaiņu ietekmi. Neaizsargātība pret klimata pārmaiņām ir daudzdimensionāla, dinamiska parādība, ko veido vēsturiski un mūsdienu politiskie, ekonomiskie un kultūras marginalizācijas procesi. Sabiedrības ar augstu nevienlīdzības līmeni ir mazāk izturīgas pret klimata pārmaiņām. Aptuveni 3,3 miljardi cilvēku dzīvo valstīs, kur cilvēki ir ļoti neaizsargāti pret klimata pārmaiņām.

Klimata mainīgums un galējības ir saistītas ar ilgstošākiem konfliktiem, ko izraisa pārtikas cenu pieaugums, pārtikas un ūdens trūkums, ienākumu zudums un iztikas līdzekļu zudums, un ir konsekventāki pierādījumi zemas intensitātes organizētai vardarbībai valstīs nekā lieliem vai starptautiskiem bruņotiem konfliktiem.

4.8 Pilsētas, apdzīvotas vietas un infrastruktūra

Pilsētas un apdzīvotās vietas (īpaši neplānotas un neformālas apmetnes, kā arī piekrastes un kalnu reģionos) ir turpinājušas strauji augt un joprojām ir svarīgas gan kā koncentrētas vietas, kur paaugstināts risks un pieaugošā neaizsargātība, gan kā vietas, kurās tiek veiktas darbības pret klimata pārmaiņām. Kopš iepriekšējās desmitgades vairāk cilvēku un svarīgāko īpašumu ir pakļauti klimata izraisītai ietekmei, kā arī zaudējumiem un bojājumiem pilsētās, apdzīvotās vietās un galvenajā infrastruktūrā. Šāda klimata pārmaiņu ietekme ir jūras līmeņa paaugstināšanās, karstuma viļņi, sausums, noteces izmaiņas, plūdi, savvaļas ugunsgrēki un mūžīgā sasaluma

atkusnis, kas izraisa traucējumus galvenajā infrastruktūrā un pakalpojumos, piemēram, energoapgādē un pārvadē, sakaros, pārtikas un ūdens apgādes un transporta sistēmās pilsētas un piepilsētas teritorijās. Visstraujākais pilsētu neaizsargātības un iedarbības pieaugums ir dokumentēts pilsētās un apdzīvotās vietās, kur adaptīvās spējas ir ierobežotas, tostarp neoficiālās apmetnēs kopienās ar zemiem un vidējiem ienākumiem un mazākās un vidējās pilsētu kopienās.

4.9 Ekonomiskie zaudējumi

Klimata pārmaiņu ietekme ir novērota vairākās ekonomikas nozarēs, lai gan kaitējuma apmērs atšķiras atkarībā no nozares un reģiona. Nesenie ārkārtēji laikapstākļi un klimata izraisīti notikumi ir saistīti ar lielām izmaksām, ko izraisa bojāts īpašums un infrastruktūra, kā arī piegādes ķēdes traucējumi, lai gan attīstības modeļi ir izraisījuši lielu daļu no šiem pieaugumiem. Ekstrēmu laikapstākļu nelabvēlīgā ietekme uz ekonomikas izaugsmi ir konstatēta ar lielu ietekmi galvenokārt jaunattīstītajās valstīs. Plaši izplatītā klimata ietekme ir mazinājusi ekonomisko iztiku, jo īpaši neaizsargāto iedzīvotāju vidū. Klimata ietekme un prognozētie riski nav pietiekami internalizēti privātā un publiskā sektora plānošanas un budžeta veidošanas praksē un pielāgošanās finansējumā.

Galvenā ziņa

Temperatūras izmaiņas, nokrišņi un ekstremāli laikapstākļi ir palielinājuši slimību biežumu un izplatību savvaļas dzīvniekiem, lauksaimniecībā un cilvēkos. Mēs redzam savvaļas ugunsgrēku sezonas pagarināšanos un izdegušās platības pieaugumu. Aptuveni puse pasaules iedzīvotāju šobrīd kādā brīdī gada laikā piedzīvo nopietnu ūdens trūkumu, daļēji klimata pārmaiņu un ārkārtēju notikumu, piemēram, plūdu un sausuma dēļ. Sausuma apstākļi ir kļuvuši biežāki daudzos reģionos, negatīvi ietekmējot lauksaimniecību un enerģijas ražošanu no hidroelektrostacijām.

Pilsētās dzīvojošie cilvēki mūsdienās saskaras ar lielāku karstuma stresa risku, pasliktinātu gaisa kvalitāti ugunsgrēku, ūdens trūkuma, pārtikas trūkuma un citu klimata pārmaiņu radīto seku un to ietekmes uz piegādes ķēdēm, transporta tīkliem un citu kritisko infrastruktūru dēļ. Globālā mērogā klimata pārmaiņas arvien vairāk izraisa traumas, slimības, nepietiekamu uzturu, apdraud fizisko un garīgo veselību un labklājību un pat izraisa nāvi. Tas padara karstos apgabalus vēl karstākus un krasi samazina laiku, ko cilvēki var pavadīt ārā, kas nozīmē, ka daži āra darbinieki nevar nostrādāt nepieciešamās stundas un tādējādi nopelnīs mazāk.

Paredzams, ka klimata pārmaiņu ietekme pastiprināsies līdz ar papildu sasilšanu. Ir arī konstatēts fakts, ka viņi mijiedarbojas ar vairākām citām sabiedrības un vides problēmām.

