

SPOZNÁVAME TEÓRIU RELATIVITY

Ako sme vyrastali, učili sa chodiť, ohmatávali predmety a učili sa vnímať svet okolo seba, vytvárali sa nám v hlave prirodzené predstavy o priestore a čase. Keď si pred odchodom nastavíme hodiny na ruke podľa kuchynských hodín, po návrate domov zvyknú ukazovať rovnaký čas ako kuchynské hodiny. Ak nie, predpokladáme, že niektoré hodiny idú zle. Keď cestujeme autom a hľadíme z okna, nevšimneme si žiadne zmeny – domy majú nezmenený tvar a všetko vyzerá rovnako, ako keď stojíme na mieste. Ak chceme prísť do školy rýchlejšie, pridáme do kroku. Ak to chceme stihnúť za polovičný čas, dvakrát zrýchlime. Všetky tieto predstavy však fungujú vďaka tomu, že sa v našom živote nestretávame s príliš veľkými rýchlosťami. Kráčame, jazdíme autom, letíme lietadlom, ale vždy ide o rýchlosti omnoho menšie, než je rýchlosť svetla, čo je nepredstaviteľných 300 000 kilometrov za sekundu. Svetlo k nám pricestuje zo Slnka za osem minút a za sekundu obehne Zem sedemkrát. Albert Einstein prišiel na to, že pri rýchlostiach blízkyh rýchlosti svetla už naša vrodenná intuícia zlyhá a dejú sa neuveriteľné veci. Domy začnú meniť svoj tvar, hodiny spomaľovať, vzdialenosti skraccovať a, ako si podrobne vysvetlíme, môže sa stať aj to, že po ďalekom výlete sa človek vráti o tridsať rokov mladší ako jeho jednovaječné dvojča.

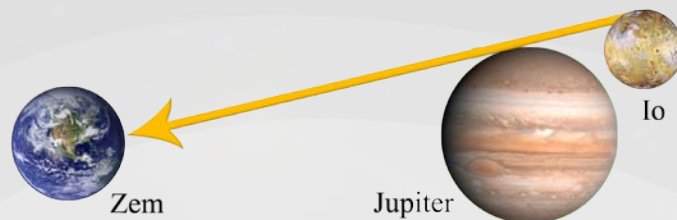
Pohybuje sa vlak alebo koľajnice?

Myšlienkové pochody vedúce k súčasnej predstave priestoru a času začínajú už od čias Aristotela (384 – 322 p. n. l.). Aristoteles tvrdil, že všetko sa pohybuje vzhľadom na jeden nemenný priestor a súčasťou tohto priestoru je naša planéta, vtedy chápaná ako rovná doska. Napríklad koľajnice stoja, pretože sú položené na zemi a vlak sa po nich pohybuje. Nikdy sa nehýbu koľajnice. To je *absolutistický pohľad*. Galileo Galilei (1564 – 1642) odmietol predstavu absolútneho priestoru spojeného so stojacou Zemou a zaviedol *relativistický pohľad*, ktorý vnáša neistotu do pojmu pohyb, pretože nevieme jednoznačne povedať, čo sa vlastne pohybuje. Môžeme sa na situáciu pozrieť aj tak, že vlak stojí na mieste a koľajnice sa spolu so zemou pohybujú opačným smerom. Či už sa hýbe vlak alebo koľajnice, obe tvrdenia sú rovnako správne, pretože vo svete chýba pevný bod, na ktorom by sa všetci zhodli. Pozorovateľ čakajúci na stanici vidí pohybujúci sa vlak, ale pozorovateľ sediaci vo vlaku vidí, ako vlak stojí a hýbe sa celá krajina. Namiesto otázky *Čo sa deje?* sa preto musíme pýtať *Čo vidí daný pozorovateľ?* a odpovede sa môžu naozaj líšiť. Výrazný rozdiel v odpovediach však nastal až v dvadsiatom storočí, keď sa ľudia pokúšali presne zmerať rýchlosť svetla.

