

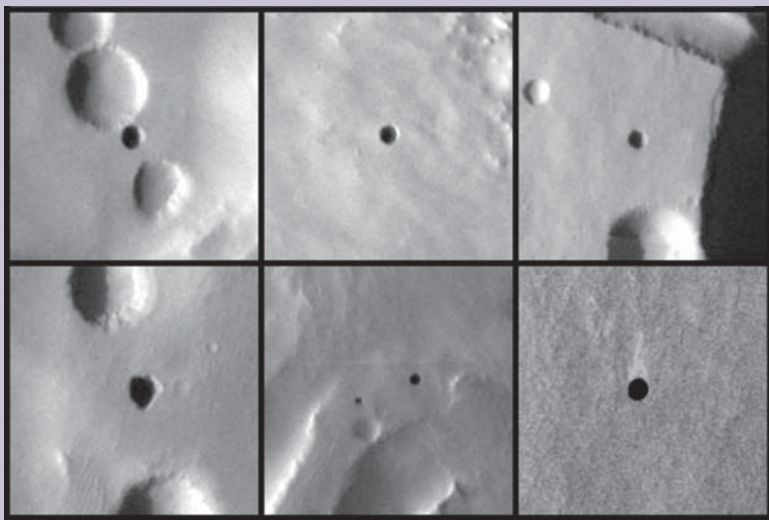
Vai marsieši dzīvo alās?

Marsa izpētes zonde *Mars Odyssey* atklājusi ieejas septiņās alās Marsa vulkāna *Arsia Mons* nogāzē. Tās ir aptuveni apaļas un to diametrs ir no 100 līdz 250 metriem. Alām jau dots nosaukums – Septiņas māsas. Cik tās ir dziļas, grūti spriest, jo tajās valda piķa melna tumsa un, pat maksimāli pastiprinot attēlu, alas dibens nav saskatāms. Taču, ka tās nav seklas, var spriest pēc temperatūras mērījumiem pēcpusdienā un pirms rītausmas. Ja pēcpusdienā Marsa virsma ir

Zonde *Mars Odyssey*.



salīdzinoši silta (cik nu silts uz Marsa var būt!), bet rītausmā – stipri atdzisusi, tad alās temperatūra mainās mazāk, tās ir vēsākas par apkārtējo virsmu dienā un siltākas – naktī. Šis atklājums no jauna uzjundījis debates par to, kur uz Marsa meklēt iespējamo dzīvību, kaut vai mikroorganismu formā. Pēdējos gados pētnieki sliecas domāt, ka dzīvība jāmeklē tieši Marsa pazemē, kur neiekļūst Saules ultravioletais starojums, ir mazākas temperatūras svārstības, un varbūt pastāv šķidra, stipri sāļa ūdens baseini. Konkrētās alas dzīvības eksistencei būtu mazāk piemērotas, jo atrodas augstu vulkāna nogāzē, kur jau tā retinātā Marsa atmosfēra ir vēl retinātāka. Taču, ja izdosies atrast līdzīgas alas mazākā augstumā, tās varētu būt ļoti interesanti izpētes objekti kosmonautiem, kuri agrāk vai vēlāk dosies uz Marsu.



Ko slēpj sevī alas Marsa vulkāna *Arsia Mons* nogāzē?

Milzu zirnekļtīkls

2007. gada vasarā ASV Teksasas štata *Lake Tawakoni* parku apciemoja tūristi, kuru mērķis bija aplūkot neparastu parādību – milzu zirnekļtīklu, kas ietin koku un krūmu rindu, kā arī zemi 184 m garumā. Tik liels tīkls ir retums un tobrīd laikam gan vienīgais tāds pasaulē. Daži parka apmeklētāji baidījušies pieiet tīklam tuvumā, kaut gan tīkls bija plāns un cilvēkam viegli saraujams. Tajā bija nevis viens liels šausmu filmu briesmonis, bet gan sīki zirnekļi – plēsoņas, kas medī tikai kukaiņus. Miljoniem zirnekļu (suga *Anelosimus eximius*) katrs savu tīklu piestiprinājuši kaimiņa tīklam, izveidojot gigantisku ķeramo tīklu sistēmu. Kā stāsta parka

darbinieki, sākotnēji tikli priecējuši acis ar skaisto, mirdzoši baltu krāsu. Kad tajos iekļuvi odu bari, tīklu sistēma mainījusi krāsu uz brūnganu un laiku pa laikam no tās atskanējusi daudzo vēl neapēsto odu sikšana. Šogad bijis vairāk odu kā citos gados. Līdz rudenim tīkls vēl saglabāšoties.

Līdzīgas neparasti lielas zirnekļtīklu sistēmas dažreiz novērotas arī agrāk, piemēram, Grieķijā un Meksikā. Vairākums kopējo tīklu ir mazāki, bet gadījušies ziņojumi arī par vēl lielākiem – vairākus simtus kvadrātmetru lieliem, Meksikā pat kilometru gariem un šauriem kā upe (zirnekļi *Metepetra sp.*).

Arī profesors Džons Džekmens (*John Jackman*) no Teksasas universitātes ASV saka, ka šādus ziņojumus saņēmis jau agrāk.

Zirnekļu klasē sabiedriski dzīvojošas sugas ir ļoti reta un interesanta parādība, kas tiek daudz pētīta. Zirnekļi atšķiras no sabiedriskajiem kukaiņiem ar to, ka kolonijā visi īpatņi spēj vairoties. Daži zinātnieki, pētot sugu *Anelosimus studiosus*, noskaidrojuši, ka zirnekļi gūst labumu, uzturot kopējo tīklu, kurā spēj noķert 10 reizes lielāka izmēra medījumu kā individuālajos tīklos. No tāda nespēj izbēgt pat lieli un relatīvi spēcīgie tropu tauriņi. Lielajam medījumam apkārt aplip un to kopā apēd visi tuvumā esošie zirnekļi.

Francijā novēroti mazāka izmēra kolektīvie zirnekļtīkli, ko veidojušas sociālo zirnekļu sugas no ģints *Anelosimus* (*Theridiidae*). Kopējais tīkls palielina laupījuma noķeršanas efektivitāti.



Kolonijā ir liels mātīšu pārsvars attiecībā pret tēviņiem (9 : 1). Tās olu dējumiem izveido apvalkus – kokonus, ko novieto atsevišķā tīklā jeb ligzdā. Ligzdas ir saistītas tīkla sistēmā, un mātītes šos “šūpulišus” kopīgi apsargā. Kad mažuļiem jāšķiļas, mātītes atver kokonus, jo zirnekļi pašu spēkiem ārā netiktu. Pēc tam mātītes pat baro jaunos zirnekļi ar atrītu barību gandrīz kā bites!

Interesanti, ka gados ar nepietiekamu noķeramo kukaiņu daudzumu neviens kopējais tīkls neveidojas, jo tad zirnekļi pārāk konkurētu savā starpā, tādēļ tiem pietiek ar parastajiem individuālajiem tīkliem.



Neparasti lielais zirnekļtīkls *Lake Tawakoni* parkā...



... un to izveidojušie zirnekļi *Anelosimus eximius*.

Bumbu tēvs un bumbu māte

Līdz šim jaudīgāko ne-kodolbumbu bija izgatavojuši amerikāņi. Tā saucās GBU-43/B *Massive Ordnance Air Blast bomb* (MOAB). Kaut arī nosaukums ir tīri tehnisks, neoficiāli bomba tiek saukta par “Visu bumbu māti” (*Mother of all bombs*). Bumbas jauda ir 11 tonnas trotila ekvivalenta un tā pieder pie t.s. termobāriskajiem ieročiem, ko reizēm nepareizi mēdz saukt par vakuuma bombām. Bumbas darbības mehānisms ir ļoti vienkāršs. Ja parastā sprāgstviela satur gan pašu degošo komponentu, gan oksidētāju, kas nepieciešams sprāgstvielas darbībai, tad termobāriskā bomba kā oksidētāju izmanto gaisā esošo skābekli.

Neliels lādiņš uzspridzina bumbas saturu, izkaisot gaisā degoša šķidruma pilienus vai degoša pulvera putekļus. Otrs lādiņš šo gaisu un degvielas maisījumu aizdedzina. Notiek ļoti spēcīgs sprādziens, kas gan nav tik straujš (saspiests laikā) kā parastās sprāgstvielas sprādziens, taču triecienviļņa iedarbība bumbas lielās masas dēļ ir ievērojama, noteiktā rādiusā burtiski noslaukot visus kokus, ēkas, automobiļus un arī cilvēkus. MOAB iznīcinošās darbības rādiuss ir 140 metri, bet, ja bumbu nomestu pilsētā, būtiski bojājumi ēkām tiktu nodarīti trīs kvartālu rādiusā.

Kaut arī līdzīgas mazākas jaudas bumbas tika izmantotas Vjetnamas karā un Afganistānā, lai attīrītu helikopteru nolaišanas laukumus mežainā vai klinšainā apvidū, MOAB nav likta lietā. Tā ir izmēģināta 2003. gadā, bet pagaidām aptuveni 15 izgatavotie bumbas eksemplāri glabājas noliktavā.

Bumbu datu salīdzinājums

Nosaukums	GBU-43/B <i>Massive Ordnance Air Blast bomb</i>	“Visu bumbu tēvs”
Izgatavotāja valsts	ASV	Krievija
Degošās vielas masa	8,5 t	7,8 t
Degošās vielas tips	Cietas daļiņas, H-6 (RDX + TNT + alumīnijs)	“Jaunas paaudzes” šķidruma pilieni
Trotila ekvivalents	11 t	44 t
Garantētās iznīcin. rādiuss	140 m	300 m
Garums	9,17 m	?
Diametrs	1,03 m	?



Amerikāņu termobāriskā bomba MOAB.

“Visu bumbu tēva” izmēģinājums.

TV raidījuma kadrs



¹ Par Kuzkina māti sk. Vitālijs Kuzmovs. Kā krievi Kuzkina māti rādīja. *Terra*, 2003. gada oktobris–novembris.

2007. gadā amerikāņus pārspēja krievu militāristi, 11. septembrī izmēģinot termobārisko bumbu ar četras reizes lielāku jaudu – 44 tonnas trotila ekvivalenta. Bumbas neoficiālais nosaukums, kā jau to varēja sagaidīt, ir “Visu bumbu tēvs”. Krievijas presē tika vilktas paralēles arī ar “Kuzkina tēvu”, atceroties visu laiku jaudīgāko PSRS udeņražā bomba “Kuzkina māti”, kas tika uzspridzināta 1961. gadā¹. Pēc masas Krievijā izgatavotā bomba ir apmēram tikpat liela kā amerikāņu bomba, taču tajā cietu daļiņu vietā tiek izmantots “jaunas paaudzes” šķidrums, kura ražošanā esot izmantotas nanotehnoloģijas. Bumbas izmēģinājumi tika parādīti arī Krievijas televīzijā. Sprādziena mākonis ļoti atgādina atomsprādziena “sēni”, iedarbojoties uz aculieciniekiem arī psiholoģiski. Mazākas jaudas termobārisko bumbu Krievija pielietoja 1999. gadā, iznīcinot Dagestānas aulu Tando, kurā bija sapulcējušies vairāki simti čečenu kaujinieku.

Nelipoša košļājamā gumija

Zem galdiem un uz ielām pielipušas košļājamās gumijas drīz būs vēsture, jo Lielbritānijas zinātnieki radījuši praktiski nelipošu košļājamo gumiju.

Ziņu aģentūra BBC vēsta, ka Lielbritānijā ielu attīrīšana no košļājamajām gumijām katru gadu izmaksā lielas naudas summas. Piemēram, Vestminsterā šim nolūkam tika iztērēti 100 tūkstoši, bet Oksfordā – 45 tūkstoši mārciņu.

Lai gan gadiem ilgi zinātnieki bija strādājuši pie šīs problēmas, *Revolymer* (ar Bristoles Universitāti saistītas kompānijas) speciālisti paziņojuši, ka beidzot radījuši jaunu



Šī siena ir “izdaiļota” ar milzīgu daudzumu košļājamo gumiju.

materiālu, ko pievienojot košļājamajām gumijām, tās ir daudz vieglāk notīrīt no virsmas, uz kuras tās atrodas.

Materiālu veido garas lielu molekulu ķēdes (polimēri), un tām ir gan hidrofilas (ūdeni pievelkošs materiāls), gan hidrofobas (eļļu pievelkošs materiāls) īpašības. Polimēra spēja pievilkt eļļu ļauj to daudz ērtāk kombinēt ar pārējām košļājamajās gumijās lietotajām vielām, bet ūdeni pievelkošās īpašības neļauj tam pielipt pie virsmas.

Revolymer zinātnieku grupas vadītājs profesors Terenss Krogrouvs paskaidro sīkāk: “Hidrofilās īpašības ļauj materiālam ap sevi izveidot nelielu ūdens apvalku, kas kalpo par iemeslu tam, ka šo materiālu ir tik viegli noņemt.”

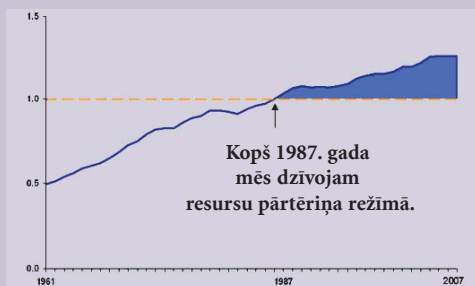
Nesenie testi ar četriem dažādiem bruģa veidiem parādījuši, ka jaunā košļājamā gumija no virsmas, kur tā piestiprināta, visos gadījumos pazudusi mazāk kā 24 stundu laikā. Iespējams, ka to aizskalojis lietus vai notīrījis sētnieks, kamēr pašreiz pieejamās košļājamās gumijas uz bruģakmeņiem pazudījušas vairākas dienas.

Patikami, ka šis košļājamās gumijas ievietojot ūdenī, tās visai ātri sadalās. Taču tas nav viss – zinātnieki iedevuši jaunās košļenes 20 cilvēkiem, kuri atzinuši, ka to garša un struktūra esot ļoti līdzīga pašlaik pieejamajām košļājamajām gumijām.

Ja šis izgudrojums izturēs Eiropas Savienības veselības testus kā pārtikas produkts, tad jau nākamgad tas varētu parādīties veikalos.

Dzīve uz parāda

Vai jūs zināt, ka no šā gada 6. oktobra līdz 31. decembrim mēs visi dzīvojam uz parāda? Uz parāda planētai Zemei, jo mēs visi esam šīs planētas iemītnieki. Katru gadu organizācija *Global Footprint Network* aprēķina tā saucamo vides pēdas nospiedumu – vajadzību pēc enerģijas, aramzemes, ganībām, mežiem un zvejas vietām, un salīdzina to ar globālo bioloģisko kapacitāti – ekosistēmu spēju radīt resursus un asimilēt atkritumus. Saskaņā ar šīs organizācijas aprēķiniem, jau kopš 1987. gada mēs dzīvojam uz parāda – terējam vairāk resursu, nekā planēta spēj saražot. Un datums, kurā ik gadus sākas dzīve uz parāda, kļūst arvien agrāks. Ja 1987. gadā tas bija 19. decembris, 1995. gadā – 21. novembris, tad šogad tas ir 6. oktobris un nākamgad parāda datums iestāsies vēl agrāk. Patlaban mūsu vajadzību pilnīgai apmierināšanai būtu vajadzīgas 1,3 Zemes. Skaidrs, ka bezgalīgi tā turpināties nevarēs.



Cilvēces ekoloģiskais parāds.

Protams, dažādu valstu vides pēdas nospiedums atšķiras. Saskaņā ar augšminētās organizācijas pētījumu, kas aptvēra 93 valstis, tikai Kuba pēdējos 30 gados ir mainījusi savu dzīves stilu un virzās uz ilgtspējīgu ekoloģisko attīstību. Tiesa, citi pētnieki apstrīd metodiku, ko *Global Footprint Network* izmanto savos aprēķinos, taču tas neizmaina lietas būtību – lielākā vai mazākā mērā mēs dzīvojam pāri saviem līdzekļiem. Varbūt tas neattiecas uz mums, uz Latviju? Tomēr jāņem vērā, ka mūsu valsts strauji ekonomiski attīstās un tās vides pēdas nospiedums neapšaubāmi kļūst lielāks². Piemēram, "Rīgas siltums" informē, ka, saistībā ar celtniecības apjomu straujo palielināšanos, šajā apkures sezonā Rīgā būs jāpiegādā par 70% vairāk siltumenerģijas nekā pērn.

Kurmī ar zvaigzni

Amerikāņu bioloģu grupa no Vanderbilta Universitātes profesora Keneta Katanjas (*Kenneth C. Catania*) vadībā izpētījusi neparastu, videi ļoti pielāgojušos dzīvnieku – zvaigzņdeguna kurmi. Dzīvnieka degunu apņem 22 kustīgi taustekļi, veidojot ko līdzīgu zvaigznei vai ziedam.

K. Katanja ieinteresējās par šo kurmi, kā students strādājis zooloģiskajā dārzā, kur viņa uzdevums bija savākt sikus zīdītājus, tai skaitā arī zvaigzņdeguna kurmi. Students iepa-

zina īpatnējo dzīvnieciņu un tā turēšanas apstākļus. Kļūdams zinātnieks, Katanja vēlējās pētīt tieši šo unikālo zīdītāju.

Agrāk zvaigzņdeguna kurmi neviens nebija pētījis, par taustekļu nozīmi tika izteikti dažādi pieņēmumi:

- kurmja deguns ir superjutīgs orgāns, kas pusaklajam dzīvniekam palīdz pazemē atrast ceļu;
- taustekļi kalpo kā roka, kas satver medījumu;
- tā ir antena, kas uztver elektrisko lauku, tādējādi palīdzot kurmim orientēties, peldot duļķainajos purva ūdeņos.

K. Katanja, strādājot kopā ar ievērojamo neirologu Glenu Nortkatu (*Glenn Northcutt*), noskaidroja, ka šie taustekļi ir klāti ar 25 000 sensoru receptoriem jeb jutīgām šūnām un tādējādi kalpo par neparastu taustes orgānu, kas palīdz pazemē precīzi atrast ceļu un barību. Zinātnieki noskaidroja, ka kurmja taustekļus ar smadzenēm savieno ļoti daudz nervu šķiedru – 100 000! Smadzeņu garozā ir skaidri norobežota katra taustekļa uztveres zona, kas ļoti atvieglo to izpēti. Centrālais īsākais taustekļu pāris satur daudz vairāk taustes receptoru un jušanas nervu kā garākie taustekļi, un tam atbilstošā smadzeņu garozas daļa ir lielāka. Ja kurmja garie taustekļi sajūt medījumu, piemēram, slieku, tad to ātri aptausta īsie taustekļi, ar tiem tad arī tiek galīgi noteikts, vai objekts noder apēšanai. Kurmis ir vājredzīgs, lieliskā tauste tam aizvieto redzi, kas zem zemes tikpat kā nav vajadzīga. Zinātnieki domā, ka deguna taustekļu darbība atgādina acu darbību – arī tām sānu redze vispirms pamana kādu neskaidru objektu, tad acis pagriežas un ar centrālo daļu labi apskata objektu. Mazus dzīvnieciņus kurmis aptausta ļoti ātri, un tad jau ir skaidrs, vai tie der maltītei.

K. Katanja ar ātrgaitas videokameru filmēja dzīvnieciņa barošanos, šādi atklājot kurmja unikālo spēju ēst tik ātri, kā to nespēj neviens cits zīdītājs pasaulē. Ja kurmis atrod medījumu, tad tā identificēšanai un norīšanai tiek patērētas tikai 0,23 sekundes. (Lai automašīnas vadītājs uzsāktu bremsēšanu pie sarkanās gaismas luksoforā, vajadzīgas 0,65 sekundes.). Kurmja nervu sistēmas darbība tuvojas maksimāli iespējamajai. Rekordātrums bijis 0,14 sekundes no taustekļu pirmā kontakta ar barību līdz tās norīšanai. Cilvēka acis tādām ātrummam nespēj pat izsekot! Dažreiz kurmja smadzenes arī nevar tikt līdzīgu deguna taustekļu ātrumam, tad medījums tiek palaists, bet līdzko smadzenes spēj aptvert taustekļu sūtītos signālus, kurmis atgriežas pie medījuma un to apēd. Vienā sekundē kurmis aptausta un pārbauda līdz 13 medijamus bezmugurkaulniekus.

Profesors K. Katanja.



Burbuļi palīdz kurmim saost medījumu zem ūdens.

² Par Latvijas vides pēdas nospiedumu sk. J. Grāvītis. Biomasa kā naftas alternatīva. *Terra*, 2006. gada novembris–decembris.

Zvaigžņdeguna kurmis

Sastopams Kanādas dienvidaustrumos un ASV ziemeļaustrumos, apdzīvo mitrus biotopus ūdenskrātuvju krastos.

Klase: zīdītāji – *Mammalia*;

Kārta: kukaiņēdāji – *Eulipotyphla*;

Dzimta: kurmji – *Talpidae*;

Apakšdzimta: *Scalopinae*;

Ģints: *Condylura*;

Suga: *Condylura cristata L.*;

Pasugas: *Condylura cristata parva* – mazāka izmēros, sastopama izplatības apgabalā vairāk uz dienvidiem;

Condylura cristata cristata – lielāka, apdzīvo izplatības apgabala ziemeļus.



Negaidīts un pārsteidzošs atklājums bija kurmja spēja sajūst smaržas zem ūdens. Zināms, ka zīdītāju ožas orgāni darbojas tikai gaisā, ievēlot nāsīs vielas molekulas. Ja zīdītāji pāriet uz dzīvi ūdenī kā delfīni un vaļi, tad viņu oža degradējas. Lai noskaidrotu, kā to dara zvaigžņdeguna kurmis, K. Katanja iedeva akvārijā mītošam eksemplāram slietu un filmēja. Kurmis visu laiku no nāsīm izlaida burbuļus, bet nešķīrās no tiem – burbuļi tika iesūkti atpakaļ nāsīs. Aizraujošus videoierakstus iespējams noskatīties adresēs <http://www.nature.com/nature/journal/v444/n7122/extref/4441024a-s2.mov> un <http://www.nature.com/nature/journal/v444/n7122/extref/4441024a-s3.mov>.

Burbuļu izlaišanas un atpakaļ ievilkšanas ātrums bija 10 reizes sekundē, viena burbuļa tilpums 10 mililitri. Tas izskatījās līdzīgi elpošanai. Gaisa burbulis saskārās ar barības objektu un, ievilkts atpakaļ degunā, ar ožas receptoriem. Daļiņas no objekta nokļuva gaisa burbulī un tika ienestas degunā, ļaujot saost barību. Ūdens degunā neiekļuva.

Lai kurmi pārbaudītu, zinātnieks piedāvāja dzīvnieciņam atrast slietu pēc tās pēdām, ierīvējot akvārija dibenā ievietoto renīti ar slietas gabaliņu, un barību noslēpa renītes galā. Otra renīte palika neierīvēta, barības tās galā nebija. Kurmis slietu katrreiz arī tūlīt atrada. Vai pēdas dzīvnieciņš sameklēja ar taustekļiem vai ar ožas palīdzību? Zinātnieks nolēma to pārbaudīt. Viņš akvārija dibenu pārklāja ar divu veidu sietiem – vienu sietu ar ļoti smalkām acīm, bet otru – ar lielām acīm.

Zvaigžņdeguna kurmis atšķiras no visiem citiem dzīvniekiem ar 22 divvainajiem deguna taustekļiem. Katru nāsi ietver 11 gaļīgi, kaili, rozā, pirkstveidīgi taustekļi, veidojot ko līdzīgu ziedam. Citādi kurmis līdzīgs mums pazīstamajam Eiropas kurtim. Tā ķermeņa garums 10–13 cm, aste gan gara – 8 cm. Tajā uzkrājas tauku rezerves ziemai, tādēļ rudenī aste kļūst resnāka. Kažoks ir biezs, melns vai brūni melns, matiņi atgrūž ūdeni. Priekšējās racējkājas ir lāpstveidīgas, ar tām kurmis rok pazemes ejas tāpat kā Eiropas kurmis. Atšķirībā no pēdējā, zvaigžņdeguna kurmis veikli peld un nirst, barību meklējot ne tikai augsnē, bet arī zem ūdens. Pārtiek no sikiem bezmugurkaulniekiem un mazām zivtiņām. Nirstot airējas ar četrām kājām, stūrē ar asti. Aktīvs visu gadu, ziemā pārvietojas zem un arī virs sniega, nirst zem ledus. Dzīvnieks diezgan sabiedrīks, balss – reti dzirdami smalki pikstieni.

Pavasārī dzimst 3–7 kaili mazuļi, kas ātri pieaug un 10 mēnešu vecumā jau spēj vairoties. Dzīves ilgums 2–4 gadi.

Kurmja dabīgie ienaidnieki ir pūces, plēsīgie putni, caunas, skunksi un ūdeles.

Dienvidos cilvēku saimnieciskā darbība sašaurinājusi kurtmju apdzīvotās teritorijas, tādēļ suga iekļauta Sarkanajā grāmatā.

1. Caur smalko sietu gaisa burbuļi cauri negāja un kurmis atrada slietas pēdas, izvēloties pareizo no divām renītēm tikai 50% gadījumu, kas atbilst varbūtībai. Tātad bez burbuļiem un bez taustekļiem barību atrast pagrūti.
2. Caur rupjo sietu gaisa burbuļi tika cauri, bet taustekļi ne, kurmis slietas pēdas atrada 100% gadījumu.

Ekspimenta videoieraksta fragments apskatāms adresē <http://www.nature.com/nature/journal/v444/n7122/extref/4441024a-s4.mov>.

K. Katanja secināja, ka barības atrašanai ūdenī kurmis izmanto tieši gaisa burbuļus, nevis taustekļus.

Profesors tagad vada zinātniskās pētniecības laboratoriju Vanderbilta Universitātē ASV, kur turpina smadzeņu darbības pētījumus zīdītājiem ar visaugstāko specializācijas pakāpi, tādiem kā zvaigžņdeguna kurmis un purva cirslis. Kurtim tiek pētītas embrionālās stadijas, jo zinātnieki vēlas noskaidrot, kā evolūcijas ceļā radies oriģinālais pielāgojums – zvaigžņveida taustekļi.

“Zinātniskajā pētniecībā pasaulē izmanto tikai nedaudzas dzīvnieku sugas, es vēlētos pētīt netradicionālas, neizpētītas sugas. Pētot šos divvainos, augsti specializētos dzīvniekus, mēs no tiem varam gūt jaunu informāciju, jaunas zināšanas par smadzeņu darbību,” saka profesors.

Sagatavoja **Ingrīda Jansone-Henkuzene** un **Ilgonis Vilks**. Izmantoti arī portāla fizmati.lv materiāli (autors **Mārtiņš Lūsis**).

TVAIKA SPRĀDZIENS LĪDZSVAROTAI PASAULES ATTĪSTĪBAI

Profesoru *Dr. habil. chem. Jāni Grāvīti*, Starptautiskās Koksnes zinātņu akadēmijas akadēmiķi, Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūta Biomasas eko-efektīvas konversijas laboratorijas vadītāju intervē **Ingrīda Jansone-Henkuzene**. Kā viesprofesors Prioritāro pētījumu institūtā (*Institute of Advanced Studies*) J. Grāvītis Tokijā piedalījies bezatkritumu (*Zero Emissions*) ražošanas sistēmu un biorafinēšanas koncepciju izveidošanā. Pašlaik kopā ar somu kolēģiem, izmantojot mazo un ultramazo (sinhrotronu) leņķu rentgenstaru izkliedi, pēta lignīna fraktālās dimensijas cietvielā un šķīdumos.



Visi att. – I. Jansones-Henkuzenes foto



Tvaika sprādziena iekārta.



Profesor Jānis Grāvītis rāda tvaika ģeneratoru kaskādi.

Kā koksnes ķīmijā izmanto tvaika sprādziena metodi?

Mūsu galvenais objekts ir fitomasas jeb augu valsts masa un tās polimēri – celuloze, hemicelulozes un lignīns. Mūsu laboratorijā ir ar Eiropas Savienības finansējumu uzbūvēta nestandarta tvaika sprādziena (angl. – *steam explosion*) autohidrolīzes iekārta biomasas apstrādei. Galvenā atšķirība no parastās hidrolīzes – mēs ķīmikālījas reaktorā neliekam iekšā, bet tās paņemam no pašas biomasas.

Iekārta sastāv no tvaika ģeneratoru kaskādes, reaktora, diviem uztvērējiem, vadības paneļa un datora. Reaktorā iepildām, piemēram, koka skaidas vai salmus un ielaižam augsta spiediena – 40 atmosfēras – ūdens tvaiku, uzkarsetu līdz 250 grādiem. Reaktorā ar koksni notiek ķīmiski procesi, kuros no celulozes atdala lignīnu, daļa celulozes un hemicelulozes hidrolīzes, rodas cukuri. Parasti hidrolīzi veic ar skābēm, tā celulozi sašķeļot līdz glikozei. Mūsu iekārtā skābes nav jāpievieno, jo tās rodas procesā no biomasas. Augstspiediena tvaiks tāpat atdala no skaidām etiķskābi un sudraskābi, kas savukārt sašķeļ daļu celulozes un hemicelulozes līdz cukuriem, vienlaicīgi sašķeļot arī lignīnu līdz fenoliem, tā radot fenolu maisījumu.

Pēc pāris minūtēm reaktoru atver, 40 atm spiedienā esošā masa tiek izšauta uztvērējā, kurā ir tikai 1 atm spiediens un 20 grādu temperatūra, kā rezultātā notiek minisprādziens. Ķīmiskie procesi momentā tiek pārtraukti un masa sašķīdrotā. Izšauto masu iepilda kolonnā un ar ūdeni izskalo autohidrolīzē iegūtos šķīstošos cukurus. No tiem var iegūt etilspirtu vai izmantot kā barotni mikroorganismu audzēšanai.

Izskalotajai kokšķiedru masai uzlej 0,4% nātrija sārma šķīdumu, kas izšķīdina lignīna sastāvdaļas. Lignīnam ir brūna krāsa kā satrupējušam celmam, kurā mikroorganismi apēduši visus polisaharīdus, palicis tikai lignīns, no kura tad ilgstošā procesā veidojas liela daļa augsnes humusa. Pēc skalošanas ar ūdeni un sārma pāri paliek pelēka celuloze, kas satur vēl līdz 10% lignīna. Tajā pašā kolonnā celulozi var balināt ar ūdeņraža peroksīdu, atdalot lignīnu. Hloru vai hlora dioksīdu šajā balināšanā neizmanto, jo tas ir kaitīgāks videi un cilvēkam.

Iegūto celulozi var izmantot papīra izgatavošanai. Var ražot pulverveida mikrokristālisko celulozi, ko izmanto medikamentu tabletēs un arī kosmētikā.

Tvaika sprādzienā zināmos apstākļos rodas nanodaļiņas. Koksnes šūnu cieto apvalku struktūrās daba iebūvējusi celulozes un lignīna nanodaļiņas (nano – viena miljardā daļa metra). Mums nav jāražo šādas daļiņas, jo daba tās jau izveidojusi. Nanomateriāliem piemīt virkne neparastu īpašību. Mēs gan varam iegūt šīs daļiņas vēl ļoti mazā daudzumā. Polimēru kompozītmateriālu ražotājiem vajag nanodaļiņas – celulozes mikrofibrillas kā armējamo materiālu un lignīna nanodaļiņas kā pildvielas. Ražojumiem paredz izcilu mehānisko izturību un formas stabilitāti. Pašreiz pasaulē rit sacensība – kurš varēs ražot kilogramus šo nanodaļiņu no parastās koksnes. Ražojumam būs augsta pievienotā vērtība.

Japāņi mums atsūtīja izmēģināšanai bambusu. Japāņi domāja, ka betonā dzelzs armatūru var aizstāt ar bambusa mikroarmatūru, piejaucot cementam bambusa mikrošķiedras. Ar sprādziena metodi ieguvām vajadzīgā izmēra daļiņas. Bija jāaižvāc visi cukuri, jo tie pretojas kontaktam ar cementu.

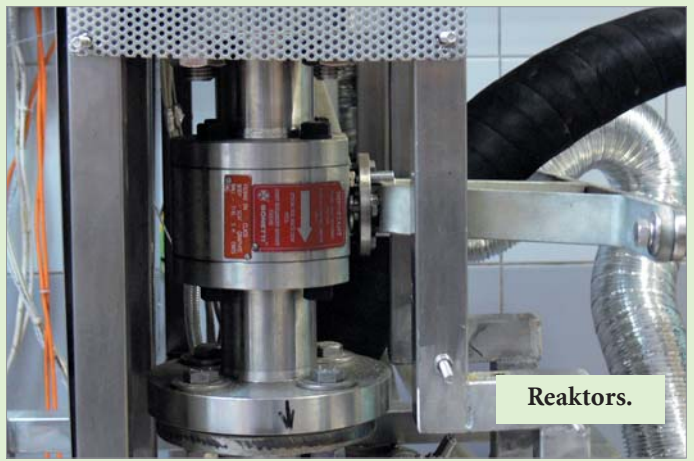
Mums no Brazīlijas atsūtīja bagāzi – cieto atlikumu no cukurniedrēm pēc sulas izspiešanas. Bagāzi parasti sadedzina. Mēs izšāvam un ieguvām masu, ko sapresējam karstajā presē. Ja presē parastās šķiedru plāksnes, masai jāpievieno fenola sveķi, kas to salīmē. Mūsu izšautā masa ir pašsaistošs materiāls, jo no sašķeltā lignīna jau radies fenolu maisījums, kas šķiedras salīmē. Tā mēs ieguvām plāksni, kas ir līdzīga plastmasai – termoplastam. Izdedzinot 600–900 grādu temperatūrā no šīs plāksnes visu ūdeņradi un skābekli (karbonizācija jeb pirolīze), ieguvām oglekļa plāksni. Iegūto materiālu sauc par koksnes keramiku. Šo materiālu Japānā ražo, koksni piesūcinot ar sintētiskajiem fenola sveķiem (tas ir dārgi un sarežģīti), tad masu karbonizē. Iegūto koksnes keramiku japāņi izmanto kā kosmisko materiālu, jo tas strādā visagresīvākajās vidēs – koncentrētā slāpekļskābē, skābju maisījumos, arī ļoti augstās un zemās temperatūrās. Mūsu eksperimentā materiālu iegūst bez piesūcināšanas, jo reaktorā fenoli rodas paši, tas ir ļoti lēti. Minēto etanolu parasti iegūst no pārtikas – kartupeļiem, graudiem, bietēm, bet mēs to varam iegūt no koksnes atkritumiem, pārvēršot spirtā nepārtikas izejvielas. Bioetanolu pievieno benzīnam. Pašreiz lielas komerciālas firmas strādā, lai šo metodi pielietotu industriāli. Šajā aspektā tvaika sprādziena metode un mūsu laboratorija ir iesaistīta Latvijas valsts enerģijas prioritārajā programmā.

Lietojot vienu atsevišķu tehnoloģiju, nevar realizēt bezatkritumu ražošanu. To izdodas izdarīt, tikai sasaistot daudzas tehnoloģijas, lai vienas tehnoloģijas atkritumi kalpotu par izejvielu citai tehnoloģijai. Tvaika sprādziena iekārta ļauj apvienot daudzas tehnoloģijas, lai rastos bezatkritumu ražošanas sistēma. Mūsu nestandarta variantā atšķirība ir tā, ka paralēli saslēgti divi uztvērēji, pēc sprādziena savācam visu, nekā nepazūd. Iekārtu patentēsim.

Mūsu laboratorijas kolektīvs ir neliels – viens *Dr. phys.*, viens *Dr. hab. chem.*, trīs inženieri, divi maģistri un būs viena doktorante, kuras darbu – “Koksnes un citu porainu materiālu enerģijas un masas pārnese procesu slāņainās vidēs modelēšana” – vadīsim kopā ar *Dr. hab.* Andri Buiķi. Mēs radām šādus jaunus materiālus, pati koksne pēc būtības ir slāņaini porains biokompozīts.

Kā skaidrojāt jauno terminu “lidzsvarota attīstība”?

Nevis “ilgtspējība”, kā teica līdz šim, bet labāk “lidzsvarota attīstība”, materiāli un enerģija saskaņā ar dabu. Lasu nelielu lekciju kursu maģistrantiem kopējā tematā “Fizika un tehnoloģijas līdzsvarotai attīstībai”.



Mēs piedalāmies jauna maģistratūras kursa veidošanā “Globālo pārmaiņu līdzsvarotas attīstības tehnoloģiju fizika” LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtā. Kurss ir izteikti starpdisciplinārs, te var nākt studenti no fizikas, ķīmijas, bioloģijas, dabaszinātņu, materiālzinību fakultātēm.