5. KĀDAS IZMAIŅAS GAIDĀMAS NĀKOTNĒ?

Saskaņā ar IPCC jaunāko novērtējuma ziņojumu (AR6), daudzas izmaiņas klimata sistēmā kļūst arvien lielākas saistībā ar pieaugošo globālo sasilšanu. Tālāk ir sniegts plānoto izmaiņu kopsavilkums.

- Saskaņā ar visiem aplūkotajiem emisiju scenārijiem globālā virsmas temperatūra turpinās paaugstināties vismaz līdz gadsimta vidum. Globālā sasilšana par 1,5°C un 2°C tiks pārsniegta 21. gadsimta laikā, ja vien turpmākajās desmitgadēs netiks ievērojami samazinātas siltumnīcefekta gāzu emisijas. Pēdējo reizi globālā virsmas temperatūra bija par 2,5°C vai vairāk virs 1850.–1900. gada līmeņa, vairāk nekā pirms 3 miljoniem gadu.
- Konkrētāk, salīdzinot ar 1850.–1900. gadu, ļoti iespējams, ka **globālā virsmas temperatūra 2081.–2100. gadā vidēji paaugstināsies par 1,0°C līdz 1,8°C**, ja scenārijs ir **ļoti zems siltumnīcefekta gāzu emisijas līmenis**. Pie **vidējām siltumnīcefekta gāzu emisijām** temperatūra paaugstināsies par **2,1°C līdz 3,5°C**. **Ļoti augstu siltumnīcefekta gāzu emisiju** scenārijā pieaugums palielināsies par aptuveni **3,3°C līdz 5,7°C**.
- Klimata izmaiņas ietver ārkārtēju karstuma viļņu, jūras karstuma viļņu, spēcīgu nokrišņu un dažos reģionos lauksaimniecības un ekoloģiskā sausuma biežuma un intensitātes palielināšanos. Tiek prognozēts, ka globālā mērogā ekstrēmi ikdienas nokrišņi palielināsies par aptuveni 7% uz 1°C globālās sasilšanas.
- Paredzams intensīvo tropisko ciklonu īpatsvara pieaugums un Arktikas jūras ledus, sniega segas un mūžīgā sasaluma samazināšanās.
- Ir gandrīz droši, ka vidējais globālais jūras līmenis turpinās celties 21. gadsimtā. Salīdzinot ar 1995.–2014. gadu, iespējamais globālā vidējā jūras līmeņa paaugstināšanās rādītājs līdz 2100. gadam ir **0,28–0,55 m ļoti zemas siltumnīcefekta gāzu emisijas scenārijā; scenārijā ar vidēju siltumnīcefekta gāzu emisiju 0,44–0,76 m**, un ar **ļoti augstām siltumnīcefekta gāzu emisijām** pieaugums būs **0,63–1,01 m**.
- Nākamajos 2000 gados globālais vidējais jūras līmenis paaugstināsies par aptuveni 2 līdz 3 m, ja globālā sasilšana tiks ierobežota līdz 1,5°C. Tas paaugstināsies par 2 līdz 6 m, ja temperatūra tiek ierobežota līdz 2°C, un par 19 līdz 22 m, ja temperatūra tiek paaugstināta līdz 5°C.
- Daudzas izmaiņas, ko izraisījušas pagātnes un nākotnes siltumnīcefekta gāzu emisijas, ir neatgriezeniskas gadsimtiem līdz tūkstošgadēm, jo īpaši izmaiņas okeānos, ledus loksnes

un globālajā jūras līmenī. Ilgākā termiņā dziļjūras sasilšanas un ledus lokšņu kušanas dēļ jūras līmenis paaugstināsies no gadsimtiem līdz tūkstošiem gadu un saglabāsies paaugstināts tūkstošiem gadu.

Galvenā ziņa

Klimata pārmaiņas plūdu un sausuma dēļ ietekmēs ūdens kvalitāti un pieejamību higiēnai, pārtikas ražošanai un ekosistēmām.

Vairāki klimata apdraudējumi nākotnē notiks vienlaikus un biežāk. Tie var pastiprināt viens otru un palielināt ietekmi un riskus dabai un cilvēkiem, kas ir sarežģītāki un grūtāk pārvaldāmi.

Klimata pārmaiņu ietekme turpinās palielināties, ja siltumnīcefekta gāzu emisiju krasi samazinājumi tiks aizkavēti. Taču arī zinātnes pierādījumi ir skaidri: ar tūlītēju rīcību tagad joprojām var novērst krasas sekas.

6. PIELĀGOŠANĀS KLIMATA PĀRMAIŅĀM

Klimata pārmaiņu riskus un ietekmi var ierobežot, ja cilvēki un daba pielāgojas mainīgajiem apstākļiem. Visā pasaulē ir palielinājies pasākumu apjoms un apjoms, lai samazinātu klimata riskus (pielāgošanos). Individīdi un mājsaimniecības, kā arī kopienas, uzņēmumi, reliģiskās grupas un sociālās kustības jau pielāgojas klimata pārmaiņām. Tomēr jaunākajā IPCC ziņojumā (AR6) ir konstatētas lielas atšķirības starp notiekošajiem centieniem un pielāgošanos, kas nepieciešama, lai tiktu galā ar pašreizējo sasilšanas līmeni, un problēmas mērogs dažādos reģionos ir atšķirīgs. Ziņojumā arī uzsvērts, ka pieejamo pielāgošanās iespēju efektivitāte samazinās ar katru sasilšanas pieaugumu. Veiksmīgai adaptācijai ir nepieciešama steidzama, vērienīgāka un paātrināta rīcība un vienlaikus strauji un dziļi siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumi. Jo ātrāk un tālāk samazinās emisijas, jo vairāk cilvēkiem un dabai ir iespējas pielāgoties.

