

# Cilvēka dzīves vides fizikālais piesārņojums

**Jānis Dundurs,**  
assoc. profesors, Dr.chem.,  
RSU Aroda un vides medicīnas katedra

**Ieva Melišus,**  
RSU MF 6. kurga studente

Lekcija par šo tēmu nolasīta  
LĀB 4. starpdisciplinārajā konferencē  
2014. gada 24. maijā.

## Īsumā

Līdz ar iedzīvotāju skaita pieaugumu, ekonomisko attīstību, dzīves kvalitātes līmena progresu pieaug arī cilvēka dzīves vides piesārņojums. Pēdējās desmitgadēs biosfēras kvalitātes nelabvēlīgas pārmaiņas, pasaules veselības pasliktināšanos sevišķi ir veicinājusi fizikāla piesārņotība – siltums (sasilšana), elektromagnētiskā radiācija (ultravioletais, jonizējošais starojums, elektromagnētiskie lauki), kā arī akustiskās svārstības (troksnis). Uz Zemes tās 4,5 miljardus gadu ilgajā pastāvēšanā ir sākusies sestā floras un faunas dažādu formu masveidīga izmiršana, un pirmo reizi šāds process notiek primātu kārtas sugas *Homo sapiens*, pie kurās pieder arī cilvēks, klātbūtnē.

Pasaulē raksturīgas straujas globālās pārmaiņas, kas var ietekmēt vides veselību gan pozitīvi, gan arī negatīvi. Galvenās pozitīvās pārmaiņas ir jaunas energiju ekonomējošas tehnoloģijas, sasniegumi zinātnē, medicīnā un industrijā, plaša starpvalstu sadarbība, sakari, satiksme, kas nodrošina labāku dzīves kvalitāti. Viena no visaktuālākajām globālajām negatīvajām pārmaiņām ir dažādu fizikāla piesārņojuma veidu izplātības palielināšanās, kas gan cilvēka darbības, gan bezdarbības dēļ var izraisīt dabas kataklizmas.

Pēdējo divu gadās divu laikā pasaulē ir bijušas trīs vides krīzes. Pirmā 19. gs. pirmajā pusē bija saistīta ar slimībām un epidēmijām, kuras galvenokārt plosījās strādājošo vidū. Otrā krīze galvenokārt izpaudās kā biosfēras globāls ķīmisks piesārņojums. Trešās krīzes sākums ir pagājušā gadās astoņdesmitie gadi, un tā turpinās joprojām. Ekosistēmas vairs nespēj izturēt pašreizējo straujo ekonomiskās attīstības līmeni (pasaules kopprodukts ik gadu palielinās par 4%), kas veicina dažādu industriālu piesārņojuma veidu pieaugumu. Straujī palielinoties arī zemeslodes iedzīvotāju skaitam, palielinās piesārņojuma līmenis, kuru cilvēks pats vairs nav spējīgs ievirzīt dabiskajā apritē.

ANO izveidotā Pasaules Vides un attīstības komisija (saukta arī par Bruntlandes komisiju) ziņojumā *Mūsu kopējā nākotne* [1] pirmoreiz izanalizēja un raksturoja pasaules attīstības ainu, norādot uz strupceļu, kādā pasaule nonāks, ja netiks mainīta atliekme gan pret nesaudzīgo dabas resursu

patēriņu, vienlaikus radot milzīgu piesārņojumu vidē, gan pret izteikto nevienlīdzību starp cilvēkiem un valstīm.

Ekoloģisko pētījumu rezultāti un to popularizēšana ir izveidojuši sabiedrībā skaidru priekšstatu par cilvēces būtisku atkarību no vides stāvokļa, kas ļauj definēt vides piesārņojumu. No ekoloģiskā viedokļa vides piesārņošana ir konkretājā biocenozē tai neraksturīgu dzīvu vai nedzīvu komponentu ievadišana vai tādas struktūras pārmaiņas, kas pārtrauc vielu un enerģijas dabisko apriņķi. Tātad vides piesārņojums ir jebkuras vielas, fizikālo faktoru enerģijas, kā arī mikroorganismu iekļūšana dabā tādā daudzumā, kas izraisa pārmaiņas dabas komponentu sastāvā vai atstāj negatīvu ietekmi uz cilvēka organismu, floru un faunu. Likumā par piesārņojumu [2] definīcija ir šāda: "Tāda tieša vai netieša emisijas ietekme uz vidi, kas var apdraudēt cilvēku veselību, nodarīt kaitējumu īpašumam, rada vai var radīt kaitējumu videi, tai skaitā ekosistēmām, traucēt dabas resursu izmantošanu vai citādi traucēt likumīgu vides izmantošanu." (Emisija – tieša vai netieša viela, vibrācijas, siltuma, nejonizējošā starojuma, troksna vai citāda izplūde no stacionāra vai difūza piesārņojuma avota, kura rodas, veicot piesārñojošu darbību, un ietekmē vai var ietekmēt vidi.)

Mūsdienās raksturīgākie globālie vides fizikālie piesārņotāji, no kā atkarīga cilvēku labsajūta, veselība un darbaspējas, ir siltums, troksnis, nejonizējošais starojums un jonizējošais starojums. Šiem vides faktoriem var būt dabiska izcelsme (pērkons, su-

ņu rejas, zemestrīces, kosmiskie stari un radioviļņi, radioaktīvas vielas u.c.), vai arī tie ir cilvēka darbības rezultāts (rūpniecība, diskotēkas, transportlīdzekļi, telekomunikācijas, medicīniskas iekārtas, atomelektrostacijas u.c.).

## Globālā sasilšana

Pēdējo dažu desmitu gadu laikā Eiropā ziemas ir kļuvušas siltākas, ziemējos ir spēcīgākas lietusgāzes, bet dienvidos ir lielāks sausums. Pieaugusi ir insektu – slimību pārnēsātāju – odu, ērču aktivitāte. Augu vēgetācijas laiks ir desmit dienas garaks. Latvijā tas ir kļuvis garaks par 17 dienām, un sākta marihuānas audzēšana – 2012. gadā 8 audzētavās un 2013. gadā – 18 audzētavās. Prognozē, ka 2050. gadā 2/3 Alpu ledāju izkusīs, bet 2080. gadā Eiropā vairs nebūs aukstas ziemas. Pasaulē pieaug tropisko lietus mežu izciršana (tagad – futbola laukuma platībā/sek.), ugunsgrēku skaits. ASV konstatēts, ka koku augšanas ātrums palielinājies proporcionāli CO<sub>2</sub> daudzumam atmosfērā. Vidējā gaisa temperatūra pēdējos 100 gados ir palielinājusies par 0,74 ± 0,18 °C [5, 9].

Tiek uzskatīts, ka globālā sasilšana ir radusies cilvēka darbības dēļ. Dažādu gāzu blīvums atmosfērā nosaka Saules siltuma daudzumu, kas sasniedz Zemi un tiek atstarots atpakaļ kosmiskajā telpā. Gāzes nosaka arī to siltuma daudzumu, kas paliek atmosfērā. Atmosfēras oglekļa dioksīds praktiski neaizturbāzē Saules redzamo starojumu, bet absorbē infrasarkanu starojumu, kas atstarojas no Zemes virsmas un tādējādi kavē siltuma aizplūšanu kosmiskajā telpā. Palielinoties gāzu daudzumam, šis process pastiprinās. Līdz ar to paaugstinās gaisa temperatūra atmosfērā, kas var izraisīt pārmaiņas klimatā. Tas ir mākslīgais siltumnīcas efekts [4, 13].

ANO Starpvaldību klimata pārmaiņu komisija (*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)) nozīmīgā ziņojumā par klimata pārmaiņām par 95% ir pārliecīnāta, ka globālās sasilšanas noteicošais cēlonis

kopš 20. gs. piecdesmitajiem gadiem ir cilvēka darbība. Ziņojumā noliegti apgalvojuši, ka planētas sasilšanas temps sarūk, un tiek paredzēts, ka CO<sub>2</sub> daudzums atmosfērā, salīdzinot ar pirmsindustriālo periodu, 21. gadsimta vidū dubultosies, līdz gadījuma beigām izraisot gaisa temperatūras palielināšanos par 1,5–4,5 °C. Okeāna līmenis pieauga ar lielāku ātrumu, nekā pie redzēts pēdējos 40 gados. Tāpēc ir nepieciešama būtiska un ilgstoša siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas samazināšana. IPCC ziņojums tiek uzskaitīts par vispusīgāko pārskatu globālās sasilšanas mehānisma izskaidrošanā. Tā izstrādē piedalījās aptuveni 900 zinātnieku, kuri analizēja vairāk nekā 9000 pētījumu par klimata pārmaiņām [5, 7, 12].