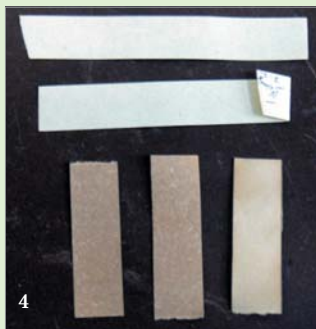
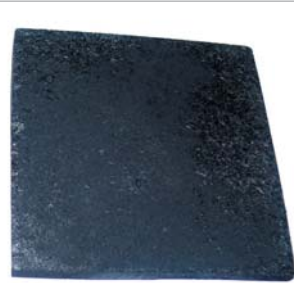
Kas jauns no jūsu stāstītā ir pasaules kontekstā?

Četrus gadus esmu strādājis kā viesprofesors ANO Universitātes Prioritāro pētījumu institūtā Tokijā. Veidojām divas starptautiskas koncepcijas.

1. Viena koncepcija ir “nulle emisija” (*zero emissions*) jeb jau minētās bezatkritumu ražošanas sistēmas – iespēja mūsdienās pasaulē saslēgt tehnoloģijas, kurām sadarboties, vispār nebūtu atkritumu ne gaisā, ne zemē, ne ūdenī. Tehnoloģiju saslēgumu sauc arī par tehnoloģiju klasteri. Tam piemīt daudzi pozitīvi momenti, bet daudzi principiāli jautājumi vēl nav atrisināti. Pasaulei jau nav citas izejas, kā iet šinī virzienā.
2. Otrs koncepciju virziens – biomasas rafinēšana (angl. *biorefinery*), lai varētu aizvietot naftu un citus neatjaunojošos resursus ar atjaunojošajiem. Fitomasa arī CO₂ izmešu ziņā ir neitrāla, jo augi izmantos biorafinēšanā saražoto CO₂ jaunas fitomasas pieaudzēšanai.

Šogad piedalījos vairākos grandiozos pasākumos. Viens bija Eiropas 15. biomasas konference ar 3000 dalībniekiem, tad NATO konference Itālijā par biomasas izmantošanu miera vajadzībām un cīņai pret terorismu. Augustā Bostonā notika Amerikas Ķīmiķu apvienības nacionālais kongress ar 14 000 dalībniekiem (3000 studentu). Es biju uzaicināts uzstāties vienā no 32 apakšsimpozījiem. Sprieda, kādi varētu būt ķīmisko vielu bloki, kurus likt naftas sintēzes bloku vietā. Eksperti jau agrāk izvēlējās 10 perspektīvākos cukuru blokus, šoreiz atlasē pamatā skatīja fenolu grupas pārstāvjus.

Kāpēc biomasas pret terorismu? Lielās pilsētās ar lielajiem naftas pārstrādes uzņēmumiem, kam vēl apkārt izveidojušās plastmasu ražošanas rūpnīcas, ir viegli ievainojamas. Ja te-



Tvaika sprādziena iekārtas izejvielas un produkti:

1 – izejmateriāls – baltalkšņa tehnoloģiskās skaidas; 2 – šķiedras, kas izšautas no reaktora; 3 – celuloze pēc apstrādes ar ūdeni un sārmu; 4 – laboratorijā no celulozes iegūts papīrs – balināts un nebalināts; 5 – sapresēts šķiedru materiāls (*pa kreisi* – koka šķiedru–plastmasas plāksne, *pa labi* – koka keramikas plāksne); 6 – izdalīto cukuru gaišdzeltens pulveris stāvot pārvērties melnā un lipīgā masā.



roristi tajās ieliek bumbas vai ievada indes, sekas ir drausmīgas. Uz biomasu bāzēta industrija neprasa tādu koncentrāciju, tās ir mobilākas un decentralizētas ražotnes.

Vecajās Eiropas valstīs, piemēram, Vācijā un Dānijā, ir tikai stādītais mežs, mums Latvijā dabīgais mežs ir vienīgais resurss. Amerikāņi Bušu pašlaik īpaši neciena, bet viņam ir interesanta programma – 10 gadu laikā amerikāņiem jāsamazina importētās naftas daudzums par 20%, to aizstājot ar iekšējiem resursiem, kurus viņi paņems no biomasas. Tas amerikāņiem ir ļoti principiāls jautājums – šos resursus nevar ņemt no pārtikas, tas jāņem no lignificētiem augiem – salmiem, koksnes. Eiropā to sauc par 2. paaudzes biomasu. Ar 1. paaudzi Eiropā saprot biomasu no kartupeļiem, bietēm, graudiem.

Kā pāriet uz nepārtikas augiem? ASV, Japāna un arī Eiropa veido jaunu bioekonomiku – tā būs pilnīgi citāda, balstīta uz biomasu, nevis naftu, ogleņiem un dabasgāzi. Tiek izstrādāta Eiropas uz mežu bāzētās tehnoloģijas platforma nākamajiem 25 gadiem, mani kā ekspertu uzaicināja piedalīties tās izstrādē. Tādas platformas Eiropā ir ļoti daudz – ir ķīmijas, ir bioenerģētikas platforma. Amerikāņi man atsūtīja savu zinātnes un industrijas programmu 25 gadiem, viņi plāno gan ražošanu, gan vides attīrīšanu veikt, izmantojot biomasīnas jeb bakteriālās sistēmas.

No resursu un enerģijas viedokļa biomasai jau nav vi-sai spoža nākotne?

Tas ir strīdīgs jautājums. Daži uzskata, ka no enerģētikas un no ķīmikāliju viedokļa mēs nevarēsīm aizstāt naftu, jo cilvēkiem nepietiek zemes. Mums jāaudzē pārtika, mums ir ļoti liela tehnoloģiju atpalicība, salīdzinot ar naftas pārstrādes tehnoloģijām.

Amerikāņi izrēķinājuši, ka, izmantojot visas savas iespējas, 30% automobiļu degvielas var aizstāt ar biodegvielu. Iz-mantot vajag nevis pārtiku, bet 2. paaudzes biomasu. Koksni var sašķidrināt, ko arī pašreiz dara, lai varētu izmantot tās pašas degvielas dzinējus, transportēšanas un uzpildes iekārtas un infrastruktūru.

Biomasas ieguves palielināšanai tiek meklēti divi ceļi.

1. Paātrināt fotosintēzi, lai augi augtu daudz ātrāk.
2. Radīt un audzēt kokus, kas satur mazāk lignīna, gandrīz tikai celulozi.

Fotosintēzes efektivitāte ir niecīga. Viena no ražīgākajām kultūrām ir cukurniedres, taču arī to fotosintēzes efektivitāte

ir tikai 6%. Dīvaini, ka daba radījusi ārkārtīgi neefektīvu fotosintēzes fermentu RuBisCo, kas fiksē oglekli no gaisā esošās CO₂, veidojot cukurus. Ja citi fermenti laika vienībā savieno tūkstošiem molekulu, tad RuBisCo tikai divas. Ferments ir visplašāk izplatītais uz Zemes un arī ļoti neselektīvs, jo CO₂ vietā var nostāties O₂ molekula. Šī fermenta struktūra ir atšifrēta, pasaulē laboratorijas cenšas izmainīt tā struktūru un līdz ar to efektivitāti, lai paātrinātu fotosintēzi. Augi ar modificētu RuBisCo ļoti efektīvi tērēs ogļskābo gāzi, šādi izvelkot no atmosfēras siltumnīcas efekta pamatkomponentu. Tomēr pastāv skeptiķu bažas, ka ģenētiski modificētie augi varētu patērēt bīstami daudz CO₂, atkal izjaucot līdzsvaru atmosfērā, tikai pretējā virzienā pašreizējam. Pagaidām modificēto fermentu vēl nelieto, vai, pareizāk sakot, nav oficiālas informācijas.

No polimēriem pasaulē pēc masas un izplatības visvairāk ir celuloze, 2. vietā – lignīns, 3. vietā – hemicelulozes. Gigantiskā pasaules celulozes rūpniecība balstās uz to, lai ļoti ilgstošā tehnoloģiskā procesā un tērējot ļoti daudz ķīmikāliju, no celulozes atdalītu lignīnu, ko pēc tam sadedzina, lai reģenerētu iztērētās ķīmikālijas. Latvijā Ozolsalā bija paredzēts celt celulozes rūpniecību, kas saražotu 600 000 tonnu celulozes gadā, tas radītu tikpat tonnu atkritumu. Ja izdotos augā samazināt dabisko lignīna saturu vai pārveidot tā ķīmisko struktūru tā, lai celulozi varētu tehnoloģiski vieglāk izdalīt, būtu ārkārtīgs ieguvums – nevajadzētu tērēt milzīgus ķīmikāliju daudzumus. Pašlaik ar ģenētiskajām modifikācijām panāk to, ka var samazināt lignīna saturu par 50% ātri augošās papeles un apses koksne.

Molekulārās bioloģijas centrālā dogma ir tā, ka visu regulē gēni. Lignīna gadījumā tomēr tā nenotiek. Gēni nosaka tikai lignīna monomēru jeb atsevišķo uzbūves ķieģeļu un vēl fermentu izveidošanos, kas komandē ķieģeļu sintēzi un to pārveidošanos par aktīvām daļiņām jeb fenolu radikāļiem. Pašu lignīna polimēra veidošanos, savienojoties atsevišķiem ķieģeļiem, to gēni vairs nenosaka. Lignīns veidojas ķīmiskas reakcijas ceļā, salīpot radikāļiem. No evolūcijas viedokļa te ir mīkla, jo senatnē augi "izkāpuši" no jūras, lai sāktu apdzīvot sauszemi, tikai pateicoties lignīnam. Tas veido stingru konstrukciju, kas notur augu stāvus. Nav saprotams, kādēļ augu šūnas sāka sintezēt sev ļoti toksiskās fenolu vielas. Daba to atrisināja, fenolu vielas izgulsnējot, sapolimerizējot tās šūnas apvalkā – izveidojot lignīnu. Tas bija nāves spriedums šūnai. Koka stumbrā gandrīz visas šūnas ir mirušas, dzīvas ir

tikai kambija šūnas, kas daloties audzē stumbru resnumā, veidojot gadskārtas.

Par lignīna satura samazināšanu kokos ir gan pesimistu, gan optimistu viedokļi, es esmu piesardzīgs – pa vidu. Dabā lignīns ir aizsargbarjera pret mikroorganismu infekciju, radiāciju, pret mehāniskiem bojājumiem, palīdz pret ūdens mikrokristālu sasalšanas bojājumiem utt. Nav skaidrs, vai kokiem ar modificēto lignīnu neizmainīsies to dabiskā aizsardzība. No otras puses, pesimistu prognozes ne vienmēr piepildījušās. 19. gs. beigās Londonā bija ļoti pesimistiska prognoze attiecībā uz zirgu transportu – ja tas turpinās pieaugt, tad ielas klāšot līdz 2 m augsta mēslu kārtā. Jautājums atrisinājās ar tvaika dzinēja un pēc tam automobiļa izgudrošanu. Tad radās jaunas problēmas. Ja jau mēs iejaucamies globālajos procesos, tad ar pāreju uz bioekonomiku tās ieviešanās būs mazākas, ne tik briesmīgas.

Ģenētiski modificētie koki ar maz lignīna jeb modificētu lignīnu ir iegūti un tiek audzēti, pagaidām nezināmu iemeslu dēļ tie aug ātrāk. Ģenētiķi man ir stāstījuši, ka esot laboratorijas, kas lignīnu koksni pilnīgi likvidējušas, ir tikai celuloze.

Neviens skaļi nesaka, ka audzē, bet acīmredzot Latīņamerikā jau ir plantācijas ar šādiem kokiem. Eiropā mēs nedrīkstam audzēt, bet visi jau sagatavojušies lēcienam – tikko drīkstēs, tā ies vaļā. Vēl neatļauj, jo pastāv zaļo pretpiediens, kuri daudz raksta par Frankenšteina mežiem.

Viena zinātniece no Eiropas teica: “*Ko jūs, Jāni, uztraucaties, dabā jau sen pastāv mutanti bez lignīna šūnapvalkos.*” Šis zinātnes virziens arī balstīts uz dabas mutantu pētīšanu. Tātad viens ceļš ir modificēt, otrs – atrast dabā jau esošus mutantus.

Kur, jūsuprāt, virzās zinātne?

Virziens – paradīgu nomaīņa. Ar paradīgu saprot viedokli par pasauli, par zinātni – kaut ko ļoti globālu, piemēram, Ptolemaja sistēma bija viena paradīga, Kopernika sistēma – nākošā paradīga, mūsdienu priekšstati par Visu – cita.

Varētu būt arī zināmas zinātnes akcentu nomaīņas. Visa industrija mums jāpārbāzē no naftas uz biotehnoloģiju, tā saucamo balto biotehnoloģiju jeb rūpniecisko, kas Eiropā attīstīta – tā varētu izmantot biomasu. Mēs virzāmies no naftas rafinēšanas uz biomasas rafinēšanu, mainās akcenti.

19. gs. dominēja ķīmijas zinātne, 20. gs. – fizika, 21. gs. dominē dzīvības zinātne (*life sciences*) – bioloģija, medicīna, pārtikas zinātne. No nedzīvās dabas mēs virzāmies paši uz sevi, uz cilvēku kā visumu, tur tā 21. gs. jēga. Visi gaidīja, ka pēc fizikas zinātnes revolūcijām būs pārrāvums, radīsies zinātne par visu jeb kompleksa zinātne (*science for everything*). Dabas likumi, kas visu apraksta, ir ļoti vienkārši. Likums ir kā vienkārša karte, kas tomēr nav ekvivalenta zemes teritorijai, ko tā apraksta. Tā ir viena no miklām – kā mēs dabas sarežģītību varam skaidrot ar vienkāršiem likumiem.

Pasaules daži gaišākie prāti uzskata, ka ar kvantu mehāniku un relativitātes teoriju mūsu zināšanu principiāli kvalitatīva maiņa beigusies. Patreiz visu nosaka tikai tehnoloģijas. Piemēram, genoma atšifrēšanā neviens taču Nobela prēmiju nedabūja. Viss ir tikai tehnoloģija un rutīna.

Kādas ir jūsu domas par Latvijas zinātnes attīstību?

NATO saietā viens Nobela prēmijai nominēts zinātnieks pienāca pie manis un teica, ka Latvijai ir zināmas priekšrocības – tā varētu nedarīt tās kļūdas, ko Rietumu pasaule, proti – tā varētu nenonākt tādā atkarībā no naftas un gāzes. ASV

tikai 4% enerģijas iegūst no biomasas, kas ir slikts piemērs. Latvija jau tagad 30% enerģijas iegūst no koksnes. To vajadzētu attīstīt, nevis dzīties pēc naftas ieguves. Piemēram, Zviedrija plāno 2020. gadā pilnībā iztikt bez ievestās naftas, to aizstāt ar savu mežu, enerģiju iegūt no mežizstrādes atkritumiem. Mums toties šausmīgi daudz neizmantojot paliek mežā, par to ir pat institūta “Silava” novērtējums, bet Latvijas valdība visu laiku uzsvāru liek uz fosilajiem kurināmajiem – būvēsim ogļu staciju vai atomelektrostaciju. Pat hidroelektrostaciju nav izdevīgi celt, jo cik tur betona tiek pārvadāts un iztērēts dambim vien! Jādomā, vai mēs iesim savu ceļu, vai joprojām būs pilnīgā atkarībā no lielā austrumu drauga.

Es neesmu arī īsti pārliecināts, ka informācijas tehnoloģijas vajadzēja ielikt prioritārajos virzienos. Esmu redzējis, kas notiek – Indija un Ķīna ģenerē tūkstošiem un tūkstošiem informātikas speciālistu, bet tie tiek pārumpūti uz Ameriku. Ja Latvijai ir labi sasniegumi, to var turpināt. Neesmu pārliecināts, vai prioritāram vajadzētu būt zāļu preparātu radīšanas virzienam. Viena medikamenta ceļš no laboratorijas līdz klīnikai izmaksā 1,2 miljardus dolāru. Mēs varam būt kādi tabletētāji vai ko pārdot ārzemēm.

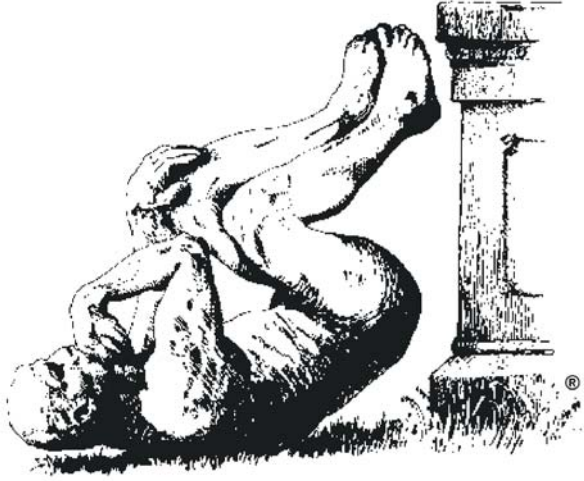
Vienīgais resurss, ar ko mēs varam lepoties, neskaitot jūru un zivis, ir mežs. Visprioritārākajam virzienam būtu jābalstās uz to, kas nāk no saules. Bioloģijas institūts, mikrobioloģi un ģenētiķi varētu pieslēties šim virzienam, jo neviens no mūsu molekulārās bioloģijas korifejiem pieminētās lietas nepēta. Tas gan ir mans subjektīvais viedoklis. Arī pēc atmodas Latvijas zinātnē valda liels lobisms grantu jeb līdzekļu sadalē. Kā prioritāro es izdalītu meža kā pašatjaunojošā resursa un arī lauksaimniecības atkritumu izmantošanu ķīmikālijām un enerģijai. Tas gan vairāk runājot par praktisko zinātni. Pamata vai fundamentālajā zinātnē varētu būt daudzveidība. Ne Ņūtonam, ne Einšteinam nebija milzīgi zinātnieku kolektīvi.

Kādas, jūsuprāt, ir zinātnes un kultūras attiecības?

Zinātne ir kultūras sastāvdaļa. Nevar būt augsti attīstīta kultūra bez zinātnes. Tā izvilka sabiedrību no viduslaikiem un ienesa modernismā. Tas gan radīja konfliktus.

Zinātne mūsdienās zaudē prestižu, jo sapinusies ar lielo biznesu un militaristiem. Latvijā, paldies dievam, nav daudz militaristu un tie netērē daudz naudas. Pasaules sabiedrībā zūd uzticība universitāšu zinātnieku teiktajam, vairāk tic zaļajiem, jo universitātes, kaut gan ir autonomas, saņem naudu no lielā biznesa un militaristiem. Zinātne jau arī nevar dzīvot, ja to neatbalsta. Latvijā zinātnē ir valsts atbalsts, bet nav biznesa un industrijas atbalsta, kas arī ir slikti. Industrija labāk iepērk tehnoloģijas, nevis samaksā zinātnē, lai pēta un izgudro tās.

Visizšķirošākā loma ir izglītībai. Japāna pēc kara bija izpostīta, bet saprata, ka jāsāk ar mazu bērniņu skološanu un audzināšanu, jo tie pacels ekonomiku. Tā arī notika. Vācijā, piemēram, notika konference par biomasu, un visās skolās tika izplatīta brošūra par to, katram skolēnam iedota atbilstoši viņu sapratnes līmenim. Mums pašreiz ar to ir grūtības. Strauji nāk iekšā zināšanu lavīna, bet augstskolās nav skaidras pasniegšanas sistēmas, starpdisciplinārā pasniegšanas sistēma ir bērna autiņos, ar to mēs kaut ko pazaudējam. Vispār jau zinātne ir pašregulējoša un adaptējoša sistēma. Tas mazina bažas un vieš optimismu. Mums vajadzētu nevis iztapt varas struktūrām, bet gan savas kompetences ietvaros tās orientēt Latvijas zinātnē labvēlīgā virzienā.



ILGONIS VILKS

Ap to pašu laiku, kad tiek pasludināti ikgadējie Nobela prēmiju laureāti, ļautrie Hārvarda Universitātes studenti kārtējo reizi piešķirusi savas – Antinobela prēmijas – par zinātniskajiem pētījumiem, kas liek pasmaidīt un pēc tam – aizdomāties. Apbalvoto sarakstā ir gan “geju bumba”, gan pētījums par zobenu rīšanas kaitīgumu.

Miera prēmija tika ASV Gaisa spēku Raitu laboratorijai Deitonā par plāniem izveidot spēcīgu afrodisiaku, kas ideālā variantā izraisītu arī ienaidnieka karavīru homoseksuālu uzvedību¹. Karavīri būtu tik aizņemti viens ar otru, ka vairs nespētu cīnīties, Tā sakot, *make love, not war*. “Geju bumbu” varētu izsmidzināt virs ienaidnieka teritorijas un karavīri to uzņemtu ieelpojot vai caur ādu. Potenciālais ierocis tika aprakstīts kā pretīgs, taču ne letāls. Laboratorija plānoja ieroča radišanai iztērēt 7,5 miljonus dolāru, gan atzīstot, ka ķīmiskais savienojums, kas varētu izraisīt šādu iedarbību, pagaidām zinātnei nav pazīstams. Pēc kāda laika šis plāns, tāpat kā ideja apsmidzināt ienaidnieku ar bišu feromoniem un pēc tam kaujas laukā izvietot lielu daudzumu bišu stropu, tika atmests.



Aviācijas balvu izpelnījusies Argentīnas zinātnieku grupa, kas atradusi līdzekli, kā ātrāk piemēroties pulksteņa laika nobīdei, kura rodas, šķērsojot vairākas laika joslas austrumu virzienā, piemēram, dodoties lidojumā no Latvijas uz Taizemi. Līdzeklis ir labi zināms – tā ir Viagra. Tiesa, pagaidām līdzeklis izmēģināts tikai ar kāmjēm. Kāmjēm būros ieslēdza gaismu sešas stundas agrāk nekā parasti. Tie kāmji, kam deva nelielas Viagras devas, ātrāk pielāgojās

¹ Patiesi, viss jaunais ir labi aizmirsts vecais! Pirms gandrīz 150 gadiem – 1861. gadā – kāds franču mediķis aprakstīja Ziemeļāfrikā dienošo franču karavīru īpatnēju saindēšanos, kuras cēlonis izrādījās kantaridīns – kopš sirmas senatnes pazīstamā afrodisiaka spāņu mušiņu (*Lytta vesicatoria*) aktīvā viela. Tiesa, šai gadījumā neviens nebija iecerējis spāņu mušiņu militāro izmantošanu pret franču zaldātiem, arī līdz ķīmiskajām kaujas vielām vēl bija jāgaida. Īstais cēlonis izrādījās ļoti prozaisks – spāņu mušiņas saēdās vietējās vārdes (no tām neciešot), kuras pēc tam tika celtas galdā zaldātiem. Labu apetīti, nākamreiz nobaudojot varžu kājiņas! *Red. piez.*

ANTINOBELA PRĒMIJAS 2007

diennakts ritma pārmaiņām. Taču, ja būros gaismu ieslēdza vēlāk – tas atbilst lidojumam rietumu virzienā, piemēram, no Rīgas uz Ņujorku, Viagra pozitīvu efektu nedeva. Pētnieki gan pagaidām neiesaka ceļotājiem lietot Viagru lidojumu laikā, bet tikai tā, kā paredzēts.

Bioloģijas balvu saņēma Johanna van Bronsvika no Nīderlandes, kura uzskaitījusi visas vai gandrīz visas mūsu gultās dzīvojošās ērces un citas dzīvās būtnes. Kā raksta kāds žurnālists, “*Neviens no mums neguļ viens. Un tam nav nekāda sakara ar morāli. Pat tad, ja mēs neesam gultā, tā ir pilna ar biomasu.*” Šī biomasu galvenokārt ir putekļu ērces un citas ērces no *Pyroglyphidae* dzimtas, kā arī sēnes (galvenokārt no *Aspergillus*, *Penicillium* un *Wallemia* ģintīm). Vēl gultās sastopami arī kukaiņi, zirnekļi un baktērijas. Taču palagu izpurināšana un matrača izdauzīšana līdzēs maz. Gultas iemītņieki ir pārāk sīki, lai tos tik viegli dabūtu laukā – putekļu ērces garums ir aptuveni 0,2 mm, bet sēnes ir vispār mikroskopiskas.



Un mani var sastapt ikvienā gultā...

Ķīmijas balvu godam nopelnījusi japāniete Maiju Jamamoto, kura no govju mēsliem ieguvusi vanilīnu. Ja govju mēslus stundu karsē un presē, no tiem iespējams iegūt nelielu daudzumu tik patīkami smaržojošā vanilīna. Pētniece uzskata, ka to varētu pievienot šampūniem un aromātiskajām svecēm, bet ne pārtikai, kaut arī tas ir identisks citos veidos iegūstamajam vanilīnam, jo “*pārtikā cilvēkiem varētu būt grūti to pieņemt, ņemot vērā noteikumus, ka ingredientu izcelsme ir jāuzrāda.*” Ražot vanilīnu no govju mēsliem ir divas reizes lētāk, nekā to iegūt no vaniļas pākstīm. Pētniece plāno pāris gadu laikā izveidot



Šeit govju mēslus žāvē dedzināšanai, bet varētu iegūt vanilīnu...

iekārtu, kas pārstrādās vairākas tonnas govju mēslu dienā. Atlikumu var sekmīgi izmantot lauku mēslošanai.

Ekonomikas balva (kāpēc ekonomikas – izdomājiet paši) piešķirta Kuo Čengam Hsieham no Taivānas. Viņš ir patentējis bankas laupītāju ķeršanas iekārtu. Pie griestiem netālu no bankas vai citas iestādes ieejas kastē ievietots tīkls un infrasarkanais sensors. Kad iedarbināta laupīšanas trauksme, sensors konstatē, vai laupītājs atrodas tīkla darbības zonā. Ja atrodas, tad tīkls sekundes laikā nolaižas, aptin laupītāju un uzvelk to aptuveni viena metra augstumā. Ja laupītāju nenokļūst tīkls, tad viņu “padarīs nespējīgu” krītošas barjeras. Bet cik patīkami būs sēdēt tīklā kopā ar laupītāju

bankas apmeklētājam, kurš nejauši gadījies tīkla darbības zonā?

Kas labs krabjiem, varbūt derēs arī laupītājiem?



Medicīnas balva tika Denam Meijeram un Braienam Vitkombam no Lielbritānijas, kuri pētīja zobenu rīšanas blakus-efektus. Zobenu rījējs stipri atgāž galvu atpakaļ, iebīda zobenu rīklē, tālāk – barības vadā un, kā rāda rentģenuzņēmumi, daļēji arī kuņģī. Zobenu rīšanas dziļuma rekords ir 79 cm. Pētnieki aptaujāja 46 zobenu rījējus no vairākām valstīm. Respondenti pēdējo trīs mēnešu laikā kopsummā bija “aprijuši” vairāk nekā 2000 zobenus. Visbiežākās sūdzības bija par rīkles iekaisumu, īpaši apmācības laikā vai, ja zobenu rīj bieži, vai, ja sabāž rīklē uzreiz vairākus zobenus (līdz 16!). Citiem bija sāpes krūšu apvidū, bet sešiem bija gadījies ievainot rīkli vai barības vadu. Tomēr aptaujātajiem nebija zināms neviens nāves gadījums no zobenu rīšanas.



Pārtikas zinātnē balvu saņēma amerikānis Braiens Vansinks, kurš baroja eksperimenta dalībniekus no neizsikstošas zupas bļodas, lai noskaidrotu, cik cilvēks var apēst, ja viņš neskatās šķīvī, bet, piemēram, grāmatā vai televizora ekrānā un nekontrolē uzņemtās pārtikas daudzumu. Eksperimentā piedalījās 54 cilvēki. Puse ēda zupu no parastām bļodiņām, otra puse – no bļodiņām, kas no apakšas tika lēni un neuzkrītoši uzpildītas ar zupu. Pirmie izēda vidēji 250 ml zupas, bet otrie – 435 ml, par 74% vairāk, taču neticēja, ka apēduši vairāk, jo sāta sajūta visiem bija vienāda. Pētnieks secināja, ka cilvēks lielā mērā “ēd ar acīm” un kalorijas skaita redze, nevis kuņģis. Gribat mazāk apēst – ēdiet no mazākiem šķīvjiem!

Un, beidzot, **fizikā** pie balvas tika L. Mahadevans no Lielbritānijas un Enrike Viljablanka no Čīles, kuri detalizēti izpētīja, kā saburzās palagi. Tiesa, pētījumā viņi nerunā par palagiem, bet gan par plānām, elastīgām sloksnēm, tomēr – kas tad galu galā ir palags? (Angliski vārdam *sheet* ir vairākas nozīmes: lapa, sloksne, loksne, plātne, palags u. tml.) Pētnieki izveidoja vispārīgo saburzīšanās teoriju, kas ļauj aprēķināt krunku tipisko viļņa garumu (atkārtošanās biežumu) un krunku amplitūdu (augstumu) atkarībā no elastīgā substrāta stinguma. Stingums ir lielums, ko izmanto mehānikā, tas izsaka spēka un tā izraisītā pārvietojuma attiecību elastīgā elementā.



Vai teorija spēs aprakstīt arī šo suni?

Arī Latvijas zinātnē notiek daudzi interesanti pētījumi. Varbūt, ka arī mums ir laiks iedibināt Antinobela balvu?

RAIDĪJUMS PAR ZINĀTNI

Ir virkne jomu, kurās nezināmais arvien vairāk kļūst par zināmo, taču bieži vien arī zināmajā slēpjas kāda daļa neatklātā...

Raidījums *Zināmais nezināmajā* un tā veidotāja Sandra Kroņa šai jomā ielūkojas katru piektdienu plkst. 11:05.

LATVIJAS

 radio

LATVIJAS RADIO 1

SPĪDOŠĀS SĒNES

DR. BIOL. EDGARS VIMBA

Dabā vērojamas daudzas neparastas parādības. Kāpēc neparastas? Galvenokārt tāpēc, ka daudzi tās nemaz nav redzējuši, jo šīs parādības ir retas vai arī nav gadījies būt tādos apstākļos, kur tās var ieraudzīt. Viena no šādām parādībām ir sēņu sēņotnes (micēlija) izraisītā trupošas koksnes un lapu spīdēšana, bet dienvidu zemēs – arī pašu sēņu auglķermeņu vai to daļu spīdēšana. Kurš no mums ir bijis mežā naktī? Cik cilvēku ir redzējuši tādu dabas krāšņumu naktī kā zvaigžņotu debesi ar Piena Ceļu?

Bet nu atpakaļ pie sēnēm. Ir dzirdēts, ka sēnes izraisa koksnes spīdēšanu. Latviešu konversācijas vārdnīcā ir raksts “malduguns”, kas skaidrota šādi – purvos, dumbrainās pļavās, kapsētās u. tml. vietās naktīs novērojama gaismas parādība vāji spīdošu liesmiņu veidā, kas plīvo nelielā augstumā virs zemes. Pag, pag, te kaut kas nesaskan! Runa ir par trupošas koksnes un vecu lapu spīdēšanu, bet te piemin liesmiņas, kas plīvo nelielā augstumā virs zemes, citiem vārdiem sakot – gaisā. Patiesībā tās ir divas dažādas parādības. Pūvainās vietās, mitrās pļavās un līdzīgās vietās izdalās purva gāze – metāns, kas veidojas, sadaloties augu un dzīvnieku atliekām bez gaisa piekļuves. Tā pašizdegšanās rezultātā arī veidojas maldugunis. Nedaudz sīkāk iepazīstoties ar materiāliem par šo parādību, gan rodas šaubas – vai tā ir pašizdegšanās, vai kaut kas cits.

Pavisam citāda ir sēņu sēņotnes vai arī pašu sēņu spīdēšana (bioluminiscence). Tas ir viens no bioluminiscences vei-

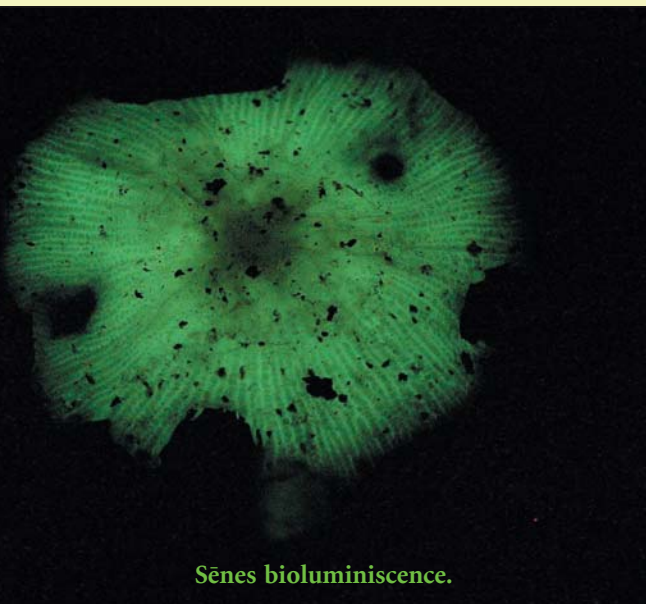
diem, kas pazīstams arī baktērijām, aļģēm, kukaiņiem, zīvīm. Sēņotne var caurast trupošu koksni, ko mēs ikdienā vienkārši saucam par prauliem. Tā var caurast arī nobirušas lapas un izraisīt to spīdēšanu. Lai šāda spīdēšana notiktu, nepieciešama vairāku apstākļu sakritība. Obligāta prasība – lai būtu brīva skābekļa pieplūde un lai sēnes šūnās noritētu aktīvi fizioloģiski procesi. Izbeidzoties vidē skābeklim, kā arī palēninoties šūnu dzīvības procesiem, spīdēšana apstājas. Literatūrā atzīmēts, ka parastās celmenes sēņotnes spīdēšanas optimumu novēro pie +25 līdz +30 °C, bet šīs pašas sēnes rizomorfu (rizomorfas – auklām līdzīgi zaraini parastās celmenes sēņotnes pavedienu sablīvējumi zem koku mizas) spīdēšanas minimālā temperatūra var būt +4 °C, bet maksimumā +50°C. Rizomorfu spīdēšana vērojama gan tikai ļoti jaunām un aktīvām to šūnām. Pēkšņas temperatūras izmaiņas pārtrauc spīdēšanu.

Kā bioluminiscenci ierosinošās sēnes galvenokārt min dažādas cepurišu sēnes no bazīdiju sēnēm, retāk asku sēnes. Visbiežāk kā praulu bioluminiscences ierosinātāju apraksta parasto celmeni (*Armillaria mellea*), precīzāk izsakoties – tās sēņotni. Parastā celmene Latvijā bieži sastopama lielā daudzumā. Jāatzīmē, ka pēdējā laikā speciālisti šo sugu ir sauskaldījuši vairākās patstāvīgās sugās, un nav zināms, vai to sēņotnēm ir dažādas vai vienādas spējas izraisīt spīdēšanu.

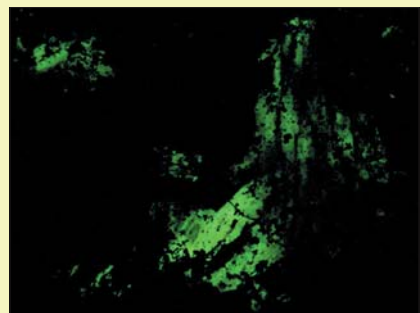
Parastās celmenes sēņotne spīd zaļā krāsā.

No cepurišu sēnēm, kuru sēņotne izraisa bioluminiscenci un kas sastopamas arī Latvijā, jāmin vītenes (*Marasmius*), vērdiņsēnes (*Collybia*, piemēram, skropstainā vērdiņsēne *Collybia cirrhata*, bumbuļu vērdiņsēne *Collybia tuberosa*), sēntiņas (*Mycena*), sūrā pundurkamolene (*Panellus stypticus*), sakņu piepe (*Heterobasidium anosum*), parastā sērāpiepe (*Laetiporus sulphureus*) un priežu cietpiepe (*Phellinus pini*). Pat par parastajiem zemestaukiem (*Phallus impudicus*) varam atrast norādi, ka tie spēj izraisīt spīdēšanu.

No asku sēnēm šāda spēja ir minēta zilzaļajai hlorociborijai (*Chlorociboria aeruginascens*), literatūrā varam atrast norādi, ka tā spēj izraisīt vāju zilganzaļu spīdēšanu. Šīs sēnes



Sēnes bioluminiscence.





Savijušies celmenes sēņotnes pavedieni veido rizomorfas.



Zilzaļā hlorociborija
Chlorociboria aeruginascens.

Trūdošs zili zaļš koksnes gabaliņš ar sēnes
Chlorociboria aeruginascens micēliju.

zilzaļos diskveida augļķermeņus bieži redzam mežos uz trūdošiem zilzaļiem bērza praulu gabaliņiem. Biežāk gan varam redzēt šo krāsaino trūdošo koksni bez augļķermeņiem.