No zinātniskā viedokļa, lai ierobežotu cilvēka izraisīto globālo sasilšanu līdz noteiktam līmenim, ir jāierobežo kumulatīvās CO₂ un citu siltumnīcefekta gāzu emisijas. Vismaz siltumnīcefekta gāzu emisiju neto nulles vērtība ir jāsasniedz!

Pielāgošanās augiem un dzīvniekiem nozīmē vai nu pielāgošanos mainīgajam klimatam un to sekām, tērējot vairāk laika un enerģijas dzīvības uzturēšanas pasākumiem (piemēram, ķermeņa temperatūras regulēšanai, vēsākas vietas izvēlei vai hidratācijai), vai, ja iespējams, pāreju uz reģioniem, kur ir vide, jo apstākļi joprojām ir tajā klimatiskajā diapazonā, pie kā organismi ir pieraduši. Cilvēkiem un sabiedrībai pielāgošanās klimata pārmaiņām nozīmē savas uzvedības pielāgošanu (piemēram, dzīvesvietu; veidu, kādā plānojam savas pilsētas un apdzīvotās vietas) un savas infrastruktūras pielāgošanu (piemēram, pilsētu teritoriju apzaļumošana ūdens uzglabāšanai), lai pielāgotos mainīgajam klimatam - šodien un nākotnē.

Veiksmīgai adaptācijai nepieciešama klimata pārmaiņu radīto risku analīze un savlaicīga pasākumu īstenošana šo risku mazināšanai. Labā ziņa ir tā, ka visā pasaulē ir palielinājusies izpratne par pašreizējo un turpmāko klimata risku un tā novērtējumiem. Valsts un pašvaldības, kā arī korporācijas un pilsoniskā sabiedrība atzīst pieaugošo vajadzību pēc adaptācijas.

6.1 Daži piemēri, kā pielāgoties klimata krīzei

Mūsu ekonomikai un sabiedrībai ir jāklūst noturīgākai pret klimata pārmaiņu ietekmi. Tas prasīs liela mēroga pūles, no kurām daudzas būtu jāorganizē valdībām. **Nacionālie adaptācijas plāni**²⁹ ir būtisks pārvaldības mehānisms, lai valstis varētu plānot nākotni un stratēģiski noteikt pielāgošanās vajadzības.

Iespējams, ka ceļi un tilti ir jābūvē vai jāpielāgo, lai tie izturētu augstāku temperatūru un spēcīgākas vētras. Dažām piekrastes pilsētām var nākties izveidot sistēmas, lai novērstu plūdus ielās un pazemes transportā. Kalnainiem reģioniem, iespējams, būs jāatrod veidi, kā ierobežot kūstošu ledāju radītos zemes nogrūzumus un pārplūdi. Kalnu nogāžu atkārtota apzaļumošana aizsargā kopienas no klimata izraisītiem zemes nogrūvumiem un lavīnām.

Dažām kopienām pat var būt nepieciešams pārcelties uz jaunām vietām, jo tām būs pārāk grūti pielāgoties. Tas jau notiek dažās salu valstīs, kuras saskaras ar pieaugošo jūras līmeni.

Zinātniskie pētījumi liecina, ka līdz 2030. gadam katrs otrais cilvēks saskarsies ar nopietnu ūdens trūkumu³⁰. Ieguldījumi efektīvākā apūdeņošanā būs ļoti svarīgi, jo lauksaimniecība veido 70% no visas pasaules saldūdens ieguves. Pilsētu centros līdz 2030. gadam visā pasaulē varētu ietaupīt aptuveni 100–120 miljardus kubikmetru ūdens, samazinot noplūdes.

ANO Vides programma (UNEP) un partneri 2021. gadā uzsāka globālu kustību pasaules ekosistēmu atjaunošanai, ko sauc par "**ANO ekosistēmu atjaunošanas desmitgadi**"³¹". Šie globālie atjaunošanas centieni ne tikai absorbēs oglekli, bet arī palielinās "ekosistēmu pakalpojumus", lai aizsargātu pasauli no tās postošākās ietekmes.

Pilsētās mežu atjaunošana atdzēsē gaisu un samazina karstuma viļņu ietekmi. Individīdi var veikt dažus vienkāršus pasākumus. Piemēram, var stādīt vai saglabāt kokus ap savu māju, lai uzturētu vēsāku temperatūru. Parastā saulainā dienā viens koks nodrošina dzesēšanas efektu, kas līdzvērtīgs diviem sadzīves gaisa kondicionētājiem, kas darbojas 24 stundas. Birstes tīrīšana var samazināt ugunsgrēka risku. Uzņēmuma īpašnieks var sākt domāt un plānot iespējamos klimata riskus, piemēram, karstās dienās, kad neļauj darbiniekiem veikt uzdevumus ārā.

