

# ATOMU DETEKTĪVI

**ILGONIS VILKS**

Vācijas dienvidos atrodas Karlsrūes pilsēta. Tā varētu piesaistīt tūristus ar savu neparasto plānojumu – no pils, kas atrodas pašā pilsētas centrā, radiāli stiepjas 32 ielas, tāpēc Karlsrūi reizēm sauc par pilsētu–vēdekli. Taču šoreiz autora intereses objekts atradās ārpus pilsētas – Karlsrūes pētniecības centrā, kur izvietots Transurāna elementu institūts<sup>1</sup>. Te radioaktīvos elementus pēta 300 cilvēki. Apmeklētājam nav viegli tikt iekšā – apkārt teritorijai stiepjas dzeloņstieple žogs, drošības sistēma caurlaižu telpā ir pat nopietnāka nekā lidostās, ar pilnīgu ķermeņa skenēšanu rentgena staros.



**Transurāna elementu institūts Karlsrūē. Pirmā drošības barjera – dzeloņstieples un apmeklētāju rūpīga pārbaude.**

*I. Vilka foto*

Tomēr šoreiz izdarīts izņēmums. Institutā ieradusies 30 žurnālistu grupa no 20 Eiropas valstīm, lai uz brīdi iejustos “atomu detektīvu” lomā. Transurāna elementu institūts ir daļa no Eiropas Komisijas Apvienotā pētniecības centra (*Joint Research Centre*), kura struktūrvienības izvietotas dažādās Eiropas valstīs un nodarbojas ar dažādiem kvalitātes, drošības un vides jautājumiem. Karlsrūe ir viena no nedaudzajām vietām pasaulē, kur strādā “atomu detektīvi” – cilvēki, kuri izmeklē kodolmateriālu nelegālas pārvadāšanas gadījumus. Šo nozari, kas ir uz robežas starp zinātņi un kriminālistiku, atbilstīgi arī sauc par kodolkriminālistiku (*nuclear forensics*).

## Drošība pirmajā vietā

Caurlaižu telpā katram apmaiņā pret pasi tiek izsniegta identifikācijas karte. Tā vajadzīga, lai izklūtu cauri nākamajiem drošības vārtiem, kas ved uz institūta pētniecības zonu. Ja karti pazaudēs, būs lielas problēmas. Darbinieki joko – netiksiet ārā. Katrs paraksta drošības dokumentu, kur cita starpā jānorāda, kāda radioaktīvā starojuma doza ir saņem-

<sup>1</sup> Par transurāna elementiem sauc ķīmiskos elementus, kas periodiskajā elementu tabulā atrodas aiz urāna – nep-tūniju, plutoniju un citus.



*European Communities attēls*

ta cituviet – atomelektrostacijās vai kodolpētniecības iestādēs. Mums tādas, par laimi, nav. Dokuments arī brīdina – cilvēki ar vaļējām brūcēm, caur kurām radioaktīvie putekļi varētu viegli iekļūt organismā, netiek ielaisti. Katram izsniedz baltu halātu, apavu pārvelkamās čibiņas un dozimetru. Paskatos savā dozimetrā – tas rāda nulli. Beidzot, izgājuši cauri drošības vārtiem, nokļūstam laboratorijās.

Ja ārējā drošība vajadzīga tādēļ, lai cilvēki neienestu institūtā ieročus vai neiznestu kodolmateriālus, tad iekšējā drošība ir pašu strādājošo un apmeklētāju labā, lai izslēgtu vismazāko radioaktīvā piesārņojuma iespēju. Laboratorijām ir slūžas – ārējās un iekšējās durvis, kas nedrīkst būt vaļā vienlaikus. Laboratorijas iekšienē gaisa spiediens ir nedaudz zemāks. Ja laboratorijā izplatītos kādi radioaktīvi putekļi, tie nenonāktu ārpusē, jo tos uztvertu ventilācijas sistēmas filtri. Ventilatoru dunoņa laboratorijās neaprimst ne mirkli.