2013. gadā ES valstis 2014.–2020. gada finanšu shēmā piešķira 20% no ES budžeta ar klimatu saistītiem pasākumiem. LIFE Klimata pasākumu apakšprogrammas galvenie mērķi ir veicināt pāreju uz ekonomiku, kam ir zems oglekļa dioksīda emisiju līmenis; uzlabot ES klimata pārmaiņu politikas un tiesību aktu izstrādi un izpildi; atbalstīt vides un klimata pārmaiņu labāku pārvaldību visos līmeņos [15].

IPCC ir izjutusi valstu spiedienu, lai izskaidrotu, kāpēc globālā sasilšana pēdējos 15 gados ir apstājusies. Ľoti daudzi zinātnieki nepiekrit uzskatam, ka globālā sasilšana ir radusies cilvēku rīcības rezultātā. Kritiku argumenti ir visdažādākie:

- IPCC prognozētā pasaules sasilšana par 0,2 °C laika periodā no 1999. līdz 2008. gadam neapstiprinājās (tikai 0,07 +/- 0,07 °C);
- notiek dabiska siltuma atgūšana pēc tā sauktā Mazā ledus laikmeta, kas beidzās 17. gadsimtā;
- maksimālās gaisa temperatūras rekordi reģistrēti pirms 70–130 gadiem (Āzijā 1942. gadā, Ziemeļamerikā 1913. gadā, Dienvidamerikā 1905. gadā, Austrālijā 1889. gadā, Eiropā 1881. gada 4. augustā Sevīlē – +50 °C, bet absoluļuti visaugstākā – Āfrikā 1922. gada 13. septembrī Lībijas ziemeļos – +57,7 °C). Globālā vidējā gaisa temperatūra pazeminājās par aptuveni 0,3 °C pēc 2. pasaules kara līdz apmēram 1980. gadam, t.i., pēckara industriālā uzplaukuma laikā, kad atmosfērā strauji pieauga oglekļa dioksīda koncentrācija;
- nepareiza temperatūras mērišanas me-

todoloģija. Sateliitu dati par globālajām temperatūrām ir tikai kopš 1979. gada, tātad nav zinātniski pārliecinošu pierādījumu, ka cilvēka saražoto *siltumnīcu* gāzu daudzums tuvākajā nākotnē var katastrofāli mainīt atmosfēras siltuma balansu un Zemes klimatu;

- organizēta globālās sasilšanas datu falsificēšana (2009. gadā Lielbritānijā starptautisks skandāls – t.s. klimatgeita);
- saražotais oglekļa dioksīda daudzums ir tikai 0,00022% no tā, kas emitējis no Zemes mantijas visā tās ģeoloģiskajā vēsturē;
- pēdējo 15 gadu laikā nav novērota globālā sasilšana, kaut arī CO<sub>2</sub> ir pieaudzis par 10%;
- ievērojamas klimata pārmaiņas notiek visā ģeoloģiskajā periodā – arī pirms 800 gadiem bija siltāks bez CO<sub>2</sub> palielināšanās, ledāju kušana un veidošanās notiek cikliski daudzu gadsimtu garumā;
- tā sauktās siltumnīcu gāzes drīzāk paze mina, nevis paaugstina atmosfēras temperatūru;
- atmosfēras temperatūru vairāk nekā oglskābā gāze ietekmē mākoņi un ūdens tvaiki;
- oglskābās gāzes koncentrācijas palielinājumam uz ekosistēmām drīzāk ir pozitīva nozīme – tā aizsargā augu valsti no sausuma un kaitēkļiem, palielina graudaugu ražas pēdējo 150 gadu laikā [6, 11].

Zemes klimatu lielākā mērā ietekmē kosmiskie stari, kuru intensitāte atkarīga no Saules aktivitātes [7, 8]. 50 zinātnieki, kas apvienojušies Klimata pārmaiņu starptautiskajā nevalstiskajā padomē (NIPCC), pēc vairāku tūkstošu pētījumu caurskatīšanas secinājuši, ka globāla sasilšana un oglekļa dioksīda koncentrācijas pieaugums atmosfērā nav aktuāla problēma [10].

Lielbritānijas pētījumu kompānijas YouGov aptaujas liecina, ka 2013. gadā līdz 39% nokrities to cilvēku skaits, kas tic, ka globālajā sasilšanā vainojams cilvēks. 2008. gadā tam ticēja 55%. Šajā pašā periodā no 7% līdz 28% pieaudzis to cilvēku skaits, kas uzskata, ka globālā sasilšana vispār neeksistē. 2011. gada augustā 9029 vides zinātņu doktori vēlreiz apliecināja, ka cilvēka saražotās *siltumnīcas* gāzes tuvākajā nākotnē nevar katastrofāli paaugstināt atmosfēras temperatūru un mainīt klimatu uz Zemes. Vēl vairāk – ir pamā-

toti zinātniski pierādījumi, ka oglskābās gāzes pieaugums dos būtisku dabiskās vides uzlabojumu augu un dzīvnieku sugu saglabāšanai [14].

## Ultravioletais starojums

Līdz ar stratosfēras ozona slāņa samazināšanos lielāka ir kļuvusi uz Zemes nonākušā Saules starojuma ultravioletā (UV) starojuma proporcija. UV starojums iedalās 3 joslās [16]:

- UV-A (viļņu garums 315–400 nm; fotoenerģija 3,94–3,10 eV), kuru parasti sauc par pigmentveidojošo daļu;
- UV-B (viļņu garums 280–315 nm; fotoenerģija 4,43–3,94 eV), kuru parasti sauc par eritēmveidojošo daļu, un
- UV-C (viļņu garums 280–100 nm; fotoenerģija 4,43–12,40 eV), kuru parasti sauc par bakterīciā efekta daļu.

UV-A starojums, iedarbojoties uz ādā esošo melanīnu, rada iedegumu, un to izmanto arī solārijos. UV-B starojums ir atbildīgs par ādas apdegumu un ādas vēža rašanos. UV-C parasti nenonāk līdz zemes virsmai, jo to absorbē ozona slānis stratosfērā. Šo starojumu izmanto bakterīciādajās UV lampās. Zemes virsmu sasniedz UV starojums, ko veido apmēram 90% UV-A starojums un 10% UV-B starojums. Taču ozona slāņa biezums var mainīties, un tad mainās arī visas ultravioletā starojuma daļu proporcijas un tātad iedarbība uz organismu. Bioloģiskā aktivitāte ir apgrieztī proporcionalā viļņu garumam. Jo īsāks ir UV viļņa garums, jo lielāka fotoenerģija un bīstamība. Prolongēta UV starojuma ekspozīcija uz cilvēka organismu var izraisīt gan hroniskus, gan akūtus bojājumus ādā, acīs, pārmaiņas imūnsistēmā [17, 18, 19].

Atšķirībā no UV-B un UV-C starojumiem UV-A starojums nerada tiešus DNS bojājumus, bet tas, atbrīvojot ādā brīvos radikālus, bojājumus veicina netieši. Visi trīs UV starojumi tiek klasificēti kā iespējami kancerogēni cilvēkam. Melanoma ir viens no ādas vēža agresivākajiem paveidiem, kas veidojas ādas šūnās – melanocitos, kuri producē melanīnu. Melanomas gadījumu skaits Latvijā pēdējo 25 gadu laikā ir dubultojies. Vairāk nekā 200 saslimšanas gadījumu bija 2012. un 2013. gadā [20, 21]. Melanomas pazīmes: dzimumzīmes asimetrija, nevienmērīga krāsa, malas robezinās, diametrs palielinās > 5 mm (skat. 1. attēlu).