Spīdēt var ne tikai prauli. Spīdēt var arī ozolu un citu koku nobirusās lapas, ja tās noteiktos apstākļos caurauž tādu sēņu kā vīteņu, vērdiņsēņu un sēntiņu sēņotne.

Trūdošas koksnes (praulu) spīdēšana diezgan bieži vērojama arī Latvijā. Man gan personīgi šo parādību nācies novērot dzīvē tikai divas reizes: jaunības gados Tērvetē un nupat pirms pāris gadiem tepat Rīgā. Etnogrāfs Saulvedis Cimermanis zināja stāstīt, ka viņš redzējis agrākajos gados spīdam celmus Saulkrastos, bet vēl senāki ir viņa vērojumi par dažādu koku (egļu, lapu koku) celmu spīdēšanu Alūksnes un Smiltenes apkārtnē. LU Bioloģijas fakultātes darbinieks Nikolajs Pētersons zina stāstīt, ka Vidzemes augstienē viņa mājai tuvējā mežā koksnes spīdēšanu var redzēt bieži.

Bez gadījumiem, kad vērojama sēņotnes spīdēšana substrātā, vēl zināma arī sēņu augļķermeņu daļu spīdēšana. Tiesa, šādi gadījumi un šādas sēnes nav zināmas Latvijā. Dienvideiropā un arī Ziemeļamerikā sastopama eļļas dobumsēne (*Omphalotus olearius*). Šī sēne Dienvideiropā sastopama uz

veciem olīvkoku stumbriem. Amerikā, protams, tādu nav. Tur tā sastopama uz citiem lapu kokiem, to stumbriem un pat saknēm lielos oranžos sēņu puduros (sēni Amerikā jauca ar gaileni).

Dažādos literatūras avotos Ziemeļamerikā minētas trīs dažādas dobumsēņu sugas. Vai tiešām tās ir trīs dažādas sugas vai arī tikai kādas eļļas dobumsēnes formas, varētu noskaidrot pētījumos ar DNS sekvenču analīzi. Taču viena lieta visām šīm trim sugām ir kopīga – tām visām angļu valodā ir viens interesants nosaukums – Jack O’Lantern, t.i., Džeks Laterna. Kāpēc tad šīs sēnes ieguvušas tādu nosaukumu? Tāpēc, ka to koksne esošā sēņotne un augļķermeņu lapiņas cepurišu apakšpusē izdala zaļganu gaismu. Jādomā, ka sēnes lapiņas ir ļoti kaprīzas, lai spīdētu. Ar to es gribu uzsvērt, ka, lai spīdēšana notiktu, ir vajadzīgi noteikti apstākļi. Internetā kādā mājaslapā viens vīrs šķendējās, ka tas, kas rakstīts par šo sēni grāmatās, esot muļķības, jo viņam ilgu laiku nav izdevies spīdēšanu novērot. Taču beidzot arī viņam tas ir izdevies, tādēļ viņš piebilst, ka, lai spīdēšanu varētu novērot, sēnes mājā jāatnes ietītas mitrā papīra dvielī. Tātad sēnes nedrīkst būt iekaltušas. Jābūt noteiktai temperatūrai, nedrīkst būt smacīgas telpas, kurās jūtams skābekļa trūkums. Lai spīdēšana varētu notikt, vienlaikus nepieciešami daudzi faktori.

Internetā savā mājaslapā par sēnēm Viskonsinas Universitātes profesors Toms Volks par šo sēni raksta – lai novērotu tās lapiņu spīdēšanu, sēne jāienes ļoti tumšā istabā un koncentrēti jāskatās uz sēnes lapiņām. Tad var cerēt kaut ko saskatīt. Nav nekāda pamata iedomāties, ka šīs sēnes čemuros augošos augļķermeņus varētu lietot kā lukturnus vai spuldzes. Tās ir tikai leģendas. Mūsu parastās celmenes sēņotnes izraisītā spīdēšana ir daudz labāk saskatāma un ievērojama.

Tāpēc tikai smaidu var izraisīt internetā publicētā kāda dārzu entuziasta vēstule, kurā izteikta vēlme un prasīts padoms, kā dārzā kultivēt bioluminiscējošās sēnes. Nu būtu taču burvīgi – jūs melnā naktī ejat dārzā pa taku, kurai abās pusēs spīd sēņu “lukturni”. Šādu taku varbūt varētu veidot tur, kur luminiscē viss sēnes augļķermeņi – tropu apgabalos.



Eļļas dobumsēne sastopama Amerikā un uz veciem olīvkoku stumbriem Dienvideiropā.

Bet Džeks Laterna ir ne tikai sēnes nosaukums. Mūsdienās oktobrī svinētajos Halovīna svētkos arī piedalās Džeks Laterna. Kas tad ir šis Džeks Laterna? Tas ir izgriezts un dažādi izgriezti ķirbis, kurā deg svece. Tradīcija uz Ameriku ir pārceļojusi no Īrijas, kur par šo Džeku ir stāstītas dažādas leģendas. Sensenos laikos dzīvojis Skopais Džeks. Viņam pieraksta dažāda veida palaidnīgu dzīvi – dzeršanu, krāpšanu un citus netikumus. Reiz viņš saticies ar pašu velnu, kuru uzdzinis ābelē pēc āboliem. Kamēr velns bijis kokā, Džeks vai nu ābeles stumburā iegriezis krustu, vai arī pie ābeles stumbra salicis krustiņus. Nu velns vairs nav ticis lejā no ābeles. Džeks viņam līcis zvērēt, ka viņš nekad neprasis Džeka dvēseli. Pāiet kāds laiks un Džeks nomirst. Aiziet pie debesu vārtiem, bet tur viņu palaidnīgās dzīves dēļ netaiņš iekšā. Aiziet pie elles vārtiem. Arī tur viņu netaiņš iekšā. “Kur tad lai es eju?” Džeks jautājis un saņēmis atbildi: “Ej atpakaļ, no kurienes esi nācis...” Ceļš atpakaļ bijis vējains un tumšs. Lai Džeks galīgi nepazustu, no elles uguns viņam iedota kvēlojoša oglīte. Lai vējš to galīgi nepūstū, Džeks izgreda turnepsi, ko viņš grauza, un tajā ielika ogli. No tiem laikiem Džeks ar savu laternu kļūst pa pasauli, meklējot vietu, kur rast mieru.

Sākotnēji Īrijā bija tradīcija izdabot turnepsi vai bieti un tajā ievietot sveci. Kad iri nonāca Amerikā, tie turnepšu un biešu vietā sāka izmantot ķirbjus, kas, dažādi izdekorēti, tagad ir neatņemama Halovīna svētku sastāvdaļa.

Ir aprakstītas sēnes, kurām spīd viss sēnes auglķermenis. Tāda ir Japānā un arī citās zemēs atrastā debessgaismas sēntiņa (*Mycena lux-coeli*). Tās nelielie auglķermeņi, kuru cepurītes sasniedz 2 cm diametrā, veidojas lietus periodā uz zemē nokritušiem dižskābaržu dzimtas koku stumbriem. Ja lieti beidzas, cepurītes saglabājas tikai vienu dienu un tad izkalst. Interesanti atzīmēt, ka arī tropos (piemēram, Malaizijā) tumsā gaismu izdala sēntiņu ģints sēņu sugu auglķermeņi.

Debessgaismas sēntiņa
Mycena lux-coeli.



Sēntiņa
Mycena melligena.

Kā tad skaidro šis spīdēšanas mehānismu? Sēņotnes šūnās vai arī pašos spīdošo sēņu auglķermeņos atrodas viela luciferīns. Enzīma luciferāzes ietekmē noteiktos apstākļos tas oksidējas par oksiluciferīnu. Šis process ir saistīts ar gaismas izdalīšanos.

Kāda ir bioloģiskā jēga šādai sēņu spīdēšanai? Par to izteiktas dažādas domas. Kā zināms, kukaiņi, piemēram, jāņtārpiņi, tā pievilina pretējo dzimumu. Sēnēm tajos gadījumos, kad spīd viss sēnes auglķermenis vai tā auglīgā daļa, kur veidojas sporas, radusies gaisma varētu pievilināt kukaiņus kā sporu izplatītājus. Bet ko lai saka par praulu spīdēšanu? Tur sporu nav. Šajā sakarībā ir izteikta doma, ka spīdēšana gluži vienkārši ir sēņu šūnās noritošo procesu blakusparādība.

Gan praulu, gan pašu sēņu spīdēšana ievērota jau sirmā senatnē. Ziņas par sēņu spīdēšanu atrodamas jau seno grieķu (Aristoteļa, Teofrasta) un romiešu (Dioskorīda, Plīnija Vecākā) darbos. Senatnē sēņu un sēņotnes caurausto praulu spīdēšana un neparastā spīdēšana cilvēkiem izraisījusi bailes un neizpratni. Nu kā nu nē – cilvēks iet naktī pa meža ceļu un redz, ka kāda koka satrupējis zars spīd un vējā lēni šūpojas.

Aplūkot sēņu bioluminiscenci var interneta adresēs:
<http://www.cybervisuals.ch/work/biolumi/index.html>;
<http://129.215.156.68/cdrom/luminous.htm>;
<http://www.mykonet.ch/LeuchtPilze.htm>;
<http://inamidst.com/lights/foxfire>;
<http://www.bioresurs.uu.se/myller/skog/monteverde2.htm>;
<http://forum.hanfburg.de/fhb/showthread.php?t=203188>;
http://www.freakz.ru/index.php?categoryid=8&p2_articleid=67;
http://www.chemie.uni-jena.de/institute/oc/weiss/Pilze/Img_9496klein.jpg.

18. gadsimtā izteica varbūtību, ka trūdošā koksne ir daudzu sīku spīdošu dzīvnieciņu, kuri, koksnei izžūstot, aiziet bojā, tādēļ spīdēšana beidzas.

1850. gadā apstiprinājās koksnes spīdēšanas saistība ar sēnēm, kā arī mitruma un skābekļa nepieciešamība šai procesam.

20. gadsimta pirmajā pusē sastādīja to sēņu sarakstus, kas izraisīja spīdēšanu. Šajā sarakstā iekļuva

ap 40 sēņu sugu, galvenokārt no tropu apgabaliem.

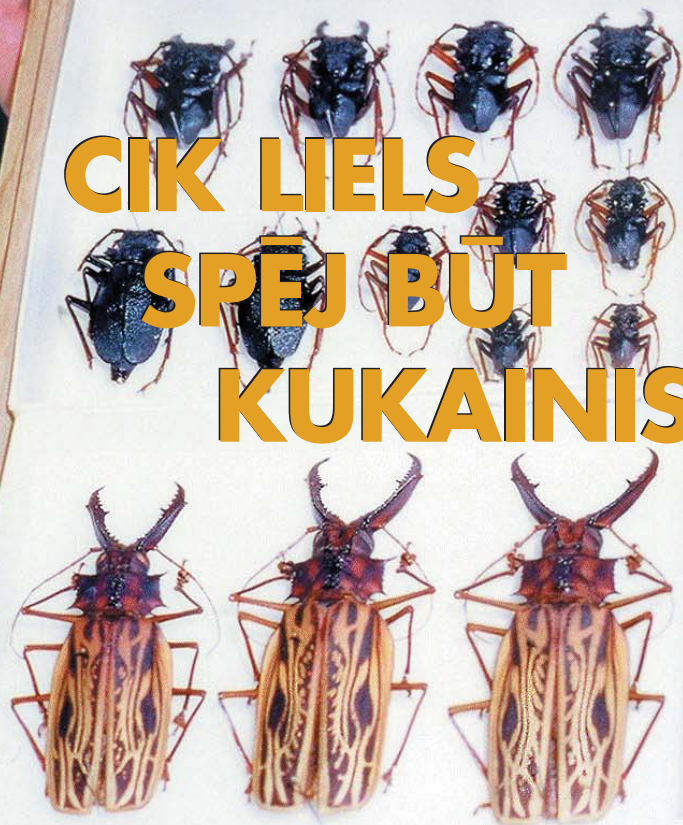
Arī vēstures avotos atrodama interesanta informācija. Tā zviedru vēsturnieks Magnuss Olavs 16. gadsimtā rakstīja, ka Skandināvijas ziemeļos cilvēki, dodoties mežā, pie kokiem piestiprināja trupējušu ozolu mizu, lai pēc tās izstarotās gaismas varētu atrast ceļu atpakaļ. I Pasaules karā karavīri spīdošu koksni piestiprināja pie savām bruņucepurēm, lai tumsā viens otram neuzskrietu virsū.

Sēņu spīdēšanu angļu valodā sauc par “foxfire”, kas burtiskā tulkojumā nozīmē “lapsas uguns”. “Jack O'-Lantern” jau nav spīdēšanas jeb luminescences apzīmējums. Tā sauc vienu sēņu sugu un arī Halovīna svētku ķirbi. Malduguns angļu valodā ir “will-o'-the-wisp”. Taču šeit trūkst konsekvences – dažkārt šādi apzīmē arī sēņu izraisīto spīdēšanu.

Kāds nosaukums šai spīdēšanai ir latviešu valodā? Malduguns, kā mēs to jau atzīmējam, ir cita parādība. Ja lasītājiem šajā ziņā būtu kaut kas zināms, tad lūdzu, atzīmējiet!



CIK LIELS SPĒJ BŪT KUKAINIS?



INGRĪDA JANSONE-HENKUZENE

Pasaules lielākā vabole mūsdienās ir Dienvidamerikas tropisko mežu koksngrauzis *Titanus giganteus*. Tā maksimālais ķermeņa garums sasniedz 17 cm. Saskaņā ar dažiem neapstiprinātiem nostāstiem redzētas arī 20 un 22 cm garas vaboles. Garākais kukainis pasaulē – zarkukainis *Phobaeticus kirbyi* – atrasts Borneo, tā ķermeņa garums bez kājām un taustekļiem bijis 32,8 cm. Lielākais vairums kukaiņu ir daudz mazāki.

Likumsakarīgi – tropos sastopami lielāki kukaiņi, jo vairāk uz ziemeļiem, jo tie mazāki. Latvijā tādus milžus neatrast, lielākā kukaiņa – ļoti reti sastopamās dižās briežvaboles – ķermeņa garums sasniedz 7,5 cm.

Pirms apmēram 300 miljoniem gadu kembrijā un permā periodā Zemi apdzīvoja daudz lielāki kukaiņi un daudzkāji, spāres *Meganeuropsis permiana* ķermeņa garums sasniedzis 43 cm, spārnu pletums 72 cm, tūkstoškājis *Arthropleura mam-*

mata toreiz sasniedzis 2 m garumu un 48 cm platumu! To

Titanus giganteus (Cerambycidae) mitinās Dienvidamerikas tropiskajos lietus mežos. Lidz 25 cm garie kāpuri dzīvo koku stumbros un grauž koksni. Pieaugušas vaboles lido ar grūtībām, tēviņus iespējams pievilināt ar lampu naktī. Kolekcionāri šo vaboli ļoti iecienījuši, indiāņi savukārt to lieto uzturā.



elpošanas orgānu atliekas nav saglabājušās, domājams, ka tās, tāpat kā mūsdienu kukaiņiem, arī bijušas trahejas. Kādēļ toreiz kukaiņi un daudzkāji bija tik lieli?

Zinātnieki skaidro, ka mūsdienās tie nespētu izaugt lielāki savdabīgās elpošanas sistēmas dēļ. Pārējie dzīvnieki elpo ar plaušām vai žaunām, daži caur ādu, tikai pie daudzkājiem un kukaiņiem daba “izmēģinājusi” unikālu elpošanas sistēmu – trahejas. Šos dzīvniekus tādēļ sauc par traheātiem. Trahejas ir savienotu caurulīšu sistēma, kas caurvij visu dzīvnieka ķermeni, nogādājot skābekli tieši pie audiem, gandrīz neizmantojot asinis gāzu transportēšanai. Viss dzīvnieka ķermenis ir kā plauša. Pašas sīkākās traheolas ir tikai mikronu diametrā (zidtauriņa kāpuram to ir 1,5 miljoni), tās apvij visus iekšējos orgānus, galos pildītas ar šķidrums un noslēdzas ar pūslīti. Arī spārnu dzislojumu veido traheju tīkls.



Zarkukaiņa māīte ir garāka par tēviņu (kārtā Phasmatodea).



Rekonstruēta fosilā milzu spāre – lielākais jebkad uz Zemes dzīvojušais kukainis.



Rekonstruēts fosilais milzu tūkstoškājis.

Traheju sistēma noteiktās robežās ir spējīga daudz labāk apgādāt audus ar skābekli kā asinsrites sistēma – vienā laika vienībā tā piegādā traheātu audiem līdz 100 reizēm (!) vairāk skābekļa, kā to spēj asinis cilvēka audiem. Skābekļa molekulas, kā uzskatīja līdz šim, pārvietojas pa trahejām galvenokārt difūzijas ceļā. Tad audos nokļūst lielāks skābekļa daudzums, ja trahejas īsākas un to diametrs lielāks. Var teikt, ka skābekļa daudzums audos ir apgriezti proporcionāls traheju garumam un tieši proporcionāls to šķērsriezuma laukumam. Jo vairāk atmosfērā skābekļa, jo garākas drīkst būt trahejas un attiecīgi lielāks dzīvnieks. Tātad pieejamā skābekļa daudzums limitē traheātu organismu lielumu. Siltā klimatā gāzu molekulu, arī skābekļa, haotiskā kustība notiek ātrāk, difūzija paātrinās. Līdz ar to laika vienībā līdz audiem nokļūst vairāk skābekļa, tāpēc trahejas var būt garākas, ķermeņa izmērs lielāks. Pirms 300 miljoniem gadu Zemes atmosfērā bija vairāk skābekļa – 35%, tā daļējais spiediens bija 30 kPa, tādēļ Zemi apdzīvojušie milzu kukaiņi un daudzkāji. Mūsdienās Zemes atmosfērā ir ap 21% skābekļa, tā daļējais spiediens tikai 20,9 kPa, kukaiņi kļuvuši mazi.

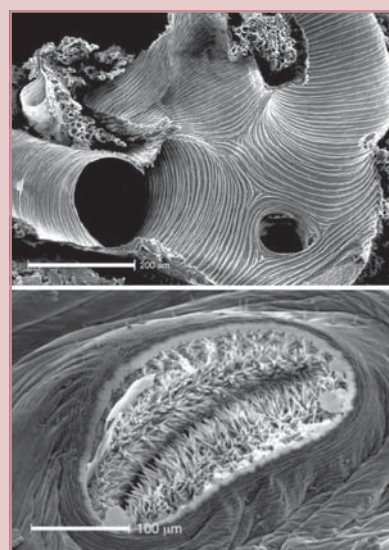
Bites spārns ar traheju dzīslu.



Ši savdabīgā elpošanas orgāna dēļ asinsrites sistēma traheātiem ir daļēji reducējusies. Asinis nav sarkano asinsķermenīšu – eritrocītu (satur hemoglobīnu, kas piesaista un pārnēsā skābekli), tikai neliels daudzums izšķīduša hemoglobīna, kas mazliet piepalīdz ar skābekļa transportu. Asinis tāpēc ir bezkrāsainas vai dzeltenīgi zaļganas. Ja kukainis noasīno, tas neiet bojā nosmokot, drīzāk no slāpēm vai bada, jo asinis pārnēsā vairs tikai barības vielas un atkritumvielas, ūdeni un hormonus, kā arī nodrošina imunitāti ar fagocitējošām šūnām (cilvēkam arī ir leukocīti – fagocīti). Organismā nokļuvušos mikrobus fagocitējošās šūnas apēd, lielākus parazītus aplenc un iekapsulē, lai parazīts nobeidzot.

Asinsrites sistēma ir pavisam dīvaina – vaļēja! Asinis pa aortām brīvi izplūst ķermeņa dobumā, apskalo iekšējos orgānus, tad, saraujoties diafragmai, savācas atpakaļ cauruļveida sirdī, ieplūstot tajā pa maziem caurumiņiem bez asinsvadu palīdzības. Asins straumes ātrums nav liels, spiediens pavisam zems. Tik neefektīvu asinsriti daba varējusi atļauties vēl tikai gliemežiem, elpojošiem ar plaušām, jo tie ir ļoti lēni. Citiem dzīvniekiem ir slēgta asinsrite, tā apgādā audus ar skābekli un nodrošina pietiekoši strauju vielmaiņu.

Dažām ļoti aktīvām kukaiņu sugām tomēr ar skābekļa pasīvu difūziju vien nepietiek. Vai esat redzējuši mušu, kura lidojumā nosēžas un kustina vēderu, to saplacinot un palielinot? Tās ir elpošanas kustības. Uz āru trahejas atveras krūšu un vēdera sānos ar 10 speciālām atverēm – stigmām, caur tām arī notiek elpošana. Trahejas tiek vēdinātas, ar muskulatūru tās saspiežot, tad tās pašas ieņem iepriekšējo stāvokli. Trahejas pavisam nesaplok, jo tām ir cieti spirālveidīgi hitīna uzbiezējumi. No hitīna veidota kukaiņa, piemēram, vaboles, cietā ārējā ķermeņa sega. Lai trahejās būtu vēl arī papildus gaisa rezerve, bitēm un citiem lidojošiem kukaiņiem dažas trahejas paplašinājušās, izveidojot plānsienas gaisa maisus.



Kukaiņa traheju šķērsriezums elektronmikroskopā.

Ūdenī dzīvojošiem kukaiņiem daba bija spiesta izveidot atkal jaunus pielāgojumus, lai tie varētu elpot ar trahejām. Daudziem traheju atveres slēdzas vai pavisam aizaug, tāpēc izveidojušās traheju žaunas – traheju caurasti plānsienas izaugumi, caur kuriem ūdenī izšķīdušais skābeklis difundē traheju sistēmā, piemēram, spāru kāpurim. Daži pavisam mazi, pat tikko no olām izšķīlušies kukaiņi sākumā ūdenī elpo caur ādu. Daudzas kukaiņu sugas tomēr elpo atmosfēras skābekli, lai gan tas ir diezgan apgrūtināts – pastāvīgi jāuzpeld, lai papildinātu gaisa krājumus. Tādi ir odu kāpuri – tos katrs var ieraudzīt, ja vien vasarā strauji pieiet pie vaļējas ūdens mucas, kas ilgi stāvējusi



Odu kāpuri pie ūdens virsmas elpošanas pozīcijā.



Ziedu mušas (*Eristalis tenax*) kāpuri ar elpošanas caurulītēm.

ārā. Bariņš kāpuru ar “komatveida” kustībām glābjas, strauji ienirstot mucas dzīlēs. Pēc brītiņa odu kāpuri uznirst un karājas ar galvu uz leju, ar ietaukotu matiņu pušķīti “ieķērušies” ūdens virsmas plēvētē. No ūdens izbāzuši vēdera gala elpošanas cauruli, odi uzņem atmosfēras skābekli. Diemžēl tuvojoties ienaidniekam elpošana jāpārtrauc. Ziedu mušu (*Eristalis tenax*) kāpuriem tādā situācijā ir vieglāk, jo tie izmanto ko līdzīgu akvalangam – elpošanas caurule vēdera galā ir tik gara, ka paši kāpuri barojas ar pūstošām augu atliekām netīras peļķes dibenā, bet caurules gals, izbāzts no ūdens, tver gaisu. Kāpurs ir līdz 2 cm garš, bet tā elpcaurule spēj izaugt pat līdz 10 cm garumam, tādēļ citās valodās kāpuru sauc par žurciņu vai žurkastes kāpuru. Pieaugušas mušas ir līdzīgas bitēm un barojas ziedos.

Neparasts un nejausš atklājums kukaiņu fizioloģijā notika 2003. gadā. Amerikāņu fiziķi pētīja kādus materiālus ar jaunu rentgenstaru mikroskopu. Izmantojot sinhrotronu, elektroni tika paātrināti gandrīz līdz gaismas ātrumam, šādi iegūstot visintensīvākos rentgenstarpus pasaulē. Kādā brīvā brīdī fiziķis zem mikroskopa pabāza dzīvu skudru un ieraudzīja to, ko neviens pasaulē vēl nebija redzējis – dažas trahejas galvā un priekškrūtīs pulsēja, ritmiski saraujoties un izplešoties, tās

veica elpošanas kustības līdzīgi plaušām! Iespējams, ka muskuļi saraujoties saspiež trahejas, lai pastiprinātu skābekļa difūziju audos. Jaunā metode bija pirmoreiz devusi iespēju ieskatīties dzīva kukaiņa ķermeņa iekšienē. Fiziķi par šo novērojumu ziņoja biofiziķiem, tika izveidota grupa, kas pēta kukaiņu elpošanu. Traheju elpošanas kustību attēlus var apskatīt adresē <http://science.orf.at/science/news/65686>.

Izrādījās, ka elpošanas kustības ir daudziem kukaiņiem (tarakāniem, vabolēm, sienāžiem, skudrām, tauriņiem, spārēm), bet ne visiem. Pētāmie kukaiņi savās galvenajās trahejās 1 sekundē apmainīja tieši 50% gaisa, tāpat kā cilvēks pie nelielas fiziskas slodzes. Traheju kustību ritms dažādiem kukaiņiem ir ļoti atšķirīgs. Zinātnieki domā, ka šīs plaušveidīgās elpošanas kustības ir bijis evolūcijas faktors, kas palīdzējis veidoties aktīvām kukaiņu sugām, patērējošām daudz skābekļa gan lidojot, gan izmantojot kompleksas sensorās sistēmas, piemēram, saliktās acis. Pētījumi turpinās.



Dažādu kolekcionāru dēļ milzu vaboles mūsdienās kļuvušas par retumu.

Tests acīgajiem “VAI TU ATCERIES VĒL?”

Šie attēli jau ir publicēti žurnālā. Vai tu zini, kas tajos attēlots?

1. A. Šī vabole barojas ar bojā gājušiem dzīvniekiem. Tai ir īpaši receptori, kas ļauj sajūst svaigu maitu pat no vairāku kilometru attāluma.

B. Krāšņvabole – no cilvēka viedokļa kaitīgs kukainis, jo barojas ar organiskajām vielām, kas ir vecu krāšņu kaļķu javas sastāvā, tā pakāpeniski izirdinot mūrējumu.
C. Angļu valodā šo vaboļu dzimtu *Buprestidae* sauc par dārgakmeņu vabolēm, jo dažām sugām



segspārni laistās visās varavīksnes krāsās.

2. A. Svītrainā blakts, kā jau visas blaktis, nepatīkami ož un arī nelāgi garšo, ja gadās to uzkost kopā ar kādu ogu.

B. Šis ir indīgākais kukainis pasaulē – *Pyrrho-*



coris venosa. Viens miligrams kukaiņa izšļāktā sekrēta spēj nogalināt lielu dzīvnieku.

C. Dienvidamerikas džungļos 2005. gadā atrastā vabole ir ūnikums kukaiņu pasaulē. Tai, atšķirībā no visiem citiem kukaiņiem, ir nevis astoņas, bet sešas kājas.

3. A. Zāglapsene uzbrūk tarantulam, ar savu dzēlienu paralizē to un tad iedēj oliņu tarantula vēderā. No oliņas attīstās kāpurs, kas barojas ar vēl dzīvo zirnekli.

B. Ziedmuša nemaz neatgādina parasto istabas mušu – ar savu krāsojumu un uzvedību tā cenšas atdarināt lapseni.

C. Tā nav ne muša, ne lapsene, bet pasaulē mazākā spāre. Tās garums ir tikai 5 milimetri.



Atbildes – 31. lappusē

TVANA GĀZES EKONOMIKA

JĀNIS JAUNBERGS

Vidusskolā mūsu ķīmijas skolotājam patika zīmēt industriālās ķīmijas molekulu radu rakstus, ar bultiņām sasaistot etilēna, benzola, hlora un tamlīdzīgu lieltonnāžas vielu ražošanu un lietošanu rūpniecībā. Parādot atomu ceļu no derīgajiem izrakteniem un citiem dabas materiāliem līdz pārdomām ķīmiskajām precēm, šis shēmas uzsvēra tieši mazu organisko molekulu centrālo lomu. Noārdot tādus sarežģītus atomu sakopojumus kā akmeņogles vai koksni, var iegūt pavisam vienkāršas vielas jeb monomērus, no kuriem pēc tam ražo radikāli atšķirīgus, parasti labai pilnīgi svešus produktus.

Neapstrīdēšu, ka skolā der uzziņāt, no kurienes nāk plastmasas un pesticīdi, kas pārveido mūsdienu pasauli. Vēl svarīgāka ir degviela, kas faktiski ir civilizācijas asinis – bez tās mēs vairs nevaram nedz art, nedz sēt vai plaut, nedz arī pārtikas produktus aizvest līdz lielveikaliem. Degviela un enerģija plašākā nozīmē ir pārtības ekvivalents. Turīgākie pilsoņi vairs nav atšķirami pēc grezna apģērba vai sulaiņu svītas, bet gan pēc tā, cik degvielas viņi var atļauties patērēt, ar cik lielām automašīnām brauc un cik bieži lido atpūsties pie dienvidu jūrām.

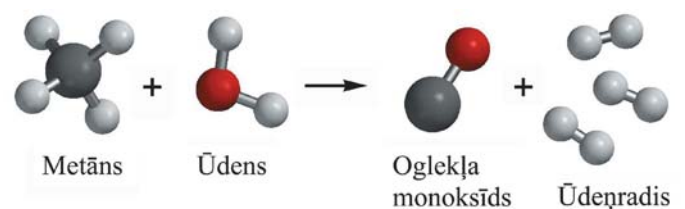
Sabiedrības vairākums mīl tās ērtības, ko sniedz kontrole pār enerģiju un prasme ar minimālu fizisko piepūli sagādāt sev iztiku. Tomēr reta ir tā sieviete, kura sajūsminās par benzīna smaržu vai izjūt prieku par iespēju uzpildīt auto degvielas tvertni. Drīzāk gan iegriešanās degvielas uzpildes stacijā ir viena no tām netīkamajām ikdienas nepieciešamībām, ko labāk uzticēt kādam citam.

Kā lai saprot tādu nepatiku pret mūsdienu dzīves centrā esošajiem enerģijas nesējiem? Agrīnā divdesmit pirmā gadsimta benzīns vairs nav ne tuvu tik kaitīgs kā pirms pārdesmit gadiem, kad oktānskaitļa paaugstināšanai plaši lietoja indīgo tetraetilsvīnu. Protams, ir saprātīgi vairīties no uguns riska, taču arī tas nav galvenais iemesls riebumam pret naftas produktiem. Varbūt zināmu lomu spēlē apziņa, ka degviela nāk no melnas, ķēpīgas naftas un tiek ražota lielās, smirdīgās, kūpošās un reizēm liesmojošās naftas pārstrādes rūpniecās. Pats galvenais šķērslis milestībai uz benzīnu, manuprāt, tomēr meklējams dziļāk, patērētāju zemapziņā. Tā ir nedrošība un neuzticība ierobežotam resursam, ko kontrolē svešzemju bagātnieki, un kurš nākamajai paaudzei vairs nebūs ne tuvu tik plaši un lēti pieejams. Fosilo degvielu spēks ir liels, taču arī mānīgs un īslaicīgs. To dūmiem izkūpot gaisā, pāri paliek vien žēlums par iztērēto naudu un piesārņoto atmosfēru.

Neredzot iespēju atteikties no ērtās mūsdienu dzīves, nākotnes tehnoloģiju zilētāji greznos žurnālos raksta par alternatīvām, ekoloģiski un morāli tīrākām degvielām. Ideālo degvielu vīzijas centrējās uz ūdeņradi, kura molekulas sadegot gaisā rada ūdens tvaikus un vien mazliet slāpekļa oksīdu. Ūdeņradis kopā ar oglekli veido arī tradicionālās ogļūdeņražu degvielas, un divas trešdaļas no benzīna degšanas enerģijas ir tieši ūdeņraža devums. Varētu domāt, ka benzīnā esošais ogleklis sagādā tikai problēmas, bet rada maz enerģijas. Varbūt, dedzinot tīru ūdeņradi, varētu izvairīties no klimatu destabilizējošajiem ogļskābās gāzes izmešiem, kā arī pilsētu gaisa piesārņošanas ar kvēpiem, oglekļa monoksīdu un citām gāzēm?

Ūdeņraža ekonomika ir vilinoša un dzīvīga ideja, kas atradusi atbalstītājus gan ierēdņu vidū, gan arī auto ražotāju firmu sabiedrisko attiecību departamentos. Vairākums no autotūves līderiem ir uzbūvējuši arī pa kādam ūdeņraža automašīnas prototipam, radot iespaidu, ka enerģētikas tīrā nākotne ir jau gandrīz klāt. Pozitīvās publicitātes meklētājiem tomēr jāreķinās, ka ūdeņraža iegūšanas brīvā veidā uz Zemes nav sastopamas. Ūdeņradis nevar būt primārais enerģijas avots, kā nafta, dabasgāze vai akmeņogles. Ūdeņradis var kalpot par enerģijas nesēju, ja to ražo, izmantojot citu avotu enerģiju. Kā jau pierasts liela mēroga rūpniecībā, ūdeņraža ražošanai izvēlas lētāko metodi, kur par izejvielu kalpo dabasgāze – metāns (1. att.). Ņemot vērā visas ražošanas izmaksas un zudumus, iegūtais ūdeņradis satur mazāk enerģijas nekā dabasgāze, ko patērē tā ražošanai, turklāt ir krietni grūtāk glabājams, jo noteikts tilpums ūdeņraža satur tikai trešdaļu no tās enerģijas, ko satur tāds pats tilpums dabasgāzes. Ūdeņraža ekoloģiskā tīrība tātad ir iluzora – piesārņojumu, kas nerodas tā degšanā, ar uzviju iegūst ūdeņraža ražošanā.

Ja ūdeņraža glabāšana prasa ļoti augsta spiediena gāzes balonus vai kriogēnas iekārtas ūdeņraža atdzesēšanai līdz $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, tad jāmeklē veidus, kā iegūt vieglāk glabājamus ūdeņraža savienojumus – sintētiskas šķidrās degvielas. Gluži loģiski un pat neizbēgami, ka lētu, enerģētiski augstvērtīgu degvielu molekulām ir jāsaturs arī oglekļa atomi, kuru veidotās četras ķīmiskās saites palīdz gaisīgos ūdeņraža atomus savākt pietiekami blīvā, ērti glabājamā šķidrumā. Atšķirības ir tikai detaļās – tieši no kādām molekulām nākotnes sintētiskās degvielas sastāvēs. Varbūt tas būs metanols vai viegli sašķidrīnāmā propāna–butāna gāze, bet iespējams arī ražot sintētisko benzīnu un dīzeļdegvielu, kas praktiski nebūs atšķirami no šodienas degvielām.

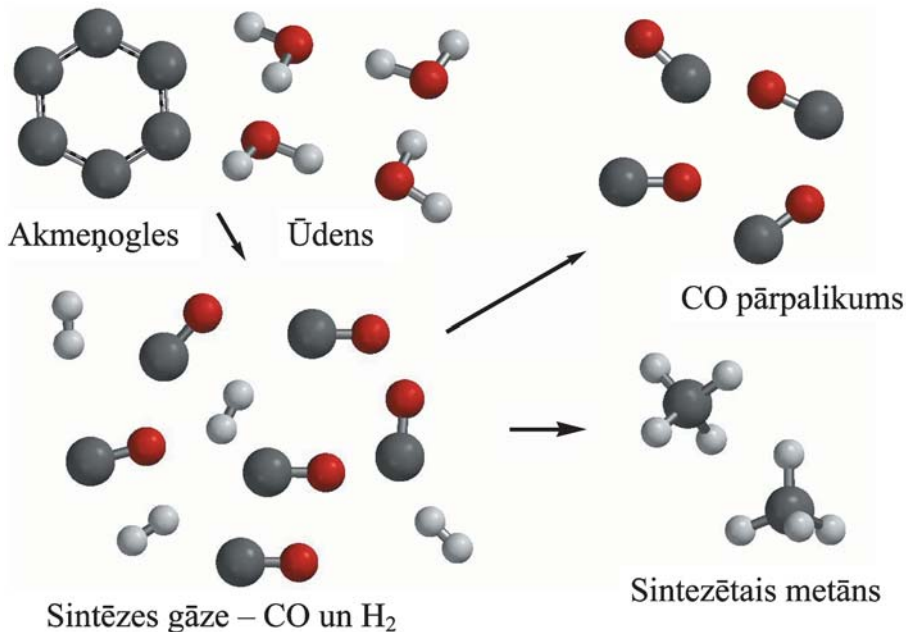


1. att. Mūsdienās ūdeņradi iegūst galvenokārt dabasgāzes konversijā.