**Individuālais dozimetrs. Rāda radioaktīvā starojuma dozu līdz diviem milizivertiem (mSv). Tas nav daudz, gadā mēs saņemam no vides aptuveni 3 mSv lielu dozu.**

*Attēls no Vikipēdijas*

Otra aizsardzības barjera ir boksi – hermētiski caurspīdīga materiāla būri ar vairākām atverēm, kurām pievienoti cimdi. Šeit notiek reālais darbs. Operators ievieto rokas cimdus un rikojas ar paraugiem – apstrādā tos, veic analīzes u. tml. Iekšā ir salikts viss nepieciešamais – darbarīki, ķīmiskie reaģenti un citas lietas. Paraugus, kas ievietoti dubultās plastmasas maisos, liek boksā iekšā un ņem ārā caur speciālām slūžām. Tā kā darba gaitā boksa saturs pakāpeniski piesārņojas ar radioaktīvajiem putekļiem, tad tie darbarīki,



### Darbs boksā – tiek sagatavots paraugu turētājs urāna un plutonija paraugu spektrometrijai.

*European Communities attēls*

kas ielikti iekšā, tur arī paliek. Katram boksam ir norādīts, kādu starojuma dozu (niecīgu) saņem operators, ilgstoši strādājot šajā vietā. Vāji radioaktīviem atkritumiem laboratorijā iekārtotas speciālas dzeltenas atkritumu kastes.

Boksā gaisa spiediens samazināts vēl vairāk. Mazvarbūtīgā gadījumā, ja ar asu instrumentu tiktu sagriezts cimds, radioaktīvās vielas paliktu boksā un neizplatītos telpā. Ja risks saskarties ar radioaktīviem putekļiem ir lielāks, operatori lieto sejas maskas – respiratorus. Ja paraugs ir stipri radioaktīvs, jāvelk svina priekšauts. Ar pašiem bīstamākajiem materiāliem

rikojas tikai robots, ko operators vada no tālienes. Robots ir noderīgs arī tajos gadījumos, kad jāveic daudzas vienādas analīzes. Robots to izdara ātrāk un precīzāk nekā cilvēks. Tomēr jāteic, ka Transurāna elementu institūtā nestrādā arī ļoti radioaktīviem paraugiem vai lieliem vielu daudzumiem, kas varētu būt bīstami dzīvībai. Galvenokārt te rikojas ar urāna degvielas granulām, ko izmanto atomelektrostacijās, plutoniju un ne-transurāna elementiem, kurus izmanto medicīnā. Piemēram, mums demonstrēja boksā ievietotu urāna rūdu un tās pārstrādes produktus – samaltu un ķīmiski apstrādātu rūdu jeb t. s. *dzeltenu kūku*, zaļo urāna heksafluorīdu, kā arī urāna degvielas granulu, kas sastāv no urāna dioksīda. Stāstītājs un arī žurnālisti mierīgi stāvēja paraugiem blakus, un neviens neuztraucās.

## Nelegālais trafiks

Kodolkriminālistikas nodaļas vadītājs Klauss Meijers pastāstīja, ka katru gadu pasaulē tiek atklāti vairāki desmiti gadījumu, kuros tiek nelegāli pārvadāti radioaktīvi materiāli (1340 gadījumi laika posmā no 1993. līdz 2007. gadam), taču tikai neliela daļa šo gadījumu saistīti ar tādiem materiāliem, kas piemēroti kodolieroču izgatavošanai (*sk. tabulu*). Kopš 2003. gada atklāto gadījumu skaits palielinās, taču tas nav saistīts ar nelegālo aktivitāšu pastiprināšanos, bet gan ar to, ka daudzviet tiek uzstādīti radiācijas detektori. Eiropas Savienībā šādi detektori ir uz ārējām robežām, muitās, ostās, daudzās metāllūžņu savāktuvēs. ASV radiācijas detektori ir

**Tabula. 1993.–2007. gadā atklātie kodolmateriālu nelegālās pārvadāšanas gadījumi, kuros iesaistīts augsti bagātināts urāns (highly enriched uranium, HEU, urāna-235 saturs pārsniedz 20%) vai plutonijs (Starptautiskās Atomenerģijas aģentūras informācija).**