Ikvienam ir jāapzinās, ka viņu dzīvesvietā ir iespējams lielāks dabas katastrofu potenciāls un kādi resursi viņiem ir, ja tādas notiktu. Tas varētu nozīmēt apdrošināšanas iegādi iepriekš vai zināt, kur varat iegūt informāciju par katastrofām un palīdzību krīzes laikā.

²⁹ <https://www.unep.org/explore-topics/climate-action/what-we-do/climate-adaptation/national-adaptation-plans>

³⁰ <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/half-world-face-severe-water-stress-2030-unless-water-use-decoupled>

³¹ <https://www.decadeonrestoration.org/>

Pierādījumi liecina, ka viens no spēcīgākajiem veidiem, kā pielāgoties klimata pārmaiņām, ir ieguldīt agrīnās brīdināšanas pakalpojumos (*Early Warning Services - EWS*), lai mēs jau iepriekš zinātu, kad tuvojas vētra, aukstums, karstuma vilnis, plūdi vai sausuma periods. Izstrādājot EWS, mēs varam izvairīties no cilvēku un ekonomiskiem zaudējumiem. Pētījumi liecina, ka tikai 24 stundu brīdinājums par tuvojošos karstuma vilni vai vētru var samazināt turpmākos bojājumus par 30%³². Agrīnās brīdināšanas sistēmas, kas nodrošina klimata prognozes, ir viens no visrentablākajiem pielāgošanās pasākumiem, kas dod aptuveni deviņus dolārus kopējos ieguvumus par katru ieguldīto dolāru.

³² https://gca.org/wp-content/uploads/2019/09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf

7. KLIMATA PĀRMAIŅU MAZINĀŠANA

Pasākumi SEG emisiju samazināšanai un piesaistes uzlabošanai tiek saukti par “mazināšanu”. Daudzi no šiem pasākumiem attiecas uz energoefektivitāti būvniecības nozarē, atjaunojamo energoresursu izmantošanu, ilgtspējīgu meža izmantošanu un efektīvāku transportu u.c.

Lai saglabātu dzīvotspējīgu klimatu, siltumnīcefekta gāzu emisijas jāsamazina uz pusi līdz 2030. gadam un līdz 2050. gadam līdz nullei. Taču pārejai uz zemu oglekļa emisiju pasauli ir nepieciešama arī iedzīvotāju līdzdalība - īpaši attīstītajās ekonomikās.

Lai samazinātu SEG emisijas visā enerģētikas nozarē, ir vajadzīgas lielas pārejas, tostarp būtiska kopējā fosilā kurināmā izmantošanas samazināšana, zemu emisiju enerģijas avotu izmantošana, pāreja uz alternatīviem enerģijas nesējiem, kā arī energoefektivitāte un taupīšana. Elektroenerģijas sistēmas, kuras galvenokārt darbina ar atjaunojamiem energoresursiem, kļūst arvien dzīvotspējīgākas³³.

7.1 Individuālās aktivitātes klimata pārmaiņu mazināšanai

Apmēram divas trešdaļas no globālajām SEG emisijām ir saistītas ar privātām mājāsaimniecībām. Elektrība, ko mēs lietojam, pārtika, ko mēs ēdam, veids, kā mēs ceļojam, un lietas, ko mēs iegādājamies, veicina cilvēka "oglekļa pēdas nospiedumu", ar indivīda darbībām saistīto siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomu.

Šeit ir daži ieteikumi, ko katrs var darīt, lai palīdzētu samazināt SEG emisijas.

- Samaziniet savu oglekļa pēdu no braukšanas. Kad vien iespējams, izmantojiet velosipēdu vai sabiedrisko transportu, nevis automašīnu. Brauciet ar zemu oglekļa emisiju transportlīdzekli. Elektriskās automašīnas neizdala CO₂, ja tās tiek uzlādētas ar tīru elektroenerģiju (no atjaunojamiem avotiem).
- Veiciet mazāk savienoto lidojumu.
- Izmantojiet mazāk enerģijas, samazinot apkuri un dzesēšanu, pārejot uz energoefektīvām elektroierīcēm, mazgājot veļu ar aukstu ūdeni vai pakarinot lietas žāvēšanai, nevis izmantojot žāvētāju. Nomainiet vecās spuldzes ar modernām LED spuldzēm, kas patērē mazāk enerģijas, ražo tikpat daudz gaismas un kalpo daudz ilgāk.

