

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 26 (1998/1999)

Številka 3

Strani 133-135

Andrej Likar:

MIKROTVEG

Ključne besede: zanimivosti, razvedrilo, fizika, tveganje, ocena verjetnosti.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/26/1373-Likar.pdf>

© 1998 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

MIKROTVEG

V vsakdanjem življenju je mnogo naključij. Pri tem imamo v mislih dogodke, ki jih nismo predvideli ali pa jih ne moremo predvideti. Naključni dogodek je na primer nedogovorjeno srečanje dveh znancev v tujem mestu; dogodek, da ujamemo mestni avtobus prav v trenutku, ko smo prišli na postajo; da na loteriji zadenemo kak dobiček. Naključni pa so tudi manj prijetni dogodki, kot so razne nevšečnosti in nesreče. Prav slednjim bi se prav radi izognili, a so v veliki meri nenapovedljive.

Kljub nenapovedljivosti pa lahko povemo kaj več o tveganju za določen dogodek. Pri skoku z okna v drugem nadstropju je sicer mogoče, da bomo ostali nepoškodovani, a ni pričakovati, da se bo to res zgodilo. Pravimo, da je tak izid prav malo verjeten. Prav tako je malo verjetno, da nas zadene meteor ali del razpadlega satelita. Ni pa tako malo verjetno, da nas pri neprevidnem prečkanju ceste zadene kako vozilo. Verjetnost lahko opredelimo tudi s številom. Pri tem se spomnimo, kako delajo poskuse fiziki, ki jih zanimajo lastnosti atomskih jeder. Na jedro usmerijo kak delec in pogledajo, če se je pri tem zgodila reakcija. Ta poskus ponavljajo. Največkrat reakcije ni, včasih pa z detektorji zaznajo delce, ki kažejo, da se je zgodila. Če se je pri 1000 poskusih reakcija zgodila petkrat, je verjetnost zanjo kar razmerje $5/1000 = 0,005$. Fiziki seveda ne pošiljajo delcev posamezno, temveč v curku, da merjenje ne traja predolgo.

Verjetnost določamo torej z opazovanjem velikega števila poskusov pri podobnih okoliščinah. Pri tem štejemo število vseh poskusov in število poskusov, pri katerih so se dani dogodki zgodili. Neprevidno prečkanje ceste je torej poskus, dogodek pa je, če nas pri tem zadene avto. Prav tako je poskus celodnevni sprehod v naravi, dogodek pa, denimo, da tedaj vidimo medveda.

Pri oceni verjetnosti za kako nesrečo seveda ne delamo eksperimentov. Zanesemo se na poročila o nesrečah, ki so se že zgodile, in jih razvrščamo v skupine s čim bolj enakimi okoliščinami. To da število dogodkov, število poskusov pa ocenimo iz statističnih podatkov.

Pri vsakdanjih opravilih je pogostost nesreč, pri katerih bi se nam zgodilo kaj hudega, majhna. Verjetnosti so v območju 10^{-6} , se pravi v povprečju 1 dogodek na milijon poskusov. Verjetnosti 10^{-6} bomo rekli mikrotveg. Oglejmo si dejavnosti (torej poskuse), pri katerih je verjetnost, da izgubimo življenje, enaka enemu mikrotvegu:¹

- potovati z vlakom v 2500 km oddaljeni kraj,
- leteti s civilnim letalom na razdalji 2000 km,

¹ Podatki so povzeti iz prispevka Georga Marxa "People and risks" na konferenci Rio Followup v Egru na Madžarskem od 22.–27. avgusta leta 1994.

- potovati na razdalji 80 km z avtobusom,
- voziti se z osebnim avtom na 65 km dolgi poti,
- prekolesariti razdaljo 12 km,
- voziti motor na razdalji 3 km (res je, le treh kilometrov!),
- pokaditi eno cigareto,
- živeti 2 tedna s kadilcem v isti sobi,
- popiti pol litra vina,
- preživeti 10 dni v opečnati hiši in tvegati življenje zaradi radioaktivnega sevanja naravnih radioaktivnih izotopov, predvsem radonovih potomcev,
- tri dni dihati onesnažen zrak velemesta.