Sintētiskās degvielas rūpniekiem ir izdevīgi orientēties uz tādu ražošanas procesu, kas patērēs vienkāršas, plaši pieejamas, no dažādiem avotiem iegūstamas molekulas, nevis tik specifiskus lauksaimniecības produktus kā palmu eļļu vai cukurniedru cukuru. Ir pamats domāt, ka nākotnes enerģētiskās centrālās molekula līdzās ūdeņradim būs tieši oglekļa monoksīds CO jeb tvana gāze. Nav ērtāka ceļa, kā noārdīt biomasu, atkritumus, kūdru vai akmeņogles, kā tās sadedzināt nepietiekamā skābekļa daudzumā, iegūstot tvana gāzi. Šāda degšana izdala mazāk enerģijas nekā sadedzināšana par oglekļa dioksīdu, taču tvana gāzes pārstrādei par sintētiskām degvielām no CO molekulas ir jāņem tikai viens skābekļa

atoms, nevis divi kā oglekļa dioksīdam. Enerģija, kas nav iegūta degšanā, nav arī jāpatērē, ja daļējas sadegšanas produktus grib pārvērst atpakaļ par degvielu.

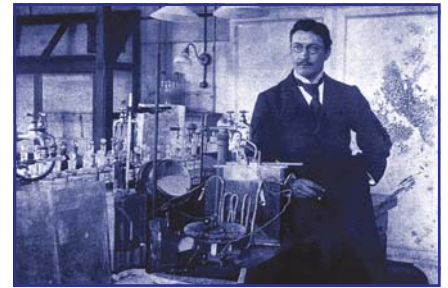
Tvana gāzes pārstrādes tehnoloģijas radīja milzu interesi jau pirms 100 gadiem, kad cilvēce vēl nebija kļuvusi atkarīga no šķidrām degvielām. Franču ķīmiķis Pols Sabatjē (1854–1941) jau 19. un 20. gadsimtu mijā novēroja, ka nestabilā gāze acetilēns niķeļa klātbūtnē pārvēršas kvēpu un šķidru ogļūdeņražu maisījumā, un izteicās par dabiskās naftas veidošanos līdzīgos katalītiskos procesos Zemes dzīlēs. Niķeļa klātbūtnē karsējot citu organisku vielu tvaiku maisījumu ar ūdeņradi, viņam izdevās realizēt visdažādākās ūdeņraža pievienošanas jeb hidrēšanas reakcijas – dažas no tām vieglas, kā etilēna hidrēšana par etānu, bet citas – visai grūtas pat mūsdienu ķīmiķiem. Vēlāk ar Nobela prēmiju novērtētie Sabatjē pētījumi lika pamatu sintētisko degvielu rūpniecībai, kas izmanto oglekļa dioksīda vai monoksīda hidrēšanu. Sākotnējais Sabatjē process paredzēja oglekļa oksīdu maisījuma hidrēšanu niķeļa vai kobalta katalizatora klātienē 200 °C temperatūrā un atmosfēras spiedienā. Ņemot vērā, ka tieši tādu CO, CO₂ un ūdeņraža maisījumu var pavisam vienkārši iegūt, sadedzinot akmeņogles ūdens tvaiku klātbūtnē, Sabatjē reakcija ļāva akmeņogles pārvērst metānā (2. att.).



2. att. Ogļu pārstrāde vienkāršā gāzveida degvielā – metānā.

Metāns izrādījās ne tuvu tas vērtīgākais produkts, ko varēja iegūt oglskābās vai tvana gāzes apstrādē ar ūdeņradi. Pēc Pirmā pasaules kara, kad ķīmiskās rūpniecības tehniskais līmenis kara laika vajadzību dēļ bija ievērojami pieaudzis, bet ekonomiskā krīze spieda meklēt jaunus lietojumus vietējiem resursiem, vācu ķīmiķi sāka strādāt pie akmeņogļu pārstrādes šķidrās degvielās. Pirmo tādu procesu izstrādāja Frīdrihs Bergiuss, augstā spiedienā hidrējot brūnogleis. Francs Fišers (3. att.) un Hanss Tropšs attīstīja alternatīvu *Sintola metodi*, ko prezentēja 1922. gadā. Karsējot tvana gāzes un ūdeņraža maisījumu ar dzelzs skaidiņām vairāk nekā 100 atmosfēru spiedienā un 400 °C temperatūrā, bija iespējams ražot kaut ko līdzīgu sintētiskai “naftai”. Jau nākamajā gadā Sintola procesu uzlaboja, pazeminot spiedienu līdz septiņām atmosfērām un nedaudz mainot katalizatora sastāvu, tā re-

3. att. F. Fišers laboratorijā 1918. gadā.



zultātā sintētiskās “naftas” sastāvs kļuva līdzīgāks dabiskajam ogļūdeņražu maisījumam. Turpmākajos gados Fišers un Tropšs pilnveidoja gan procesa parametrus, gan inženiertehniskos risinājumus, līdz 1934. gadā savu metodi licencēja firmai *Ruhrchemie*. Pirmā “mākslīgās naftas” rūpnīca sāka darbu 1936. gada aprīlī *Braunkohle-Benzin AG* paspārnē, un jau 1938. gadā Vācija no akmeņogļiem ražoja 660 tūkstošus tonnu šķidro produktu gadā, akmeņogļu “sašķidrināšanas” rūpnīcām kļūstot par nacistu militāri industriālā kompleksa stūrakmeni. Kopumā Otrā pasaules kara laikā 25 degvielas rūpnīcas no akmeņogļiem saražoja 90 procentus *Luftwaffe* patērētā benzīna un sedza 68 procentus no pārējām degvielas vajadzībām, līdz sabiedroto aviācija ņēma virsroku un ar masīvu bombardēšanu sagrāva šo rūpniecisko infrastruktūru.

Nacistu intelektuālo īpašumu pārņēma uzvarētāji, taču tūkstošiem mikrofilmu nogūla arhīvos, tā arī nepārtulkotas no vācu valodas. Ogļu pārvešana šķidrās degvielās no ekonomikas viedokļa nebija interesanta, visu divdesmitā gadsimta otro pusi daudz izdevīgāk bija ekspluatēt bagātīgās Tuvo Austrumu naftas iegulas, tāpēc par Fišera–Tropša procesiem plašāka sabiedrība praktiski aizmirs. Sintētiskās degvielas bija vajadzīgas tikai starptautiskās sabiedrības izstumtiem politiskajiem režīmiem, kam bija sarežģīti sadarboties ar lielajām naftas kompānijām. Tā, piemēram, Dienvidāfrikas Republikā firma *Sasol* realizēja vācu firmas *ARGE* licencēto tehnoloģiju un 1955. gadā uzbūvēja pirmo degvielas rūpnīcu *Sasol One*, bet 1980. un 1982. gadā uzbūvēja vēl divas rūpnīcas jau ar ievērojami uzlabotu tehnoloģiju.

Divdesmitā gadsimta astoņdesmitajos gados lielās naftas kompānijas atsāka investēt nopietnus līdzekļus Fišera–Tropša procesos, un ne tikai tāpēc, ka lētās naftas beigu tuvošanās kļuva arvien skaidrāk redzama. Galvenie īstermiņa faktori bija paaugstinātās vides aizsardzības prasības attiecībā uz sēra saturu degvielās, kas sintētiskajām degvielām ir ļoti zems, jo sintēzes gāzi – oglekļa oksīdu un ūdeņraža maisījumu – var samērā vienkārši attīrīt no sēra savienojumiem. Interesi par sintētisko šķidro degvielu un sintētisko smērvielu ražošanu veicināja praktiski par velti pieejamās naftas pavaddāzes un dabasgāze, no kurām viegli var iegūt sintēzes gāzi, ko pēc tam pārvērst vērtīgākos materiālos. Tā saucamās “zudušās dabasgāzes” pārstrāde smagākos ogļūdeņražos ļauj apgūt tālus, grūti pieejamus gāzes laukus, kas nav savienoti ar gāzesvadiem vai lielām jūras ostām. Jau četrpadsmit gadus Malajijā strādā *Shell* Bintulu rūpnīca (4. att.), kas no dabasgāzes ražo 12 500 barelus šķidro ogļūdeņražu dienā, un mūsdienās tiek būvētas jau desmit reizes lielākas rūpnīcas – to dara gan *SasolChevron*, gan arī *Exxon* naftas kompānijas.

Līdzīgi kā vācu militāristi pirms septiņdesmit gadiem, arī amerikāņu Gaisa spēki sāk pievērsties Fišera–Tropša proce-



4. att. Shell kompānijas rūpnīca pie Bintulu pilsētas Malaizijā no dabasgāzes ražo šķidros ogļūdeņražus.

sos ražotai degvielai. Izmēģinājumu programma sākās 2006. gada septembrī ar B-52 bumbvedēja lidojumu. Divos no astoņiem tā reaktīvajiem dzinējiem parastās, no naftas ražotās petrolejas vietā izmantoja petroleju, kas uz pusi sajaukta ar Fišera–Tropša procesā iegūtu petroleju. Pēc tam lidojumus atkārtoja, lietojot tikai jauktu degvielu. Par izmēģinājumu sekmēm un ASV Gaisa spēku motivāciju kļūt neatkarīgākiem no naftas var spriest no fakta, ka nupat tika pieņemts jaunais reaktīvo dzinēju degvielas standarts, kas naftas petrolejai paredz piejaukt pusi sintētiskās degvielas.

Saprotams, ka tuvākajās desmitgadēs sintētiskās degvielas būs visizdevīgāk ražot tieši no dabasgāzes. Metāna konversija ir enerģētiski izdevīgs process – no katras pārstrādātās metāna molekulas paliek pāri viena ūdeņraža molekula, kas sadegot var dot vajadzīgo enerģiju visa tālākā procesa realizācijai. Tāpat skaidrs, ka šādu degvielu izmantošana turpinās bagātināt atmosfēru ar nevēlamajām siltumnīcas efekta gāzēm, kas nāk no fosilā metāna krājumiem. Akmeņogļu pārvēršana šķidrās degvielās siltumnīcas efektu vēl vairāk paātrinās, jo galvenajiem enerģijas patērētājiem – Ķīnai un



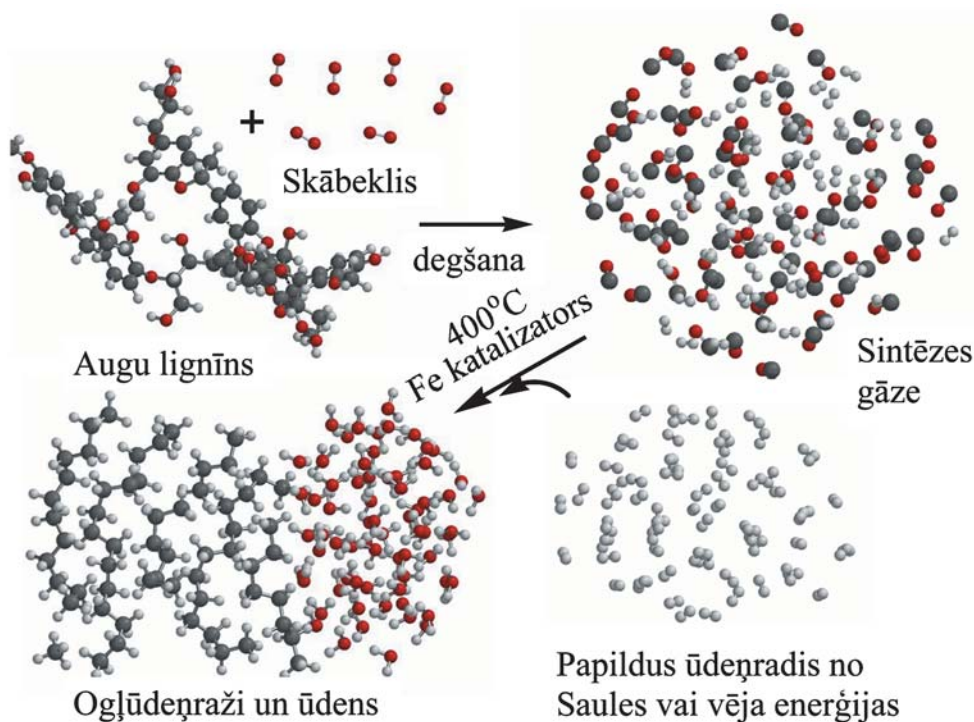
6. att. Eksperimentāla Fišera–Tropša degvielu rūpnīca pie Güssing ciemata Austrijā.

ASV – ir paveicies ar milzīgām akmeņogļu iegulām, kas tālu pārspēj dabiskās naftas krājumus Tuvajos Austrumos.

Istai enerģētiskajai neatkarībai un morālajai skaidrībai attiecībā uz nākamo paaudžu likteni degvielas ražošanai izmantoto oglekli būtu jāiegūst no atmosfēras, ko visērtāk panākt ar zaļo augu starpniecību. Taču, dedzinot biomasu, rodas daudz tvana gāzes un maz ūdeņraža, turklāt ūdeni saturošie augi slikti deg, bet to žāvēšana patērē daudz enerģijas. Augi ir lieliski oglekļa savācēji no atmosfēras, bet diezgan vājš enerģijas avots, kas nav īsti pietiekams efektīvai degvielu ražošanai. Lai no zariem un lapām iegūtu kvalitatīvu sintēzes gāzi, būtu jāpievieno vēl otrtik enerģijas tīra ūdeņraža veidā (5. att.).

Te arī iezīmējas ticamākās 21. gadsimta vidus enerģētikas aprises. Ūdeņradis būs vajadzīgs, bet ne transporta degvielas lomā. Daudz ticamāk, ka ūdeņradi lietos degvielas ražošanā

no skaidām vai salmiem (6. att.), turklāt pusi enerģijas un visu oglekli degviela iegūs no biomasas, bet otru pusi enerģijas – no elektroenerģijas, ko elektrolīzes šūnās pēc vajadzības pārvērtīs ūdeņradī. Fišera–Tropša sintēzē augu izcelsmes ogleklis un Saules bateriju elektrība tiks kombinēti sintētiskajā degvielā, kas nekad nebeigsies un būs iegūstama katrā zemē, kur aug zāle un spīd Saule. Regulējot procesa parametrus, varēs ražot tādu benzīnu, dīzeļdegvielu vai petroleju, kādi ir vispiemērotākie patērētāju vajadzībām, un nevienam vairs nenāksies modificēt automašīnu, lai brauktu ar gāzi. Es ļoti ceru, ka nelielas Fišera–Tropša iekārtas tiks izstrādātas pat Marsa kolonizatoru vajadzībām un ražos raķešdegvielu no Marsa atmosfēras ogļskābās gāzes un Marsa ledāju ūdens elektrolīzē iegūtā ūdeņraža. Tādā lomā Fišera–Tropša sintēze varētu kļūt par ārpusējas civilizācijas pirmo nopietno, liela mēroga ķīmisko tehnoloģiju.



5. att. Biomasas gazifikācija un tai sekojoša Fišera–Tropša sintēze ar papildus ūdeņradi var kļūt par Eiropas degvielas rūpniecības pamatu. *Autora zīmējums*

Saite: www.fischer-tropsch.org.

REINAS – RŪRAS MILZENI APKLUSUŠI

AGRA LIPBERGA

Reinas – Rūras apgabala vārds parasti asociējas ar milzīgiem rūpniecības mērogiem. Šis Vācijas apgabals pazīstams kā Eiropas lielākā aglomerācija, kur apmēram 20 pilsētu robežas ir saplūdušas kopā un urbanizācijas līmenis pārsniedz 85%. Akmeņogles, dzelzs rūda, milzīgas rūpnīcas – tā nepavisam nav tipiskā Vācija ar mežģīņu aikariņiem, puķēm uz balkoniem un rūķīšiem zālajos. Un tomēr aina vairs nav tāda, kādu to varējām vērot pirms dažiem gadu desmitiem.

Ceļojums pagātnē

Pirms apmēram 400 līdz 300 miljoniem gadu tagadējā Rūras apgabala dienvidos paleozoja ēras devona un karbona periodos superkontinenta Pangejas attīstības laikā aktivizējās kalnu veidošanās procesi. Tektoniskajās plaisās ielīda magma un veidojās dzelzs rūdas. Vienlaikus ar šiem procesiem tālāk uz ziemeļiem notika arī Zemes garozas grimšana. Laika gaitā to appludināja jūra, veidojās upju deltas, kur nogulsējās no kalniem izskalošanās iežu daļiņas. Karbona periodā valdīja karsts, mitrs klimats, plašas teritorijas pārpurvojās. Tur auga kokveida papardes, kosas un citi augi, no kuriem vēlāk veidojās akmeņogles. Mūsdienās tās ir satopamas pat 3000 metru dziļumā!

Teika stāsta, ka akmeņogles cilvēki atklājuši pēc tam, kad kāds zēns iemetis pavadā melnu mirdzošu akmeni. Tas esot noticis pie Vittenas (*Witten*). Tieši tur jau 16. gs. sākumā tika atrastas pirmās Rūras apgabala ogles un sāka to ieguve. 1743. gadā Vittenā tika dibināta pirmā akmeņogļu ieguves rūpnīca *Nachtigall am Hettberg* (Hetbergas lakstīgala), un šo vietu uzskata par Rūras apgabala ogļrūpniecības šūpuli. Tomēr šos cehus slēdza jau 1892. gadā, jo tie bija pārāk mazi un tik nelielos apjomos iegūt ogles vairs neatmaksājās.



Ogļu ieguvei pārcēla uz Emšeru (*Emscher*), bet drīz vien rūpnieciskie notekūdeņi un kanalizācija mazo Emšas upīti pārvērta par netīru kloāku. Sāka pietrūkt dzeramā ūdens. Notika arī šahtu iegruvumi un plašu teritoriju applūšana.

Notikumi Rūras krastos

Pašreizējā Rūras apgabala teritorija vēl pirms 200 gadiem bija tipisks lauksaimniecības reģions ar nelieliem ciemiem un pilsētiņām. Sākoties rūpniecības attīstībai pieauga pieprasījums pēc akmeņoglēm un dzelzs rūdas, tādēļ te sākās šahtu būve. Ap 1850. gadu apgabalā jau darbojās gandrīz 300 ogļu šahtas. No ogļiem ieguva koksu, ko tālāk izmantoja domnās par kurināmo rūdas kausēšanai un tērauda ieguvei. Straujā rūpniecības attīstība prasīja arvien vairāk darbaspēka. Reģiona iedzīvotāju skaits strauji auga.

Tomēr Vācijas dzelzs rūdās ir samērā neliels tīrā metāla daudzums (25–45%), tāpēc pēc Otrā pasaules kara sāka izmantot arī ievestās rūdas, galvenokārt no Brazīlijas, Kanādas, Zviedrijas un pat Austrālijas. Lai regulāri nodrošinātu izejvielu pievešanu, rūpniecības uzņēmumus būvēja pie upēm un kanāliem, kur no kuģiem ērti izkraut rūdu un akmeņogles. Laika gaitā par nozīmīgāko apgabala ostu kļuva Duisburga (*Duisburg*), kas atrodas Reinas krastā un ir arī citu svarīgu transporta ceļu mezgls. Mūsdienās Duisburga ir lielākā upju osta pasaulē.

Līdz ar pasaules ogļu (1958. gadā) un tērauda (1975. gadā) krīzēm Rūras apgabala rūpniecība tika



Duisburgas osta – mūsdienās un 1911. gadā.



Duisburgas rūpnīcu rūdas krātuves pagājušā gadsimta sākumā.

pārstrukturizēta. Šo procesu pavadīja ekonomiskas grūtības. Lielākā daļa šahtu un rūpnīcu tika pakāpeniski slēgtas. Mūsdienās darbojas vairs tikai sešas ogļu šahtas un trīs koksa rūpnīcas. No 1980. līdz 2002. gadam ieguves rūpniecībā darbu zaudēja ap 500 000 strādājošo. Bezdarba līmenis pārsniedza 13%.

Bet nekas nestāv uz vietas. Kalnrūpniecību nomainīja jaunās industrijas nozares – mašīnbūve, elektrotehnika, precīzā mehānika, kā arī informācijas tehnoloģijas.

Tomēr arī mūsdienās te darbojas gigantiskie koncerni “ThyssenKrupp”, RAG, “Degussa”, elektro- un gāzes kompānijas RWE un E.ON, kā arī daudzi citi.

Rūpniecības “milži”

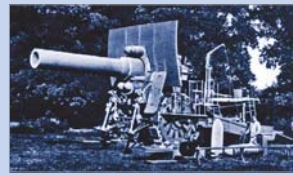
Akciju sabiedrība “ThyssenKrupp” ir vislielākais Vācijas tērauda ražotājs. Tas dibināts, 1999. gadā apvienojoties uzņēmumiem “Thyssen” un “Krupp”. Koncerna galvenā pārvalde atrodas Diseldorfā, bet galvenie centri ir Duisburgā un Esenē. Darbinieku skaits pārsniedz 187 000, bet gada ienākumi – 47 miljardus eiro.

Augusts Tisens (*August Thyssen*) kopā ar brāli Jozefu (*Joseph*) darbību sāka 1891. gada septembrī ar akmeņogļu ieguvu, bet jau tā paša gada decembrī pie Duisburgas lika pamatus savai pirmajai tērauda rūpnīcai.

Krupu (*Krupp*) dinastijai no Esenes ir 400 gadu sena vēsture. Šis vārds kļuva slavens 19. gadsimta sākumā, kad Frīdrihs Krups (*Friedrich Krupp*) 1811. gadā Esenē dibināja nelielu tērauda ražotni. Viņa dēls Alfrēds, kuru sauca arī par “Alfrēdu Lielo”, pievērsās jaunām tehnoloģijām un attīstīja dzelzceļa sliežu un lokomotīvu ražošanu. Slīdes viņš veiksmīgi pārdeva

“Resnā Berta”

Viens no pazīstamākajiem Krupa uzņēmumu ražotajiem ieročiem ir lielgabals “Resnā Berta” (*Dicke Bertha*, latviski bieži arī “Lielā Berta”), kas nosaukts par godu Gustava Krupa sievai. Šo sava laika brīnumieroci konstruēja 20. gadsimta sākumā un izmantoja gan Pirmajā, gan Otrajā pasaules karā. Lielgabals svēra 42,6 tonnas, tā kalibrs bija 42 cm, lādiņu svars sasniedza 820 kg, bet šāviena attālums – 15 kilometrus. Katrs šāvīns izmaksāja 1500 markas. Pats lielgabals maksāja 1 miljonu marku un bija paredzēts 2000 šāvieniem. Iespaidīgi rādītāji tam laikam!



Amerikā. Šo veiksmīgo posmu atgādina arī firmas zīme – trīs savijušies sliežu aplī. 1912. gadā Krups patentēja nerūsējošā tērauda ražošanas tehnoloģiju. Krupu uzņēmumi ražoja arī ieročus.

Duisburgas uzplaukums un neparastās pārmaiņas

Kopš 17. gadsimta Duisburgā bija tikai tabakas ražotnes un nelielas tekstilmanufaktūras. Industrializācija sākās 19. gadsimta pirmajā pusē, kad tika uzcelta pirmā sērskābes fabrika. Gadsimta vidū tika dibinātas lielās Tisena un Krupa fabrikas, kas veicināja visas pilsētas attīstību. Strauji auga iedzīvotāju skaits un 20. gadsimta sākumā tā jau bija kļuvusi par lielpilsētu.

Auga dienvidu osta, kuras pirmsākumi meklējumi 18. gadsimta sākumā. Pēc Otrā pasaules kara rūpniecība, sevišķi tērauda ražošana, attīstījās tik lielos apjomos, ka reģionā vispār nepastāvēja bezdarba problēma. Tika pieņemts arī darbaspēks no ārzemēm – Grieķijas, Itālijas, Turcijas.

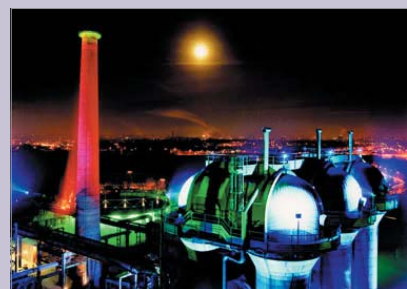
Tomēr jau 20. gadsimta 80. gados vairāku rūpnīcu iekārtas bija novecojušas un tās tika slēgtas. Šis process turpinājās. Kas tad notika ar daudzajiem rūpniecības gigantiem? Tos pārvērtā par izklaides objektiem!

Rūpniecības ainavu parks (*Landschaftspark Duisburg – Nord*) pilsētas ziemeļdaļā aizņem apmēram 230 hektārus slēgtas metalurģiskās rūpnīcas teritorijā. Tajā ieejot, šķiet, ka laiks ir apstājies. Uz slīdēm stāv vagoni, kas nekur vairs nebrauks, rūdas glabāšanai paredzētie milzu bunkuri ir tukši. Pie to

sienām trenējas klinšu kāpēji. Virs galvas augstu paceļas gigantiskas celtnes, cauruļu mudžeklis, visur valda klusums. Netālu redzama skolēnu grupa, kura iepazīstas ar savas valsts rūpniecības vēsturi. Pa metāla kāpnēm var uzkāpt 70 metru augstumā, no kurienes skatam paveras milzīgi plaša rūpniecības zona. Vairāki dūmeņi kūp – tā-

pat daļa rūpnīcu vēl darbojas. Kāda afiša reklamē koncertus. Izrādās, ka bijušajā spēkstacijā ierīkota lieliska koncertzāle, jo telpas izmēri ir iespaidīgi: 20 m augstumā, 170 m garumā, 35 m platumā. Savukārt vecais gāzometrs (gāzes glabātava) pārbūvēts par vasaras kino teātri. Tomēr tas vēl nav viss! Nedēļas nogalēs un svētku dienās rūpnīcas izgaismo. Tas ir mākslinieka Džonatana Pārka (*Jonathan Park*) projekts.

Pa Reinu liellaivas joprojām pārvadā ogles, tērauda plāksnes un citas kravas, bet vairākas kuģu būvētavas jau pārkvalificējušās un sākušas ražot jahtas. Gar krastu pā-



Duisburgas rūpnīcu ainavu parks naktī tiek izgaismots.



Dažu rūpnīcu dūmeņi joprojām piesārņo atmosfēru.



Duisburgas rūpniecības muzejs. Milzīgās domnas ir apklusušas.



Termoelektrostacija Reinhausenā – netālu no Duisburgas.

ris kilometru garumā izveidots kuģu muzejs. Katram no tiem ir gana iespaidīga vēsture.

Maksimiliāna chehi

Hammas pilsētā atradās akmeņogļu atradnes “Maksimiliāna chehi” (“*Zeche Maximilian*”). To vēsture aizsākās gadsimtu mijā (1899./1900.), jo ogles bija nepieciešamas tērauda ražošanas uzņēmumiem (“*Maximilianhütte AG*”). Pirmās



“Nachtigall” chehi un stikla zilonis.



šahtas tika ierīkotas 1902. gadā, bet tās vairākkārt appludināja tuvējo avotu ūdeņi, kā arī notika gāzu izplūdes, kas apgrūtināja un aizkavēja darbus. Otrā pasaules kara laikā šahtās neilgu laiku strādāja krievu karagūstekņi. Pēc kara sekoja pēdējie mēģinājumi apturēt pazemes ūdeņu straumes un nosusināt šahtas, bet to neizdevās īstenot. Līdz 1980. gadam tās atkal pārplūda un kļuva neizmantojamas. Pēc pāris gadiem tur sākās labiekārtošanas darbi un tika ierīkots atpūtas parks. Par pagātni atgādina milzīgs 40 metrus augsts stikla zilonis, kas izveidots vienā no senajām celtnēm. Mūsdienās Maksimiliāna parkā ir lielas bērnu izklaides vietas – var vērot pirātu kuģu cīņas virs ūdens vai trenēties klinšu kāpšanā, tauriņu mājā aplūkot ap 200 tauriņu sugu. Tur ir arī bišu māja, dabas centrs. Skolēni var apmeklēt īpašu bioloģijas centru, kura devīze ir: “Atklāt, saprast, aizsargāt”.

Oberhauzenas brīnumi

Oberhausen ir viena no milzīgās aglomerācijas pilsētām un atrodas blakus Duisburgai. Tur kādreizējos rūpniecības objektos ierīkoti milzīgi izklaides centri. Bijušajos cehos

vairākos stāvos izbūvēts Eiropas lielākais iepirkšanās komplekss – *Centros*, kur zem viena jumta izvietoti vairāk kā 200 veikali, kafejnīcas un izklaides vietas. (Mūsu *Dominica*, kas ierīkota bijušajos VEF cehos, ir neliela tā kopija.)

2004. gadā tika atklāts iespaidīgs akvārijs “*Sea Life*” ar apmēram 20 000 jūras iemītniekiem un 20 metrus garu stikla tuneli. Vēl 40 akvāriji attēlo ūdens virzīšanos no kalnu straute līdz ietekai jūrā.

Sevišķs objekts ir Oberhauzenas gazometrs (*attēlā*). Ar ietilpību 350 000 m³ tā bija lielākā šāda veida gāzes krātuve Eiropā un otrā lielākā pasaulē. Otrā pasaules kara laikā gazometrs cieta bombardēšanas laikā un 1945. gadā tika slēgts. 1946. gadā remontdarbu laikā celtni aizdegās un to nācās būvēt no pašiem pamatiem. Pēc tam tas darbojās no 1949. līdz 1988. gadam. Kopš 1994. gada gazometru izmato kā skatu torni, izstāžu telpu, koncertzāli un citiem nolūkiem.



Oberhauzenas gazometrs.

Milzīgā telpa ļauj realizēt pavisam neparastas idejas. Mākslinieki Kristo un Žanna Kloda 1999. gadā realizēja projektu “*Mūris*”, no 13 000 krāsainām naftas mucām izveidot 26 metrus augstu un 68 metrus garu sienu.

Izstādē “*Cerību vējš*” (“*Wind der Hoffnung*”) tika izstādīts 55 metrus augstais un 38 metrus platais gaisa balons, ar kuru Bertrāns Pikārs (*Bertrand Piccard*) un Braiens Džonss (*Brian Jones*) 1999. gadā aplidoja apkārt zemeslodei.

Pašreiz gazometrā apskatāma izstāde “*Debesu acis*” (“*Das Auge des Himmels*”) – 56 liela izmēra no kosmosa uzņemtas satelītfotogrāfijas.

Tie ir tikai daži piemēri par to, kā lielākais Eiropas rūpniecības reģions pārvēršas par lielāko izklaides reģionu. Redzētais raisa pārdomas par to, cik milzīgi resursi ieguldīti gigantisko rūpnīcu radīšanai, kas tagad ir apklusušas. Tomēr arī nedaudzās atlikušās rūpnīcas un elektrostacijas ir ļoti iespaidīgas. To tuvumā cilvēks jūtas kā sika skudra.

ZIEMEĻAUSTRUMVIDZEME

AGRA LIPSBERGA

Saistoši ir ceļojumi uz tālām zemēm, kur var redzēt skaistas ainavas un iepazīt dažādas neparastas tradīcijas. Tomēr arī Latvijā ir daudz interesanta un neredzēta.

Tieši uz ziemeļaustrumiem

Ja jūsu rīcībā ir tikai viena vai divas brīvas dienas un vēlme paceļot, tad var doties pa Vidzemes šoseju ziemeļaustrumu virzienā, neaizkavējoties tādās populārās un pazīstamās vietās, kā Sigulda un Cēsis. Pabraucot garām Smiltenes ceļam, ainavā redzēsiet arvien mazāk apdzīvotu vietu un pretim braucošo mašīnu būs arvien mazāk. Tomēr tas nenozīmē, ka nonāksiet neapdzīvotā mežonīgā apvidū, kur nav ko redzēt.

Tuvojoties Apei, reljefs kļūst pauguraināks, ainavas pievilcīgākas – tas nozīmē, ka sasniegta Alūksnes augstiene. To reizēm dēvē par Vidzemes augstieni miniatūrā, jo pauguri nav tik lieli, toties stāvākām nogāzēm, ezeri ir mazāki, toties dziļāki. Arī klimats šajā novadā ir bargāks. Ja ziemā Rīgā reizēm sniega segas nav vai arī tā turas īsu laiku, tad Alūksnes augstienē vienmēr ir biezas kupenas un īsts ziemas sals. Sniegpuņķi maija sākumā te nav nekas neparasts, tāpat kā salnas reizēm pat ap Jaņiem. Stāvās pauguru nogāzes un bargais klimats vienmēr ir radījuši problēmas zemniekiem. Tāpēc visos laikos ir bijusi nepieciešama atjautība un izdoma, lai izdzīvotu šajā skarbjā vidē. Tā kā novads atrodas Latvijas nomalē, tad šejieniešus mēdz dēvēt par malēniešiem. Un viņiem galvas vienmēr ir strādājušas! Ne velti dažas no populārākajām anekdotēm stāsta, kā malēnieši gaisu ar maisiem istabās nesuši, bet visi, kuri

prot rakstīt, ir rakstnieki. No malēniešiem cēlušās daudzas izcilas personības.

Gan laukos, gan nelielajās pilsētiņās Apē un Alūksnē patiešām ir ko redzēt. Arī informācijas centru darbinieki vienmēr ir laipni un atsaucīgi.

Pilsētiņa maza, maza...

Apē ir pavisam neliela pilsētiņa Vaidavas upes krastā un noteikti pazīstama krustvārdu miklu cienītājiem, jo gandrīz visās ir jautājums par pilsētu ar īsāko nosaukumu. Apē dzīvo apmēram 1900 iedzīvotāju, tomēr tai ir diezgan sena vēsture.

“Kā plaukstā starp Vidzemes pakalniem, ziedošiem mežiem un tīrumiem, ar Vaidavas straumi likteņa līnijā snauz Ape, vasaras saulē sasīlusi, un ciemos gaida,” raksta Jānis Miezītis, arī viens no rakstošajiem malēniešiem.

Apē izveidojusies uz muižas zemes, ko Livonijas ordeņa mestrs 1420. gadā izlēņoja G. G. Hopem. No viņa uzvārda cēlies muižas nosaukums – Ope (no 1925. g. – Ape). Te krustojās ceļi, kas veda uz Igauniju un Krieviju. Miesta tiesības Ope ieguva 1921. gadā. Attīstību veicināja 1903. gadā atklātais šaursliežu dzelzceļš Stukmaņi–Ape–Valka. Miests kļuva par tirdzniecības un amatniecības centru. Liela daļa ēku tika būvētas no vietējā dolomīta.

Kopš 1974. gada Apē notiek tradicionālais “Vaidavas kauss” motokrosā, ko pēdējos gados papildina velo- un autosacensības.

Apē ieteicams apskatīt rakstnieces Elīnas Zālītes muzeju, Dzeniņu dižvītolu (apkārtmērs 8,67 metri), ko uzskata par



Dzenišu dižvītols pie Apes tiek uzskatīts par lielāko savas sugas pārstāvi ne vien Latvijā, bet daudz plašākā mērogā.

resnāko šīs sugas koku Eiropā, Raganu klintis Vaidavas krastā, kas veidojušās smilšakmeņos.

Interesanti, ka turpat netālu smilšakmeņu slāņus nomaina dolomīti. Pie Grūbes spēkstacijas Vaidavas krasti jau ir pavisam savādāki. Pirms aizsprosta izbūves tur atradās Latvijas augstākais ūdenskritums – 4,2–4,3 metrus augsts, kurā atsedzas Pļaviņu svītas dolomīti.

Kādreiz ūdenskritums ir bijis iespaidīgs, taču uz tā ir uzcelts mazā HES dambis. Ūdenskritumam ir bijušas divas pakāpes – 2 m un 2,2 m augstas.

Veidojot dambi, dolomīti tika apmūrēti. Ūdenskrituma augšējā pakāpe tika apmūrēta gandrīz pilnībā, apakšējā pakāpe – tikai vietām. Kad mazā HES netiek darbināta, Vaidavas upes straume tiek novadīta pa blakus kanālu un pār ūdenskritumu ūdens neplūst. Lejpus ūdenskrituma Vaidavas labajā krastā izveidojies 4 m augstais Grūbes dolomītu atsegums.



Raganu klintis pie Vaidavas upes.