1. attēls | Melanoma



2. attēls | Aizsardzība no Saules starojuma pēc UVI

UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS	UV INDEKSS
Zems	Vidējs				Augsts		Ļoti augsts		Ekstremāls
Aizsardzība pret Saules stariem nav nepieciešama	Nepieciešama aizsardzība pret Saules stariem – centieties uzturēties ēnā, īpaši pusdienlaikā, vairiņties ilgoši uzturēties saulē ar atklātām ķermeņa daļām, velciet vieglu apģērbu, galvassegū	Nepieciešama ekstremāla aizsardzība – izvairieties atrasties ārpus telpām pusdienlaikā, uzturēties ēnā, obligāti velciet apģērbu, galvassegū un lietojet saulessargu							

1. tabula | Ultravioletā starojuma indeksi

UV starojuma kategorija	UVI rādītāji	Krāsa UV apzīmēšanai
Zema	0–2	Zaja
Vidēja	3–5	Dzeltena
Augsta	6–7	Oranža
Ļoti augsta	8–10	Sarkana
Ārkārtīgi augsta	> 11	Purpursarkana

Pēdējos 20 gados Baltijas valstu vēža reģistru dati rāda būtisku ādas vēža incidences pieaugumu. Viens no iemesliem ir tas, ka globālā piesārņojuma dēļ mazinās stratosfēras ozona slāņa biezums. Ziņas par ozona slāņa dilšanu parādījās 20. gs. 80. gados. Stratosfērā 18–40 km augstumā atrodas 3 miljardi tonnu ozona – 90% no visa atmosfēras ozona. Slāņa biezums ir 300 DU (DU – Dobsona vienība; 1 mm = 100 DU). Virs Latvijas slāņa biezums svārstās no 200 DU ziemā līdz 500 DU vasarā. Tagad virs Antarktidas tas ir sadilis tik stipri, ka radies termins *ozona caurums* [18].

Globālajam ozona slānim samazinoties par 1%, saslimšanas gadījumu skaits ar ādas vēzi, kas izraisa nāvi, ik gadu pieaug par 6–7 tūkstošiem. Ar ozona slāņa samazināšanos tiek saistīts arī pieaugošais plaušu slimnieku, slimnieku ar imunitātes traucējumiem un alergisko slimnieku skaits. Ozona slāni atmosfērā samazina hlorfluorogliķideņraži (freoni), lidmašīnu izplūdes gāzes, slāpeķja minerālmēslu produkti, kuriņāmā degšanas produkti, vulkānu izvirdumu vielas.

Lai apturētu ozona slāņa samazināšanos, 1987. gadā ANO rīkotajā Monreālas konferencē tika noslēgta vienošanās, ko nosauca par Monreālas protokolu. Šo protokolu ir parakstījušas 92 valstis, kopš 1995. gada arī Latvija. Veicot paredzētos pasākumus ozona slāņa atjaunošanai,

2050. gadā ultravioletais starojums uz zemes virsmas varētu nonākt ar tādu pašu intensitāti un spektrālo sadalījumu, kāds tas bija 1970. gadā [22].

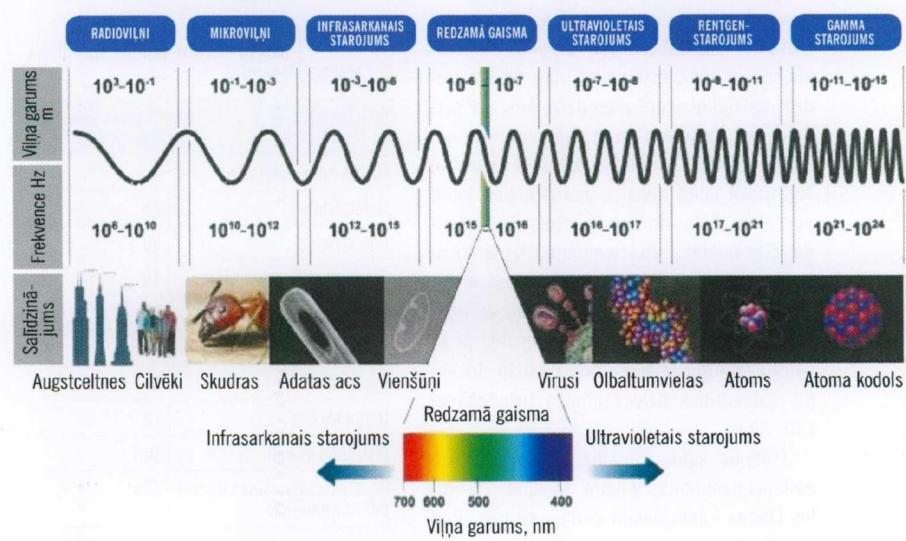
UV starojuma ietekmi Latvijā novērtē ar ultravioletās radiācijas indeksu (UVI) – no 0 līdz 11+ (skat. 1. tabulu). Aprēķinot UVI, jām vērā gadalaiku un prognozējamo saules spīdēšanas leņķi, ilgumu, ozona slāņa biezumu, atmosfēras piesārņojumu. Valstīs, kas atrodas tuvu ekvatoram, UVI var sniegt pat skaitli 20, bet ziemeļu platuma grādos tas reti pārsniedz 8.

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūrā ir kartes, kur prognozēto UVI apzīmē ar krāsām – no zaļas līdz purpursarkanai – un norāda piesardzības pasākumus (skat. 2. attēlu). Ultravioletās radiācijas novērojumus Latvijā veic tikai vienā novērojumu stacijā – Rucavā. Ikkontakti datu pieejami meteoroloģisko novērojumu sadalā [23].

## Gaisma

Gaisma elektromagnētisko vilņu spektrā aizņem pavismi šauru joslu (skat. 3. attēlu), tās nozīmē biosfēras pastāvēšanas nodrošināšanai ir ļoti svarīga. Taču arī gaisma var būt nelabvēlīga, kaitīga dažādu ekosistēmu kvalitātei. Gaismas piesārņojums ir cilvēka saražotās gaismas debesu izgaisojums naktī atmosfēras zemākajā slānī. To rada ēku izgaisojums, reklāmas, ielu apgaisojums, ja tas tiek virzīts uz augšu debesīs. Gaismas piesārņojums stipri ietekmē diennakts maiņas ciklu un līdz ar to arī dzīvos organismus. Organismos tiek izjaukti cirkadiānie ritmi: dzīvnieki zaudē orientēšanās spējas, migrējošie putni iet bojā, ietriecoties augstceltnēs, nakts medniekiem nav iespēju iegūt medījumu, zooplanktons neuzpeld ūdeni augšējos slānos, un alģu uzkrašanās paslīptina ūdens kvalitāti, naktīs lidojošie kukaiņi neizlido un netiek apputeksnēti augi [24, 25, 26].

3. attēls | Elektromagnētisko vilņu spektrs



4. attēls | Pilsētas nakts apgaismojums (augšējā attēla daļā – parastais; apakšējā attēla daļā – Zemes stundas laikā)



FOTO: TRAVELRANG.COM

Lielās pilsētās pārgaismotajās debesīs praktiski nav iespējams veikt zvaigžņu un citu objektu novērošanu. Ārpus apdzīvotām vietām cilvēks ar neapbrūnotu aci var redzēt līdz 3 tūkstošiem zvaigžņu, bet pilsētas apstākļos var saskaņt ne vairāk par simtu. Tāpēc, lai izvairītos no atmosfēras piesārnojuma, observatorijas tiek būvētas augstās vietās tālu no gaismas piesārnojuma avotiem [27, 28]. Augstākais gaismas piesārnojums pasaulē izmērīts Honkongā, kur vairāk nekā 1000 reižu ir pārsniegti vispārpriekšmeti naktis debesu gaismas piesārnojuma standarti [29].

99% eiropešu dzīvo teritorijās, kur naktis debesis ir piesārnotas, 90% eiropešu dzīvo pastāvīgā mēnesgaismā, 75% eiropešu tumša, dabiska naktis nekad neiestājas, pusei eiropešu nekad nav iespēju redzēt galaktiku, kurā mēs dzīvojam, – Piena Ceļu, bet apmēram sestā daļa eiropešu nevar adaptēties pie naktis spožajām debesīm. Tajā pašā laikā apgaismojumam tiek tērēti apmēram 25% no kopējā energijas patēriņa. Racionālāka apgaismojuma izmantošana samazinātu neatjaunojamo dabas resursu izmantošanu, siltumnīcas efektu veidojošo gāzu izmešanu atmosfērā, un līdz ar to varētu ietaupīt ievērojamus finanšu līdzekļus sabiedrības dzīves līmeņa uzlabošanai [30, 31].