Datums, vieta	Viela/daudzums	Komentārs
24.05.93., Viļņa, Lietuva	HEU 150 g	Noliktavā atrastas 4,4 tonnas berilija, no kuriem 150 kg piesārņoti ar HEU
Marts 1993, Sankt-Pēterburga, Krievija	HEU 2,972 kg	Arestēta privātpersona, kas materiālu nozagusi kodolrūpnīcā. Materiāls bija paredzēts nelegālai pārdošanai
10.05.94., Tengen-Wiechs, Vācija	Plutonijs 6,2 g	Policijai pārmeklējot ēku, atrasts plutonijs
13.06.94., Landshut, Vācija	HEU 0,795 g	Personu grupa arestēta par nelegālu HEU glabāšanu
25.07.94., Minhene, Vācija	Plutonijs 0,24 g	Konfiscēts neliels daudzums PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> maisījuma, saistīts ar nākošo gadījumu
10.08.94., Minhene, Vācija	Plutonijs 363,4 g	Minhenes lidostā aizturēts lielāks daudzums PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> maisījuma
14.12.94., Prāga, Čehija	HEU 2,73 kg	Prāgas policija pārtvēra HEU, kas bija paredzēts nelegālai pārdošanai
Jūnijs 1995, Maskava, Krievija	HEU 1,7 kg	Privātpersona, kas nozagusi HEU kodolrūpnīcā, arestēta par tā glabāšanu. Materiāls bija paredzēts nelegālai pārdošanai
06.06.1995., Prāga, Čehija	HEU 0,415 g	Prāgas policija pārtvēra HEU paraugu
08.06.95., Česke Budejovice, Čehija	HEU 16,9 g	Česke Budejovices policija pārtvēra HEU paraugu
29.05.99., Ruse, Bulgārija	HEU 10 g	Bulgārijas muiža arestēja cilvēku, kurš centās nelegāli pārvest HEU pāri robežai
Decembris 2000, Karlsrūe, Vācija	Plutonijs 0,001 g	Radioaktīvu materiālu maisījums nozagts no kodolmateriālu pārstrādes uzņēmuma
16.07.01., Parīze, Francija	HEU 0,5 g	Trīs personas, kas pārvadāja HEU un meklēja pircēju, arestētas Parīzē
26.06.03., Sadahlo, Gruzija	HEU ~170 g	Privātpersona arestēta par HEU glabāšanu, mēģinot pārvest to pāri robežai
Marts–aprīlis 2005, Ņūdžersija, ASV	HEU 3,3 g	Nejauši pazaudēta paciņa ar HEU
24.06.05. Fukui, Japāna	HEU 0,0017 g	Kodolmateriālu pārstrādes rūpnīcā pazaudēts neitronu plūsmas detektors
01.02.06., Tbilisi, Gruzija	HEU 79,5 g	Arestēta personu grupa, kas mēģināja nelegāli pārdot HEU
30.03.06., Henningsdorfa, Vācija	HEU 47,5 g	Vācu amatpersonas pārstrādei paredzētos metāllūžņos atrada metāla cauruli ar HEU piesārņojumu



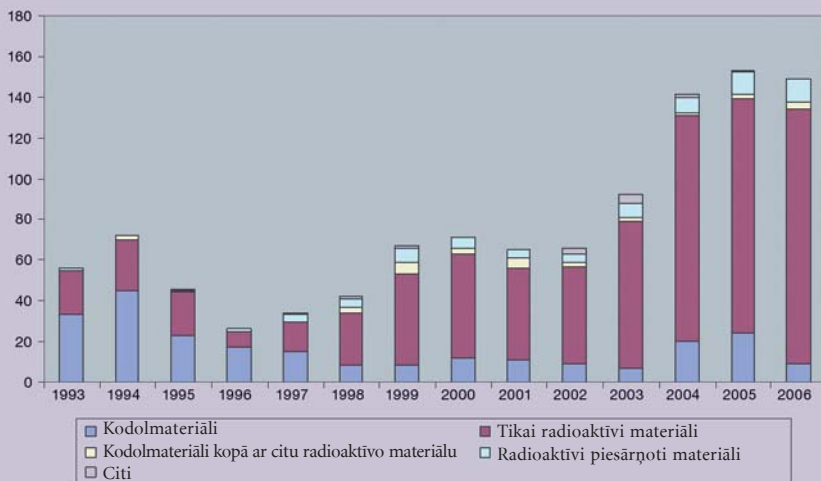


**Degvielas granula no Ignalinas atomelektrostacijas.**  
*European Communities attēls*

arī uz iekšējām (štatu) robežām un dažviet pat uz tiltiem, kur koncentrējas kravas automobiļu satiksme.