Pauguru un ezeru zemē

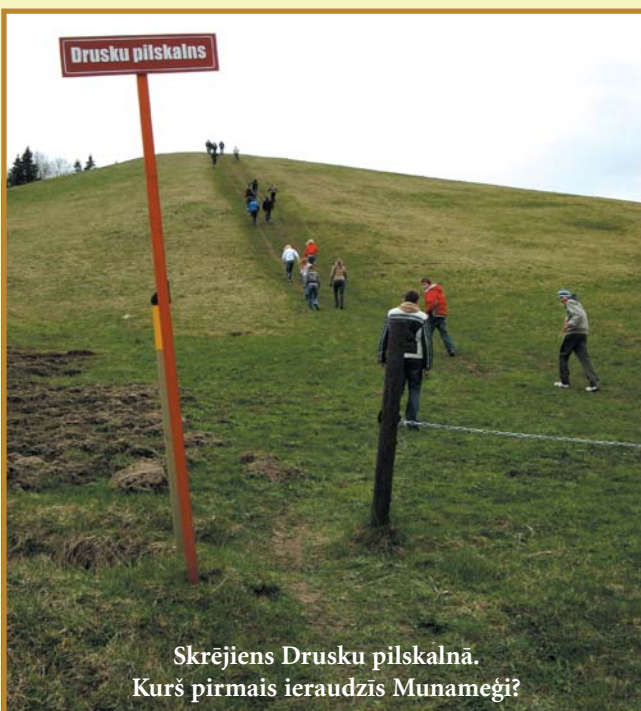
Šoseja tālāk ved virzienā uz Jaunlaiceni un Veclaiceni. Jaunlaicē var aplūkot baronu Volfu muižas parku un kapenes. Tālāk aiz pāris likumiem var pamanīt debesis slejāmijs Latvijas augstākās baznīcas torni. Tā ir Apukalna (Opekalna) baznīca, kas 18. gs. uzcelta 235 metrus augstā paugura virsotnē. Baznīcas torņa gailis paceļas vēl par 23 metriem augstāk.

Tautas teika. *Augstā kalna galā stāv veca jo veca baznīca. Tā celta 1784. gadā un atrodas Alūksnes rajona Jaunlaicenes ciemā. Tā ir apmēram 50 metrus augsta, bet celta no lieliem jo lieliem akmeņiem. Bet, tā kā akmeņi bija kalna pakājē, tad šo akmeņu dabūšana kalnā nebija tik viegla. Tādēļ tos kalnā vēla ar velšanu. Tajā laikā jau pie šīs baznīcas celšanas strādāja vergi. Viņi vēla akmeņus kalnā un sauca: "Op, op!" Baznīcas celšana vilkās vairākus gadus. Un op, op, op viņi sauca tādēļ, ka tā bijis it kā vieglāk akmeņus dabūt kalnā. Tādēļ arī barons licis šo baznīcu nosaukt Opekalna vārdā. Vēl arī tagad viņa sauca par Opekalna baznīcu.*

Ceļš ved lejup un tūlīt atkal tiecas augšup, jo priekšā paceļas Sauleskalns (267 m v.j.l.). No tā pa labi var manīt Alūksnes augstienes augstāko virsotni Dēliņkalnu (272 m v.j.l.), bet priekšā paveras plašs skats uz mežiem un pauguriem. Nogriežoties pa kreisi Kornetu virzienā, pēc brīža redzams Drusku pilskalns (247 m v.j.l.), kas ievērojams ar to, ka ir visstāvākais paugurs Latvijā. Nogāzes slīpums sasniedz 45°, relatīvais augstums pret ezera līmeni – 90 metrus. No virsotnes skaidrā laikā var ieraudzīt Igaunijas augstāko virsotni – Lielo Munameģi (318 m v.j.l.). Ir vērts apskatīt dziļos un gleznainos Kornetu – Peļļu subglaciālās iegultnes ezerus (*attēlā raksta ievadā* – Lielais Baltiņš, tā maksimālais dziļums sasniedz 30 metrus).

Par populāru tūrisma objektu kļuvusi zemnieku saimniecība "Mauriņi", kur var aplūkot savvaļas zirgus un govīs, mini zoodārzu ar trušiem, seskiem, kazām un citiem zvēriem, nopērties lauku pirtī ar zāļu slotiņām vai vienkārši atpūsties pie kamīna un baudīt zāļu tējas krūzi.

Rajona centrā Alūksnē (vairāk kā 9 000 iedzīvotāju) populārākie objekti ir pilsdrupas Pilssalā, Jaunā pils (19. gs.),



Skrējiens Drusku pilskalnā. Kurš pirmais ieraudzīs Munameģi?



Skats uz Alūksnes ezeru no Saules tilta pie Tempļa kalna.

Tempļa kalns – senākā apdzīvotā vieta pie Alūksnes ezera, Bībeles tulkotāja Ernsta Glika stādītie ozoli, Bībeles muzejs, baznīca, bānītis, skaistās parka strūklakas un dažādas citas vietas.

Alūksnes ezers ir viens no visaugstāk esošajiem Latvijas ezeriem – 183,7 m v.j.l. Tas atrodas Vaidavas pazeminājumā un ir vienpadsmitais lielākais Latvijas ezers, tā platība 15,4 km² (kopā ar salām – 15,6 km²).

Teika par ezeru un tā salām. *Senatnē ezera vietā bijis līdzens un divas zemnieku mājas. Tajās dzīvojuši divi saderināti jaunieši. Pūsim iepatikusies cita un viņš to apprecējis. Atstātā līgava lūgusi Pērkontēvu sodīt neuzticīgo līgavaini. Kāzu vakarā šķīlušies zibeņi, bet jaunais pāris par to tikai smējies. Tad sācis līt lietus – ar tādu sparū, ka virs ūdens palicis tikai līgavas plīvurs un līgavaiņa cepure. No tiem radušās salas – Garā sala un Cepurīte.*

Livonijas ordeņa pils būvēta 1342. gadā Alūksnes ezera Marijas (Pils) salā. Ņemot vērā novietojumu pie pašas vācu valdījumu robežas, pils tika izveidota par stiprāko ordeņa nocietinājumu Livonijas austrumos. Par pils būvēšanu arī tapusi teika. *Vācieši ielenkuši ezera krastā stāvošo latgaļu pili, bet tās aizstāvji nolēmuši labāk sevi sadedzināt nekā padoties. Karavīri dzīvi sadeguši pili, bet viņu dvēseles pārvērtušās putnos, kas pastāvīgi kavējuši vāciem mūra pils celtniecību – cik tie pa dienu uzcēlušies, tik putni pa nakti nopostījuši. Tā tas turpinājies labu laiku, kamēr vāci savas pils pamatos iemūrējuši dzīvu jaunu latvju meiteni. Tad putni aizlaidušies un pils pabeigta.*

Seno malēniešu tehnoloģijas

Pilsētā orientēties ir viegli, bet ne visi varbūt zina, ka no teikti vajadzētu doties Kalncempju virzienā un apskatīt Ates (Ottes) dzirnavu brīvdabas muzeju. Tas atklāts 1985. gadā, pateicoties sava novada patriotam Viktoram Ķirpam. Padomju laikā droši vien nebija tik vienkārši veidot un saglabāt latvisku vidi. Senajās 18. gadsimta



Ar šādu traktoru zemes darbus strādāja pirms vairākiem gadu desmitiem. Mūsdienu jauniešiem tā ir eksotika.



Izrādās, ka griezt dzirnakmeņus ir ļoti grūti, lai arī tas skaitījās sieviešu darbs.

Linu kuļamā ierīce. To parasti grieza zirgs, iedams pa apli. Sēdekļi gan parasti lika kādu no mazākajiem bērniem, jo arī viņiem bija jāstrādā kopā ar lielajiem.



Visi att. – A. Lipsbergas foto

ūdendszirnavu un tuvējās latviešu lauku sētas 13 ēkās apskatāmi vairāki tūkstoši eksponātu. Ikviens var izmēģināt pastrādāt ar senajiem darbarīkiem, kas mūsdienu moderno tehnoloģiju laikmetā vairumam jauniešu ir kļuvuši nezināmi un eksotiski. Tad nu izrādās, ka slīmests nav slinks cilvēks, bet gan ierīce zaru mizošanai. Folklorā bieži pieminētā labības kuļšana ar spriguļiem prasa zināmu izveicību, tāpat kā darbošanās smēdē ar smagajiem kalēja darbarīkiem. Miltu malšana ar dzirnakmeņiem izsenais bijis sieviešu darbs, taču izrādās, ka iegriezt smagos akmeņus mūsdienu meitenēm nemaz nav pa spēkam!

Senos laikos laukos tika pīti dažādi grozi. Izrādās, ka tajos var lasīt gan kartupeļus, ābolus un sēnes, gan caļus, glabāt dzijas kamolus, nest malku un citas lietas.

Pasākās bieži minētajā rijā žāvēja un kūla labību, bet tur dzīvoja arī velns ar raganu! Abi sastopami arī šajā lauku sētā. Linu kuļšanas talkas bija smags darbs. Bija jāceļas naktī. Arī mazi bērni strādāja. Mūsdienu jaunieši jautā, kāpēc tas bija jādara naktī, kad taču nāk miegs. Atbilde izrādās ļoti vienkārša – dienā bija citi neatliekami darbi. Varbūt tas, ka bērni strādāja kopā ar pieaugušajiem, bija iemesls, kāpēc netika runāts par neirozēm, kompleksiem un citām modernām “kai-tēm”. Darbs izārstēja.

Ja ceļotāji vēlas, Atē var noorganizēt arī nakšņošanu siena šķūnī, kas sevišķi patīkot pilsētas bērniem. Kad visi, jaukas gides vadīti, ir pastrādājuši, visu izložņājuši un aptaustījuši, tiek piedāvāta tēja, pīrāgi, lauku rupjmaize ar kaņepju sviestu, bet pieaugušajiem – arī pa “piņģerotam”.

(Malēniju kopā ar autori apceļoja N. Draudziņas ģimnāzijas 11.a klases jaunieši.)

FRAKTĀĻI – NĀKOTNES ĢEOMETRIJA?



ILONA NUKŠEVICA

“Kādēļ ģeometriju dēvē par vēsu un sausu? Viens no cēloņiem ir tās nespēja aprakstīt mākoņu, kalnu, koku un jūras formu. Mākoņi nav sfēras, kalni nav konusi, krasta līnijas nav riņķa līnijas loki, koka miza nav gluda, zibens neizplatās pa taisnu līniju. Daba ne tikai mums demonstrē augstāku sarežģītības pakāpi, bet pavisam citu tās līmeni.” Kopš 70. gadiem pazīstamā fraktāļu ģeometrijas pamatlicēja Benuā Mandelbrota teiciens rosina iztēli. Vai tiešām Eiklīda teorijai ir precīzāka un pilnīgāka alternatīva? Kāds ir fraktāļu ģeometrijas praktiskais lietojums mūsdienās?

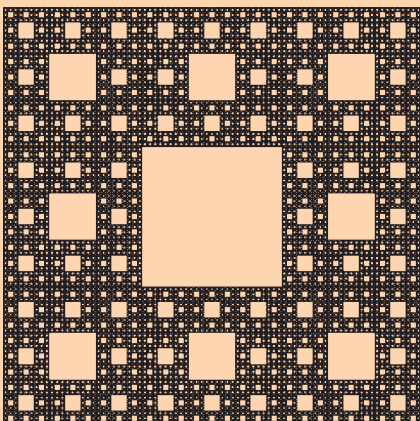
Kāds ir fraktāļa skaidrojums?

Fraktālis populārzinātniskā skaidrojumā ir neregulāra, no fragmentiem sastāvoša forma, kas, dalīta sīkākās vienībās, ir veseluma kopija. Terminu izveidoja Benuā Mandelbrots 1975. gadā, ņemot pamatā latīņu vārdu *fractus*, kas nozīmē “salauzts”.

Fraktāļu īpašības ir sekojošas: 1) saglabājas smalka struktūra patvaļīgi pieņemtās mazos mērogos; 2) pārāk neregulārs, lai būtu iespējams aprakstīt tradicionālās Eiklīda ģeometrijas valodā; 3) piemīt pašlīdzība (vismaz aptuvenā vai sholas-tiskā) – skatoties it kā iekšā attēlā, palielinot un samazinot to, redzami vienādi elementi; 4) piemīt Hausdorfa dimensija, kas ir lielāka kā tā topoloģiskā dimensija.

Fraktāļi tiek konstruēti daudzkārtējā atkārtotā procesā ar formulas palīdzību vai ģeometriskā veidā. Tiem piemīt kopīgas īpašības, taču pastāv atšķirīgas veidošanas metodes. Matemātiski veidotie fraktāļi tiek saukti par modelējamiem, bet dabā pastāvošie – par dabiskajiem. Modelējamus fraktāļus iedala algebriskajos (iegūti kā algebrisku vienādojumu tiešs attēlojums plaknē), ģeometriskajos (iegūti ar laužu līniju palīdzību, katrā mērogā aizvietojo notiektu posmu bezgalīgas atkārtotā rezultātā), stohastiskie (iegūti, izmantojot gadījuma skaitļu ģeneratorus), nelineārie pārveidojumi, atraktori (sarežģītākie no fraktāļiem, nosaka dinamiskas sistēmas uzvedību ilgākā laika intervālā un regulē tās atbilstību deterministiskā haosa ietvaros).

Serpinska paklājs ir viens no pirmajiem ģeometriskajiem fraktāļiem.



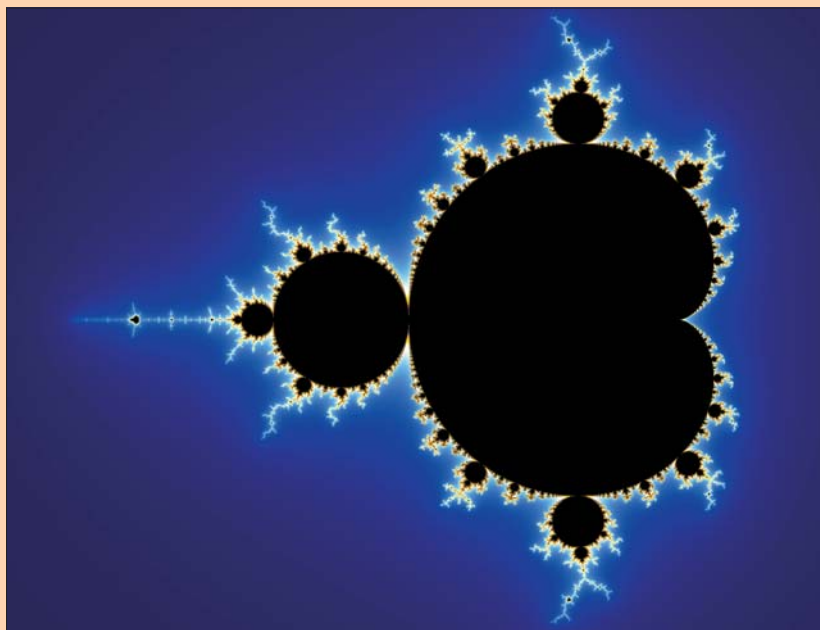
Apskatīsim algebrisko fraktāļu saistību ar dabas fraktāļiem, mēģinot skaidrot vilinošo Mandelbrota ideju par mākoņu un kalnu precīzo mērīšanu. Vienkāršoti algebriskos fraktāļus var skaidrot kā funkcijas vizuālo attēlojumu, taču bieži reālo skaitļu vietā tiek lietota komplekso skaitļu kopa. Fraktāļi iegūti daudzkārtējā atkārtotā procesā, ar datora palīdzību izpildot iterācijas – atkārtotas instrukcijas – noteiktu skaitu reizi, līdz iegūts vēlams rezultāts.

Iterāciju stadijas Albrehta Dīrera pentagona paveidam.



Tā kā dabā pastāv “cits sarežģītības pakāpes līmenis”, kura skaidrošanai līdz šim pastāvošās teorijas var šķist primitīvas, fraktāļu ģeometrija līdz ar moderno haosa teoriju piedāvā deterministisko haosu – nenoteiktība un gadījums tiek ierobežots, taču vienlaikus pastāv arī nesakārtotība.

Pašlīdzības pakāpe fraktāļiem var būt dažāda: 1) stingrā pašlīdzība – ģeometriskie fraktāļi, to samazinājumā tiek iegūta identiska forma (piem., Koha likne, Serpinska paklājs u. c.); 2) daļējā pašlīdzība – algebriskie fraktāļi (piem., Mandelbrota kopa, Džūlija kopas), pētot dziļāk zīmējumā, elements var atšķirties no sākotnējā; 3) statistiskā pašlīdzība – dabas fraktāļi, pastāv nenoteiktība.



Fraktāļu teorijas aizsācēja Benuā Mandelbrota veidotais matemātiskais objekts joprojām uzskatāms par vienu no sarežģītākajiem.

Ko var izmērit ar fraktāļa palīdzību?

Tātad atšķirību starp dabas un algebriskajiem fraktāļiem raksturo pašlīdzības pakāpe. Bet vai iespējams līdzīgās struktūras dēļ precīzākiem dabas formu aprēķiniem aizstāt Eiklīda ģeometriju ar sarežģītāko fraktāļu teoriju? Pirmās praktiskums redzams ikdienā veicamajos mērījumos. Taču dabā pastāv citādas likumsakarības. Fraktāļu teorija dod ieskatu sarežģītākā līmenī.

Ar fraktāļu ģeometrijas palīdzību mūsdienās tomēr mākoņi, upju baseini, koku zaru tīkls netiek "mērīti" Eiklīda izpratnē. Dabas formām ar fraktāļu ģeometrijas palīdzību tiek rēķināta dimensija. Atšķirībā no Eiklīda ģeometrijā apskatāmajiem objektiem, tiem piemīt fraktālā (Hausdorfa) nevis topoloģiskā (punktam dimensija ir 0, taisnei – 1, plaknei – 2, telpai – 3) dimensija. Tā nav vesels skaitlis. Ir dažādas metodes, ar kuru palīdzību tiek aprēķināta fraktāļa dimensija. (Piemēram, lineālu, riņķu vai kastīšu skaitīšanas metodes. Pēdējā fraktāli pārklāj ar pēc iespējas mazāku skaitu kvadrātu ar noteiktu malas garumu un saskaita kvadrātus. Malas garumu samazina, pārklāj ar vēl mazākiem kvadrātiem, saskaita tos utt. Dimensija ir logaritmisks koeficients, kad objektu pārklājošo kvadrātu skaits palielinās, bet kvadrāta malas garums tiecas uz 0.) Veicot aprēķinus vienam objektam ar dažādām metodēm, rezultāti atšķiras.

Interesanti ir plaknes fraktāļu perimetra un laukuma aprēķini. Tā kā pašlīdzīgais fraktālis visu laiku atkārtoti pats sevi, rēķinot perimetru, lielums tiecas uz bezgalību. Turpretī laukums, ko tas ierobežo, ir galīgs lielums. Tas skaidrojams ar dimensiju atšķirībām – laukums atrodas plaknē (dimensija 2), bet perimetrs ir līnija (dimensija 1).

Vai augšanas procesu varētu paredzēt?

Tā kā determinētie fraktāļi tiek modelēti ar matemātisku izteiksmju palīdzību, izpildot noteiktas darbības, rezultāts ir zināmā mērā prognozējams (lai gan viens no pirmajiem fraktāļiem – Mandelbrota kopa – nav līdz galam izpētīta un uzskatāma par vienu no sarežģītākajiem matemātiskajiem objektiem). Rodas jautājums – vai dabas fraktāļiem būtu iespējams paredzēt nākotnes attīstību?

Jēdziens, kas ir matemātiski izveidots, ir tikai līdzīgs dabai. Dabas fraktāļiem nevar izveidot teorētiskas definīcijas. Dimensiju aprēķini jāveic ar aproksimācijas metodēm. To skaits norāda, ka objektam piemīt fraktālā struktūra. Dziļāk pētot dabas objektu, dimensijai būtu jābūt tādai pašai, ja tā atšķiras, var konstatēt novirzes attīstībā.

Dabas fraktāļiem piemīt statistiskā pašlīdzība un gadījuma raksturs, un uzbūvi precīzi nav iespējams noteikt. Tomēr

pastāv kopīga metastruktūra, dzīvās dabas fraktāļiem ģenētiskā informācija nosaka sugu pamatiezīmes. Fraktāļus raksturo arī adaptivitātes pakāpe, kas ļoti izteikta dzīvajā dabā.

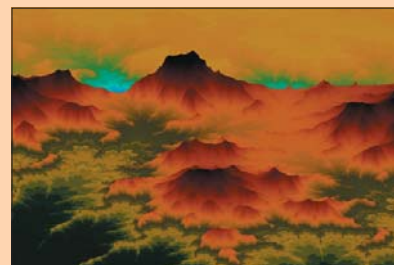
"Visuma fabrika", mākslinieks – Luiss Pena.

Fraktāļi un haosa teorija ir cieši saistīti ar nelineāro sistēmu dinamiku. Tā ir mūsdienu zinātnes nozare, kas pēta, piemēram, tādus procesus, kuros nelielas izmaiņas sākuma nosacījumos var izraisīt milzīgas novirzes tālākajās prognozēs. Sākotnēji determinēta sistēma var pāriet par haotisku nelineāro procesu rezultātā. Tomēr haoss ir determinēts, un gadījuma loma tajā ir ierobežota. Gan dzīvajā, gan nedzīvajā dabā bieži sastopamas šādas nelineāras sistēmas ar augstu sarežģītības pakāpi. To aprakstam izmanto fraktāļu ģeometriju. Tā kā dabas fraktāļiem attīstības procesu ietekmē daudzi ārēji faktori (piemēram, augam – temperatūras izmaiņas, vēja, mākoņu veidošanās, augsnes sastāvs), nav iespējams ar fraktāļu ģeometrijas palīdzību pilnībā paredzēt nākamo attīstības soli.

Kalna veidošanās formulu izrēķināt nav iespējams?

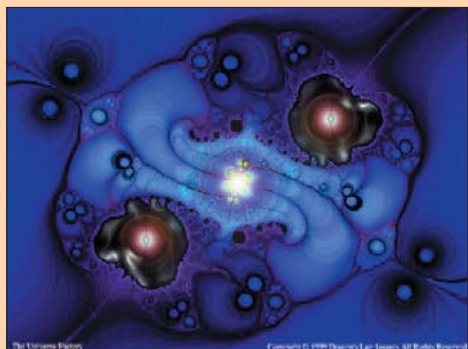
Lai gan Mandelbrots fraktāļu ģeometriju dēvēja par dabas ģeometriju, ar tās palīdzību līdz šim dzīvē nav iespējams, piemēram, zinot kalna parametrus, izveidot tā uzbūves formulu. Tomēr fraktāļu teorijai ir plašas iespējas datorgrafikā. Ilustrācijas ir pārsteidzoši līdzīgas dabas formām.

"Amerikāņu rietumi" – fraktāļu tehnikā veidots attēls ar dabas ritmiem līdzīgu haosa struktūru.



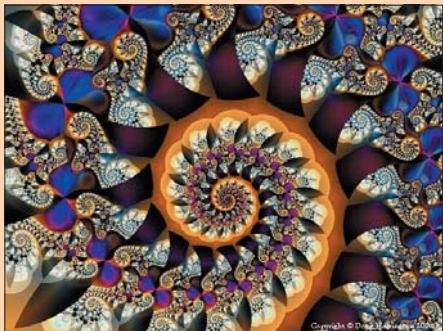
Fraktāļi tiek zīmēti, atkārtojot lielu iterāciju skaitu (vairāki tūkstoši vai desmiti tūkstošu, atkarībā no tā, cik precīzu attēlu vēlas ieraudzīt). Jo lielāks skaits iterāciju, jo drošāk var apgalvot, ka dotais sākotnējais punkts konverģē (t.i., iterācijas tiecas uz noteiktu vērtību) vai diverģē (t.i., iterācijas tiecas uz bezgalību vai oscilē – robeža neeksistē). Tas ir, tiek aprēķināta noteiktas funkcijas f vērtība dotajā punktā z_0 (piemēram, slavenā Mandelbrota kopa tiek veidota ar kompleksas funkcijas $f(z) = z^2 + c$ palīdzību), pēc tam tiek aprēķināta funkcijas f vērtība punktā $f(z_0)$, tad f vērtība punktā $f(f(z_0))$, utt., fiksēts skaits iterāciju reižu (katrā nākamajā iterācijā tiek izmantots iepriekšējais iznākums). Iterāciju rezultātā iegūtie punkti vai sākotnējie punkti (piemēram, Mandelbrota kopas gadījumā) tiek vizualizēti, izmantojot komplekso skaitļu kopu. Dators šādi pārlūko noteiktu kompleksās plaknes apgabalu.

Katra dotā punkta iterāciju uzvedība tiek klasificēta – tā var būt ierobežota vai neierobežota, tā var konverģēt vai diverģēt (piemēram, Mandelbrota kopas punktu iterācijas ir ierobežotas ar skaitli 2). Atkarībā no tā, cik ātri (punktam) notiek dilšana, augšana vai tuvināšanās robežai, punktu nokrāso citā krāsā. Veidojas līnijas, pa kurām punkti "uzvedas" līdzīgi – ir ar konverģences (tuvināšanās galīgai robežai) vai diverģences (tiešanās uz bezgalību) īpašību. Tādējādi ar vienādas krāsas līniju un laukumu palīdzību iespējams veidot brīnišķīgus datorgrafikas darbus. Pie noteikta iterāciju skaita cilvēks vairs nespēj saskatīt atšķirības. Atklāts paliek jautājums – cik iterāciju nepieciešams, lai cilvēkam liktos skaisti. Profesionāļi, kas veido fraktāļu darbus, sauc sevi par fraktāļu māksliniekiem, rīko izstādes un konkursus.



Kas ir skaists cilvēka acīm?

Jāsecina, ka ar fraktālu ģeometriju nav iespējams aizvietot Eiklida iedibināto kārtību. Taču fraktālu jēdziens paver plašāku redzesloku, nojauc stingro nemainību un aizvieto to ar deterministisko haosu, kas dod iespēju mazliet tālāk pārvirzīties uz zināmā un nezināmā robežas.



Pašlīdzība un tiekšanās dziļumā.
Daga Haringtona darbs

Fraktālu teoriju izmanto gan haotisku procesu pilnīgākam aprakstam, gan jaunu

Haoss spēj būt arī lakonisks.
Daga Haringtona darbs



objektu radišanai. Fraktālus mākslā izmantoja jau pirms tos pazina matemātikā (piemēram, Albrehta Dīrera "Pentagons"). Pašlaik Džeksona Polloka it kā haotisko krāsu un līniju jaukumu panākumi tiek skaidroti ar deterministiskā haosa struktūru tajos. Iespējams, savas līdzības dabas struktūrām dēļ tieši fraktālu ģeometrija ir pilnīga un skaista cilvēka acīm.

Papildu informācija internetā

- <http://classes.yale.edu/fractals/> – lapa par fraktāliem un to lietojumu.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal> – informācija ar atsaucēm.
- <http://fractalworld.xaoc.ru> – lapa par fraktāliem krievu valodā.
- <http://www.politeh.lv/fraktali/1.html> – ieskats fraktālu teorijā latviešu valodā.
- <http://www.math.yale.edu/mandelbrot> – Benuā Mandelbrota mājaslapa.
- <http://hypertextbook.com/chaos/> – lapa par haosa teorijas būtiskākajiem elementiem.

IQ TESTS

"DZĪVNIEKI MEŽĀ"

Iesāksim ar anekdoti. Drūms lācis ziemā klist pa mežu, dauza galvu pret kokiem un ik pa brīdīm žēli iesaucas: "Nu kāpēc es rudenī tik daudz kafijas izdzēru!" Tāpēc šoreiz tests par dzīvniekiem, ko mēs varam satikt mežā.

1. Kā izskatās brūnā lāča pakalķājas nospiedums?

- A. Apaļš, ar atdalītiem apaļiem pirkstu nospiedumiem.
- B. Iegarens vienlaidu iedobums ar nagu pēdām priekšpusē.
- C. Līdzīgs cilvēka pēdas nospiedumam, tikai priekšgalā plātāks, papēdī šaurāks.

2. Kad mežacūkām ir riesta laiks?

- A. Septembrī, kad vēl ir daudz pārtikas un mežakuiļiem netrūkst enerģijas, kas vajadzīga riesta cīņu laikā.
- B. Novembrī, decembrī.
- C. Februārī. Lielākas izredzes ir tiem kuiļiem, kuri vēl saglabājuši tauku rezerves.

3. Glodene un gludenā čūska ir viens un tas pats.

- A. Jā.
- B. Nē.
- C. Nezinu.

4. Kas ir kliezējpile?

- A. Reti sastopama pile, kas ierakstīta Eiropas Savienības Sarkanajā grāmatā. Latvijā konstatēta tikai rudens pārlidojumu laikā.
- B. Pile *Anas platyrhynchos*. Starp visiem ūdensputniem tās kliezēns ir visskaļākais. Latvijā nav sastopama.
- C. Šādas piles izmanto mednieki.



5. Kad mežā visdrīzāk var atrast nomestos aļņa ragus?

- A. Gada sākumā.
- B. Gada beigās.
- C. Vasarā, jo tad nav sniega.

6. Labi zināms, ka krustknābjiem ir knābis ar sakrustotiem galiem. Bet vai krustknābji dzied?

- A. Jā.
- B. Nē.
- C. Var dzirdēt tikai knakšķus, kas rodas, lobot čiekurus.

7. Vai mežā dzīvo vēžveidīgie?

- A. Nē.
- B. Jā.
- C. Tikai atsevišķās meža upēs un ezeros.

8. Kurš no šiem dzīvniekiem mežā sastopams visbiežāk?

- A. Knislis.
- B. Kolembola.
- C. Mežsargs.

Atbildes – 41. lappusē

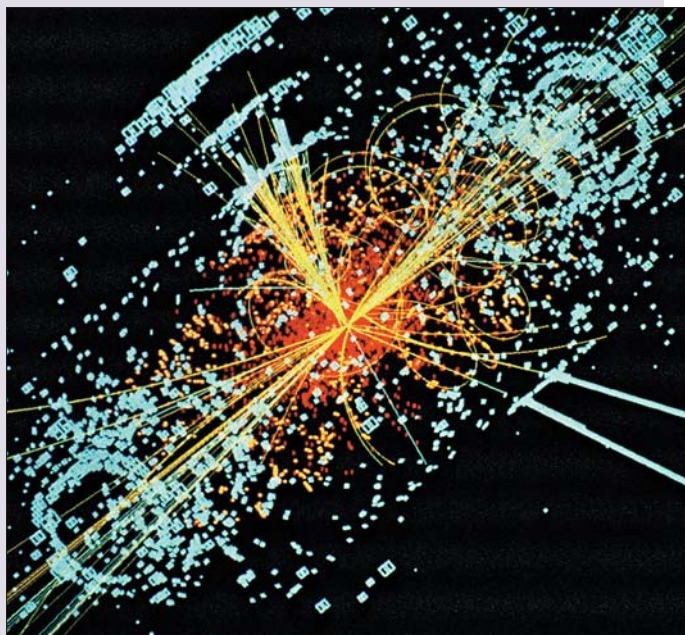
Elementārdaļiņu “bioloģiskā daudzveidība”

Elementārdaļiņas pēc definīcijas ir nedalāmas. Tās iedala divos tipos – bozonos un fermionos.

Standarta modeli **bozonu saime** sastāv no četrām daļiņām, kas nosaka četras dabā sastopamās mijiedarbības. *Fotons* nosaka elektromagnētiskās mijiedarbības, tostarp arī gaismas, izplatīšanos. *Gluons* ir bozons, kas atbildīgs par stiprās mijiedarbības izplatīšanos, nodrošinot atoma kodola stabilitāti. W^+ , Z^0 un W^- bozoni ir atbildīgi par vājās mijiedarbības izplatīšanos, kas nosaka, piemēram, radioaktivitāti. Visus augstākminētos bozonus elementārdaļiņu fiziķi ir novērojuši. Izņēmums ir *gravitoni*, kas ir atbildīgi par gravitācijas mijiedarbības izplatīšanos, un hipotētiskie Hīga bozoni, kas atbild par daļiņu masu.

Fermionu saime ir iedalīta trīs apakšsaimēs. Pirmā veido “parasto” vielu, kas sastāv no *elektroniem*, *elektronu neitrīno*, augšējiem un apakšējiem *kvarkiem*. Šie kvarki ir elementārdaļiņas, kas veido *protonus* un *neitronus*, bet tie savukārt – atomu kodolus. Abas pārējās fermionu apakšsaimes katra satur četras daļiņas, kas pastāvēja tikai Lielā Sprādziena laikā. To pastāvēšana ir pierādāma tikai augstas enerģijas apstākļos.

Tādējādi standarta modelis sastāv no 17 elementārdaļiņām. Šis skaits dubultojas stīgu teorijā, jo pēc supersimetrijas likuma katrs fermions ir saistīts ar vienu bozonu un otrādi. Lai bozona supersimetriskajam partnerim dotu nosaukumu, fiziķi standarta modeļa bozonam vienkārši pievieno piedēkli *-īno*. Tādā veidā rodas *foīno* un *gravitīno*, kamēr W^+ un W^- bozonu superpartneri ir nosaukti par *lādiņīno* (*charginos*) tādēļ, ka tie nes lādiņu. Lai nosauktu fermionu superpartnerus, parasti tiek izmantots piedēklis *s-*. Tā mēs iegūstam *skvarkus*, *selektronus* un *sneitrīno*. Fiziķu valodai ir jāattīstās līdz ar pašu zinātnei...



Simulācija, kā Hīga bozons sabrūk divās strūklās (vidū) un divos elektronos LHC daļiņu paātrinātāja CMS detektorā. Līnijas attēlo iegūtās daļiņas, kas rodas, saduroties ļoti lielas enerģijas protonu pārim. Enerģija, ko daļiņas izkliedēja detektorā, parādīta gaiši zilā krāsā.

© CERN

ļoti stabilām un tādēļ vieglām daļiņām. Vieglajām supersimetriskajām daļiņām piedēvē vairākas kopīgas īpatnības. Tādējādi šīs daļiņas varētu būt tumšās matērijas nezināmās sastāvdaļas, kuras darbības efektus pirmo reizi novēroja šveiciešu astronoms Fricis Cvikijs (*Fritz Zwicky*) 1933. gadā.

Četras mijiedarbības, kas rodas no vienas vienīgas

Vēl viens zinātniekus interesējošs jautājums skar četras fundamentālās mijiedarbības (gravitācijas, elektromagnētisko, vājo un stipro mijiedarbību). Kādēļ to stiprumi ir tik dažādi? Ja, piemēram, salīdzina gravitācijas un elektromagnētisko mijiedarbību, otrā ir nesalīdzināmi stiprāka par pirmo. Viena paša magnēta spēks spēj pārvietot noteiktas masas metāla objektu, kamēr, lai to pašu objektu izkustinātu gravitācijas spēks, ir nepieciešama visa planēta Zeme.

Viena no atbildēm uz šo jautājumu varētu būt apstākļi, ka visas fundamentālās mijiedarbības bija viena vienīga mijiedarbība, kas dominēja pie tās augstās enerģijas, kāda bija Visuma pastāvēšanas sākumā. Līdzīgi kā ūdens pārvēršas ledū, temperatūrai nokrītot zemāk par sasaldēšanas punktu, arī Visuma enerģijai kļūstot pietiekami zema, šī vienotā mijiedarbība varēja sadalīties četrās dažādās – tādās, kādas mēs tās pazīstam šodien. Fundamentālo mijiedarbību apvienošanos pie augstas enerģijas arī izskaidro stīgu teorija (kaut gan tā nav vienīgā teorija, kas to spēj).

Septiņas dimensijas

Viens no stīgu teorijas visiespaidīgākajiem teorētiskajiem panākumiem, bez šaubām, ir citu dimensiju eksistence, neskatot trīs mums tik labi zināmās telpas dimensijas (augstumu, platumu, garumu) un laiku. Patiesi, lai viss būtu matemātiski korekti, stīgu teorijai nepieciešamas septiņas papildu telpiskās dimensijas. Matērija – stiprā, vājā un elektromagnētiskā mijiedarbība – ir piesaistītas trim parastajām telpiskajām dimensijām. Šīs mijiedarbības ir tās, kas ļauj mums uztvert pasauli (piemēram, gaismas elektromagnētiskā mijiedarbība ar vielu). Taču tās nedod mums iespēju uztvert pārējās septiņas dimensijas, kuras paliek “neredzamas”.

Tā daļiņas dzīvo, Visuma enerģētiski aktīvākajos brīžos iznirstot no kvantu nekuriens. Šodien fiziķi tās raksturo kā ļoti mazas, vibrējošas stīgas, paverot ceļu uz vispārējās relativitātes teorijas un kvantu mehānikas apvienošanu. Turpmākajos gados ar LHC palīdzību varētu pārbaudīt atsevišķus teorijas elementus, kā, piemēram, supersimetrisko daļiņu pastāvēšanu, tā palielinot stīgu teorijas ticamību, pat ja neizdotos to pierādīt līdz galam.

Vairāk informācijas

<http://superstringtheory.com/>;

[http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_particle](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_particle;);

http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_energy.

ATTĒLU TESTA ATBILDES

1. C. 2. A. 3. B.

LIELĀ DAĻIŅU PAĀTRINĀTĀJA SOLĪJUMS



2007. gada beigās pats spēcīgākais daļiņu paātrinātājs, kāds jebkad uzbūvēts – CERN Lielais Hadronu paātrinātājs (*Large Hadron Collider – LHC*) sāks meklēt atbildes uz jautājumiem par matēriju un enerģijas stāvokli pirmajos mirkļos pēc Lielā Sprādziena. Ietriecot daļiņas vienu otrā ar ātrumu, kas tuvs gaismas ātrumam, fiziķi cer izpētīt matērijas agrinās formas, izmantojot sadursmēs iegūto enerģiju.