Pēdējos astoņus gadus ik gadu marta pēdējās sestdienas vakarā norisinās Pasaules Dabas fonda akcija *Zemes stunda*, kad

uz vienu stundu cilvēce tiek aicināta izslēgt apgaismojumu (skat. 4. attēlu). Šis pasākums Zemes labā aicina arī cilvēkus padomāt par vides nākotni, par ekoloģiskā līdzsvara saglabāšanu, nodot simbolisku ziņojumu pasaules valstu vadītājiem [32].

### Troksnis

Skaņu sakopojumu, kas ir nepatikams, traucējošs, nelabvēlīgi iedarbojas uz veselību, samazina darbspējas, sauc par troksni. Troksnis ir viens no visizplatītākajiem un agresīvākajiem vides fizikālajiem piesārnotājiem, ko pagājušajā gadsimtā pat dēvēja par 20. gadsimta mēri. Trokšņu avoti var

2. tabula | Trokšņa avotu skaņas spiediena līmeni

Objekts vai avots	Skaņas spiediena līmenis, dB
Dzirdamības slieksnis	0
Gulamīstaba	25
Putekļsūcējs	60
Velās mazgājamā mašīna	75
Ledusskapis	68
Sarunvaloda	42
Centrālā iela	85-90
Bērnu raudas	78
Metalurģijas cehi	100
Reaktīvās lidmašīnas dzinējs (50 m attālumā)	125

būt gan sadzīvē (ventilācijas sistēmas, sanitārtehniskās iekārtas, mājas ierīces un aparāti, dzīvokļu kaimiņi, sporta laukumi, transporta kustība, lifti u.c.), gan darba viēdē (tehnoloģiskās iekārtas, atskaldāmie āmuri, urbjašīnas, transportieri, sūknī, traktori, konveijeri, kompresori, signalizācija u.c.).

Cilvēka auss spēj uztvert skaņas ar frekvenci 20–20 000 Hz un nav vienādi jutīgs pret visu frekvenču skaņām. Tas tiek nemts vērā, novērtējot trokšņa bīstamību skalā A, kas atbilst cilvēka dzirdes fizioloģiskajai uztverei. Turklat bīstamības pakāpi novērtē pēc skaņas spiediena līmeņa logaritmiskā skalā (0–140 dB), pēc spektrālā (platoslu, tonālie) un laika (pastāvīgs, nepastāvīgs, pārtraukts, impulsveida) raksturojuma. Skaņas spiediena līmeņi dažādās vietas un dažādiem trokšņa avotiem parādīti 2. tabulā [33, 34].

Cilvēka atbildes reakcija uz troksni ir atkarīga no daudziem kairinošiem un kavējošiem procesiem centrālajā nervu sistēmā. Milzīgais galvas smadzeņu garozā nonākušais skaņas signālu daudzums izraisa nemieru, bailes, priekšlaicīgu nogurumu, kas, savukārt, nelabvēlīgi iedarbojas uz veselības stāvokli. Troksnis var nebūt etioloģiski saistīts ar kādu noteiktu veselības traucējumu, bet tas var palielināt uzņēmību pret slimībām vispār, izraisot organismā dažadas fizioloģiskas, somatiskas un psiholoģiskas pārmaiņas [34, 35]. Troksnis var veicināt pāragru novecošanos un dažādas slimības, kuras zinātnieki sauc par adaptācijas slimībām (DOA – *diseases of adaptation*), kas var saīsināt dzīvīdzi un pat izraisīt nāvi [43].

Eiropā apmēram 170 milj. iedzīvotāju dzīvo vietās, kur troksnis nopietni traucē viņu dzīvi. Neapmierinātība ar troksni kā traucējošu un veselību pasliktinōšu faktoru iedzīvotāju vidū ir plaši izplatīta. Līdz pat 60% iedzīvotāju sūdzas par pārmērīgu troksni viņu dzīvesvietā [36]. Paaugstināta trokšņa dēļ sabiedrība katru gadu zaudē 0,2–2% nacionālā kopprodukta. ASV ir apmēram 11 milj. pieaugušo un 3 milj. bērnu, kuru vājdzīrdības cēlonis ir troksnis. Divās trešdaļās gadījumu pilnīga kurluma iestāšanās saistīta ar troksni darba vidē [37, 38]. Gandrīz katram trešajam eiropeitam ikdienas satiksmes radītais troksnis izraisa nopietnus veselības traucējumus. Viņam no pieciem eiropešiem, kas regulāri tiek pakļauti naktis skaņu iedarbībai, ir no

zīmīgas veselības problēmas (miega traucējumi asinsrites, gremošanas sistēmas bojājumi) [39, 40].

Prettrokšņa aizsardzība ietver trokšņu un to avotu izvietošanas nosacījumu reglamentēšanu, ekrānējošu iekārtu un zaļo zonu ierīkošanu, ceļu seguma uzlabošanu, ēku aizsardzības konstruktīvo pasākumu izstrādāšanu. Darba vidē galvenie prettrokšņa pasākumi ir trokšņa mazināšana pašos rāzošanas līdzekļos (to modernizēšana), slāpēšana tā pārvadē uz cilvēku (izolācijas apvalki, pārvietošana lieklākā attālumā, aizsargekrāni, absorbējoši materiāli telpu apdarē, elektroakustisku, aerodinamisku kļusinātāju un individuālo aizsardzības līdzekļu lietošana), darba pārtraukumi, aģitācija, izglītošana, regulāras medicīniskās apskates. Latvijā MK noteikumi Nr. 16 [41] nosaka pielaujamos normatīvus, kā arī kārtību prettrokšņa rīcības plānu izstrādāšanai iedzīvotājiem, un MK noteikumi Nr. 66 [42] attiecas uz darba vidi.

## Jonizējošais starojums

Jonizējošā starojuma lielāko daļu rada dabiskie starojuma avoti, tostarp kosmiskais starojums no Saules un kosmosa, kā arī starojums, ko emitē radioaktīvie atomi iežos un visās dzīvajās būtnēs. Jonizējošā radiācija tiek generēta un izmantota medicīnā, rūpniecībā, enerģētikā, zinātnē, militāriem mērķiem. Pēdējos gadu desmitos ir pieaudzis jonizējošā starojuma avotu skaits, to jauda un radioaktīvo atkritumu daudzums, un arvien aktuālāki kļūst jautājumi par iedzīvotāju aizsardzību pret jonizējošo radiāciju.

Jonizējošas īpašības piemīt elektromagnētiskajiem viļņiem jeb fotoniem ar viļņu garumu, mazāku par  $10^{-7}$  m, un ar enerģijas daudzumu, lielāku par 12,4 eV (daļa ultravioleto staru, rentgenstari, gamma stari un kosmiskie stari), un korpuskulārajām daļinām ( $\alpha$ ,  $\beta$ , pozitronu, neutronu u.c.) [44].

Apmēram 70% ikgadējās vidējās jonizējošā starojuma devas (2–3 mSv) iedzīvotāji saņem no dabiskiem radiācijas avotiem [45]. Radons  $^{222}\text{Rn}$  rada aptuveni pusi no dabiskās radiācijas devas. Tā ir radioaktīva gāze, kas nokļūst gaisā no Zemes garozas iežiem, no urāna atradnēm, no dabiskiem pazemes ūdeņiem [46]. Zemaugšu gaisā radiācijas aktivitāte ir  $5000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , taču gaisā tā sasniedz  $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ . Augstākā aktivitāte Latvijā ir Annenieku pagastā, kur zemes garozā ir vairāki lūzumi un konstatēta vislielākā saslimstība ar plaušu vēzi rjonā.

Jonizējošās radiācijas bioloģiskā iedarbība ir saistīta ar atomu un molekulu jonizēšanos organismā šķidrumos un audos. Radiācijas izraisītie ķīmiskie procesi var izpausties radiācijas tiešā iedarbībā uz bioloģisko sistēmu aminoskābēm, fermentiem, u.c., pārraujot, pārkārtojot molekulārās saites un veidojot ķīmiski aktīvus jonus. Netieša iedarbība izpaužas, notiekot bioloģisko šķidumu ūdens molekulai jonizācijai, kuras rezultātā veidojas ūdeņradis, ūdeņraža peroksīds, atomārais skābeklis, kas savukārt reagē ar bioloģiskā substrātu organiskajām vielām, un to savstarpējā iedarbībā rodas brīvie radikāli, peroksīdi un bioloģiski aktīvas vielas, kas ir toksiski un spēcīgi oksidētāji [45]. Devu robežvērtības

iedzīvotājiem ir dotas MK noteikumos Nr. 149, kas balstās uz Starptautiskās Radioloģiskās aizsardzības komisijas (*International Commission on Radiological Protection – ICRP*) rekomendētajiem principiem [47, 48, 51].