Latvijas Radiācijas drošības centra Operatīvās brīdināšanas sektora vadītājs Visvaldis Grāveris pastāstīja, ka mūsu valstī šādas pārbaudes tiek veiktas uz Eiropas Savienības ārējās robežas, t. i., uz robežas ar Krieviju un Baltkrieviju, ostās, lidostās. Rūpīgi tiek pārbaudīti preču vilcieni un autokravas. Visos pārbaudes punktos darbojas gamma starojuma detektori, kas spēj atklāt radioaktīvus materiālus, un lielākajā daļā punktu arī neitronu detektori, kas spēj atklāt materiālus, kuros notiek kodolu dalīšanās. Aizdomīgos gadījumos krava tiek aizturēta un to pārbauda centra inspektori.

Latvijā nav atklāti nelegālas radioaktīvo materiālu transportēšanas gadījumi, par kuriem nepieciešams ziņot Starptautiskajai Atomenerģijas aģentūrai. Reizēm nelielu dabiskas izcelsmes radioaktivitāti atklāj, piemēram, metāllūžņos, ko no Kazahstānas sūta pārkausēšanai uz rūpnīcu "Liepājas metalurģis". Tad sastāda aktu un nosūta kravu atpakaļ. Tur to acīmredzot nomazgā, līdz radioaktivitāte iekļaujas normas robežās, un bieži vien sūta uz Latviju vēlreiz.



### Radioaktīvo materiālu nelegālās pārvadāšanas gadījumi 1993.–2006. gadā.

*Starptautiskās Atomenerģijas aģentūras attēls*

Cik zināms, vislielākais urāna daudzums – aptuveni 300 kilogrami – nozags Čepečkas kodoldegvielas rūpnīcā (Udmurtijā) 1992. gadā. Zagļi izmantoja faktu, ka tehnoloģiskajā procesā pastāv dažu procentu pielaidē attiecībā uz iegūstamā materiāla daudzumu, un zaga nelielām porcijām. Taču zādzība tika atklāta un varas iestādes atguva vairāk nekā 100 kilogramus urāna. Ignalinas atomelektrostacijā Lietuvā tajā pašā 1992. gadā tika nozags 7 m garš un 280 kg smags kodoldegvielas stienis, kas saturēja 111 kg urāna. Sākot ar 1996. gadu, lielākā daļa nozagtā urāna tika atrasta<sup>2</sup>. Te jāpiebilst, ka abos gadījumos tika nozags maz bagātināts urāns (*low enriched uranium*, LEU), kurā urāna-235 saturs nepārsniedz 20%, bet lielākoties ir tikai daži procenti, un no šādas zādzības ir maz jēgas.

<sup>2</sup> Vairāk sk. I. Vilks. Urāna ceļš. *Terra*, 2007. gada marts–aprīlis.

Rodas likumsakarīgs jautājums – kāpēc cilvēki riskē ar savu un apkārtnes veselību un dzīvību, glabājot vai pārvadājot radioaktīvas vielas? Vairumā gadījumu atbilde ir cerība nopelnīt miljonus. Savākt izejmateriālu atombumbas izgatavošanai šādā veidā nav reāli. Urāna-235 kritiskā masa, kad tīra metāliska urāna-235 lodē sākas sevi uzturoša ķēdes reakcija, ir 52 kg. Nozagto materiālu daudzums, kā redzams tabulā, nepārsniedz dažus kilogramus. Turklāt, lai izraisītu sprādzienu, vajadzīga masa, kas pārsniedz kritisko<sup>3</sup>. Piedevām urāns parasti nav tīrs vajadzīgais izotops, līdz ar to materiāla bumbai vajadzētu daudz vairāk. Protams, vienmēr iespējams izgatavot "netīro bumbu", kad ar parastās sprāgstvielas palīdzību izšķaida nedaudz urāna, radot vides radioaktīvo piesārņojumu, taču tas ir niecīgs. Plutonija kritiskā masa ir mazāka, tikai 10 kg. Taču 1 g plutonija cena ir aptuveni 2000 latu. Var izrēķināt, ka plutonija atombumba ir dārgs prieks – tā maksās vismaz 20 miljonus latu.