No Lielā Sprādziena enerģijas pārpilnās krāsns “staro” daudzi noslēpumi. Noslēpumi, kurus pētnieki cer atklāt ar neticamo “laika mašīnu”, par ko kļūs LHC. Attēla uzņemšanas brīdī pirmie LHC magnēti jau ir uzstādīti, bet ne savienoti tunelī, kur apla kopgarums ir 27 kilometri. © CERN

Kas sagaidāms no milzīgā Eiropas investējuma, kurš tika izmantots LHC izveidei? Uzbūvētā ierīce virzīs divus protonu kūlus (protoni ir daļiņas, kas ietilpst atoma kodolā un kuri pieder hadronu saimei) pretējos virzienos pa apļveida tunelī (tas garumā sasniedz 27 kilometrus un atrodas zem Šveices un Francijas teritorijas). Lai pietiekami paātrinātu protonus un noturētu tos šaurā kūlī, nepieciešams intensīvs magnētiskais lauks, kādu var iegūt, izmantojot supravadītājus – tie ir materiāli, kas zemās temperatūrās spēj vadīt elektrību bez pretestības un enerģijas zudumiem.

Protonu sadursmes notiek astoņsimt miljonus reižu sekundē, to enerģija sasniedz 14 TeV (teraelektronvolti). Tuvākai izpratnei – 1 TeV ir aptuveni tik liels enerģijas daudzums, kas nepieciešams lidojoša oda kustībām. Taču LHC paātrinātājā šī enerģija tiks koncentrēta tūkstoš miljardu reižu mazākā telpā, nekā kukainim atbilstošā. Tā kā enerģiju var pārvērst daļiņās, kā to mums vēsta princips par masas/enerģijas ekvivalenci relativitātes teorijā – slavenais $E = mc^2$ –, fiziķi cer, ka viņiem izdosies radīt daļiņas, kas līdz šim paātrinātajos nav novērotas. Sadursmju blīvums un intensitāte ir svarīgi, jo tādā veidā palielinās iespēja ieraudzīt jaunu daļiņu rašanos. Tiks izraisītas arī svina atomu kodolu sadursmes – to enerģija sasniegs 1150 TeV, bet sadursmju skaits sekundē būs mazāks.

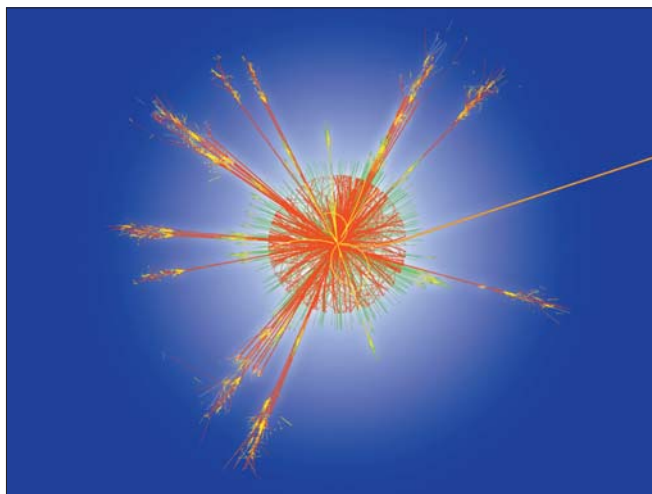
Sākot ar supersimetrijas meklējumiem...

Sadursmes analizēs noteikti detektori. Divus no tiem sauc par CMS (*Compact Muon Solenoid*) un Atlas (*A Toroidal LHC Apparatus*). Tie koncentrēsies uz *supersimetrisko daļiņu* un Higgsa bozonu noteikšanu.

Īsi par supersimetriju. Daļiņu fizikai raksturīgas dažādas simetrijas, piemēram, matērijas un antimatērijas pastāvēšana. Supersimetrija saista fermionus, kas veido matērijas uzbūves ķieģelišus (piemēram, elektronus un kvarkus) un bozonus, kas nosaka mijiedarbības (piemēram, fotonus). Izaicinājums slēpjas apstākļi, ka supersimetriskās daļiņas (daļu no tām sauc par *s-daļiņām*) neviens nekad vēl nav reģistrējis.

Kā tās noteikt? Paradoksāli, bet pēc to neesamības. Tas ir nedaudz līdzīgi, kā atrasties kinoteātrī. Jāsaskaita tos, kas ienāk un iziet, pievēršot uzmanību viņu izskatam un skaitam. Ja kāds beigās neparādās, tad, zinot tos, kas iegāja iekšā, var uzminēt, kurš vēl nav iznācis ārā.

Tādā pašā veidā pētnieki, kuri izmantos LHC, paredz, ka konkrētās sadursmēs ir jārodas šīm *s-daļiņām*, turklāt tās neviens detektors nespēj uztvert. Zinot daļiņu enerģiju pirms sadursmes, to var salīdzināt ar enerģiju, kāda daļiņām piemīt pēc sadursmes. Ja enerģijas atšķiras, tad ir skaidrs, ka kāda daļiņa “nav notverta”. Aprēķinot trūkstāšo enerģiju, zinātnieki var noskaidrot, vai sadursmē bija iesaistīta kāda *s-daļiņa*.



Divu protonu sadursmes simulācija ATLAS detektorā.

© CERN

... līdz pat Higgsa bozonam

Vēl viens izaicinājums CMS un ATLAS detektoriem ir Higgsa bozona konstatēšana. Standarta modelī paredz, ka šim bozonam ir jā mijiedarbojas ar daļiņām un jādod tām masa. Kā? Pieņemsim, ka auditorija ir pilna ar studentiem. Pēkšņi ienāk Alberts Einšteins, studenti viņu aplenc un uzdod jautājumus. Einšteins, mēģinot pārvietoties, apkārt esošo studentu dēļ izjūt zināmu inerci. Līdzīgā veidā daļiņas iegūst masu tāpēc, ka Higgsa bozons mēģina ar tām mijiedarboties. Bet arī šajā gadījumā ilgi gaidītā slaveno bozonu reģistrēšana var notikt tikai netieši, analizējot kā sabrūk tās daļiņas, kuras ir iespējams uztvert.

*No žurnāla RTD info tulkojusi Sandra Vilka. RTD info. Magazine on European Research. Special Issue: EIROforum – February 2007. Nekomerčiāla reproducēšana atļauta.

Daiņu pēdas

Par spīti tam, ka daļiņas nav redzamas, tās ir iespējams uztvert. Lai to panāktu, *LHC* ir aprīkots ar ierīcēm, kas sastāv no vairākām koncentriskām kārtām, gluži kā sipolā tās ieskauj daļiņu kūli vietā, kur notiek daļiņu sadursme. Katra kārtā specializējas konkrēta daļiņu tipa noteikšanā.

- Detektora centrā atrodas noteikšanas telpa, kas sastāv no miljoniem pusvadītāju, kuri rada elektrisko impulsu brīdī, kad ar tiem mijiedarbojas kāda daļiņa. Šos impulsus reģistrē dators, un tādā veidā ir vieglāk rekonstruēt daļiņu trajektorijas.
- Katrā detektorā ir arī magnētiskais lauks. Tas palīdz noteikt un izpētīt lādēto daļiņu trajektorijas. Šīs lādētās daļiņas ir, piemēram, elektroni un protoni, kas magnētiskajā laukā novirzās.
- Vēl viena ierīce ir kalorimetrs, kas arī konstatē daļiņas parādīšanos tajā. Daži kalorimetri aiztur fotonus un elektronus, bet citi ir veidoti tā, lai aizturētu neitronus un fotonus. Tie arī mēra daļiņas zaudēto enerģiju, kādai daļiņai izejot tiem cauri.

Kvarku – gluonu zupa

Trešais detektors, ar ko ir aprīkots *LHC*, ir *Alice* (*A Large Ion Collider Experiment*). Tā mērķis ir izpētīt kodolfizikas vēl neapzinātās sadaļas, it īpaši matērijas stāvokli, kas eksistēja neilgu brīdī pēc Lielā Sprādziena un mūsdienās pazīstams kā kvarku – gluonu plazma.

Kas tā tāda? 20. gs. 60. gados zinātnieki saprata, ka protoni un neitroni, kas veido atoma kodolu, savukārt sastāv no vēl mazākām daļiņām – *kvarkiem*. Kvarkus savā starpā saista stiprās mijiedarbības spēki, bet šo mijiedarbību realizē daļiņas, kas pazīstamas kā *gluoni*. Viena no kvarku īpašībām ir “sabiedriskums”: tie allaž ir pāros vai grupās pa trim, bet nespēj eksistēt individuāli. Jo vairāk kāds mēģina atraut divus kvarkus vienu no otra, jo lielāks kļūst kvarkus saistošais spēks, padarot tos pilnīgi neatdalāmus. Tāpēc saka, ka kvarki ir *saistīti*. Tomēr, ja augstas enerģijas protonus triec vienu otram pretī, rodas kvarku un gluonu “zupa”, kurā kvarkiem ir brīvas pārvietošanās iespējas. Nu varam runāt par kvarku *atsaistīšanos* kvarku – gluonu plazmā.

Montāža tiek veikta ar vislielāko rūpību.

© CERN



Kā izprast atsaistīšanos? Tā nedaudz līdzinās slēpošanai. Ja sniega ir maz, slēpotāji pārvietojas pa konkrētām slēpju sliedēm, jo apkārt ir zāles laukumiņi bez sniega. Ja sniega ir daudz, slēpotāji var mainīt sliedes. Viņi nav saistīti. Fiziķi gan sniega vietā liktu enerģiju. Jo lielāka kvarku enerģija, jo vājāki tos saistošie spēki, un, sasniedzot noteiktu enerģijas līmeni, kvarki kļūst atdalāmi.

Iespējams, ka kvarku – gluonu plazma bija visas matērijas stāvoklis dažas mikrosekundes pēc Lielā Sprādziena. Tieši šā iemesla dēļ fiziķi vēlas to pētīt ar *LHC* radīto svina jonu kūļu palīdzību. Svina joni ir bagāti ar protoniem un neitroniem. Tiem izdodas piešķirt 1150 TeV enerģiju, kas ir nepieciešama, lai radītu un izpētītu kvarku – gluonu plazmu, kāda pastāvējusi Visuma radīšanas sākumā.

Antimatērijas noslēpums

Un, beidzot, pēdējais daļiņu detektors ir *LHCb* (*Large Hadron Collider beauty*). Ar to paredzēts izpētīt smalkās atšķirības starp matēriju un antimatēriju, lai labāk saprastu, kas īsti notika ar Visuma antimatēriju.

Katrā daļiņai (atskaitot mijiedarbību pārnēsējas daļiņas, tādas kā fotonus) ir sava antidaļiņa, kam, cita starpā, ir tāda pati masa, bet pretējs lādiņš. Tā negatīvi lādētajam elektronam atbilst antielektrons jeb pozitrons – ar tādu pašu masu, tikai pozitīvi lādēts. Kad elektrons un antielektrons satiekas, tie iznīcina viens otru, radot lielu enerģijas izdalīšanos. Saskaņā ar elementārdaļiņu fizikas Standarta modeli, Visuma veidošanās brīdī vajadzēja rasties vienādam daudzumam matērijas un antimatērijas. Attiecīgi visām daļiņām vajadzēja savstarpēji iznīcināties un kosmosam šobrīd būtu jābūt tukšam. Taču, palūkojoties apkārt, redzam, ka matērijas ir ļoti daudz.

Uz jautājumu, kur tad palikusi antimatērija, mēģinās atbildēt *LHCb*. Viena iespējamā atbilde slēpjas dažu daļiņu spējā pārvērsties par antidaļiņām un otrādi. Šajā gadījumā matērijas eksistence ir atkarīga no hipotēzes, kas vēl ir jāpierāda – ka Visuma rašanās sākumā antidaļiņu pārvēršanās daļiņās dominēja pār pretējo pārvērtību.

Vai šādu līdzsvara trūkumu var nodemonstrēt? Eksperimentāli novērots, ka tā notiek ar kvarkus saturošām daļiņām *kaoniem*. Antikaoni spontāni pārveidojas par kaoniem, bet pretējais process notiek daudz retāk. *LHCb* pētīs kādu citu daļiņu – *mezonu B*, kas satur b kvarku vai antikvarku.

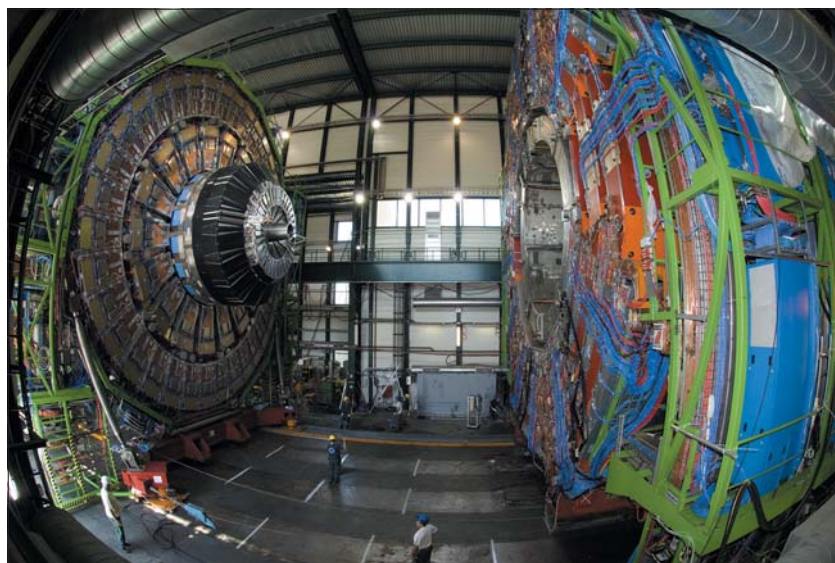
Vairāk informācijas

ATLAS – <http://atlas.ch/>;

CMS – <http://cms.cern.ch/>;

ALICE – <http://aliceinfo.cern.ch/Public/index.html>.

© CERN



CMS detektors īsi pirms aizvēršanas. Lielie diski slīd viens pret otru, lai varētu sākt magnētu pārbaudi un kosmisko daļiņu reģistrēšanu.

PĒTNIIEKA MOTIVĀCIJA

ANDREJS CĒBERS

Raksta pirmajā daļā* autors runā par galvenajiem vadmotīviem, kas pētniekam liek pievērsties tās vai citas problēmas noskaidrošanai. Viņš nosauc **harmonijas** meklējumus, tieksmi pēc **skaistuma**, meklējumus uz **nezināmā robežas**. Šajā daļā formulētas pētnieka personības īpatnības un raksturota pētnieciskā darbība.

Red. piez.

Pētnieka individualitāte

Dažas no iepriekš minētajām problēmām (*kas īsi formulētas ievada rindkopā. Red. piez.*) varētu nosaukt par globālām. Tās atrisina visa pētnieku saime kopumā, lai arī katrā no gadījumiem noteicošais vārds pieder tikai dažiem no viņiem. Katrs atsevišķs pētnieks ir motivēts pētniecības darbam noteiktos apstākļos un sabiedriskā klimatā. Ir laika posmi, kuros sāk parādīties dažādas pseidozinātniskas koncepcijas (piemēram, nesenais pārbūves periods), ir laika posmi, kad dominē racionāla pieeja. Tā arī ir atsevišķu pētnieku gadījumā. Dažs saskata iespēju ar pētniecību izvirzīties, saņemot dažādus apbalvojumus un amatus (konkrētā pētniecības vidē viņi ir viegli atpazīstami pēc ieņemto amatu skaita u. c.), citi pētniecībai pievēršas tīri, tā teikt, sportiskas intereses vadīti – viņiem, lai viņi varētu eksistēt, ir nepieciešams pašaplicināties, pārvarēt noteiktas grūtības (tādi cilvēki tagad, domāju, darbojas pārsvarā biznesa sfērā, pētniecībā to ir mazāk), ir indivīdi, kuri pētniecībā meklē mierinājumu, veldzi no ikdienas dzīves haotiskuma un bezjēdzības utt. Bet, kā ir teicis kāds no A. Einšteina biogrāfiem, bez pieminētajām pētnieku kategorijām pastāv arī atsevišķi reti sastopami indivīdi, kuri pētniecībai ir motivēti Visuma harmonijas meklējumos. Kā vienu no tiem viņš min A. Einšteinu.

To, ka pētniekam savos meklējumos nepieciešams “atslēgties” no daudzām cilvēkiem raksturīgām ikdienišķām rūpēm un raizēm, apliecina neliels izvilkums par A. Einšteina privāto dzīvi, kurš, pamatojoties uz viņa saraksti, ir publicēts avīzē “Le Monde” (26.03.2005.). Savai sievai Milenai Maričai, ar kuru viņš vēlāk šķīrās, viņš gadījumam, ja viņa grib turpināt kopdzīvi, raksta:

A

- 1) manai veļai un drēbēm jātiek turētām kārtībā;
- 2) jāpasniedz ēdiens trīs reizes dienā manā darbistabā;
- 3) manai guļamistabai un darba istabai jātiek turētām kārtībā, bet manam rakstāmgaldam nedrīkst pieskarties neviens, atskaitot mani.

B

- 1) Jums jāatsakās no jebkādam personiskām attiecībām ar mani, izņemot tām, kas nepieciešamas sabiedrisku funkciju veikšanai;

....

C

....

- 2) Jūs man atbildiet nekavējoties, ja griežos pie Jums ar jautājumu;
- 3) Jūs pametīsiet manu guļamistabu vai darba istabu nekavējoties un neprotestējot, kad es to Jums pieprasīšu, u.c.

Minētie izvilkumi no A. Einšteina vēstījuma, manuprāt, ir izcils piemērs, kādā kaislību pārpilnā pasaulē dzīvo pētnieks. Pētnieks ir tik pārņemts ar pētišanas kaisli, ka viss pārējais tam liekas nebūtisks un īstenībā pat vienkārši traucējošs. Ar to var viegli izskaidrot, kādēļ ļoti bieži var novērot, ka izcili pētnieki samērā maz vēribas pievērs savai ārienei. Vienkārši tas viņiem šķiet mazsvarīgi. Iespējams, ar šo var izskaidrot atšķirības, kādas pastāv ģērbšanas stilā starp, teiksim, fiziķu sabiedrību un biznesa pasauli. Ja pēdējiem ārējie atribūti ir to statusa un vērtības apliecinājums, tad pētnieka vērtība ir tas, ko viņš ir atradis.

Kā spilgtu ilustrāciju sacītājam atceros pieņemšanu, ko Parīzes mērs rīkoja par godu kādam izcilam fiziķim, atzīmējot tā nopelnus zinātnes labā. Uz šo pieņemšanu cita, arī ļoti pazīstama fiziķa dēls, jau daudzsološs doktorands, ieradās ne pirmā svaiguma šortos. Sabiedrība to uztvēra kā pilnīgi saprotamu.

Kurš var kļūt pētnieku?

Šis ir jautājums, kas dažādu aspektu sakarā tiek bieži uzdots, bet uz kuru, iespējams, viennozīmīgas atbildes nav. Esmu mēģinājis saprast, ko šajā sakarā domā pētnieki, kuru sasniegumi ir vispāratzīti. P. Ž. de Žens pēc tam, kad 1991. gadā viņam piešķīra Nobela prēmiju, kļuva ļoti populārs un tika aicināts Francijas licejos izteikties par dažādiem ar pētniecību

Pētnieks ir tik pārņemts ar pētišanas kaisli, ka viss pārējais tam liekas nebūtisks un īstenībā pat vienkārši traucējošs.

saistītiem jautājumiem, tajā skaitā globāliem. Tā rezultātā tapa grāmata “Trauslie objekti” (*Les objets fragiles*), kur de Žens ar lielu emocionālu savīļņojumu runā par savām tikšanās reizēm ar liceju audzēkņiem. Tās otrajā daļā ir apkopotas P. Ž. de Žena domas par vispārīgām izglītības problēmām. Tajā skaitā viņš saka, ka tas, ka mūsdienās jaunieši lielu daļu sava laika pavada pie datoru, vai vēl sliktāk, televizoru ekrāniem, viņā izraisa šausmas. Viņš uzskata, ka tā tiek sarautas saites ar reālo pasauli un piebilst, ka viņam tuvas ir, piemēram, botāniskas vai ģeoloģiskas ekspedīcijas – novērot augu valsti, apskatīt minerālus, atrast izrakteņus, saprast apvidus ģeogrāfisko struktūru un tā tālāk un joprojām. Tās, viņaprāt, nozīmē mācīties novērot reālo pasauli, izdalīt tās objektus, izskaidrot parādības. Īsi sakot, de Žens aicina būt atvērtam apkārtējai pasaulei, prast saskatīt tajā notiekošo. Kā piemēru viņš min skandināvu meteorologu Ekmanu, kurš ievēroja, ka aisbergi jūrā nepārvietojas vēja virzienā, bet gan leņķi pret to. Šo faktu Ekmanis izskaidroja ar Zemes rotāciju, un tā radās hidrodinamikā ļoti pazīstamais Ekmana robežslāņa jēdziens. Tādu jautājumu ir bezgala. Kādēļ viņi jūras malā pārsvarā nāk perpendikulāri krastam, kādēļ jūras dibens ir rievots, kādēļ jūras zvaigznēm parasti ir pieci stari, kā pārvietojas jūras zirdziņš utt.

Pētnieki, kurus man nācies sastapt, izmanto minētos kritērijus, izvēloties savus līdzstrādniekus tā vai cita pētīju-

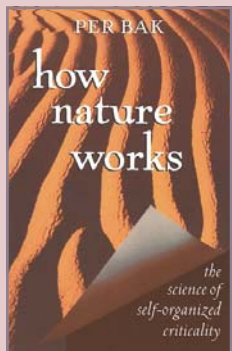
* Nobeigums. Sākumu sk. *Terras* 2007. gada jūlija–augusta numurā.

ma veikšanai. Labi atceros gadījumu, kad kāds ļoti pazīstams pētnieks atteicās pieņemt jaunu cilvēku par savu līdzstrādnieku, jo viņam bija kļuvis zināms, ka šis cilvēks, atradams komandējumā netālu no visā pasaulē labi pazīstamas izklaides vietas, bija sūdzējies, ka nedēļas nogalēs esot bijis garlaicīgi. Pētnieks uzskatīja, ka, ja jaunajam cilvēkam nav bijis pietiekami uzņēmības un ziņkārības noskaidrot, kā tajā izklaides vietā izskatās, tad viņš nevar kļūt par pētnieku, tādēļ darbu atteica.

Būt atvērtam pasaulei, ziņkaram, prast uzdot jautājumus un atrast atbildes uz tiem – tie ir, matemātiķu valodā runājot, nepieciešamie nosacījumi, lai kļūtu par pētnieku. Neapšaubāmi, ka pētniecība ir radošs process un ne visi tam ir piemēroti. Kādi būt izglītības sistēmai, lai jaunieši ar potenciālām radošām spējām nonāktu pētniecībā – tā ir vitāli svarīga problēma, kas gan, domāju, būtu cita raksta un autora tēma.

Pētnieks un sabiedrība

Kā redzējam, viena no pamatmotivācijām pētniekam ir pretrunu, nesaskaņotību novēršana. Kā pētnieks saredz savu pētījumu objektu? Pārsvārā gadījumu tas, protams, ir noteikts ar pilnīgi konkrētām praktiskām vajadzībām, piemēram, jāizstrādā metode urāna izotopu bagātināšanai, vai arī jāatrod metode, kā sadalīt analizējamā DNS parauga fragmentus pēc to garumiem, vai arī – kā nogādāt organismā zāles, lai tās pēc iespējas mazāk ietekmētu veselās šūnas utt. Katrā no šiem un daudziem citiem gadījumiem jāatrisina milzums problēmu, kam tiek algotas milzīgas pētnieku armijas un ieguldīti lieli līdzekļi. Tā, P. Ž. de Žena vārdiem runājot, ir milzīgu investīciju un miljardu dolāru zinātne un pētniecība. De Žens saka, ka viņam tuvākā ir simt tūkstošu dolāru zinātne, kad pētnieks pārsvarā vientulībā vai kopā ar dažiem domubiedriem nododas pētniecībai. P. Baks (grāmatas “Kā darbojas daba” autors, tā saucamās kritiskās pašorganizācijas principa radītājs, kurš apgalvo, ka sistēmas stipri nelīdzsvarotos apstākļos pašas sevi uztur kritiskā stāvoklī ar



noteiktām īpašībām. Kā tipisks šīs parādības piemērs tiek minēta smilšu kaudze, kuras virsotnē ar noteiktu ātrumu tiek birdināti smilšu graudiņi. Tie, veļoties lejup pa smilšu kaudzes nogāzi, aizrauj sev līdzī citus. Izveidojas noteikta sakarība starp velšanās procesā iesaistīto graudiņu skaitu un to, cik bieži dotā lieluma nobrukums ir novērojams. Šis princips kalpo dažādu reālu fizikālu procesu izpratnei) pat izsaka vēl radikālāku viedokli – P. Baks uzskata, ka

reālais zinātnes progress ir saistīts tieši ar šo finansiāli nelielo pētniecības projektu devumu. Tā tas ir vai citādi, bet šeit ir runa tieši par šiem pētījumiem, to motivāciju un tajos izmantojamo metodiku.

Pētišanas metodika – analogiju princips

Viens no pamatprincipiem, ko izmanto pētnieks, manuprāt, ir analogiju metode, kad likumsakarības un koncepcijas, kas izrādījušas veiksmīgas kādā vienā jomā, tiek aplūkotas citu parādību sakarā. Dažos gadījumos šādi veidojas jau-

nas vispārīgas koncepcijas. Izcils tā piemērs ir 1954. gadā Janga un Milsa izstrādātā tā saucamā neabela tipa kalibrējošo lauku teorija, kas ir mūsdienu elementārdaļiņu teorijas pamatā. Ideja pēc būtības ir vienkārša. Tajā laikā bija jau labi zināms, ka nukloni – neitroni un protoni, kas veido atomu kodolus, no tā saucamo stipro mijiedarbību viedokļa uzvedas vienādi. Tas nozīmē, ka šīm mijiedarbībām ir simetrija, lai arī visai neparasta. Ja regulārs daudzskaldnis izskatīsies tieši tāpat, ja mēs pagriezīsim to par noteiktu leņķi, tad nuk-

Būt atvērtam pasaulei, ziņkaram, prast uzdot jautājumus un atrast atbildes uz tiem – tie ir nepieciešamie nosacījumi, lai kļūtu par pētnieku.

loni “izskatīsies” tieši tāpat, ja mēs neitronus un protonus samaisīsim patvaļīgās proporcijās. Korekcija, kas jāizdara, lai saskaņotu šo samaisīšanu dažādos telpas punktos, nosaka lauku, kurš pārnes stiprās mijiedarbības.

Šajā gadījumā Jangs un Milss ievēroja, ka tā elektromagnētiskā lauka apraksta daudznozīmība, kas ir saistīta ar to raksturojošo lielumu zināmu izvēles brīvību, var tikt vispārināta citu mijiedarbību gadījumam. Termins *kalibrējošo lauku teorija* tad arī nozīmē, ka attiecīgie lielumi, lai tie būtu noteikti, ir jākalibrē, vai, vienkāršiem vārdiem runājot, jāizvēlas to mērogs.

Šajā konkrētajā gadījumā analogijas principa pielietošana faktiski ļāva veikt būtisku fizikālo teoriju karkasa pilnveidošanu, parādot, ka zināmās mijiedarbības ir iespējams aprakstīt no plašāka konceptuāla līmeņa viedokļa. Ne velti Jangs Pasaules Teorētiskās fizikas kongresā, kurš 2002. gadā notika Parīzē, nosauca 20. gadsimta teorētiskās fizikas melodijas trīs vadmotīvus: 1) fāze, 2) simetrija un 3) kvanti. Tieši šīs fāzes vadmotīvs ļāva izveidot kalibrējošo lauku teoriju, kas ir viens no mūsdienu teorētiskās fizikas stūrakmeņiem. Interesanti, ka analogijas princips pēc šādas savas pielietošanas ļauj pilnīgi jaunā gaismā aplūkot lietas, kas bija izraisījušas ideju par analogijas iespējamību.

Viena no problēmām, kas pašlaik stipri interesē pētniekus, ir mikroorganismu kustīgums. Tam ir daudz iemeslu. Saprrot kā pārvietojas mikroorganismi, varētu veidot jaunas metodes zāļu transportam. Izrādās, ka arī šajā gadījumā kalibrējošo lauku teorijai ir sakāms savs vārds, kā to parādīja Fr. Vilčeks (2004. gada Nobela prēmijas laureāts par darbiem stipro mijiedarbību teorijā). Lai kāds mikroorganisms – baktērija, spermatozoīds u. c. – šķidrumā varētu kustēties, tam noteiktā veidā ir laikā jāmaina sava forma. Daba šim nolūkam izveidojusi virkni perfektu mehānismu. Piemēram, baktēriju membrānās ir iebūvētas istas elektriskās mašīnas, kas darbinā spirālveida struktūras, ar kuru palīdzību baktērija pārvietojas uz priekšu. Var piebilst, ka šo bakteriālo motoru uzbūve ir tik perfekta, ka parādās iebildumi pret darvinisma mācīšanu skolās – daba evolūcijas procesā bez Radītāja klātbūtnes tik perfektus mehānismus izveidot nevarētu. Tā tas ir vai citādi, to, protams, parādīs aizraujošs turpmāko paaudžu pētnieku darbs. Es personīgi esmu pārliecināts, ka pašorganizācijas procesu rezultātā var izveidoties vissarežģītākās un perfektākās struktūras. Jautājums ir vienīgi kā.

Spermatozoīdi pārvietojas savas flagellas deformāciju rezultātā, kuras nosaka tajās darbojošies ķīmiskie mehānismi – tā saucamie molekulārie motori. Atgriežoties pie jautājuma par kalibrējošo lauku teorijas saistību ar mikroorganismu kustīgumu, ievērosim, ka ķermeņi, kurš šķidrumā maina sa-

vu formu, var novietot dažādos telpas punktos, kā arī patvaļīgi orientēt. Tātad šeit pastāv noteikta simetrija, kas saistīta ar iespēju mikroorganismu pārvietot un orientēt. Mikroorganismam mainot savu formu, uz to no šķidrums puses darbojas noteikts spēks (arī spēka moments, protams). Tā kā mikroorganisms pārvietojas pats kā tāds, tas ir – nekādi ārēji spēki uz to nedarbojas, tad, lai kompensētu formas izmaiņas radītos spēkus, tam jāpārvietojas (arī jārotē) attiecībā pret šķidrumu jeb jārealizē noteikta simetrijas transformācija. Šo transformāciju dotajā gadījumā realizē atbilstošais kalibrējošais lauks. Tas nosaka mijiedarbības, kuras mikroorganismam veidojas ar šķidrumu.

Aplūkotā situācija apliecina analogijas principa spēku – iespējams atrast kopsakarus starp lietām un parādībām, kuru starpā, šķiet, nekādas saistības nav – šajā gadījumā stiprajām mijiedarbībām un mikroorganismu kustīgumu. Tas apstiprina iepriekš pieminēto Braiena Grīna izteikumu, ka lūkoties uz pasauli no ikdienas pieredzes viedokļa ir tas pats, kas aplūkot gleznu cauri kokakolas pudelei.

Analogijas dabā

Ar analogijas principa universālo raksturu nācies sadurties itin bieži savā pētnieka praksē arī man un maniem kolēģiem. 1980. gadā, pētot magnētiska koloida pilienu uzvedību plānās plēvētēs, mēs atradām,

ka, to magnetizējot slānītīm perpendikulārā laukā, veidojas

skaistas labirinttipa struktūras (sk. 1. att.). Toreiz mēs pat neapzinājāmies, ka esam atraduši reprezentatīvu parādību klasi, kuras raksturīgas sistēmām ar konkurējošām mijiedarbībām. Kas ir konkurējošas mijiedarbības?

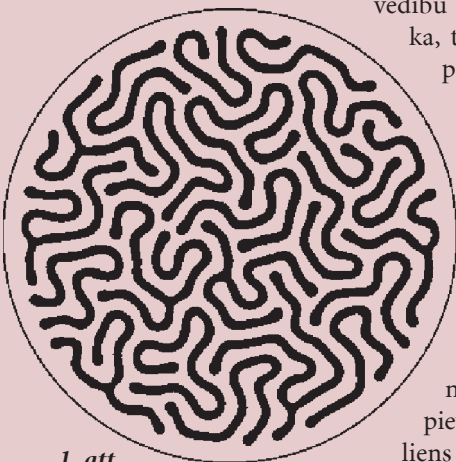
Iedomāsimies šķidrums pilienu. Tā molekulu savstarpējās pievilkšanās spēku darbības dēļ piliens pieņem sfērisku formu (divu

dimensiju gadījumā – riņķa formu), jo šajā gadījumā molekulas atradīsies vistuvāk viena otrai. No otras puses, iedomāsimies, ka starp šķidrums daļiņām pastāv atgrūšanas spēki, turklāt tā, lai daļiņas tos justu pietiekami lielos attālumos. Tipisks piemērs šādai situācijai ir magnētu mijiedarbība, ja tos tuvina vienu otram ar sāniem (mūsdienās radītie magnēti ir tik stipri, ka ar rokām to izdarīt var būt arī neiespējami). Tādi paši atgrūšanās spēki darbojas arī augstāk attēlotajā gadījumā. Izveidojas situācija, kurā divas mijiedarbības – pievilkšanās un atgrūšanās – savstarpēji konkurē. Kompromisa rezultātā veidojas attēlā parādītās struktūras. Situācijas ar konkurējošām mijiedarbībām parādās daudzos gadījumos – piemēram, dažādu organismu krāsojumu (sk. 2. att.) arī nosaka konkurējošas mijiedarbības, tikai šajā gadījumā pievilkšanās un atgrūšanās mijiedarbību daba, saprotams, ir pilnīgi atšķirīga no 1. att. redzamās situācijas, un to nosaka ķīmiskās mijiedarbības, kas nosaka pigmentāciju. Cits piemērs – augu veģetācija klimatā ar ierobežotiem ūdens resursiem. Šajā gadījumā atgrūšanās mijiedarbība ir saistīta ar to, ka ierobežoto ūdens resursu dēļ augu areāliem jāatrodas noteiktā attālumā vienam no otra. Un šādu piemēru īstenībā ir ļoti daudz. Tādēļ, piemērojot likumsakarības, ku-

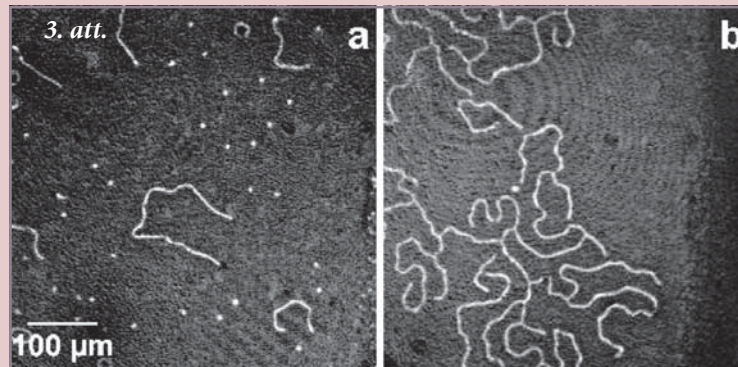


2. att.

ras tika atrastas kādā atsevišķā gadījumā, piemēram, magnētisko koloidu pilienu gadījumā, un ņemot vērā citu objektu specifiku, bija iespējams saprast, kādēļ, piemēram, supravadamība plānās alvas plēvētēs, palielinot magnētiskā lauka intensitāti, pazūd, saglabājoties atsevišķiem supravadošās fāzes apaļiem ieslēgumiem, bet parādās, samazinot magnētiskā lauka intensitāti, labirinta formā (sk. 3. att., baltie apgabali – alva supravadošā stāvoklī, kad magnētiskais lauks no tās ir izspiests, kā rezultātā apgabali ar supravadošām īpašībām ir novērojami). Ļoti nozīmīgs ir fakts, ka matemātiskie vienādojumi, kas apraksta 1.–3. att. redzamās situācijas, ir praktiski identiski. Tas zināmā mērā sniedz atbildi uz daudzkārt dažādu pētnieku izteikto jautājumu par pārsteidzošo matemātiskās efektivitāti dabas zinātnēs.