Tveganja v področju mikrotvega so za večino ljudi sprejemljiva. Seveda bi se radi tudi tako majhnim tveganjem izognili. Največkrat to ni mogoče, saj tudi prizadevanje, da se dogodku izognemo, ni vedno brez tveganja.

Različni poklici nosijo s seboj različna tveganja. Za delo v trgovini tvegamo 10 mikrotvegov na leto, v tovarni pa 10 do 100 mikrotvegov. Pri transportu je tveganje 400 mikrotvegov na leto, rudarjenje nosi 800 mikrotvegov, gradnja daljnovodov 1200 mikrotvegov letno. Pri črpanju nafte iz morskega dna na velikih globinah tvegamo 1500 mikrotvegov, ribarjenje na odprtem morju z globinskimi mrežami pa pomeni 1800 mikrotvegov letno. Ocenili so, da tvega predsednik ZDA kar nekaj tisoč mikrotvegov letno. Seveda so vsa ta tveganja prav majhna v primerjavi s tveganjem kadilca. Povprečni kadilec pokadi 8000 cigaret letno, kar prinese 8000 mikrotvegov. To je nekajkrat več, kot so tveganja, ki so jim izpostavljeni ljudje v naštetih poklicih. Svetovna tobačna industrija naredi $5 \cdot 10^{12}$ cigaret letno. Naj bralec sam presodi, koliko žrtev terjajo cigarete vsako leto.

Zadnje čase ljudi posebno skrbi tveganje zaradi radioaktivnosti. Vprašanje je zanimivo, saj smo temu sevanju izpostavljeni vsi. Z leti so z mnogimi študijami dognali, da vsakdo letno tvega zaradi naravnega radioaktivnega sevanja v povprečju 100 mikrotvegov. V nekaterih področjih sveta je naravno sevanje še posebno izrazito in je lahko tudi 12-krat večje od navedenega. Posebno skrb vzbuja radioaktivni radon, ki ga je v nekaterih delih sveta precej več kot drugje. Tam so področja, kjer je tveganje zaradi vdihavanja radonovih potomcev tolikšno kot pri kadilcih. Strogi predpisi, ki se jim morajo pokoravati jedrske elektrarne, zagotavljajo, da je dodatno tveganje okoliškega prebivalstva zaradi normalnega obratovanja elektrarne manj kot za 1% povečano glede na tveganje zaradi naravnih virov.

Pri presoji nevarnosti kakega početja se le redki ozirajo na podatke o tveganju, ki so na voljo. Nekdo se panično boji letenja z letalom, brez skrbi pa se vozi z motorjem. Drugega zelo skrbi sevanje, pri tem pa pokadi tudi 12 000 cigaret letno. Spet tretji gradi novo hišo, ker se boji, da je v stari preveč radona. Meritve sicer pokažejo, da je povišanje neznatno, tveganje, da gre kaj hudo narobe pri gradnji, pa nekaj tisočkrat večje od tistega, ki ga prinaša življenje v stari hiši. Kakršnokoli prepričevanje pa ne zaleže. Voda na mlin tovrstnemu presojanju so izkušnje. Podatek o verjetnosti za kak dogodek je sicer dobrodošla podlaga zavarovalnicam, ki imajo opravka z velikim številom ljudi. Pri posameznikih pa gre včasih vse narobe: ponesreči se voznik, ki je na cesti le nekajkrat letno, dobro pa jo odnese trgovski potnik, ki v enem letu prevozi tudi do 100 000 km. Nevarno zbolí znanec, ki je vse življenje živel zgledno, se ukvarjal s športom, jedel le zdravo hrano, nikoli pil alkoholnih pijač ali kadil. Prav dobro pa se počuti sosed, ki kadi kot Turek, se baše z mastno hrano in mesom in je prav redko trezen. Prav take izkušnje si ljudje radi zapomnijo, ker so presenetljive, čeprav niso v nasprotju z načeli verjetnostnega računa. Le pri zelo velikih tveganjih smo nekoliko bolj racionalni: ne zgodi se prav pogosto, da bi voznik z vso hitrostjo zapeljal v križišče pri rdeči luči.

Andrej Likar