³³ <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

- Pārlicinieties, vai pareizi regulējat temperatūru uz termoregulācijas ierīces termostatiem. Nekavējoties aizveriet ledusskapja durvis. Uzlabojiet savas mājas energoefektivitāti, izmantojot labāku izolāciju.
- Izslēdziet apgaismojumu, televizorus un datorus, kad tie nav vajadzīgi.
- Atvienojiet visus adapterus un lādētājus no elektrības padeves rozetēm.
- Ēdiet vietēji ražotu un bioloģisku pārtiku. Lielas SEG emisijas rada pārtikas ražošana un transportēšana. Pārtikas transportēšanai ir nepieciešama degviela uz naftas bāzes, un daudzi mēslošanas līdzekļi arī ir izgatavoti no fosilā kurināmā bāzes.
- Samaziniet liellopu gaļas un piena produktu daudzumu. Govju audzēšana prasa daudz līdzekļu, un tas ir īpaši slikti, ja jūs pērkat liellopu gaļu no nezināmiem audzētājiem, piemēram, Brazīlijas, kas agrāk bija tropu mežs, bet tika izcirta lauksaimniecības vajadzībām. Mežu izciršana ir galvenais oglekļa emisiju un līdz ar to arī klimata pārmaiņu veicinātājs.
- Izmetiet mazāk pārtikas. Izmetot pārtiku, jūs tērējat arī resursus un enerģiju, kas tika izmantota tās audzēšanai, ražošanai, iepakojšanai un transportēšanai. Un, kad pārtika sapūst poligonā, tā rada metānu, spēcīgu siltumnīcefekta gāzi. Tāpēc izmantojiet ne vairāk kā to, ko iegādājaties, un kompostējiet visus pārpalikumus.
- Atkārtoti izmantojiet un pārstrādājiet, kad vien iespējams. Ievērojams SEG emisiju daudzums rodas no “preču piegādes”, kas nozīmē resursu ieguvī, ražošanu, transportēšanu un “preču”, kas ietver patēriņa preces un iepakojumu, būvdetaļu un pasažieru transportlīdzekļus, glabāšanu (izņemot ēdienu). Pērkot lietotus produktus un tālāk pārdodot vai pārstrādājot preces, kuras vairs neizmantojat, jūs ievērojami samazināt savu oglekļa pēdu no “preču piegādes”.
- Izmantojiet pēc iespējas mazāk papīra, jo tā jūs varat ietaupīt kokus.
- Izmantojiet krāna ūdeni, cik vien iespējams. Ņemiet līdzī ūdeni pārstrādājamās pudelēs. Iegādājoties dušas galvas, jaucējkrānu uzgaļus, tualetes, trauku mazgājamās mašīnas un veļas mazgājamās mašīnas, izdariet ūdeni taupošu izvēli.
- Pērciet produktus, kuriem nav nepieciešams izturīgs iepakojums.
- Iestādiet koku
- Uztādiet saules paneļus uz jumta, lai radītu enerģiju jūsu mājām.

- Atbalstiet tīrus enerģijas avotus. Kad vien iespējams, iestājieties par tīrām fosilā kurināmā alternatīvām, piemēram, vēja, saules, ģeotermālo enerģiju un atbilstoši izstrādātiem hidroelektrostaciju un biomasas enerģijas projektiem.

2. NODAĻA: KOMIKSU IZVEIDES VADLĪNIJAS

Dr Christos Ioannides

Egejas universitāte

GRIEĶIJA

NORĀDĪJUMI, KĀ TURPINĀT KOMIKSU

Šajā nodaļā skolotāji atradīs vērtīgus norādījumus par to, kā palīdzēt saviem skolēniem izveidot savus komiksus.

To, cik garš būs komikss izlems skolēni. Atkarībā no pieejamajiem medijiem un viņu vēlmēm skolēni var izvēlēties izmantot papīru, zīmuli, tinti, krāsas vai lietotni, kas ļauj viņiem izveidot digitālu komiksu (skatiet šīs rokasgrāmatas 3. nodaļu).

1. KOMIKSA IZVEIDE, IZMANTOJOT ZĪMULI UN PAPIĒRU

Klasiskais komiksu veidošanas veids ir izmantot papīru un zīmuli.

Klases līmenī skolotājs saka skolēniem kaut ko līdzīgu:

"Komikss nav beidzies. Jūs izlemsit, ar ko beigsies stāsts. Trīs draugi kopā ar pārējiem bērniem pamet Pētniecības centru un atgriežas savās mājās. Viņi ir daudz pieredzējuši un ļoti labi izprot problēmu. Viņi sekoja četriem elementiem sešās dažādās vidēs (mājās, skolās, darbā, pilsētas domē, Vidusepūru valstu sanāksmē un 20. valstu konferencē) un atklāja dažas būtiskas problēmas saistībā ar klimata krīzi Klimatopijā. Viņi ir stingri pārliecināti, ka jauniešiem ir jārīkojas, lai mainītu Klimatopijas nākotni. Vai viņi gatavojas kaut ko darīt šī mērķa labā? Vai viņiem izdosies novērst turpmākās krīzes? Ceļosim laikā un aplūkosim šīs sešas dažādās vides divos nākotnes mirkļos: pēc 10 gadiem un pēc 80 gadiem. Iedomājieties, kas notiks abās mājās, divās skolās, saimniecībā, ko šajos divos nākotnes mirkļos apspriedīs pilsētas domnieki un valstu vadītāji?"

Pēc tam skolotājs lūdz skolēnus turpināt komiksu, veicot astoņas darbības.

1. darbība. Lēmuma pieņemšana par komiksa koncepciju

Klases līmenī skolotājs lūdz skolēnus iedomāties Klimatopijas nākotni. Studenti tiek lūgti sniegt atbildes:

- a. Kāda būtu Klimatopijas nākotne: klimatopieši veiks pasākumus labākas nākotnes virzienā, vai arī planēta virzās uz pilnīgu klimata katastrofu?
- b. Kāda būtu trīs draugu un pārējo bērnu loma: vai viņi mēģinās informēt un aktivizēt savas kopienas un pasauli, lai veiktu radikālus pasākumus un glābtu Klimatopiju, vai arī viņiem neizdosies un dzīve uz tajā kļūs nepieņemama?