### Atomu detektīvu ikdiena

Kopš 1992. gada Transurāna elementu institūtā izpētīti vairāk nekā 30 radioaktīvo materiālu nelegālas pārvadāšanas vai uzglabāšanas gadījumi. Pats jaunākais gadījums, ko izmeklē pašlaik, saistīts ar urānu, kas 2008. gada oktobrī un novembrī atrasts Roterdamas ostā. Urānu saturēja metāllūžņi, kas ar kuģi atvesti no Sankt-Pēterburgas. Kāda ir "atomu detektīvu" rīcība šādā gadījumā? Pirmkārt, viņi ņem paraugus. Pēc tam tos vispusīgi analizē laboratorijā – nosaka, vai paraugā ir urāns, plutonijs, jeb citi radioaktīvie elementi. Pēc tam nosaka atomu izotopus. Piemēram, urānam ir vairāki izotopi, kas atšķiras ar neitronu skaitu atomu kodolos (U-235, U-238 un citi). Kodolieroču izgatavošanai derīgs tikai U-235. Klausu Meijera vadītā grupa konstatēja, ka urāna-235 saturs paraugos ir 4 un 16%. Tas nozīmē, ka šo urānu var izmantot atomelektrostacijā, bet tas nav derīgs atombumbai.

Vēl vairāk, pēc ķīmisko elementu un izotopu satura ļoti daudzos gadījumos iespējams noteikt, no kurienes aizdomīgais materiāls nācis,



**Transurāna elementu institūta Kodolkriminālistikas nodaļas vadītājs Klauss Meijers.** *European Communities attēls*

<sup>3</sup> Ir speciālas tehnoloģijas, kas ļauj izraisīt sprādzienu ar mazāku urāna daudzumu, taču tās nav realizējamas primitīvos apstākļos.

## Haigerlohas reaktors

Vācu zinātnieki 2. pasaules kara laikā nodarbojās ar kodolpētījumiem, tomēr izgatavot atombumbu viņiem neizdevās. Sākumā darbi notika Berlīnē, taču sabiedroto gaisa uzlidojumi spieda pārcelties uz nelielu pilsētiņu Haigerlohu Vācijas dienvidrietumos. Te irētā alus pagrabā Nobela prēmijas laureāta Vernera fon Heizenberga vadībā uz ātru roku tapa kodolreaktors. Eksperimenti notika 1945. gada marta beigās un aprīļa sākumā. Alumīnija konteinerā, kura augstums un diametrs bija 2,10 metri, tika ielikts mazāks magnija konteiners, bet atstarpī aizpildīja ar grafīta ķieģeļiem, kas kalpoja kā neitronu aizturētājs. Reaktoram uzlika vāku, kurā bija iekārti 664 urāna kubi, katrs 5 cm liels. Tad reaktorā lēnām lēja smago ūdeni un sekoja, vai sāksies ķēdes reakcija. Kaut arī neitronu skaits palielinājās, tas nebija pietiekams, lai reaktors sasniegtu t. s. kritisko stāvokli. Bija vajadzīgs lielāks urāna un smagā ūdens daudzums.



Viens no pieciem trūkstošajiem urāna kubiem.