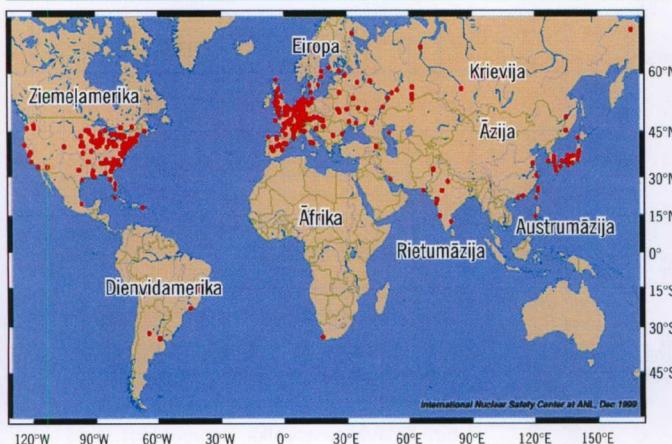
Jonizējošo starojumu izmanto medicīnā (staru terapijā, diagnostikā, invazīvajās procedūrās un procedūrās, kur izmanto radioaktivu radioaktivu radioimunoloģiskos pētījumos), rūpniecībā, elektroenerģijas rāzošanai un arī militāriem mērķiem. Divas atombumbas, ko izmantoja 2. pasaules karā, kā arī kodolieroču izmēģinājumi radīja milzīgus materiālus un iedzīvotāju zaudējumus [49].

Apmēram 16% no visas pasaulei iegūtās elektroenerģijas iegūst atomelektrostacijās (AES). Visvairāk to ir ASV – 104, Francijā – 58, Krievijā – 33. Ķīnā tuvākā laikā plānots pārsniegt 50 kodolreaktoru robežu, ES ir vairāk nekā 150 AES, un tiek plānots būvēt jaunas (skat. 5. attēlu). Arī Lietuvā var tikt būvēta jauna AES ar jaudu 3000 MW, kas varētu izmaksāt 5–6 miljardus dolāru.

Pēdējo trīsdesmit piecu gadu laikā ir notikušas trīs lielas avārijas atomelektrostacijās: 1986. gadā Černobīlā, 1979. gadā ASV Trīmailailendā un 2011. gadā Japānā Fukusimā. Trīmailailendas AES avārija faktiski uz 30 gadiem apturēja atomelektrostaciju būvniecību Amerikā.

No Černobīļas avārijas Centrāleiropā un Ziemeļeiropā cieta 20 valstis. Radioaktivitāte, kura radās, bija 200 reižu lielāka nekā kopējā radioaktivitāte no Hirosimā un Nagasaki nemestajām atombumbām [49]. Kopējā radiācijas noplūde Fukusimas AES ir 0,37 TBq (terabekereli), bet Černobīlā tā bija 5,2 miljoni TBq. Černobīļas katastrofu

5. attēls | Pasaulē AES



6. attēls | Radioaktīvo atkritumu apglabāšanas poligoni Eiropā



izraisīja cilvēka kūda un konstrukcijas nepilnības, bet Fukusimas krīzi – bezprecedenta stipruma zemestrīce un cunami. Černobīļas reaktoram nebija dzelzbetona korpusa, bet Fukusimā tāds ir, un tas nav izpostīts pat pēc vairākiem sprādzeniem [50]. Lai cīnītos pret gruntsūdeņu piesārņošanu ar radioaktīvām vielām, Fukusimas AES dzīji zemē tiks ievietotas 1550 caurules, pa kurām cirkulē dzesinoša smēremulsija.

Kopumā šīs katastrofas nav mazinājušas vēlmi pēc kodolenerģijas izmantošanas, jo energijas deficitis pasaulē var tikai palielināties. Pašlaik jau tiek lietoti daudzi trešās un izstrādāti ceturtās un pat piektās paaudzes atomreaktori, kuros cilvēciskais faktors būs samazināts līdz minimumam, taču drošība palielināta līdz maksimumam, kas sadārdzina kodolenerģētikas izmantošanas izmaksas. Avārijas varbūtība AES Eiropā ir 16 procentu [52].

Galvenā problēma atomelektrostacijās ir radioaktīvo atkritumu droša neutralizācija, jo tie ir sevišķi bīstami videi vēl tūkstošiem gadu. Kodolreaktori pasaulē katru gadu rada 9000–13 000 t radioaktīvo atkritumu. To uzglabāšana ir ļoti dārga, un joprojām nav pilnīgi droša veida, kā to izdarīt. Daudzas valstis savus radioaktīvos atkritumus ir noglabājušas okeānos, taču drošāk ir glābāt pazemē (skat. 7. attēlu). Sekas uz vidi, cilvēka veselību un ģenētiku tiek pētītas. Amerikāni uzskata, ka droša glābāšana jāgarantē vismaz uz 300 tūkstošiem gadu. Zviedrijā šīs termiņš ir 1 miljons gadu. Jau

tūkstoš gadu ir ļoti ilgs laika periods, lai pilnīgi droši varētu garantēt, ka šajā laikā nekas bīstams nenotiks, jo Zemes ģeoloģija pastāvīgi mainās. Milzīga papildu nasta tiek uzkrauta nākamajām paaudzēm.

Latvijā nav ļoti bīstamu kodolobjektu. 1998. gadā apturētā Salaspils kodolreaktora demontāža jāpabeidz 2015. gadā, un tā vietā tiks izveidots ciklotrona centrs. Radioaktīvo atkritumu glabātuvē *Radons* ie-kapsulē, iebetonē un noglabā zemas un vi-dējas aktivitātes atkritumus. Saistībā ar agrās radiācijas brīdināšanas sistēmu izstrādātās programmas *Vides radiācijas monitorings Latvijā* galvenais uzdevums ir ne-pārtraukti automātiski mērīt gamma radiācijas līmeni gaisā visā valstī (skat. 7. attēlu). Pašreiz pirmais brīdinājuma līmenis ir 0,2  $\mu\text{Sv/h}$  (20  $\mu\text{R/h}$ ), bet avārijas līmenis – 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  (50  $\mu\text{R/h}$ ). Datī tiek izsniegti jebkurā laikā un veidā, kā arī par jebkuru pe-riodu. Paraugs no augsnes, zemsedzes, ūdens un augiem analīzei nem plānveidīgi, lai ilgstoši varētu novērot radioaktīvā pie-sārņojuma līmena pārmaiņas konkrētajā teritorijā [35].

### **Elektromagnētiskie lauki**

EML ir elektromagnētiskie (EM) vilņi, sākot no statiskajiem elektromagnētiskajiem laukiem (0 Hz), subekstremāli zemām frekvencēm (līdz 300 Hz) un beidzot ar ekstremāli augstām frekvencēm (līdz 300 GHz). Dabā pastāv dažādu diapazonu EML: Zemes pastāvīgie un nepastāvīgie

elektriskie un magnētiskie lauki; radiovījni, kurus ġenerē Saule, galaktika un citi kosmiskie objekti; atmosfēras elektriskās izlādes. Antropogēnisko nejonizējošās radiācijas avotu skaita un jaudas pieaugums izveido papildu mākslīgo elektromagnētisko lauku, kas noteiktos apstākjos var nelabvēlīgi ietekmēt cilvēku veselību. Summārā elektromagnētiskā lauka spriegums dažādās zemeslodes vietās salīdzinājumā ar dabisko fonu ir palielinājies līdz pat 100 000 reižu [35, 53].

Ēkās ir daudz elektrisko un magnētisko lauku avotu. Telpās, kas atrodas blakus šiem avotiem, parasti ir paaugstināts magnētiskā lauka līmenis. Elektriskā lauka līmenis turklāt nav augsts un parasti nepārsniedz 500 V/m. Magnētiskā lauka lielums cieši saistīts ar iekārtas jaudu – jo iekārtas jauda lielāka, jo lielāks magnētiskais lauks tās darbības laikā. Elektrotransports (elektrovilcieni, tramvaji, trolejbusi, metro) ir spēcīgs magnētiskā lauka avots frekvenču diapazonā no 0 līdz 1000 Hz.