2. solis: grupas veidošana

Skolēni tiek sadalīti grupās. Atkarībā no viņu skaita katra grupa uzņemsies turpināt komiksu stāstu vienā vai divās no sešām vidēm. Skolotājs jautā:

"Tagad, kad esat izlēmis, kāda būs Klimatopijas nākotne, jums ir jāturpina komiksu grāmata. Katra grupa turpinās vienu (vai divus) no stāstiem. Jums ir jāiedomājas, kas notiktu ar klimatopiešiem sešās dažādās vidēs divos dažādos nākotnes mirkļos (pēc 10 un pēc 80 gadiem)".

3. solis: sižeta izstrāde

Balstoties uz vispārējo priekšstatu par Klimatopijas nākotni, katras grupas skolēni pieraksta sižeta kontūru. Sižetam jāsniedz atbildes uz jautājumiem:

- a. kad notiek sižets (10 vai 80 gadus pēc tam, kad studenti ir atgriezušies savās mājās),
- b. kur tas notiek (piemēram, skolā, rātsnamā utt.),
- c. kurš ir iesaistīts, tas ir, kuri ir stāsta varoņi un
- d. ko varonis dara un saka.

Studenti var apspriest un izlemt par sižetu. Viens no viņiem uzņemas atbildību uzrakstīt visu sižetu vai vienkārši veikt īsas piezīmes.

4. darbība: scenārija rakstīšana

Viens vai divi grupas dalībnieki raksta scenāriju, tas ir, viņi veido secīgus sižetus. Viņi raksta īsu katras ainas aprakstu, ieskaitot dialogus. Dialogiem jābūt pietiekami īsiem, lai tie ietilptu "balonos". Skripts ir pamats visam sekojošajam.

5. solis. Skices veidošana/ rakstīšana

Grupas dalībnieks, kurš ir efektīvāks skicēšanā, veido komiksu, pamatojoties uz scenāriju.

Pirmkārt, viņš/viņa sadala papīra lapu vienādos rāmjos. Ja tiek izmantotas A4 lapas, tās var sadalīt sešos vai astoņos vienādos kadros, lai gan dažreiz lielākām ainām var būt nepieciešami daži lielāki kadri. Rāmjiem nevajadzētu pieskarties viens otram, bet starp tiem jābūt nelielai atstarpei.

Pēc tam viņš/viņa iemūžina ainas kadros, izmantojot zīmuli ("zīmuli"), izpildot scenāriju un scenāriju autoru mutiskus norādījumus (protams, "skices autors" varētu būt kāds no scenārija autoriem). Skices ir jāzīmē vāji, lai pēc 6. darbības ("tintes") pabeigšanas varētu viegli veikt labojumus un izdzēst nevajadzīgās līnijas.

Skicētājam un "tintētājam" (skatīt zemāk) nevajadzētu pārāk daudz uztraukties par savām zīmēšanas prasmēm. Derēs pat vienkāršas figūriņas ar apli galvai un līnijām ķermenim un

ekstremitātēm. Ideja ir atdarināt komiksa varoņus. Viņi var tos zīmēt no komiksa. Ja viņi vēlas pievienot vairāk rakstzīmju, viņi var izmēģināt tālāk norādītās vienkāršās darbības, lai uzzīmētu komiksu varoņus.

- Sāciet ar vienkāršu apli.
- Uzzīmējiet divus apļus acij, muti un nelielu izliektu punktu degunam.
- Uzzīmējiet jebkuru rupju frizūru.
- Uzzīmējiet ķermenim trīsstūrveida taisnstūri.
- Neapstrādāta skice, zīmējot kājas un kurpes.
- Pievienojiet varoņa rokas.

6. darbība: tintes uzklāšana

Tagad, kad ainas ir iemūžinātas kadros, komiksa pamatdaļa jau ir pabeigta. Cits grupas dalībnieks, ir atbildīgs par skicētāja nodrošināto un to izmanto kā ceļvedi, lai izveidotu komiksa galīgo lineāru ar tinti. Krāsotājam ir jāizlemj, kuras līnijas ir nepieciešamas gatavajam attēlam. Kad tinte ir izžuvusi, nevajadzīgās līnijas var noņemt, izmantojot mīkstu dzēšgumiju.

7. solis: krāsošana

Pēdējais komiksa lineārs tiek nodots krāsotājam, kurš izmanto krāsainus zīmuļus vai marķierus, lai krāsotu melnbaltos attēlus. Šo soli var izlaist, ja grupa nolemj izveidot melnbaltu komiksu.

8. darbība: burti

Visbeidzot, cits grupas dalībnieks, “burtnieks”, ievieto dialoga balonus/kastes komiksa paneļos un ievieto visu tekstu. Dialogi tiek ievietoti balonos, savukārt teksti ar informāciju tiek ievietoti dažāda izmēra kastēs.

Sākot ar zīmuļa soli, ir jāņem vērā, lai būtu pietiekami daudz vietas pareizai balonu/kastīšu novietošanai, lai tie nekonkurētu ar kompozīciju vai ietvertu svarīgu mākslu.

“Burtnieks” vispirms uzraksta tekstu un pēc tam ievieto to balonā/kastē.

Tāpat kā zīmētājs vispirms izmanto zīmuli un pēc tam tinti.