Čarovná rýchlosť svetla

Už stredovekí mudrci bojovali s výzvou zmerať rýchlosť svetla a pretože je skutočne veľká, išlo o tvrdý oriešok. Odrazy lampášov od vzdialených zrkadiel boli bezvýsledné a rozumnú hodnotu poskytli až sofistikované metódy, ako napríklad pozorovanie Jupiterovho mesiaca Io. Astronóm Ole Rømer si všimol, že mesiac Io vychádza z tieňa Jupitera s is-

tým oneskorením, keď sa Jupiter nachádza ďalej od Zeme. To možno vysvetliť iba tak, že svetlu vtedy trvá dlhší čas, kým sa dostane k Zemi. Na základe toho sa odhadla rýchlosť svetla na 220 tisíc kilometrov za sekundu. Neskôr sa podarilo urobiť dômyselné pokusy na Zemi s rýchlo rotujúcimi zrkadlami alebo s využitím optických zákonov – interferencie.



Keď vychádza mesiac Io, svetlu trvá istý čas, kým sa dostane k Zemi. Keď je Jupiter ďalej od Zeme, tento čas je dlhší.

Samotná rýchlosť svetla však nebola až taká zaujímavá ako jej čarovná vlastnosť, ktorá vtedy vedcom vyrazila dych.

Isaac Newton predpokladal, že svetlo sa šíri *éterom*, čo má byť akási hmota, ktorá je všade okolo nás. Napísal: *Neviem, čo je éter, ale ak sa skladá z častíc, musia byť menšie ako tie, z ktorých sa skladá vzduch alebo svetlo...* Niektorí vedci verili, že svetlo sa šíri éterom podobne ako sa zvuk šíri vzduchom a hľadali analógie. Zvuk je spôsobený kmitaním molekúl vzduchu, ktoré do seba postupne narážajú, až kým nerozkmitajú náš ušný bubienok. Rýchlosť zvuku teda závisí od rýchlosti nárazov molekúl vzduchu. Podobne by mal určovať rýchlosť svetla zatiaľ neznámy éter. No nikto netušil, čo môže tvoriť éter a ako ho hľadať. Použili sa citlivejšie optické prístroje schopné namerať aj malú zmenu v rýchlosti svetla. Tá vyšla rovnaká kdekoľvek na Zemi v ľubovoľnom smere.



To znamená, že hypotetický éter sa vzhľadom na Zem nepohybuje a otáča sa spolu s ňou. Keby sa totiž éter pohyboval, namerali by sme rozdiely v rýchlosti svetla, keďže svetlo sa šíri éterom. Lenže tu začína logický problém, pretože éter nie je iba na Zemi, ale musí ním byť zaplnený celý viditeľný vesmír, aby sme vôbec videli svietiť hviezdy. Poslednou záchranou éteru bola myšlienka pritiahnúť za vlasy, že Zem strháva éter so sebou.



Predstava pohyblivého éteru spolu so Zemou a stojaceho éteru v okolí hviezd však viedla k výsledkom, že obloha by mala mať rôzne farby v rozličných smeroch, čo vyplynulo zo zákonov optiky. To ale nepozorujeme, pretože celá obloha je modrá. Myšlienka éteru viedla ešte k mnohým ďalším sporom, napríklad k tomu, že svetlo má niektoré vlastnosti, ktoré zvuk nemá (napríklad schopnosť polarizácie).

Posledný klince do rakvy éteru zatĺkol James Clerk Maxwell, keď vybuďoval konečnú teóriu opisujúcu svetlo. Prišiel k záveru, že svetlo sa šíri vo vákuu nemennou rýchlosťou 300 tisíc kilometrov za sekundu. Tu sa však vynára naša tradičná otázka: *Vzhľadom na čo má svetlo túto rýchlosť?* Aby sme mohli hovoriť o rýchlosti, potrebujeme predsa pevný bod (Zem, koľajnice), vzhľadom na ktorý môžeme rýchlosť merať. Stojaci éter bol poslednou záchranou pevného bodu.

Ak teda neexistuje éter, znamená to, že **svetlo má tú istú rýchlosť vzhľadom na všetko a za každých okolností**. Je to vôbec možné? Je možné, aby malo svetlo rovnakú rýchlosť vzhľadom na koľajnice aj idúci vlak? Áno, je to presne tak. Zavrnutie éteru a prijatie nemennej rýchlosti svetla bolo veľmi ťažko stráviteľné. Potom bolo potrebné zápasit' s našou intuíciou a prijať fakt, že naša prirodzená predstava o priestore a čase je mylná.