EML ir bioloģiski aktīvi, un to iedarbība uz cilvēka organismu ir atkarīga no lauku lī-meņa, no frekvences un pārnestās enerģijas daudzuma [34]. Statisko lauku iedarbība uz maņu orgāniem var izraisīt īslaicīgas izpausmes. To avoti ir spēcīgi magnēti un kodolmagnētiskās rezonances aparātūra. Magnētiskās rezonances iekārtu (MRI) darbiniekiem, kas pakļauti statiskajiem laukiem, novērojama dažāda bioloģiska ietekme: reiboni, sliktā dūša, metāliska garša mutē, acs nistagms un toniska vestibulāra asimetrija, smadzeņu aktivitātes pieaugums un tendence samazināties uztveres spējām.

Siltuma iedarbība ir noteicošā augst-frekvenču diapazonā (no 300 kHz līdz 300 GHz) EML, kad notiek enerģijas absorbcija audos un iedarbības dzīlums palieli-nās, frekvencei samazinoties. Tā kā ķerme-nā audu dielektriskās un magnētiskās īpašī-bas ir atšķirīgas, tad arī audu termoregulā-cijas spējas ir atšķirīgas. Sevišķi jutīgas pret EML pārkaršanu ir acis, urīnpūslis, žultspūslis, nervu sistēma, sēklinieki [54].

Mobilajos sakaros izmanto EML mikrovī-ņu frekvences: GSM standarts – 900 MHz un 1800 MHz un UMTS – 2100 MHz (GSM – globālā mobilo sakaru sistēma; UMTS – universālā mobilo telekomunikāciju sistēma). Jaunās UMTS tehnoloģijas darbojas ar zemākiem jaudas līmeniem nekā GSM. Sarunas laikā paaugstinās tempera-tūra smadzeņu apvalkā, nervu audos, auss

7. attēls | Jonizējošās radiācijas monitorings un agrās brīdināšanas sistēma Latvijā



gliemežnīcā, vairogdziedzerī un siekalu dziedzeros, arteriālais asinsspiediens paaugstinās par 5–10 mm Hg. Epidemioloģisko pētījumu rezultāti nedod atbildes, vai ilgstoša mobilo telefonu lietošana var radīt kādu risku veselībai [55].

Zemfrekvences diapazonā (zem 300 kHz) ietekmi uz cilvēku nosaka magnētiskā lauka inducētās virpuļstrāvas un elektriskā lauka nobīdes strāvas, kas izraisa šūnu kairinājumu. Organisma dabiskās strāvas tiek pārkāotas ar ārejo lauku inducētājām, kas iespaido elektriskos procesus ķermenī, līdz ar to šūnu funkcionēšanu. Intensīvas zemfrekvences EML darba vidē var izraisīt sirds ritma un nervu sistēmas funkcionālus traucējumus, kā arī pārmaiņas šūnu vielmaiņā un augšanā [56]. Ľoti zemas frekvences magnētiskos laukus Starptautiskā Vēža izpētes aģentūra klasificē kā "iespējami kancerogēni" (2B grupa) cilvēkam, balstoties uz epidemioloģiskajiem pētījumiem par bērnu leikēmijas riska pieaugumu, dzivojot vietās, kas atrodas tuvu augstsprieguma elektrostatiskās pārvadu līnijām [57].

Vissarežītākais elektromagnētiskais piešārņojums dzīvoklī rodas, kad visas mājsaimniecībā bieži izmantotās ierīces tiek lietotas vienlaikus, kuru ilgtermiņa ietekme ir neprognozējama. Magnētiskais lauks ķermenī praktiski nepavaijnās, bet elektriskais lauks pavaijnās apmēram miljons reižu tāpēc, ka šūnām piemīt elektrovadītspēja. EML ar magnētisko indukciju B līdz 0,2 μT nerada draudus veselībai, bet EML, lielāki par 0,4 μT, saistīti ar asinsrades sistēmas un citu audzēju attīstības risku [58]. Pašlaik Eiropas Savienībā pieņemtais uz Starptautiskās Nejonizējošās radiācijas aizsardzības komisijas (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP*) ieteikumiem balstītais uzskats ir, ka vairākumā gadījumu ir pietiekami apskatīt organismā ierosināto vai inducēto strāvu vai absorbētās, siltumā pārvērstās enerģijas tiešo iedarbību. Pamatielumu normēšanai tiek izmantotas noteiktas starojuma jaudas blīvuma (S) un/vai ķermenī absorbētā siltuma, īpatnējās enerģijas absorbcijas pakāpes (SAR) vērtības. Tā sauks tiecītie atermiskie efekti, pamatojoties uz kuriem atsevišķas valstis ir pieņemti būtiski zemāki pieļaujamā EML starojuma līmenī iedzīvotājiem, pašreizējā pētījumu stadijā nav droši apstiprināti, jo pat šūnu līmenī eksperimentāli iegūtie rezultāti bieži vien ir pretrunīgi, tāpēc arī pagaidām gan ES, gan

ICNIRP, gan arī PVO izmanto pieeju, kas balstās uz tiešajiem efektiem [53].

Pašlaik uzsvars tiek likts uz pētījumiem par jaundabīgu audzēju saistību ar EML iedarbību – gan ļoti zemas frekvences magnētisko lauku iedarbību, dzīvojot elektrostatiskās pārvadu līniju tuvumā, gan arī saistībā ar radiofrekvenču lauku iedarbību – ilgstošu un biežu mobilo telefonu lietošanu. Lai mainītu EML iedarbību, gaisa līniju vietā ierīko jaudas kabeļus ar augstu caurlaidību un vadītspēju. Tomēr kabeļu ierīkošana visur ir ļoti dārga, un kā elektriskuo lauku bloķētājus izmanto arī koku stādījumus [71]. Latvijā elektrodrošības aspektā ir ieviesti būvniecības ierobežojumi, reglamentējot attālumus no elektrisku tīklu gaisvadu līnijām [72, 73]. Mobiliem telefoniem SAR vērtības nosaka atbilstoši Eiropas normām EN 62209-1 (lietojums "telefons pie auss") un EN 62209-2 (lietojums "nēsā pie ķermeņa"), un jāievēro normatīvs EN 50360 (SAR galvai 2 W/kg). Mēriumi jāveic akreditētās laboratorijās [55].

2013. gadā pieņemtais direktīvā 2013/35/ES paredzētas minimālās prasības darba līmenī aizsardzībai pret EML iedarbību, un noteiktās ekspozīcijas robežvērtības attiecās tikai uz zinātniski pamatojami noteiktu saikni starp tiešu īstermiņa biofiziķu ietekmi un EML iedarbību. Taču direktīva nerisina iespējamu ilgtermiņa ietekmi, ko varētu radīt EML, jo pašlaik nav pietiekuši zinātniski pamatojumi pierādījumu par cēlonšķarību. Kodolmagnētiskās rezonānces (MR) aparātūra šajā direktīvā tiek iekļauta kā izņēmums. Ekspozīcijas robežvērtība (ER) var tikt pārsniegta, ja iedarbība ir saistīta ar pacientiem paredzēta magnētiskās rezonānces attēlveidošanas aprīkojuma uzstādišanu, testēšanu, izmantošanu, izstrādi, apkopi vai pētniecību, ar noteikušu, ka ir piemēroti visi tehniskie un organizatoriskie pasākumi, nemot vērā jaunākos sasniegumus. Direktīvas prasības ir jāievieš līdz 2016. gada 1. jūlijam [59].

Jau 2012. gadā tika atcelti MK noteikumi Nr. 745, kuri gan nekad nebija stājušies spēkā, lai nodrošinātu atbilstību plānotās direktīvas 2013/35/ES prasībām [60]. Tādējādi pašreiz Latvijā EML ietekmei uz cilvēka veselību nepastāv nekādu ierobežojumu. Kopumā elektromagnētiskā piesārņojuma kontroles pasākumi neatbilst ANO, ES normatīvajiem aktiem, jo netiek veikti mēriumi, un informācija par šo piesārņojumu nav pieejama [61].