2. DIGITĀLAIS KOMIKSS

Ir bezmaksas lietojumprogrammas, kuras studenti var viegli izmantot, lai turpinātu komiksu, veidojot digitālo komiksu. Komiksu lietojumprogrammas nodrošina objektu galerijas, piemēram, rakstzīmes, fonus, balonus utt., ko var ievietot vārdu mākoņos un izveidot vēlamās joslas. Šajā gadījumā studentiem tiks lūgts izpildīt pirmos 4 soļus, un pēc scenārija uzrakstīšanas viņi būs gatavi izmantot aplikāciju sava digitālā komiksa izstrādei. Visas lietojumprogrammas sniedz detalizētus aprakstus, kas palīdz pat jauniem lietotājiem tās veiksmīgi izmantot.

3. NODAĻA: ATVĒRTIE IZGLĪTĪBAS RESURSI KOMIKSU RADĪŠANAI

1. IEVADS

Atvērto izglītības resursu izmantošanai komiksu veidošanā ir daudz priekšrocību. Arvien vairāk skolotāju savās nodarbībās izmanto komiksu veidošanu, lai veicinātu dinamiskāku un jautrāku mācīšanās veidu.

Šajā nodaļā mēs piedāvājam vairākus bezmaksas izglītojošus rīkus komiksu veidošanai klasē:

- Make Beliefs Comix
- Pixton
- Smilebox
- Creately
- Canva

2. KOMIKSU METODES IZMANTOŠANAS PRIEKŠROCĪBAS KLASĒ

Kā jau minējām, komiksu veidošana attīsta prasmes un kompetences, kas var būt ļoti noderīgas klasē. Dažas no mūsu atklātajām priekšrocībām ir šādas:

- Dinamiskāka un jautrāka mācīšanās.
- Iespējamo reālās dzīves situāciju pārdomas/ aktualizācija.
- Nodarbības par dažādām sarežģītām tēmām (vide, klimata pārmaiņas)
- Darbs pie sociālajām prasmēm un sarunām.
- Jauna vārdu krājuma apguve.
- Darbs pie rakstīšanas un visa, kas ar to saistīts: gramatika, pareizrakstība, leksika...
- Radošuma un iztēles veicināšana, jo mēs varam ilustrēt citus laikus, vietas un pat izveidot savus un mūsu draugu iemiesojumus.
- Iespējama svešvalodas prakse.
- Radošo rīku izmantošana stāstu, pasaku vai personīgās pieredzes attīstībai.

Šīs ir tikai dažas no priekšrocībām, ko sniedz komiksu izmantošana kā mācību līdzeklis.

3. BELIEFS KOMIKSS

[Make Beliefs Comix](#) ir tīmekļa lietojumprogramma komiksu un stāstu veidošanai. Tas darbojas ļoti vienkāršā veidā, sekojot stāstījuma secībai, ko veido vinjetes. Šīs vinjetes piedāvā attēlus un tekstu.

Tā piedāvā arī citus resursus, piemēram: aktivitāšu idejas skolēniem ar speciālām izglītības vajadzībām; drukājamus resursus; vai bezmaksas e-grāmatas angļu valodā.

Šai tīmekļa lietojumprogrammai ir dažādas funkcijas, kas padara to ļoti vienkāršu lietojamu:

- Tā ir pieejama bez maksas.
- Lai reģistrētos, jums nav jāizveido konts.
- Tai ir vairākas valodas, tā ir daudzvalodu.
- Jums ir iespēja izdrukāt izveidotos komiksus vai nosūtīt tos pa pastu.

No otras puses, tai ir vairāki nelieli, viegli atrisināmi trūkumi, kas var ierobežot tā izmantošanu:

- Nepieciešams interneta savienojums.
- Ierobežotas iespējas veidot komiksus, kas saistīti ar varoņiem, vidi, ainavām, objektiem vai krāsām.
- Jums ir jābūt instalētām datorprogrammām, piemēram, *Paint* vai *Photoshop*.
- Tas neļauj saglabāt komiksus mākonī, ja neregistrējaties kā lietotājs.

4. PIXTON

[Pixton](#) ir tīmekļa 2.0 rīks, ko izmanto komiksu veidošanai, attīstot valodas prasmes, lasīšanas izpratni un radošumu.

Tas sastāv no rīku komplekta, kas darbojas visās pārlūkprogrammās un platformās, piemēram, *MAC*, *Windows*, *Linux*, *iOS* un *Adroid*.

Tam ir dažādi reģistrācijas līmeņi, kur visvienkāršākais, ko sauc par "*Pixton for fun*", ir bezmaksas un paredzēts individuālai lietošanai. Ir arī "*Pixton for classrooms*", kas paredzēts izglītības centriem un tiek apmaksāts. Vai "*Pixton for business*", kas ir domāts uzņēmumiem un arī to ir iespēja apmaksāt.

Pixton ir dažas funkcijas, kas jums jāzina, pirms sākat to lietot:

- Tas piedāvā veidnes, formas un sākotnējos iestatījumus, ja nevēlaties sākt no nulles.
- Ļauj augšupielādēt savus fotoattēlus, lai jūs varētu tos pielāgot pēc saviem ieskatiem.
- Tas ļauj rediģēt katra komiksa paneļa formu un pozīciju.
- Ļauj izveidot rakstzīmēm teksta un runas mākoņus.

- Ļauj lietotājiem izveidot savus komiksus, kā arī dalīties tajos ar citiem.
- Individuālajiem kontiem tas ir bezmaksas, un šajā versijā ir iekļautas daudzas iespējas.
- Tas piedāvā neierobežotu izteiksmju klāstu.