*European Communities attēls*

Taču fronte tuvojās un tālākiem eksperimentiem nepietika laika. Amerikāņi veica speciālu izlūkoperāciju, atrada reaktoru un arestēja zinātniekus, izņemot Heizenbergu, kurš aizmuka ar velosipēdu. Tiesa, arī viņš vēlāk tika arestēts. Amerikāņi savāca 659 urāna kubus un iznīcināja reaktoru. Taču pieci urāna kubi bija pazuduši. Vienu no tiem 20. gs. 60. gados upes malā atrada bērni. Tad tā pēdas atkal pazuda, līdz 90. gados tas “uzradās” kādas mājas pagrabā uzkopšanas laikā. Kubu nodeva muzejam, bet nesēn to izpētīja Transurāna elementu institūta speciālisti. Viņi konstatēja, ka kubs izgatavots 1943. gada septembrī (kļūda  $\pm 3$  mēneši), un tajā nav atrodami urāna dalīšanās produkti. Tas nozīmē, ka dalīšanās reakciju skaits eksperimenta laikā bijis neliels un reaktora kritisko stāvokli tiešām nav izdevies sasniegt.



Haigerlohas reaktora urāna kubu virtenes (replika Haigerlohas Atomu muzejā).

*Attēls no Vikipēdijas*



Nikola Erdmane stāsta žurnālistiem par sekundāro jonu masspektrometra izmantošanas iespējām radioaktīvo materiālu analīzei. Ievērojiet identifikācijas kartes un dozimetrus apmeklētāju krūšu kabatiņās.

*European Communities attēls*

proti, kur tas ražots. Katrā kodolmateriālu rūpnīcā izgatavotajai kodoldegvielai ir savas sastāva īpatnības, kas fiksētas starptautiskās datubāzēs. Tās ir kā savdabīgs materiāla “pirkstu nospiedums”. Arī šajā gadījumā zinātnieki jau zināja materiāla avotu, taču pagaidām nedrīkstēja to atklāt.

Institūta laboratorijās iespējams arī izanalizēt ļoti sīkus radioaktīvo vielu daudzumus, tik sīkus, ka tie, atrodoties vidē, nerada nekādus draudus cilvēkiem, bet ļoti noder kodolkriminalistiem dažādu gadījumu izmeklēšanā. “Nozieguma vietā” ar speciālu lupatiņu saslauka putekļus. Pēc tam individuālus putekļus apskata elektronu mikroskopā un nosaka to izotopu sastāvu, izmantojot iekārtu, kas saucas *sekundāro jonu masspektrometrs*. Šo precīzo un arī darbietilpīgo analīžu veikšanu vada pētniece Nikola Erdmane.

Arī ejot ārā no institūta, jāievēro strikti drošības pasākumi. Pirms iziet no jebkuras laboratorijas, jāuzkāpj uz speciālas platformas, bet rokas jāieliek aparātā, kas pārbauda, vai uz rokām un kājām nav palikuši radioaktīvie putekļi. Ejot ārā no



Skenējošajā elektronu mikroskopā uzstādīta manipulātoru sistēma, ar kuriem iespējams pārvietot mikrometra lieluma daļiņas. Pats mikroskops un paraugs, protams, atrodas boksa.

*European Communities attēls*

pētniecības korpasa, speciālā kabīnē tiek pārbaudīts viss ķermenis, ieskaitot galvu. Jāgaida 15 sekundes, līdz iedegas liels, zaļš uzraksts “Tirs”. Tad var atviegloti nopūsties un doties prom no šīs radioaktivitātes valstības. Pirms nodošanas pārbaudīju savu dozimetru. Tas aizvien rādīja nulli.

## Ko vēl palasīt?

Eiropas Komisijas Apvienotais pētniecības centrs:

- I. Vilks. Drošības sardzē. *Terra*, 2007. gada marts–aprīlis;
- [www.jrc.ec.europa.eu](http://www.jrc.ec.europa.eu).

Transurāna elementu institūts:

- [itu.jrc.ec.europa.eu](http://itu.jrc.ec.europa.eu);
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Institute\\_for\\_Transuranium\\_Elements](http://en.wikipedia.org/wiki/Institute_for_Transuranium_Elements).

Starptautiskās Atomenerģijas aģentūras informācija par nelegālo kodolmateriālu pārvadāšanu:

- [http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/RadSources/PDF/fact\\_figures2007.pdf](http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/RadSources/PDF/fact_figures2007.pdf).