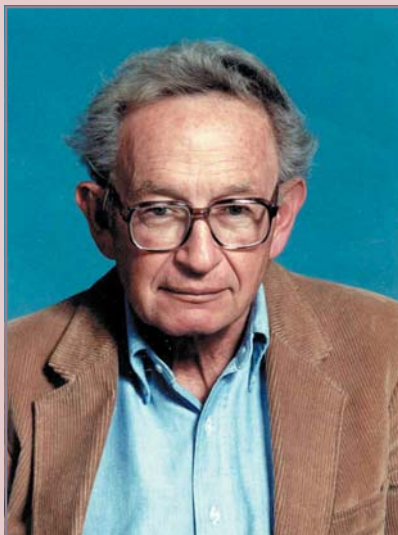
1. att.



Iepriekš tika pieminētas “dzimstošas” parādības. Viena no tādām ir redzama 1. att. – miljardiem miljardu magnētiskās koloidālās daļiņas, velkot līdzīgu šķidrumu, sāk kustēties kolektīvi un izveido sarežģītu struktūru. Katrai daļiņai atsevišķi tāda īpašība, protams, nepiemīt. Šeit ir vietā atsaukt atmiņā pazīstamā fiziķa F. Andersona rakstu “Vairāk ir citādi”, kurš bieži tiek pieminēts “dzimstošo” parādību koncepcijas sakarā.

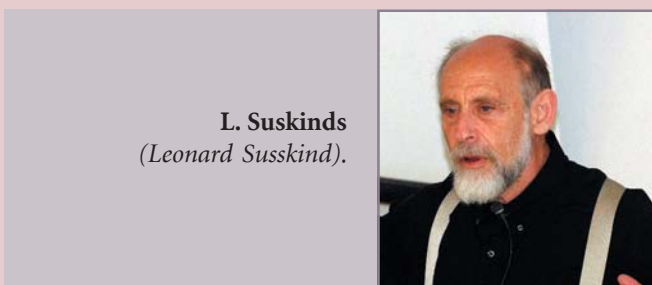
Teorija un eksperiments

Vai analogiju princips ir vienīgais pētniecībā? Nez vai. Eksistē daudzas lietas, kurām to atklāšanas brīdī vienkārši nebija attiecīga analoga. Piemēram, elektrona spins. Tomēr elektrona spinu 20. gs. 20. gados fiziķi ieviesa, pamatojoties



F. Andersons
(*Phillip Warren Anderson*) – 1977. g. Nobela prēmijas fizikā laureāts par darbiem magnētisku un nesakārtotu sistēmu elektronu īpašību teorijā.

uz priekšstatu, ka līdzīgi Zemei elektrons, kustoties pa savu orbītu, vienlaikus rotē arī ap savu asi. Tas bija nepieciešams, lai izskaidrotu novērotos atomu spektrus. Lai arī, kā drīz tika noskaidrots, šajā gadījumā analogija bija nekorekta – saistīt elektrona spinu ar tā pašrotāciju ir neiespējami, tomēr šai analogijai bija liela heuristiska nozīme. Elektrona spinu vēlāk izskaidroja, samērojot elektrona kvantu mehānisko aprakstu ar speciālās relativitātes teorijas prasībām, ko veica P. Diraks. Principā elektrona spins varētu tikt atklāts arī šādā tīri abstraktā veidā, lai arī vēsturiski tas notika citādi. Šajā sakarā interesants ir gadījums, kurš aprakstīts jau minētajā L. Suskinda grāmatā, kad autors kādā fiziķu saietā 1995. gadā uzdeva jautājumu: “*Kas notiktu ar fizikas attīstību, ja fiziķiem tiktu liegta pieeja visiem eksperimentāliem mērījumiem pēc 1899. gada 31. decembra?*” Tālāk viņš savā uzrunā, kas, protams, bija domāta kā joks intelektuālās sabiedrības izklaidēšanai, pamato, ka Planka konstante un, kā rezultāts,



L. Suskind
(*Leonard Susskind*).

kvantu mehānika tiktu atklātas. Tāpat speciālā relativitātes teorija, jo Maikelsona–Morli eksperimenta rezultāti jau bija zināmi (pēdējiem, kā apgalvo zinātnes vēstures pētnieki, gan it kā neesot bijusi izšķiroša loma speciālās relativitātes teorijas tapšanā). Elektrons jau bija pazīstams. Samērojot to ar kvantu mehānikas prasībām, varētu tikt atrasta atoma uzbūve un Rezerforda eksperimenti nemaz nebūtu nepieciešami. Tāpat tiktu radīta vispārējā relativitātes teorija, kuras izveidošana balstījās uz 19. gadsimtā zināmajiem faktiem, kas ļāva formulēt tā saucamo ekvivalences principu. Zināma aizķeršanās L. Suskindam iznāca ar neitronu, kura eksistenci atomu kodolos būtu bijis grūti paredzēt, bet beigu beigās pētnie-

ki varētu tikt galā arī ar to. Varbūt. Protams, tas viss īstenībā ir joks, bet pamācošs. Faktiski runa ir par to, cik lielas iespējas paver vispārīgu koncepciju veidošana uz konkrētu faktu bāzes. Protams L. Suskinda aprakstītajā gadījumā agri vai vēl fiziķi apjuktu, jo daudzas parādības tiek aprakstītas un saprastas fenomenoloģiski, kad dažādu īpašību eksperimentāla noteikšana ir principiāli nepieciešama. Tā daudzu materiālu īpašību noteikšana tīri teorētiski vēl nav iespējama, vismaz pagaidām. Tā vai citādi, bet dotais piemērs savdabīgi ilustrē to lomu, ko pētniecībā spēlē koncepcijas un teorijas. Pat pēc būtības vienkāršas parādības, kas attēlota *1. att.*, atrašana bija iespējama, tikai iepriekš teorētiski novērtējot raksturīgos parametrus, pie kuriem tā būtu novērojama.

Šo iemeslu dēļ domāju, ka dziļi maldīgs ir uzskats par eksperimentu kā vienīgo izziņas avotu, ko reizēm nākas dzirdēt no dažiem speciālistiem kondensētās vielas fizikas jomā. Ko līdz eksperimentatoram vai skaitļošanas speciālistam lieliska aparatūra, ja viņa rīcībā nav koncepcijas, ko ar to darīt. Pat vairāk – nezinot kādā parametru apgabalā kas būtu meklējams, ko vērtīgu atrast un jo vairāk izpētīt vispār nebūtu iespējams. Šī iemesla dēļ tad arī tiek veidotas teorijas un dažādu parādību modeļi. Tas ļauj paredzēt, kur kas būtu meklējams. Pretējā gadījumā viss līdzinātos adatas meklēšanai siena kaudzē. Viss pētniecības mērķis galā ir vispārīgu koncepciju un teoriju izveide, kuras palīdzētu orientēties apkārtējās pasaules šķietamajā haosā.

Izcils sacītā piemērs ir Rīgas dinamo eksperiments, ko 1999. gadā Fizikas institūtā veica A. Gailītis ar kolēģiem. Pateicoties ļoti rūpīgai attiecīgās parādības teorētiskajai izpētei, izdevās radīt nosacījumus pirmajai laboratorijas apstākļos novērotajai magnētiskā lauka ģenerācijai, ko izraisa elektrovadoša šķidrums kustība – tā saucamais magnetohidrodinamiskais dinamo. Turklāt tas tika veikts ar ļoti ierobežotiem finansiālajiem resursiem. Tiek uzskatīts, ka šāda tipa parādības ir atbildīgas par debess ķermeņu, tajā skaitā Zemes, magnētiskā lauka veidošanas. Ne velti pēc minētā eksperimenta rezultātu publicēšanas tie tika atspoguļoti visos ievērojamākajos pasaules zinātniskajos žurnālos.

Dziļi maldīgs ir uzskats par eksperimentu kā vienīgo izziņas avotu. Ko līdz eksperimentatoram vai skaitļošanas speciālistam lieliska aparatūra, ja viņa rīcībā nav koncepcijas, ko ar to darīt.

Nobeiguma vietā

Noslēguma vietā man liekas piemēroti vārdi no A. Kami grāmatas “Mīts par Sizifu” ar citātu, no kura mēs sākam šīs pārdomas. “Tas, ko es zinu, par ko esmu cieši pārliecināts, ko nevaru nedz noliegt, nedz atmest – lūk, kas ir svarīgi. Es varu noliegt visu neskaidru nostalgiju pārņemto sevis daļu, izņemot savu vienotības vēlmi, manas slāpes atrast risinājumu, manu nepieciešamību pēc skaidrības un sakārtotības.” Tas, kā mēģināju to ilustrēt, tad, domāju, arī ir pētnieka motivācijas pamatā.

KAS DATORAM PUNCĪTĪ?

VITOLDS GRABOVSKIS

Datori ir ieņēmuši stabilu vietu mūsu dzīvē. Tā ir ierīce, kas attīstās visstraujāk. Vēl nav pagājis gads, kā nopirkts jauns dators, bet tirgū jau rodami citi, daudz pievilcīgāki datoru modeļi, daudz ātrāki un ar lielāku atmiņu. Datori kļūst jau-dīgāki, ātrāki, patērē mazāk enerģijas. Kāpēc tas tā notiek? Attaisot datora korpusu, jūs atradīsiet parastu elektronikas plati, ko sauc par datora mātes plati jeb pamatplati. Uz tās atrodas daudzas mikroshēmas (sk. 1. att.), galvenā no kurām ir procesors. Procesors ir datora sirds. Procesors nosaka datora svarīgākos parametrus – skaitļošanas jaudu, ātrumu, elektrības patēriņu. Procesora svarīgumu norāda arī tas, ka parasti uz datora tiek norādīts, kāds procesors ir datorā.

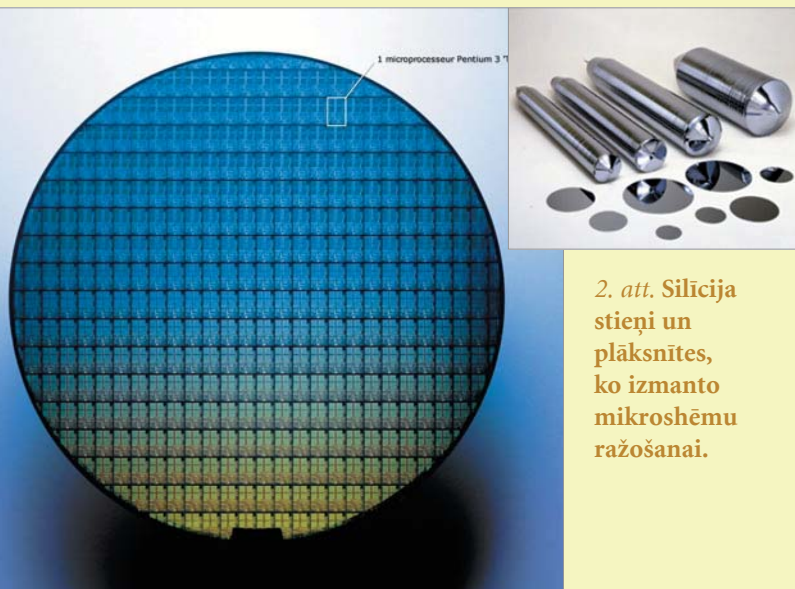


1. att. Datora pamatplate.

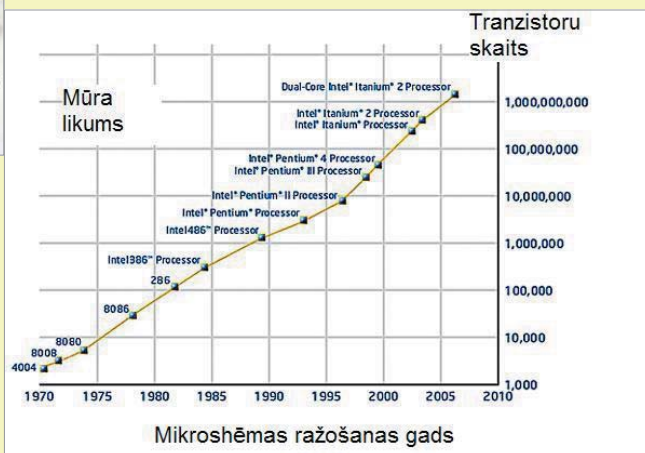
Procesors sastāv no liela skaita tranzistoru un citu elektronisku elementu, kas savienoti noteiktā kārtībā, tā nodrošinot nepieciešamo skaitļošanas funkciju veikšanu. Aplūkosim, kā tiek veidota procesora mikroshēma. Mikroshēmas veidošanai nepieciešams ļoti labs silīcija monokristāls. Labs kristāls nozīmē, ka atomi atrodas savās režģa vietās un

kristālam ir ļoti maz defektu. Tas arī nozīmē to, ka laba kristāla fizikālās īpašības ir vienādas jebkurā kristāla vietā. Pašlaik mikroshēmu ražošanai izmanto kristālu stieņus, kuru diametrs ir 30 cm (sk. 2. att.).

Stieņus sagriež plānās plāksnītēs, uz kurām tad tiks veidotas vairākas atsevišķas mikroshēmas. Katra mikroshēma satur lielu skaitu tranzistoru. Tranzistors ir pamatelements, kas nodrošina procesora darbību. Lai izveidotu tranzistoru, noteiktā vietā uz silīcija plāksnītes vajag izmainīt silīcija vadāmības veidu, izveidot izolējošu slānīti, uzlikt kontaktus, izveidot savienojumus. Procesora shēmas veidošanā tiek veiktas aptuveni 300 dažādas darbības un uz silīcija virsmas tiek izveidoti aptuveni 20 dažādi vadāmības slāņi. Procesora mikroshēma sastāv no vairākiem elementiem, tajā bez tranzistoriem ir pretestības, diodes un citas sastāvdaļas. Visi šie elementi jāizvieto noteiktās vietās uz silīcija plāksnītes, turklāt – pēc iespējas kompaktāk. Jo mazāki tranzistori un tie novietoti viens otram tuvāk, jo procesorā varēs iebūvēt vairāk tranzistoru. Jo vairāk tranzistoru, jo lielāka būs procesora darbības jauda. Interesanta ir procesora attīstība vēsture. 1965. gadā Gordons Mūrs (*Gordon E. Moore*), kompānijas *Intel* līdzdibinātājs, paredzēja, ka tranzistoru skaits mikroshēmas laukuma vienībā dubultosies katrus divus gadus. Pārsteidzoši, ka šis pareģojums ir izpildījies līdz pat šodienai (sk. 3. att.). Cik ilgi Mūra likums darbosies? Kas nosaka Mūra likuma darbību? Lai to saprastu, aplūkosim mikroshēmu veidošanas procesu. Sākumā visa shēma tiek izplānota daudz lielākā mērogā. Tajā parādās visu elementu izvietojums uz plāksnītes un to savienojumi. Izplānotā shēma tiek sadalīta atsevišķu tehnoloģisko procesu kartēs. Piemēram, viena karte attēlo vietas, kur veidos tranzistorus. Šīs vietas dotajā kartē ir gaismas punktiņi. Lai šīs vietas iezīmētu, izmanto fotolitogrāfijas metodi. Uz silīcija plāksnītes tiek uzklāts gaismas jutīgs slānītis. Nākamajā solī tranzistoru izvietojuma karti stipri samazinātā veidā kopē uz fotorezistora virsmas. Tajā vietā, kur fotorezistors tiek apgaismots, izmainās fotorezistora īpašības. Ķīmiski apstrādājot fotorezistoru, eksponētajās vietās fotorezistors izšķīst, atsedzot silīcija virsmu. Pa šo atvērumu silīcijā var ievadīt piemaisījumus un veidot tranzistoru. Jo mazāks būs caurums fotorezistorā, jo mazāku tranzistoru iegūsim. Cik tad mazus caurumus var iegūt,



2. att. Silīcija stieņi un plāksnītes, ko izmanto mikroshēmu ražošanai.



3. att. Mūra likuma realizācija Intel kompānijā.

un kas ierobežo to lielumu. Ierobežojošais faktors ir lietotās gaismas viļņa garums. Vispārzināms, ka gaisma apliecas ap šķērslī, kas mazāks par gaismas viļņa garumu. Tādā veidā punkta lielums ir $F = k\lambda/N_A$, tas ir atkarīgs no gaismas viļņa garuma (formulā F – punkta lielums, k – koeficients, parasti 0,5, N_A – projektorā lēcas apertūra).

Lai iegūtu mazāku punktu, tiek lietota gaisma ar mazu viļņa garumu; esošajās tehnoloģijās gaismas viļņa garums ir 193 nm.

1. tabula rāda, kā laika gaitā samazinājušies mikroshēmas elementu izmēri. 2007. gadā notiek pāreja no 65 nm tehnoloģijas uz 45 nm tehnoloģiju. Redzams, ka tehnoloģijas maiņa ļauj mums samazināt punkta diametru no 35 nm uz 25 nm. Tas nozīmē, ka Mūra likums vēl tuvākajos gados izpildīsies

1. tabula. Silīcija tehnoloģijas attīstības vēsture un prognoze.

Gads	1999	2001	2003	2005	2007	2009
Litogrāfijas metode	180 nm	130 nm	90 nm	65 nm	45 nm	32 nm
Objekta lielums	130 nm	70 nm	50 nm	35 nm	25 nm	18 nm

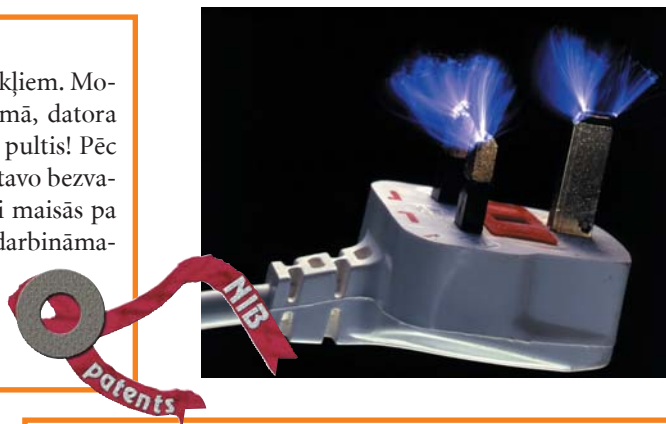
un tranzistoru skaits procesoros palielināsies. Kas ir limitējošais faktors tranzistora izmēram? Tranzistora darbība balstās uz kontakta parādībām starp silīcija slāņiem ar dažādu vadāmību. Cik tad atomu vajag, lai varētu iegūt noteiktas materiāla īpašības? Autors domā, ka 10×10 atomi būtu pietiekami. Tā kā silīcija atoma izmērs ir 0,11 nm, tad mazākais tranzistora diametrs būtu sagaidāms ap 1 nm. Paredzams, ka pēc diviem gadiem tranzistors aizņems 20×20 nm laukumu. Domājams, ka Mūra likums vēl izpildīsies vismaz 10 gadus.

NEDERĪGO IZGUDROJUMU BIROJS

Hārvarda Universitātes jauno studentu iespaidā vai kādu citu iemeslu dēļ no ilgstošas radošās snaudas pēkšņi ir modies mūsu vecais paziņa – nederīgo izgudrojumu speciālists Antons Čiks. Kādu dienu viņš ieradās redakcijā un atnesa savus jaunākos pārdomu augļus, kā pats sacīja, “moderno tehnoloģiju iedvesmots”.

NIB patents #68. Bezvadu pagarinātājs

Beidzot jaunās tehnoloģijas atbrīvo cilvēku no vadu mudžekļiem. Mobilie telefoni sazinās savā starpā tūkstošiem kilometru attālumā, datora pele brīvi skraida pa galdu bez vada. Un kur tad vēl tālvadības pultis! Pēc Antona Čika domām, jāspēr vēl viens solis uz priekšu un jāizgatavo bezvadu pagarinātājs, jo parastā elektriskā pagarinātāja vads mūžīgi maisās pa kājām. Tātad rozetē iesprauž vienu ierīcīti, otru ierīcīti pievieno darbināmajam agregātam. Elektriskā enerģija tiek noraidīta ar radioviļņiem. Uzmanieties, lai 50 metru rādiusā nebūtu neviena televizora un radioaparāta, jo tiem radioviļņi var izrādīties par stipru!



NIB patents #69. Pikniks ar komfortu

Iztēlojieties ainu: silta vasaras pēcpusdiena, pikniks upmalā. Saule spīd, grils veļ smaržīgus dūmus, klusi dūc trauku mazgājamā mašīna... Stop! Ko piknikā dara trauku mazgājamā mašīna? Neuztraucieties, tas ir Antona Čika jaunākais izgudrojums, jo viņam apnicis krāmēties ar vienkāršās lietošanas traukiem, kas lokās un lūzt. Tagad viņš piknikā ņem līdzi mantoto vecmāmiņas servīzi un trauku mazgājamo mašīnu, kas darbojas no auto “piepīpētāja” kontakta. Agregāts ir apgādāts ar riteņiem un to piekabina automašīnas aizmugurē. Turpmāk Antons Čiks plāno ņemt līdzi piknikā arī divguļamo gultu.



NIB patents #70. Moderna apgaismošanas sistēma

Skatuves apgaismošanai izrādes laikā nepieciešams sarežģīts prožektoru komplekss, kurus istajā brīdī jāieslēdz un jāizslēdz. Protams, visu šo mašīnāriju var darbināt no pults, bet kāpēc gan nelietot modernākas metodes, teiksim, spuldzi, kas ieslēdzas no plaukšņa. Katru prožektoru varētu noregulēt tā, lai tas reaģētu uz noteiktu skaņu. Sofītes ieslēgtos no knipja sitienu, virsgaismas - no svilpienu u.tml. Tādā gadījumā izrādes apgaismošanu varētu uzticēt aktieriem, kuri vajadzīgajā brīdī radītu attiecīgās skaņas. Un iztēlojieties, kāda efektīga gaismas zibšņu vētra pavadītu aplausus izrādes beigās!



PIRMIE GĒNU TERAPIJAS IZMĒĢINĀJUMI

JĀNIS FRIDRIHSONS

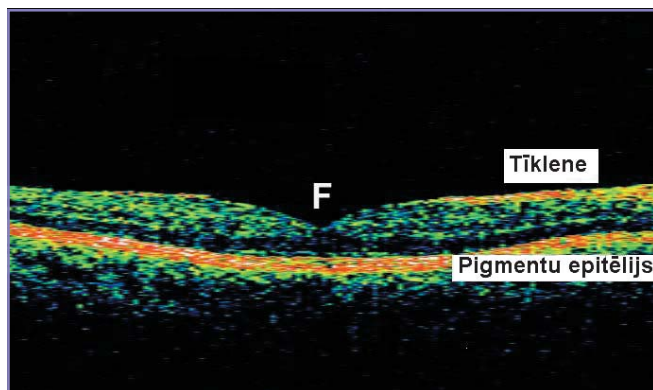
Pirmie gēnu terapijas izmēģinājumi iedzimtu smagu acu saslimšanu ārstēšanai ir veikti 2007. gada februārī Morfildas acu slimību klīnikā (Lielbritānijā). Šie ir pirmie praktiskie gēnu terapijas izmēģinājumi.

Morfildas slimnīcā gēnu preparāti pielietoti iedzimtas acu slimības *Lēbera pārmantotās amaurozes* ārstēšanai. Lēbera pārmantotā amauroze ir smaga acu saslimšana, kas izraisa redzes zaudēšanu pirmo dzīves gadu laikā. Šo saslimšanu var izraisīt vairāki gēnu defekti, tādēļ ārstēšanai ar gēnu terapiju katrai no šīm slimības formām būtu nepieciešami īpaši preparāti. Pašlaik tiek izmēģināts gēnu terapijas preparāts, kas aizvieto defektīvu gēnu RPE65 ar ievadītu veselu gēnu.

Acs tīklene sastāv no vairākiem šūnu tipiēm ar izteikti specializētām funkcijām. Pilnvērtīgai redzei nepieciešams, lai visi šūnu tipi darbotos nevainojami saskaņoti. Viens no procesiem, kur nepieciešama dažādu šūnu tipu sadarbība, ir redzes pigmenta atjaunošanās. Redzes pigmenta balināšanās aizsāk virkni bioķīmisku procesu, kā rezultātā tīklēnes gaismas jutīgās šūnas pārvērš gaismu, kas krīt uz tīklēnes, nervu signalos. Sākotnēji fotoreceptorā atrodas nebalināts redzes pigments – rodopsīns. Gaismas kvants – fotons – fotoreceptorā izraisa molekulas struktūras izmaiņas – redzes pigmenta balināšanos. Nebalināts redzes pigments ir neaktīvs, tas neizraisa redzes impulsu rašanos fotoreceptorā. Turpretim balināts redzes pigments ir aktīvs un aizsāk bioķīmisko procesu kaskādi, kuras rezultātā rodas nervu impulss. Īsu brīdi pēc balināšanās redzes pigments sadalās divās daļās – no olbaltuma molekulas opsīna atdalās A vitamīnam līdzīga molekula – *trans*-retināls. Lai izbalinātais redzes pigments atkal kļūtu aktīvs, opsīnam jāsaistās ar retināla molekulu citādā konfigurācijā – *11-cis*-retinālu.

Retināla molekulas pārvēršana no redzes pigmentam nederīgās *trans* formas par *11-cis* formu nenotiek fotoreceptoru šūnās. Tāpēc molekulai *trans* konfigurācijā ir jāizkļūst no fotoreceptora šūnas un jānokļūst tīklēnes pigmentu epitēlijā,

kurš spēj pārvērst retinālu nepieciešamajā *11-cis* formā, bet savukārt *11-cis* formas retinālam ir jādodas atpakaļ uz fotoreceptoru, kur tas, saistoties ar olbaltumvielu opsīnu, kļūst par nebalinātu fotopigmentu. Redzes pigmenta atjaunošanās ciklā piedalās vairākas citas šeit nepieminētas molekulas, kas saista retināla dažādās formas ceļā no fotoreceptora uz pigmentu epitēlija šūnu un atpakaļ.



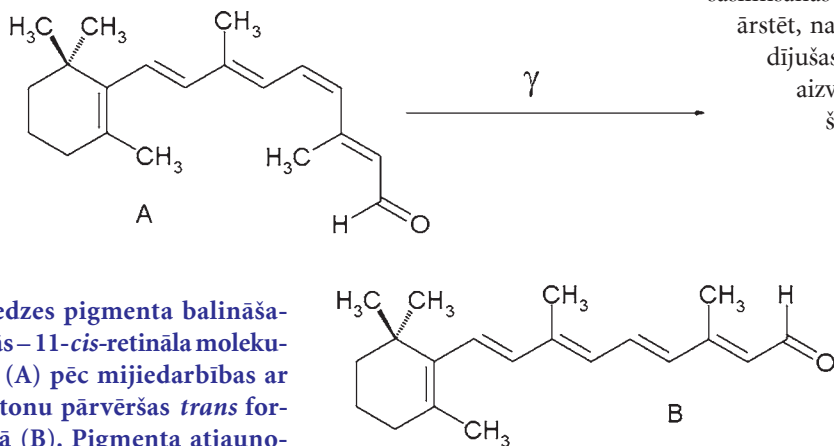
Tīklene satur fotoreceptorus – šūnas, kas uztver gaismu un pārvērš to nervu impulsos. Gaismu uztverot, fotoreceptoros notiek redzes pigmenta balināšanās. Lai izbalinātais redzes pigments atjaunotos, *trans* formā esošajam retinālam jānokļūst tīklēnes pigmentu epitēlijā, kur tas tiek pārveidots *11-cis* formā, tad jāatgriežas fotoreceptoros.

Gadījumā, ja kāda no procesā iesaistītajām molekulām iztrūkst vai tiek bojāta, tiek traucēts viss cikls kopumā, kas noved pie nebalināta fotopigmenta trūkuma fotoreceptorā. Ja fotoreceptorā trūkst nebalināta redzes pigmenta, tas nespēj uztvert gaismu, un redze nav iespējama.

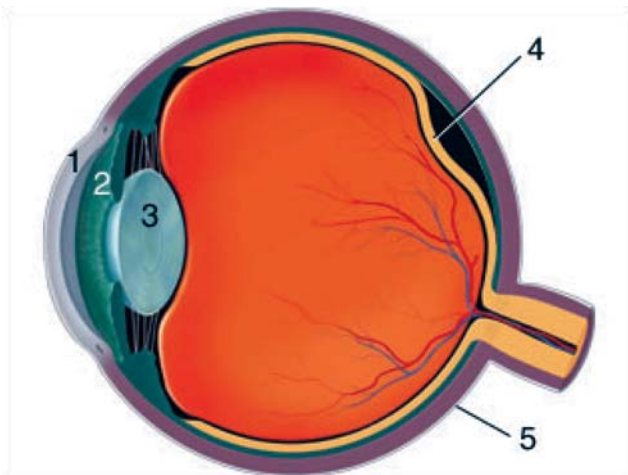
Saslimšanas, kuras izraisa noteikti gēnu defekti, ir aprakstītas pēc to ārējām izpausmēm, kā arī pēc defektīvā gēna īpašībām un atrašanās vietas hromosomās. Pat ja zināms, ar ko tieši defektīvais gēns atšķiras no vesela gēna, bieži ir zināms, kādas bioķīmiskās reakcijas nevar notikt konkrētās saslimšanas gadījumā, bet līdzekļi, ar ko slimību varētu ārstēt, nav bijuši pieejami. Uzkrātās zināšanas ir gaidījušas tehnoloģijas, kas spētu idejas par ārstēšanu aizvadīt līdz tiem orgāniem un šūnām, kam ārstēšana ir nepieciešama.

Morfildas klīnikas zinātniekiem ir izdevies izstrādāt tehniku, kas, domājams, spēs nogādāt veselus gēnus vajadzīgajās vietās un likt tiem strādāt, lai novērstu un ārstētu dažādas pārmantotas tīklēnes saslimšanas.

Tas, ka acs ir kļuvusi par pirmo gēnu terapijas orgānu, ir vairāku veiksmīgu apstākļu kopums. Pirmkārt, acs tīklene ir norobežota no asinsrites, tai ir vairākas robežvirsmas, kas ļauj gēnu preparātu ievadīt vajadzīgajos audos, pirms asins straume tos ir aizskalojusi. Acs audi ir



Redzes pigmenta balināšanās – *11-cis*-retināla molekula (A) pēc mijiedarbības ar fotonu pārvēršas *trans* formā (B). Pigmenta atjaunošanās notiek ārpus fotoreceptora un dažu pārmantotu slimību gadījumā var nenotikt, izraisot aklumu.



Tiklene (4) pieguļ tiklenes pigmentu epitēlijam, bet salīdzinoši viegli no tā atdalās. Gēnu preparāts tiek ievadīts zem tiklenes, kur sākotnēji veido pūslīti, bet vēlāk izlīdzinās. Zem tiklenes ievadīts šķīdums nesajaucas ar asinīm un nonāk tam paredzētajās pigmenta epitēlija šūnās.

salīdzinoši labi pieejami, lai preparātu ievadītu, tomēr tas nenozīmē, ka tas ir vienkārši. RPE65 gēnam ir jādarbojas tiklenes pigmentu epitēlija šūnās, tādēļ to ievada starp tiklenes fotoreceptoriem un pigmentu epitēliju. Veselā acī tiklene pieguļ pigmentu epitēlijam, bet tā ir vāji saistīta un pat neliela spēka iedarbībā viegli atdalās – atslāņojas. Ievadot gēnu preparātu, smalka adatiņa caurdur tikleni, un zem tiklenes tiek ievadīts ārstniecības līdzeklis. Sākotnēji tas izveido

pūslīti, kas vēlāk izlīdzinās, nogādājot ievadīto šķīdumu plašā apgabalā zem tiklenes. Tiklene ir plāna un trausla, tādēļ ievadīšana ir smalka ķirurģiska operācija.

Ievadāmais šķīdums nav zāles tradicionālā izpratnē, tas ir gēnu inženierijas produkts, kurā izmantots vīruss, kas satur nepieciešamo gēnu un kuram atņemta spēja vairoties. Ievadāmais gēns arī patstāvīgi nav zāles, kas spētu ārstēt. Lai gēns spētu darboties, tam jānokļūst šūnā, kas ir piemērota gēna produkta sintēzei, tāpēc arī tiek izmantots vīrusa apvalks, kas darbojas kā gēna transporta līdzeklis. Vīrusa apvalks piesaistās šūnas apvalkam un ievada šūnā vīrusa saturu, šajā gadījumā – RPE65 gēnu.



Notiek RPE65 gēnu ievadīšana.

Atšķirībā no tradicionālajām zālēm preparāts nav jāievada atkārtoti, pēc ievadīšanas šūnā gēns, sadarbojoties ar šūnu, pats kļūst par zāļu fabriku un nepārtaukti ražo nepieciešamās vielas.

Morfildas klīnikā paveiktais ir jāskata plašāk nekā tikai vienas noteiktas saslimšanas konkrētas formas ārstēšanas metodes izmēģinājums. Pašlaik tiek izmēģināta tikai RPE65 gēna defekta ārstēšana, ja tā būs veiksmīga, tālākā metodes attīstība paredzama strauja. Vīrusa apvalkā iestrādāto gēnu iespējams aizstāt ar citu, tā izgatavojot līdzekli citas acs saslimšanas ārstēšanai. Pieredze un zināšanas, kas tiek iegūtas pašlaik, ļoti lielā mērā būs pielietojamas arī nākamajās acu un citu orgānu slimību ārstēšanas metodēs.

IQ TESTA ATBILDES

- C.** Ja ieraugāt sniegā “basu pēdu” nospiedumus, uzmanieties! Tomēr nez vai šajā gadalaikā lāči mežā satiksiet, jo ziemā lācis pārsvarā guļ midzenī. Turklāt Latvijā lāči tikai ieklejo laiku pa laikam. Piemēram, 2002. gadā Latvijā reģistrēti tikai četri lāči.
- B.** Mežacūku riests notiek novembrī, decembrī. Tad baros kopā ar mātītēm un jaunajiem dzīvniekiem var sastapt arī pieaugušu tēviņu. Starp tēviņiem notiek asas riesta cīņas. Viens tēviņš apaugļo 1–3 mātītes. Metienā ir vidēji 5–7 sivēni, kas masveidā dzimst aprīlī.
- B.** Nē, glodene (*Anguis fragilis*) ir bezkāju ķirzaka, bet gludenā čūska (*Coronella austriaca*) ir īsta čūska. Atšķirt abas pagrūti. Glodenes mugura ir vienkrāsaina, bet gludenajai čūskai ir neskaidras garenisku plankumu rindas. Abas sastopamas Latvijā, taču ne rudenī vai ziemā. Interesanti, ka abi dzīvnieki ir oldzīvdzemdētāji – mazuļi izšķīļas olu dēšanas brīdī.
- C.** Kliezdējpile ir medniecības termins. Tā apzīmē mājās audzētu meža pili vai speciālu šķirnes pili, ko izmanto savvaļas pīļu pievilināšanai medību laikā.
- A.** Visdrīzāk tomēr gada sākumā, jo aļņi nomet ragus novembrī, decembrī pēc riesta. Nākamajā gadā tie atkal ataug. Tā kā ragi ir vērtīga trofeja, vietās, kur uzturas gan aļņi, gan cilvēki, tie mežā ilgi nemētāsies.
- A.** Krustknābji ir dziedātājputni. Dziesma ir samēra klusa vīterošana “jip–jip–jip” vai “kik–kik–kik”. Atdarina arī citu putnu balsis. Parasti dzied, sēžot egles galotnē. Latvijā uzturas visu gadu.
- B.** Dzīvo gan, un ne tikai ūdenī. Piemēram, mitrenes ir vieni no nedaudzajiem vēžveidīgajiem, kas pielāgojušies dzīvei uz sauszemes. Vairākums mīt mitros lapkoku mežos un krūmājos – sūnās, zemsegā un zem kritušo koku mizas. Latvijā konstatētas 19 mitreņu sugas.
- A.** Kolembola. Knišļu mežā nav nemaz tik daudz, tie izvēlas mitras un krūmainas vietas. Kolembolas ir 0,2–5 mm gari augsnes sīkposmkāji. Tie piedalās nobiru noārdīšanā un augsnes mikroskopisko sēņu populācijas regulēšanā. Kolembolu skaits uz kvadrātmētru var sasniegt 100 000. Mežsargu skaits uz hektāru ir daudzkārt mazāks.

Vērtējums

- 7 – 8** Vai jūs gadījumā neesat Nobela prēmijas laureāts?
4 – 6 Laiks rakstīt disertāciju.
2 – 3 Baltais halāts jums piestāvētu.
0 – 1 Tā arī turpināsiet mazgāt mēģenes?