## Vai cilvēci gaida sestā izmiršana?

Cilvēka, vienas bioloģiskas sugas, darbība var izraisīt biosfēras masveidīgu bojāeju, kas būtu sestā Zemes vēsturē. Līdz šim uz Zemes ir bijuši pieci dzīvo būtņu izmiršanas periodi, pēdējais no tiem bija pirms 65 miljoniem gadu – krīta perioda beigās, kad izmirā dinozauri [62].

Pašlaik aptuveni 12% no sauszemes skaitās augstākā vai zemākā līmenā lieguma zonas, taču šāds statuss ir tikai 0,6% no pasaules okeāna. Kopš industriālās zvejošanas ēras sākšanās izķerts aptuveni 90% lielo plēsīgo zivju, ik gadu mežu platības samazinās par vairāk nekā 7 miljoniem ha. Britu zinātnieki, ilgus gadus pētot augus, tauriņus un putnus, secinājuši, ka pēdējo 40 gadu laikā strauji samazinājies atsevišķu augu sugu skaits. Izmirstot vienai sugai, bojāeja draud arī citām. Tieki izteikts viedoklis, ka pašlaik pilnā sparā rit sestā globālā izmiršana un tās tempi ir 1000 vai pat 10 000 reižu straujāki nekā iepriekšējo sugu bojāeju laikā. Izmiršanas briesmas draud trešdaļai abinieku, 23% zīdītāju un 12% putnu sugu [63, 64]. Pie masveidīgas dzīvo sugu bojāejas drīzāk novēdis globālais viedes, ipaši fizikālais, piesārņojums, cilvēka radītās klimata pārmaiņas, jaunu nāvējošu slimību izplatīšanās nekā milzu meteorīta ietriekšanās zemeslodē vai varena vulkāna izvirdums [65]. Šajā gadsimtā sesto izmiršanu varētu paātrināt pārmērīgi aktīva antropogēnā darbība, neparedzama Saules aktivitāte, kosmiskas kataklīzmas, sadursme ar debess ķermenī, ievērojama ģeoloģisko procesu aktivizēšanās, pārapdzīvotība, nevienmērīgs planētas iedzīvotāju teritorialais sadalījums un globāli kari.

Laikā no 3,5 tūkstošiem gadu p.m.ē. līdz šodienai bijuši 14,5 tūkstoši karu, kurus bojā gājuši 3,5 miljardi cilvēku. Tikai 300 gadus cilvēce šajā laikā ir dzīvojusi mierā [66]. Pēc krievu astrologa Pāvela Globas domām, līdz 2020. gadam pastiprināsies starpvalstu politisko attiecību nestabilitāte, kas var mainīt pasaules ģeopolitisko stāvokli. Cilvēci trešajam pasaules karam vistuvāk novēdīs 2014. gads [67]. Arī reliģiskā sektā *Jehovas liecinieki*, balstoties uz Bībeles tekstiem, pravieto, ka Armagedons, karš, kas aptvers visu pasauli un novēdīs pie daļējas cilvēces bojāejas (t.i., trešais pasaules karš), sāksies 2015. gadā un beigsies 2023. gadā [68].

Vai tā ir sakritība? Lai kā arī tas būtu, lielvalstis ir saražojušas milzīgu daudzumu masu iznīcināšanas līdzekļus, kuru pamatā ir fizikālās dabas tehnoloģiski jaunatklājumi: akustiskie ieroči ar lielas intensitātes triecienvilni, kas nogalina; bioelektroniskie ieroči ar intensīvu infraskauju, kas izraisa

zemapziņas bailes, epilepsiju, miokarda infarktu; meteoroloģiskie līdzekļi, kas noteiktā teritorijā rada nelabvēlīgus laika apstākļus; plazmas ieroči – saules spoguļu lāzeri; tektoniskie ieroči, kas izraisa mākslīgas zemestrīces; neutronu bumbas, kas rada spēcīgu radiāciju un nebojā materiālās vērtī-

bas; elektromagnētiski lielgabali, kuru šāviņu ātrums 7 reizes pārsniedz skājas ātrumu, bet izmaksas ir 40 reižu zemākas par raķešu ieroču izmaksām u.c. [69, 70]. Tas pašlaik noteikti ir visdrausmīgākais fizikālā piesārnojuma veids, kurš draud īstenoties ar varbūtību 1 : 3.