Pirms sākat, neaizmirstiet pieteikties vai reģistrēties, izmantojot e-pasta kontu un paroli. Kad esat iegājis sistēmā, jums ir jāizvēlas komiksu formāts, kuru vēlaties izveidot: *ātrs komikss, klasiskais komikss, svētdienas joki, liels formāts, pixtor iemiesojums, 4 kromi, īpaši garš, brīvais stils.*

5. SMILEBOX

[Smilebox](#) ir komiksu veidotājs, lai izveidotu komiksus bez maksas, viegli un dažu minūšu laikā. Tam ir noklusējuma veidnes, kuras varat rediģēt un mainīt pēc saviem ieskatiem.

Varat izvēlēties veidnes vēstulēm, ielūgumiem, slaidrādēm, kolāžām, skrejlapām, paziņojumiem u.c.

Lai reģistrētos, ir jāizveido konts, pietiek ar e-pasta adresi un paroli.

Veiciet četras vienkāršas darbības, lai izveidotu komiksus, izmantojot Smilebox:

1. Izvēlieties bezmaksas komiksu veidni un noklikšķiniet uz "pielāgot".
2. Augšupielādējiet savus fotoattēlus. Savai veidnei varat pievienot fotoattēlus, noklikšķinot uz "pievienot vairāk fotoattēlu", lai piekļūtu ierīcē vai sociālo mediju kontos saglabātajiem attēliem.
3. Pielāgojiet savu komiksu. Mainiet un rediģējiet veidni pēc saviem ieskatiem, lai pievienotu savu tekstu, rakstzīmes un attēlus.
4. Kopīgojiet to. Varat priekšskatīt un saglabāt komiksu savā ierīcē. Kopīgojiet to vai nosūtiet to pa e-pastu vai sociālajos tīklos.

6. CREATELY

[Creately](#) ir komiksu veidotājs, lai izveidotu komiksus bez maksas, viegli un dažu minūšu laikā. Tam ir noklusējuma veidnes, kuras var rediģēt un mainīt pēc saviem ieskatiem. Ir iespējams lietot izmēģinājuma versiju un izmantotu kādu no tās veidnēm, reģistrācija nav nepieciešama.

Ja reģistrējaties, jums ir dažādi plāni ar dažādām iespējām:

- **Bezmaksas:** izmantojot e-pasta kontu un bezmaksas plānu, varat izveidot 3 kanvas ar ne vairāk kā 60 elementiem, vienu mapi, ierobežotu krātuvi un tikai attēlu eksportu.
- **Iesācējs:** 5 ASV dolāriem mēnesī, ieteicams individuāli vai nelielām komandām. Jums ir neierobežots kanvas, kā arī neierobežots elementu skaits, 20 mapes, 5 GB krātuve, visi eksporta formāti, pamata sadarbība ar cilvēkiem un e-pasta atbalsts.
- Par 90 ASV dolāriem un vairāk jūs saņemsiet citas priekšrocības, kas saistītas ar lielāku krātuvi, vairāk aprīkojuma, vairāk kontu un vairāk eksporta formātu.

Lai izveidotu komiksu ar *Creately*, jums jāveic šādas darbības:

1. Atlasiet veidni, kas jums ir piemērota, pamatojoties uz koncepciju vai scenāriju, kuram vēlaties sekot.
2. Importējiet attēlus no jebkura avota, ierīces vai pārlūkprogrammām.
3. Pievienojiet tekstu runas mākoņos.
4. Pielāgojiet, izmantojot pieejamās krāsas un stilus, lai padarītu savu komiksu radošāku.
5. Eksportējiet JPEG, PNG, PDF un SVG formātā vai izmantojiet saiti, lai to automātiski kopīgotu ar ikvienu, vai lejupielādējiet to izšķirtspējīgai drukāšanai.

7. CANVA

[Canva](#) ir vienkārša grafiskā dizaina tīmekļa lietojumprogramma ar vairākām iespējām izveidot resursus un elementus. Tai ir dažādi plāni, taču arī ļoti veiksmīgs bezmaksas plāns.

Tā piedāvā iespēju atdzīvināt stāstus, izmantojot grafisku romānu. Jūs varat atrast simtiem veidņu ar iepriekš izstrādātiem paneļiem, lai jūs varētu rediģēt un pievienot dialogu. Jums ir arī iespēja izveidot savu komiksu no nulles, izmantojot tukšu izkārtojumu.

Lietotne piedāvā piecas vienkāršas darbības, lai izveidotu komiksu grāmatu vietnē Canva:

1. Atveriet tīmekļa lietojumprogrammu un reģistrējieties. Pēc tam meklējiet "komikss".
2. Meklēt veidni.
3. Eksperimentējiet ar Canva piedāvātajām funkcijām, lai rediģētu jūsu stāstu plānus.
4. Pielāgojiet savu komiksu. Izmantojiet savu krāsu shēmu, fonta stilu, sajauciet uzlīmes, ikonas un ilustrācijas. Sakārtojiet dialoga balonus/ mākoņus un rāmjus pēc saviem ieskatiem vai augšupielādējiet savus attēlus.
5. Publicējiet un kopīgojiet. Varat to lejupielādēt, kopīgot sociālajos tīklos vai nosūtīt uz e-pastu.



CLIMATOPIA



UNIVERSITY
OF LATVIA

blick
punktidentität