ZINĀTNE STĀJAS PRETĪ PRIVĀTAJAI DZĪVEI

ILONA NUKŠEVICA

To, ka mūsdienu zinātne aizvien vairāk tiecas ietekmēt katra cilvēka dzīves jomas, pierādīja 28. septembrī notikusī "Zinātnieku nakts". Tās ietvaros ikviens interesents varēja doties uz kādu no pētījumu centriem, institūtiem vai laboratorijām, kur interaktīvā veidā tika prezentēti aktuālie pētījumi un problēmas. Pētnieki vienu nakti bija pieejami jebkuriem jautājumiem. Interesenti tika uzrunāti arī ar zinātnes teātra palīdzību, skarot aktuālo smadzeņu stimulatoru lietošanu.

Vai drīkstam iejaukties smadzenēs?

Laikā, kad gandrīz neviens nespēj iedomāties dzīvi bez zālēm un farmācijas kompānijas strādā pie arvien jaunu medikamentu, vitamīnu un uztura bagātinātāju izstrādes, Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centra darbinieki ar teātra izrādes "Uzlabotais prāts" palīdzību vērsa uzmanību uz tuvākajā nākotnē iespējamu situāciju: brokastu laikā māte atklāj, ka tēvs slepus dēlam dod plašā tirgū neievietas zāles, kas, iejaucoties smadzeņu darbībā, stimulē koncentrēšanās spēju, uzlabo atmiņu u. c. parametrus, kas palīdz dēlam gūt labas sekmes mācībās un būt pārliecinātam par sevi. Aktuāli kļūst jautājumi – cik tālu drīkst iejaukties cilvēka organisma darbībā? Vai šādas zāles uzlabo dzīvi, vai atstāj nelabvēlīgu ietekmi? Vai lietojot tās jau pašlaik, esam progresīvi un pārāki par citiem?

Izrādē māte nosodīja tēvu, sakot, ka vairs nespēs ar dēlu lepoties, bērns būs sagrauts, uzzinot, ka visu viņa vietā paveic zāles. Turpretī tēvs apgalvoja, ka zāles neesot nekas īpašs, tās palīdz līdzīgi kā mātes lietotās svara samazināšanas tabletes, un viņu dēlam ir priekšrocības salīdzinājumā ar citiem.

Sabiedrībā, kurā valda stress, katru dienu jāpārvar dažādi pārbaudījumi un veselīga dzīvesveida ievērošana prasa piepūli, bieži pārsvaru gūst slinkums, vieglākais ceļš. Vingrošanas vietā tiek dota priekšroka tabletei, lai saaukstēšanās netraucētu saspringto darba grafiku, tiek lietoti medikamenti, bet tā vietā, lai trenētu atmiņu un rūpīgāk pievērstos mācībām, ticība dažādiem līdzekļiem "dzīves kvalitātes uzlabošanai" kļūst par mūsdienu reliģiju. Lai laikus sagatavotos Latvijā pēc 10 gadiem iespējamai situācijai, iedzīvotāju informēšanai un diskusijām par šo problēmu jāpievērš uzmanība.

Vai spēju kontrolēt sevi un apstāties?

Pēc izrādes cilvēki grupās tika rosināti diskusijai par četrām tēmām. Pirmajā tēmā "Non STOP" skatītāji apsprieda jautājumu – vai, sākot lietot smadzeņu stimulatorus, ir iespējams apstāties? Bieži, sācis lietot, cilvēks kļūst vājš, netic saviem spēkiem un paļaujas tikai uz stimulatoru. Aizvien jaunu pārbaudījumu tuvošanās liek nepārtraukti meklēt palīdzību no ārpusē. Skatītāju grupa nonāca pie secinājuma, ka šādas zāles psiholoģiski ir ļoti grūti pārstāt lietot, līdzīgi kā atmet smēķēšanu.

ZINĀTNIĒKU NAKTS NO TABLETES LĪDZ ĢĒNAM

28. SEPTEMBRĪ NO 20:00 LĪDZ 24:00 RĪGĀ, JELGAVĀ UN DAUGAVPILĪ

TIKŠANĀS AR ZINĀTNIĒKIEM, DISKUSIJAS UN EKSPERIMENTI
ZINĀTNES TEĀTRIS – "Uzlabotais prāts"

RĪGĀ
A/S "GRINDEKS" – Krustpils ielā 53

LATVIJAS UNIVERSITĀTĒ – Raiņa bulvāri 19, Kronvalda bulvāri 4, Skūņu ielā 4

RĪGAS STRADIŅA UNIVERSITĀTĒ – Dzirciema ielā 16, Dzirciema ielā 20, Kronvalda bulv. 9, Rātsupītes ielā 1a

LATVIJAS BIOMEDICĪNAS PĒTĪJUMU UN STUDIJU CENTRĀ – Rātsupītes ielā 1

ORGANISKĀS SINTĒZES INSTITŪTĀ – Aizkraukles ielā 21

DAUGAVPILĪ
DAUGAVPILS UNIVERSITĀTĒ – Parādes ielā 1

JELGAVĀ
LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTĒ – Liela ielā 2

Zinātnes kafetēja
DZĪVE BEZ DOPINGA-
DZĪVE BEZ KAISLĪBĀM
Raiņa bulvāri 19
no 18:00 - 20:00

Rīgā kursēs autobuss

**LAI PNI AICINĀTI
VISI INTERESENTI!**

LATVIJAS UNIVERSITĀTĒ **BRITISH COUNCIL** **NABA**

www.lu.lv/zinatniekunakts

Otrā tēma bija smadzeņu stimulatoru ietekme uz cilvēka identitāti. Vai persona, kura tos lieto, kļūst par "citu cilvēku"? Lai to noskaidrotu, nākotnē būtu jāveic pētījumi. Taču otrā grupa nonāca pie secinājuma, ka, lietojot stimulatorus, cilvēks kļūst psiholoģiski atkarīgs, tādējādi personībā notikušas izmaiņas. Identitāti, iespējams, maina ne tik ļoti pašas zāles, bet gan atkarība no tām.

Trešā diskusijas tēma skanēja – vai dzert diētas tabletes ir tas pats, kas lietot smadzeņu stimulatorus? Trešā grupa apgalvoja, ka liela loma ir sabiedrības noteiktajiem standartiem – priekšroka tiek dota skaistākiem, tievākiem, gudrākiem utt. Tāpēc abām zālēm ir līdzīgi lietošanas iemesli. Bieži patērētājs uzskata, ka viņam ir labāka un jaunāka informācija, un lietojot noteikto medikamentu, viņš ir pārāks par citiem. Taču katra paša ziņā ir uzticēties rakstītajam uz kastītes, pirkst sertificētā aptiekā vai internetā, kur zāļu izcelsmi grūti pārbaudīt.

Ceturrtā tēma, kura visvairāk attiecas uz nākotni, bija – vai mācību iestādēs un citur būs nepieciešami zāļu testi, piem., pirms eksāmeņiem, lai noteiktu, vai cilvēks ir lietojis smadzeņu stimulatorus, vai nē? Grupa apgalvoja, ka zāļu testus, iespējams, vajadzēs. Pašlaik nespējam tos paredzēt, līdzīgi kā pirms daudziem gadiem nespēja iedomāties, ka sportistiem būs nepieciešamas dopinga analīzes. Tomēr, ja skolās notiktu šādi testi, vai tie nepārkāptu cilvēktiesības?

Diskusijas beigās auditorijā neviens nepacēla roku, ka gribētu lietot smadzeņu stimulatorus. Tomēr zinātnes ienākšana privātajā dzīvē kļūst aktuāla. Zinātnes komunikācijai pievērsot papildu uzmanību, iedzīvotāji dažādu pasākumu ietvaros var rast atbildi uz jebkuru interesējošo jautājumu, tieši sarunājoties ar pētniekiem, tādējādi nojaucot barjeru un aizspriedumus un laikus gūstot informāciju par jaunākajiem sasniegumiem.

VAI MELNIE CAURUMI APRĪS ZEMI?

ILGONIS VILKS

Saskaņā ar kādu fizikas teoriju, Lielais Hadronu paātrinātājs (*LHC*) spēs radīt miniatūrus melnos caurumus. Tāpēc interneta publikācijās ir izskanējušas satrauktas balsis – vai tik laboratorijā radītie melnie caurumi neapņīs Zemi?

Ko saka satrauktie

Iztēlojieties šādu apokaliptisku ainu. Kādu dienu jums zem kājām pazūd pamats. Zeme saplacinās par disku, no tās bijušajiem poliem tiek izmestas spēcīgas radiācijas strūkļas un tad, žviks, sekundes daļā Zeme saspiežas par niecīgu objektu aptuveni ķiršogas lielumā, protams, paķerot līdzī un saspiežot arī jūs. Kosmonauti, kuri atrodas orbītā, ar šausmām vēro notiekošo, līdz saprot, ka Zeme ir kļuvusi par melno caurumu un viņi ir pēdējie dzīvi palikušie. Tā kā par melno caurumu kļuvušās Zemes masa nav mainījusies, kosmiskā stacija un pavadoņi turpina riņķot ap iznīcināto planētu.

Par laimi, lai šis scenārijs realizētos, ir jāsakrīt diviem ļoti mazvarbūtīgiem notikumiem. Pirmkārt, miniatūriem melnajiem caurumiem ir jāizveidojas. Principā melnais caurums ir ļoti vienkāršs objekts – satrieciet kopā ar pietiekamu spēku divas elementārdaļiņas, un melnais caurums ir gatavs. Līdz šim fiziķi uzskatīja, ka tam būtu nepieciešams elementārdaļiņu paātrinātājs Saules sistēmas lielumā. Tagad kāda fizikas teorija apgalvo, ka pietiks ar *LHC*. Ja teorija ir pareiza, *LHC* spēs radīt miniatūrus melnos caurumus, mazākus par atomu.

Otrkārt, šādi melnie caurumi nav stabili. Saskaņā ar Stīvena Hokinga izveidoto teoriju, tie izstaro starojumu un izzūd niecīgā sekundes daļā. Bet vienmēr pastāv iespēja, ka teorija nav precīza. Daļiņu paātrinātājus tieši tāpēc arī būvē, lai pētītu vēl nezināmo. Tāpēc pastāv no nulles atšķirīga iespēja, ka izveidotie melnie caurumi izrādīsies stabili. Saskaņā ar dažiem aprēķiniem, *LHC* spēs radīt aptuveni vienu melno caurumu sekundē. Kas tādā gadījumā notiks?

Nē, tie neapņīs laboratoriju. Tā vietā melnie caurumi Zemes gravitācijas spēka iedarbībā kritīs uz Zemes centru. Tos neaizturēs arī laboratorijas betona pamats, jo par atomu daudz sīkākam objektam parastā viela ir liels tukšums un iespēja sadurties ar kādu molekulu ir ļoti maza. Melnie caurumi nonāks Zemes centrā un tur pavadīs ilgu laiku. Taču agri vai vēl melnais caurums sadursies ar kādu Zemes kodola atomu un apņīs to. Un izaugs lielāks. Un spēs pievilkt tuvumā esošos atomus un citus melnos caurumus. No tā brīža, kad apvienotais melnais caurums būs paaudzies, notikumi attīstīsies strauji un katastrofāli. Sākumā melnajā caurumā tiks ierauts Zemes kodols, tad – mantija un visbeidzot – Zemes garoza un mēs paši.

Par laimi, līdz katastrofas brīdim paies tūkstoši vai pat simttūkstoši gadu. Taču novērst katastrofu nevar, jo izķert sīkos melnos caurumus sakarsētajā Zemes kodolā nav reāli. Vienīgā iespēja ir savlaicīgi evakuēties no Zemes...

Izmantots *Exit Mundi* materiāls (http://www.exitmundi.nl/blackholes_lab.htm).



Ko saka zinātnieki

Melnais caurums ir objekts, kas uzkrājis pietiekami lielu masu mazā tilpumā. Tāpēc tā gravitācija ir tik spēcīga, ka no melnā cauruma nekas nespēj izkļūt. Ir diezgan droši zināms, ka par melnajiem caurumiem evolūcijas beigās kļūst masīvu zvaigžņu kodoli un ka lieli melnie caurumi atrodas dažu galaktiku centrā. Maksimālā masas ierobežojuma melnajiem caurumiem nav, taču minimālais ierobežojums ir gan. Saskaņā ar elementārdaļiņu Standarta modeli, melnais caurums nevar būt mazāks par t.s. Planka masu, kas ir 22 mikrogrami jeb enerģijas vienībās – 10^{16} TeV. *LHC* spēs piešķirt protoniem enerģiju, kas vienāda ar “nieka” 14 TeV, kas ir daudzas reizes mazāk par melnā cauruma radīšanai nepieciešamo enerģiju. Taču, neskatot Standarta modeli, pastāv fizikas teorija, kas apgalvo, ka mazos telpas mērogos gravitācija kļūst spēcīgāka. Iespējams, ka gravitācija, salīdzinot ar citām fundamentālajām mijiedarbībām, ir tik vāja tāpēc, ka tā iestiepjas telpas papildu dimensijās. Ja aplūko attālumus, kas daudz mazāki par milimetru, un enerģijas, kas pārsniedz 1 TeV, gravitācija var izrādīties stipra diezgan un tomēr saspīest kopā elementārdaļiņas, radot melno caurumu. Ja tā, tad *LHC* spēs sarāžot miniatūrus melnos caurumus. Kas ar tiem notiks?

Saskaņā ar S. Hokinga teoriju, sīki melnie caurumi uzvedas kā ļoti karsti objekti, kas izdala starojumu un izsviež daļiņas. Šo procesu sauc par “iztvaikošanu”. *LHC* radīto melno caurumu temperatūra būtu aptuveni 10^{14} K. Šāds melnais caurums ļoti strauji sabruks tūkstošos dažādu daļiņu, ieskaitot elektronus, pozitronus un fotonus. Sagaidāms, ka “parastā” protonu sadursmē *LHC* iekšienē izveidosies aptuveni 100 daļiņu ar lielāku enerģiju, kas tiks izsviestas pretēji vērsta strūkļās. Tādējādi melno caurumu veidošanos būs viegli iespējams atšķirt no citiem procesiem.

Melno caurumu no “iztvaikošanas” būtu iespējams pasargāt, tikai ievietojot vēl karstākā vidē par viņu pašu. Tad melnais caurums varētu augt lielāks un vairs nebūtu tik karsts, jo tā temperatūra samazinās, palielinoties virsmai. Galu galā to varētu izņemt no karstās vides un izmantot, piemēram, kā enerģijas avotu. Taču tas nav reāli, jo pat Saules centrā temperatūra ir daudzkārt mazāka par melnā cauruma temperatūru.

Starp citu, pilnīgi iespējams, ka vairāki simti melno caurumu katru gadu rodas Zemes atmosfērā. Tos rada no kosmosa nākošie protoni, kas ar milzīgu enerģiju (līdz 10^9 TeV) ietriecas atmosfērā un saduras ar kādu no gāzu atomiem. Taču 4,5 miljardu gadu laikā, kopš pastāv Zeme, mūsu planētai nekas sliktas nav noticis.

Izmantots *John G. Cramer* materiāls (<http://www.npl.washington.edu/av/altvw117.html>).

PA KURU LAIKU

SĀCIES RUDENS?

GUNTA GRIŠULE

100% lapkritis osim, gandrīz tikpat arī liepai, 50% lapu dzeltēšana bērzam – tāda ir Rīgas fenologa bilance oktobra sākumā, kas atbilst fenoloģiskā rudens vidus posmam.

Kas notiek ar Latvijas rudeni?

Fenoloģiskā rudens sākumindikator ir bērza lapu dzeltēšana, kas vidēji Latvijā periodā no 1959. gada līdz 2004. gadam fiksēta 20. septembrī (sk. 1. att.).

Gadu no gada bērza lapu dzeltēšanas sākums variē no 15. oktobra 2003. gadā (Dobelē) līdz 18. augustam 2002. gadā (Barkavā) t. i., divu mēnešu intervālā.

Fenoloģiskās sezonas – pēc raksturīgām parādībām (piemēram, putnu atlidošana, lapu plaukšana kokiem, ziedēšanas sākums, lapu krišanas sākums) dabā nosaka robežas starp gada sezonām. Latvijā izdala 12 sezonas, savukārt Vācijā – 10 sezonas.

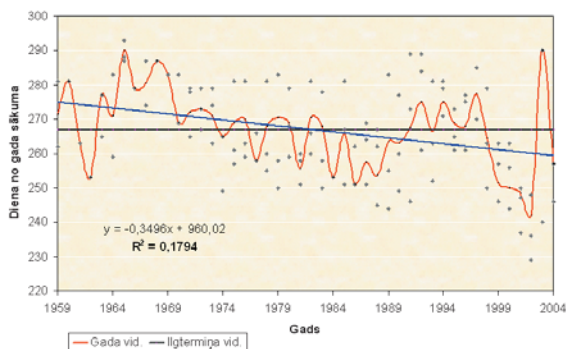
Vēlie rudenī lielākoties novēroti 20. gs. 60.–70. gados, kopš 1974. gada ar atsevišķiem izņēmumiem šī fāze fiksēta agrāk nekā vidēji.

Pie tam pēdējā desmitgadē fiksētas divas ekstremālākas novirzes – 2002. gadā dzeltēšana bija vērojama 30 dienas agrāk, jau augusta pēdējā dekādē, bet 2001. gadā – 23 dienas agrāk nekā vidēji, t. i., 2. septembrī.

Kā redzams 1. tabulā, visos trīs novērojumu punktos bērza dzeltēšanas sākums fiksēts agrāk, sākot ar 1975.–1990. gadu periodu. Kopumā bērza lapu dzeltēšanas fāzes iestāšanās vērtības mainījušās 13 dienu intervālā, t. i., vidēji fāze sāku-

sies par 2,8 dienām agrāk ik pēc katriem 10 gadiem.

Līdzīgas tendences vērojamas arī citiem lapu kokiem – vairāk nekā pusē gadījumu periodā no 1971. līdz 2000. ga-

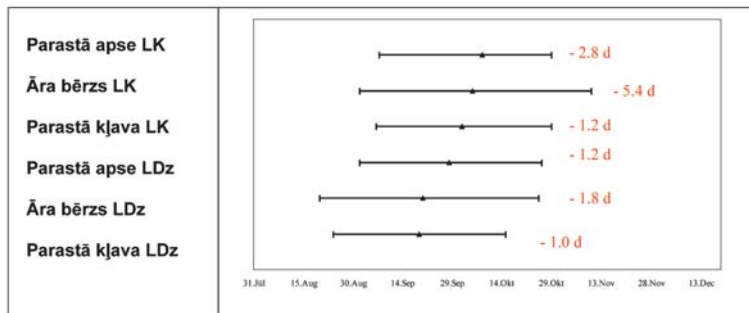


1. att. Bērza lapu dzeltēšanas izmaiņas 1959.–2004. gados (trīs novērojumu punkti).

1. tabula. Bērza lapu dzeltēšanas sākuma izmaiņas pa piecpadmitgadēm.

Laiks	Barkava	Dobele	Liepāja
1927.–1935.	ND	5. oktobris	13. septembris
1959.–1974.	1. oktobris	5. oktobris	26. septembris
1975.–1990.	18. septembris	2. oktobris	12. septembris
1991.–2004.	19. septembris	27. septembris	12. septembris
Ilggadīgi vidējais	21. septembris	3. oktobris	15. septembris

ND – nav datu.



2. att. Rudens fenoloģiskais kalendārs (visagrākās, vidējās un vēlākās fāzes iestāšanās vērtības un izmaiņas dienās visam periodam, 1970–2004).

LDz – lapu dzeltēšana, LK – lapu krišana.

dam kļavu lapu krišanas trends ir bijis negatīvs, lapas sāka krist agrāk (-2,8 dienas 30 gados), apsei lapu dzeltēšana mainījās 1,2 dienu intervālā, savukārt apses lapu krišana iestājusies 2,8 dienas agrāk, bērzam 5,4 dienas agrāk (2. att.).

Kas notiek Eiropā?

Pretēji Latvijai, citur Eiropā pēdējās desmitgadēs rudens iestājas vēlāk – vidēji 4,5 dienas (pēc Eiropas fenoloģisko dārzu datiem), protams, ar lielām reģionālajām izmaiņām. Tā Šveicē pēdējo 50 gadu laikā rudens fāzes iestājas 1,7 dienas vēlāk; Vācijā ozola lapu dzeltēšana – sešas dienas vēlāk.

Uzskatāmi izmaiņas redzamas projekta *NORUT (lasi pavasara Terrā)* analizētajos Skandināvijas satelītattēlos (3. att.).



3. att. Fenoloģiskā rudens izmaiņas Ziemeļeiropā (1982.–1999. gadi, NORUT).

Kaimiņos Lietuvā un Igaunijā novērotas Latvijai līdzīgas tendences – rudens fāžu iestāšanās izmaiņas nav statistiski būtiskas (trends neitrāls), vai arī fāze iestājas agrāk.

Kāpēc arī rudens Baltijā iestājas agrāk?

Ja pavasara fāžu iestāšanās ir galvenokārt atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem (galvenokārt no iepriekšējā mēneša gaisa temperatūras), tad rudens gadījumā šī sakarība nav tik izteikta (2. tabula).

Kā redzams 2. tabulā, tikai vienā gadījumā novērojama vidēji cieša sakarība, turklāt, jo augstāka (siltāks) ir bijusi iepriekšējā mēneša gaisa temperatūra, jo vēlāk iestājas feno-

2. tabula. Fenoloģisko fāžu iestāšanās datumu un iepriekšējā mēneša gaisa temperatūras ($T_{iepr.m.}$) un nokrišņu summas ($N_{iepr.m.}$) kopsakarības (Latvijas dati).

Fāze	Vidējais datums	R ($T_{iepr.m.}$)	R ($N_{iepr.m.}$)
Parastā kļava LDz	19.09.	0,37	-0,06
Āra bērzs LDz	20.09.	0,59	-0,32
Parastā apse LDz	28.09.	0,29	0,18
Parastā apse LK	08.10.	0,45	0,07

R – korelācijas koeficients, jo tuvāka R vērtība 1, jo ciešāka sakarība ir starp diviem lielumiem, ja R = 0,5 – sakarība vidēji cieša.

LDz – lapu dzeltēšana, LK – lapu krišana.

loģiskā fāze (R vērtība pozitīva). Rudens gadījumā svarīgākas ir temperatūras ekstremālās, nevis vidējās vērtības.

Igaņu fenologi rudens ātrāku iestāšanos skaidro ar trim faktoriem: Baltijas jūras ietekmi, rudens temperatūru pazemināšanos (Igaunijā ilggadīgi vidējo rudens temperatūru trends ir negatīvs, temperatūra samazinās), citām dominējošajām gaisa masām nekā Eiropā, kur arī rudenī jūtama NAO (*North Atlantic Oscillation*) ietekme.

Tomēr pagaidām nav atrasts skaidrs mehānisms – kādi faktori un kā ietekmē rudens fāžu iestāšanās izmaiņas.

NAO (no angļu valodas – *North Atlantic Oscillation*) reprezentē gaisa masu meridionālo pārvietošanos starp Islandes minimumu un Azoru maksimumu. Ja palielinās Islandes minimuma ietekme (NAO pozitīvā fāze), Eiropas ziemeļrietumos un Ziemeļamerikas ziemeļaustrumos kļūst silts un mitrs, ja palielinās Azoru maksimuma ietekme (negatīvā fāze), gaisa temperatūra ir zemāka nekā vidēji.

FIZIKI JOKO

– Aļaskas Universitātes pētnieki atklājuši supravadītāju, kas darbojas istabas temperatūrā.

– Kāds slavens zinātnieks nolēma izmērīt, cik ātri krīt ķermeņi. Viņš nosveda no torņa augšas svina lodi un lukturi ar sveci iekšā. Abi nokrita zemē vienlaikus. Zinātnieks secināja, ka svina lode krīt ar gaismas ātrumu.

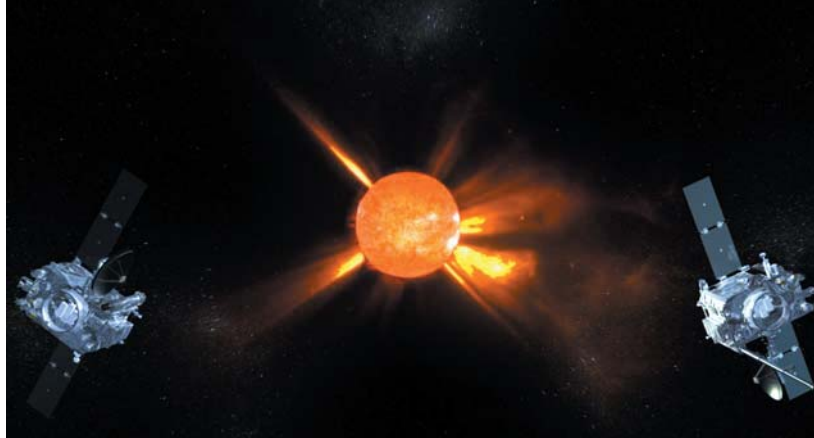
– Uzraksts uz lāzeru laboratorijas durvīm: “Nelūkojieties lāzera starā ar atlikušo aci!”

– Verneru Heizenbergu, kurš brauc automobili, aptur policists par ātruma pārsniegšanu. “Vai jūs zināt, cik ātri braucāt?” vaicā policists. “Savu ātrumu es nezinu,” atbild Heizenbergs, “toties es zinu, kur es atrodos.”

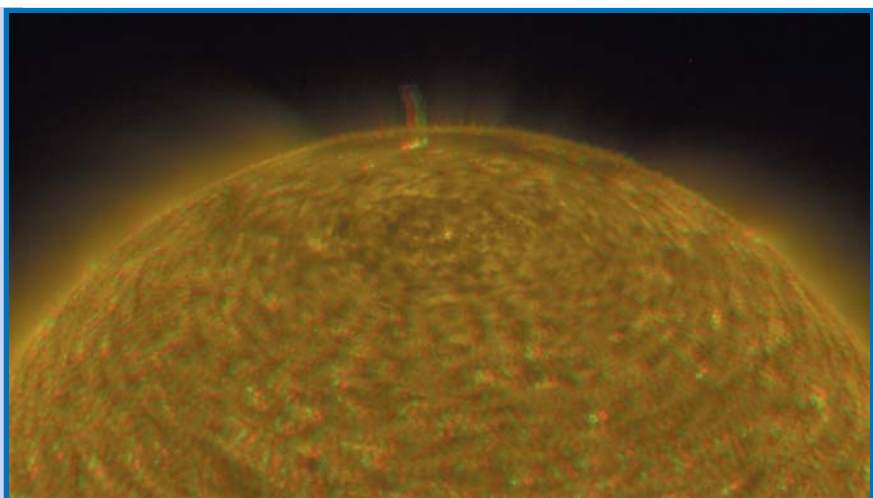
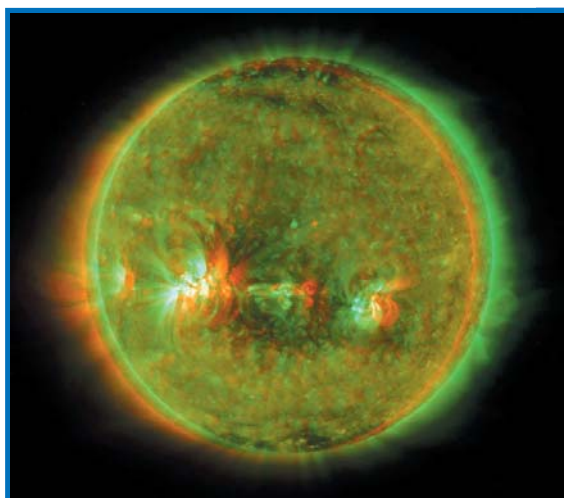
TELPISKĀ SAULE

ILGONIS VILKS

Cik nelāgi būtu vērot skulptūru, ja tai nevarētu apiet apkārt un aplūkot to no visām pusēm! Šādā situācijā līdz šim bija Saules pētnieki, kuri izcilo dabas skulptūru – mūsu zvaigzni ar tās efektīgajiem plankumiem, graci-ozajiem protuberanču lokiem un kosmosā izsviestajām gāzu strūklām bija spiesti aplūkot tikai no viena skatu



STEREO kosmiskie aparāti mākslinieka skatījumā. Viens no aparātiem steidzas Zemei pa priekšu, bet otrs arvien vairāk atpaliek. 2007. gada novembrī attālums starp tiem bija 100 miljoni km. 2008. gada decembrī, kad plānots misijas noslēgums, attālums starp tiem jau būs sasniedzis aptuveni 200 miljonus kilometru.

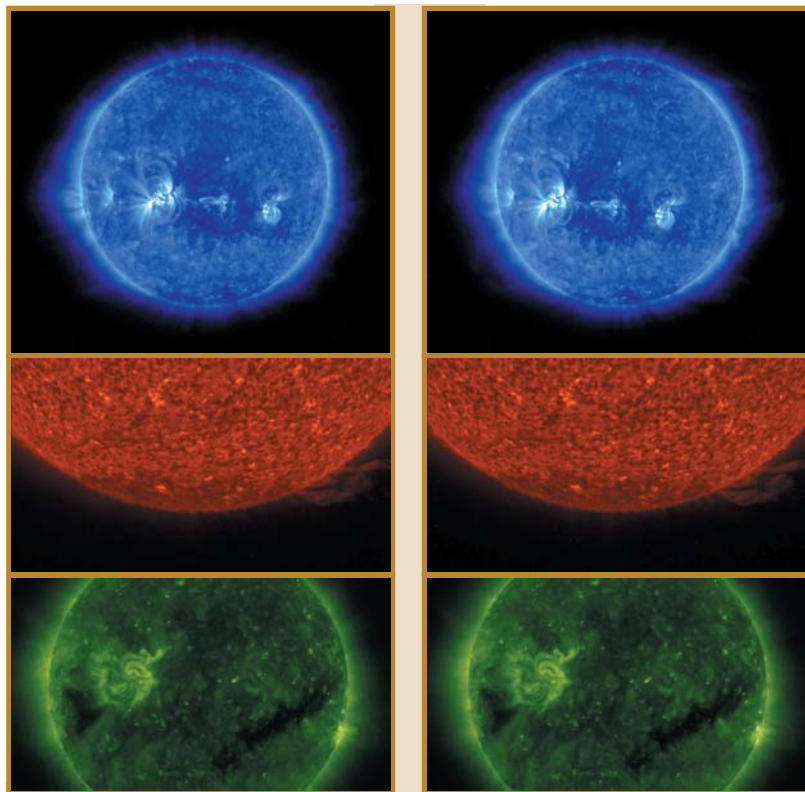


Šo telpisko attēlu aplūkošanai vajadzīgas speciālas brilles, kam viens stikls ir sarkanā, bet otrs – zilganzaļā krāsā.

punkta, kas piesaistīts Zemei. Situācija izmainījās, kad 2006. gada oktobrī tika palaists kosmisko aparātu pāris STEREO. Nosaukums runā pats par sevi – tie ir kosmiskie aparāti, kas vēro Sauli no dažādiem skata punktiem. Sinhroni iegūstot attēlu pāri, iespējams aplūkot telpisku Sauli, it kā “apiet tai apkārt”. Pirmie attēli tika iegūti 2007. gada aprīlī, un šobrīd pētniekiem jau ir pieejams plašs faktu materiāls.

Šīs kosmiskās misijas nolūks ir izpētīt koronālo masas izvirdumu (tajos no Saules tiek izsviesti miljardi tonnu ūdeņraža) telpisko struktūru, labāk izprast to veidošanos un izplatīšanos starpplanētu telpā, kā arī pētīt Saules vēju – visu no Saules nākošo daļiņu plūsmu. Gan izvirdumi, gan Saules vējš ietekmē mūsu planētas magnētisko lauku un atmosfēru, līdz ar to nedaudz ietekmējot arī mūsu dzīvi uz Zemes.

Protams, ka īstā Saule nav ne zila, ne zaļa, ne koši sarkana. Attēlu krāsas ir nosacītas, jo Saule tiek fotografēta ultravioletajā gaismā, dažādā viļņa garumā. Šajā spektra diapazonā iespējams labāk saskatīt uz Saules notiekošos mainīgos procesus.



Šos telpiskos attēlus iespējams aplūkot bez speciāla aprīkojuma, tikai abi attēli jāmek “sabīdīt” vienā. Viens no paņēmieniem – pielieciet žurnālu pie acīm un tad attāliniet, cenšoties, lai starp abiem plakana-jiem attēliem visu laiku būtu redzams trešais, telpiskais attēls.

Lūdzam aizpildīt anketu. Visas līdz 10. decembrim iesūtītās un pilnīgi aizpildītās anketas piedalās balvu izlozē (katrs dalībnieks var iesūtīt vienu anketu). Tikš izlozēti pieci žurnāla bezmaksas abonementi 2008. gadam un piecas krūzītes ar *Terras* simboliku. Izlozes rezultāti tiks paziņoti nākamajā žurnāla numurā un žurnāla mājaslapā <http://www.lu.lv/terra>. Atzīmējiet vēlamu atbildes variantu!

1. Cik sen jau lasāt žurnālu *Terra*?

- Pirmo gadu.
- 2–3 gadus.
- 4–5 gadus.
- Kopš pirmā numura.

2. Kā žurnāls nonāk jūsu rokās?

- Pērku.
- Abonēju.
- Ņemu no bibliotēkas.
- Aizņemos no citiem.

3. Cik cilvēki izlasa jūsu žurnāla eksemplāru?

- Viens.
- 2–3.
- 4–5.
- Vairāk.

4. Jautājums tiem, kuri pērk žurnālu. Vai jūs apmierina *Terras* iegādes iespējas preses tirdzniecības vietās?

- Jā, apmierina.
- Nē, neapmierina, jo ...

5. Kā jūs vērtējat žurnāla rakstu sarežģītības pakāpi?

- Raksti varētu būt vienkāršāki.
- Mani tie apmierina.
- Raksti varētu būt sarežģītāki.

6. Kā jūs vērtējat žurnāla saturu kopumā (ballēs no 1 līdz 10)?

- 1–2.
- 3–4.
- 5–6.
- 7–8.
- 9–10.

7. Kuras rubrikas jums šķiet visinteresantākās (+), bet kuras – mazāk interesantas (-)?

- Astronomija.
- Bioloģija.
- Dabas mākslas.
- Datori.
- Fizika.
- Ģeogrāfija.
- Intervijas ar zinātniekiem.
- IQ tests.
- Izglītības problēmas.
- Jaunumi un interesanti fakti.
- Joki.
- Kosmosa apgūšana.
- Ķīmija.
- Matemātika.
- Medicīna.
- Muzeji Latvijā.
- Par zinātņi vispār.
- Tehnoloģijas.
- Vēsture un arheoloģija.
- Vides problēmas.
- Zinātnes vēsture.

8. Jūsu vecuma grupa.

- Mazāk par 15 gadiem.
- 15–18.
- 19–21.
- 22–25.
- 26–35.
- 36–45.
- 46–55.
- 56–65.
- 66 un vairāk.

Balvas – žurnāla abonementi 2008. gadam un krūzītes ar *Terras* simboliku!

9. Nodarbošanās

10. Dzīves vieta

Atbildes lūdzam iesūtīt pa pastu *Terras* redakcijai, Martas 9, Rīga, LV-1011, vai pa elektronisko pastu terra@lu.lv.



“Zinātnes kafejnīcas” ietvaros 28. septembrī Latvijas Universitātes kafejnīcā žurnāla *Terra* pārstāvji sveica atjautīgākos izgudrotājus un fotogrāfus – “Saules tējkannas” konkursa uzvarētājus.



Konkursa uzvarētājs Aigars Liepiņš aplūko iegūto digitālo fotoaparātu Canon.



Otrās vietas ieguvējs Juris Ķibilds.

Terras projekta vadītājs Vitolds Grabovskis bija patīkami pārsteigts, ka mums ir ne tikai čakli lasītāji, bet arī konstruktori. *Canon IB serviss* pārstāvis Ingus Grasmanis sveica “Saules tējkannas” konkursa uzvarētāju Aigaru Liepiņu, dāvinot fotoaparātu. Otrās vietas ieguvējs Juris Ķibilds kopā ar vecākiem priecājās par iegūto žurnāla abonementu un T-kreklu. Fotokonkursa otrās vietas ieguvēja Diāna Popova saņēma pelnīto žurnāla abonementu un krūzīti. Trešajā vietā esošā Kalvija Vecmaņa tētis (atvainojamies par iepriekšējā numurā



Canon IB serviss pārstāvis Ingus Grasmanis pie vienas no “saules tējkannu” konstrukcijām.

ieviesušos kļūdu uzvārdā) nodos dēlam *Terras* krūzīti un abi kopā nākamajā gadā varēs lasīt žurnālu.

LU vestibulā klātienēs izstādē varēja aplūkot konkursa uzvarētāju konstruētās ierīces. Apmeklētājiem bija iespēja skatīt arī uzvarētāju fotogrāfijas un ierīču un foto ideju aprakstus.

Ar uzvarētājiem, kuri nevarēja ierasties, sazināsies *Terras* redakcija.

Ilona Nukševica