## Literatūra

1. Our Common Future. United Nations, 1987. [http://conscient.nl/pdf/Our\\_Common\\_Future-Brundtland\\_Report\\_1987.pdf](http://conscient.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf)
2. LR likums Par piesārnojumu. 2001.g. 15.martā. <http://likumi.lv/doc.php?id=6075>
3. Top 5 Causes and Effects of Global Warming – Updated Article With Extra Information. <http://www.bionomicfuel.com/top-5-causes-and-effects-of-global-warming/>
4. Dawn Walls-Thumma. Leading Causes of Global Warming. <http://homeguides.sfgate.com/leading-causes-global-warming-78858.html>
5. IPCC ziņojums par klimata pārmaiņām 2014. <http://www.ipcc-wg2.gov/AR5/>
6. Ch. Meredith. 100 reasons why climate change is natural. <http://www.express.co.uk/news/uk/146138/100-reasons-why-climate-change-is-natural>
7. Mike Lockwood, "Solar Change and Climate: an update in the light of the current exceptional solar minimum," Proceedings of the Royal Society A, 2 December 2009.
8. Judith Lean. Cycles and trends in solar irradiance and climate. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, vol. 1, January/February 2010, 111.
9. Becky Oskin. Antarctic Iceberg Flotilla Caused Huge Sea-Level Rise. <http://www.livescience.com/45926-antarctic-past-melting-sea-level-rise.html>
10. Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC). Climate Change Reconsidered II: Physical Science. <http://www.nipccreport.org/reports/crc2a/crc2physicalscience.html>
11. Robert M. Carter. Global Warming: Ten Facts and Ten Myths on Climate Change. <http://www.globalresearch.ca/copenhagen-and-global-warming-ten-facts-and-ten-myths-on-climate-change/16467>
12. Global Land-Ocean Temperature Index (C) (Anomaly with Base: 1951-1980). NASA, Goddard Institute for Space Studies. Accessed May 3, 2011. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/FigA2.txt>
13. Kyoto Protocol. Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. Accessed August 8, 2011 at <http://unfccc.int/kyoto-protocol/items/2830.php>
14. Global Warming Petition Project. Accessed August 9, 2011 at <http://www.petitionproject.org/>
15. Pārskats par programmas LIFE jauno klimatisko pasākumu apakšprogrammu 2014.–2020.gadam <http://ec.europa.eu/environment/life/>
16. World Health Organization, Ultraviolet radiation and the INTERSUN Programme. What is the difference between UVA, UVB and UVC? <http://www.who.int/uv/fact/whatisuv/en/index2.html>
17. Torma, H.; Berne, B.; Vahlquist, A (1988). UV irradiation and topical vitamin A modulate retinol esterification in hairless mouse epidermis. *Acta Derm. Venereol.* 68 (4): 291–299. <http://www.hps.org/hpspublications/articles/uv/index2.html>
18. de Laat, A. T. J., R. J. van der A, M. A. F. Allaart, M. van Weele, G. C. Benitez, C. Casiccia, N. M. Paes Leme, E. Quel, J. Salvador, E. Wolfram. Extreme sunbathing: Three weeks of small total O3 columns and high UV radiation over the southern tip of South America during the 2009 Antarctic O3 hole season. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L14805, 2010.
19. Sunbeds, tanning and UV exposure. WHO, Fact sheet No 287, April 2010. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs287/en/>
20. Slimību profilakses un kontroles centrs, veselības aprūpes statistika onkoloģija par 2012.gadu. <http://www.spkc.gov.lv/veselības-aprūpes-statistika/>
21. Euromelanomas diena. [http://www.google.lv/webhp?gws\\_rd=c&ei=G5OVU6-vKer-ygPJn0GYDw#q=melanomas+dienas+2014](http://www.google.lv/webhp?gws_rd=c&ei=G5OVU6-vKer-ygPJn0GYDw#q=melanomas+dienas+2014)
22. Reuder J, Dameris M, Koepke P. Future UV radiation in Central Europe modelled from ozone scenarios. *J. Photochem. Photobiol. B*. 2001 Aug 30;61(3):94-105.
23. <http://www.tvnet.lv/zala-zeme/daba/424884-ultravioletas-radiacijas-indeksa-augstakais-sogad-prognozes/uvi-prognoze/ultravioletas-radiacijas-indeksa-prognoze?id=1776&nid=84>
24. Perry G., Buchanan, B. W.; Fisher, R. N.; Salmon, M.; Wise, S. E. (2008). Effects of artificial night lighting on amphibians and reptiles in urban environments. In Bartholomew, J. C.; Mitchell, R. E. J.; Brown, B. *Urban Herpetology 3*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. pp.239–256. ISBN 0-916984-79-6.
25. T. Longcore, C. Rich (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2 (4): 191–198.
26. Rich C., Longcore T. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington: Island Press, 2006: 459 p.
27. V. Varone. Light Pollution and NASA: Combating the Dark Side of Light, 2013.
28. Bakich, M.E. (February 2009). Can we win the war against light pollution. *Astronomy Magazine*: 57. ISSN0091-6358.
29. M. Švarcs. Honkongā konstatē pasaulei augstāko gaismas piesārnojumu līmeni. <http://www.news.au/BalticTravelnews.com>
30. Hollan, J: What is light pollution, and how do we quantify it? Darksky 2008 conference paper, Vienna, August 2008.
31. Public Lighting—Energy Efficient Street Lighting. Environment. Gov.au. March 12, 2008. Archived from the original on July 11, 2009.
32. Zemes stunda. <http://www.youtube.com/earthhour>
33. Dundurs J. Apdzīvotas vietas. *Vides veselība*. Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2000. 88 lpp.
34. Egīte M. Darba medicīna. 2. pārstrād. un papild. izd. Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2012. 506 lpp.
35. Dundurs J. *Vides fiziķu piesārnojums. Vides veselība*. Rīga: Rīgas Stradiņa universitāte, 2008. 386.(435. lpp.
36. Stansfeld S.A., Haines M., Brown B. Noise and health in the urban environment. *Rev. Environmental Health*. 2000, 15: 43–82.
37. Yassi A., Kjellstrom T., de Kok Th., Guidotti T.L. *Basic Environmental Health*. Oxford: University press, 2001: 441 p.
38. Cucurachi S., Heijungs R. Characterisation factors for life cycle impact assessment of sound emissions. *Science of the Total Environment*. 2014; 280: Pp. 468–469.
39. Gerbase M.W., Dratva J., Germond M., Tschopp J.M., Pépin J.L., Carballo D., Künzli N., Probst-Hensch N.M., Adam M., Zemp Stutz E., Roche E., Rochat T. Sleep fragmentation And sleep-disordered breathing in individuals living close to main roads: results from a population-based study. *Sleep Medicine*. 2014.
40. Muzet A. Sleep disturbance due to environmental factors and their impact on everyday life [Les perturbations du sommeil par les facteurs physiques de l'environnement et leurs répercussions sur la vie quotidienne]. *Médecine du Sommeil*. 2008; 5(18): Pp. 5–9.
41. Ministru kabineta 2014.gada 7.janvāra noteikumi Nr.16. *Trokšņa novērtēšanas un pārvaldības kārtība*. <http://likumi.lv/doc.php?id=263882>
42. Ministru kabineta 2003.gada 4.februāra noteikumi Nr.66. *Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trošķu radītu risku*. [likumi.lv/doc.php?id=253596](http://likumi.lv/doc.php?id=253596)
43. Noise effects on man. <http://www.euro.who.int/>
44. Hack R.C. Ionizing radiation. *Occupational Health Practice*. Editor Waldron H.A. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1989: 151–174.
45. Sources, effects and Risks of Ionizing Radiation. New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1998: 98p.
46. Svartengren M. Radon, a great health risk. *Environmental medicine*. Editor L.Möller. Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000: 154–163.
47. Ministru kabineta 2002.gada 9.apriļa noteikumi Nr.149 Noteikumi par aizsardzību pret jonižējošo starojumu. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=61173&from=off>
48. ICRP Draft report: Early and late effects of radiation in normal tissues and organs: threshold doses for tissue reacti-
- ons and other non-cancer effects of radiation in a radiation protection context. Publication Ann. ICRP 4844-6029-7736 2 January 20, 2011.
49. Johansson K.J. The Chernobyl accident. *Environmental medicine*. Editor L.Möller. Stockholm: Joint Industrial Safety Council, 2000: 140–154.
50. [http://www.tvnet.lv/zala\\_zeme/daba/373525iaeafukusima\\_un\\_cernobilu\\_ir\\_absoluti\\_atskirigas](http://www.tvnet.lv/zala_zeme/daba/373525iaeafukusima_un_cernobilu_ir_absoluti_atskirigas)
51. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Annals of the ICRP. New York: Pergamon Press, 1991, vol. 21, No.1-3: 60.
52. <http://kliprojekt.lv/2011/04/03/varjanis-varbutiba-aes-eiro-pa-sastada-15-procentu/#ixzz23YehgWVY>
53. Dundurs J., Sprudzā D. Vadlinījas. Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnetiskā lauku radītu risku daba vidē. Riga, 2006; 50 lpp.
54. Adair E., Berglund L. Predicted Thermophysiological responses of humans to MRI Fields. *Annals of New York Acad. of Sciences*, 1992, Vol.649: 188-200.
55. <http://www.vi.gov.lv/vides-veseliba/starojumi/nejonizejošie-starojumi/elektromagnetiskais-laiks/berni-un-jauņiesi-mobīlie-talruni>
56. Gobba F, Bargellini A, Scaringi M, Bravo G, Borella. Extremely low frequency-magnetic fields (ELF-EMF) occupational exposure and natural killer activity in peripheral blood lymphocytes. *Sci Total Environ*. 2009 Jan 15;407(3):1218-23.
57. Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, McBride ML., Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis. *Am J Epidemiol*. 2007 Aug 1;166(3):263-9.
58. Armstrong B., Belyaev Y.I., Blackman Carl F. IARC monographs on the evaluation of carcinogenetic risks to human: Non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields; volume 102; France, 2013; 480 p.
59. EPP Direktīva 2013/35/EU par minimālajām veselības aizsardzības un drošuma prasībām attiecībā uz darba nēmēju pakļaušanu riskam, kura fizikālī faktori (EML) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CEL-EX-32013L0035&qid=1397736381077&from=EN> -2013/35/ES
60. Ministru kabineta 2012.gada 24.apriļa noteikumi Nr.295. Par Ministru kabineta 2006.gada 5.septembra noteikumu Nr.75 Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnetiskā lauku radītu risku darba vidē atceļanu. <http://likumi.lv/247150/doc.php?id=1218-23>
61. [http://www.rdpad.lv/uploads/rpap/Strategiskais\\_ieteikmes\\_uz\\_vidi\\_novertējums.pdf](http://www.rdpad.lv/uploads/rpap/Strategiskais_ieteikmes_uz_vidi_novertējums.pdf)
62. Raup, D.; Sepkoski Jr. J. (1982). Mass extinctions in the marine fossil record. *Science* 215 (4539): 1501–1503.
63. McKee, J. K., P. W. Sculley, C. D. Focice, T. A. Waite. 2004. Forecasting Biodiversity Threats Due to Human Population Growth. *Biological Conservation* 115(1): 161–164.
64. Loarie SR, Duffy PB, Hamilton H, Asner GP, Field CB, Ackerly DD. The velocity of climate change. *Nature*. 2009 Dec 24;462(7276):1052–5.
65. The Sixth Mass Extinction has begun! <http://www.endangered-species-international.org/overview.html>
66. Conway W. Henderson (9 February 2010). *Understanding International Law*. John Wiley & Sons: 212.
67. Apollo, 2009, gada 24.aprīlis. <http://apollo.tvnet.lv/zinas-zinams-kad-draud-tresais-pasauļes-kars/406847>
68. Battle of Armageddon for establishment of the era of rekindling Spirituality in mankind. Spiritual Science Research Foundation. <http://www.spiritualresearchfoundation.org/spiritualresearch/spiritualscience/armageddon69>.
69. <http://en.wikipedia.org/wikilists/weapons>
70. <http://www.patrioti.lv/article/lv/jaunakas-armijas-ekipejuma-tehnoloģijas>
71. T.Hitchcock et al. General Concepts for Nonionizing Radiation protection, AIHA, Virginia 1998.
72. <http://www.vi.gov.lv/vides-veseliba/starojumi/nejonizejošie-starojumi/elektromagnetiskais-laiks/elektro-kras-paravdu-linijas-un-transformatori-ieteikme-uz-veselibesi>