Aby sme si dobre uvedomili, v čom je rýchlosť svetla čarovná, predstavme si vlak idúci rýchlosťou 100 km/h a vo vagóne prebehne cestujúci rýchlosťou 10 km/h. Pozorovateľ čakajúci na vlak nameria rýchlosť bežca buď 110 km/h, ak beží v smere pohybu vlaku, alebo 90 km/h, ak beží v protismere.

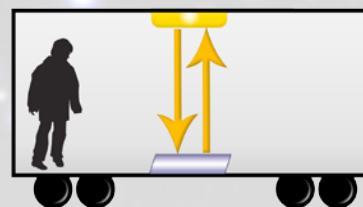


Lenže ak by bežec utekal rýchlosťou svetla, čakajúci by nameril rovnakú rýchlosť v oboch smeroch. Ak sa nám na tomto fakte zdá niečo zvláštne, je to len kvôli našej nedokonalnej intuícii. Nemôžeme jasne porozumieť ničomu, s čím sme sa nikdy v evolúcii človeka nestretli. Čo nebolo potrebné na prežitie pri love mamutov, musíme prijať ako nový, hoci nepochopiteľný, fakt. Preto sa nám nemenná rýchlosť svetla javí ako zázrak, ktorý má ďalekosiahle dôsledky na naše nové chápanie priestoru a času.

Čas plynie pomalšie

Jedným z dôsledkov čarovnej rýchlosti svetla, ktorý si teraz podrobne vysvetlíme, je pomalšie plynutie času na pohyblivých hodinách. Sám Albert Einstein pri formulovaní *špeciálnej teórie relativity* v roku 1905 robil myšlienkové experimenty s vlakmi, výtahmi, zrkadlami a svetlom. To znamená, že experimenty nerobil naozaj, ale len vo svojich predstavách. My to urobíme podobne.

Na podlahu vagónu pripevníme zrkadlo a nad ním rozsvietime lampu. Svetlo sa odrazí od podlahy a vráti sa naspäť k lampe. Ak má vagón výšku povedzme dva metre, svetlo prejde spolu štyri metre k zrkadlu a naspäť. To vidíme, ak



stojíme vo vagóne. Čo však vidí pozorovateľ stojaci na stanici? Pozorovateľ vidí vagón spolu s lampou a zrkadlom pohybovať sa a svetlo prejde dráhu znázornenú na nasledujúcom obrázku:



Dráha, ktorú prejde svetlo, je očividne väčšia ako štyri metre. Keďže svetlo má rovnakú rýchlosť z ľubovoľného pohľadu, stojaci pozorovateľ musí namerať dlhší čas, kým sa svetlo vrátilo k lampe. Dospeli sme k záveru, že čas vo vlaku plynie pomalšie, ak sa naň pozeráme zo stanice. Možno v tejto úvahe teraz začnete hľadať chyták, ale je to naozaj tak. Ak sedíte vo vlaku, z pohľadu ľudí mimo vlaku sa vaše hodinky oneskorujú, srdce bije pomalšie, pomalšie starnete a vôbec všetky deje sú spomalené. Z pohľadu cestujúceho sa však vlak nepohybuje a nič zvláštne sa nedeje. Keďže vlak sa pohybuje rýchlosťou omnoho menšou ako rýchlosť svetla, spomalenie času je v praxi nepatrné, ale experimentálne overiteľné. Najpresnejšie atómové hodiny boli naložené do lietadla a obleteli Zem. Keď sa lietadlo vrátilo, letiace hodiny ukazovali iný čas a boli oproti pozemským atómovým hodinám skutočne „mladšie“. Tým sa nám nabúrara naša tradičná predstava o čase, ktorý by mal plynúť všade rovnako.

Iným zaujímavým fenoménom je takzvané sekundárne kozmické žiarenie dopadajúce na povrch Zeme. Kozmické žiarenie dopadajúce na zemskú atmosféru asi tridsať kilometrov nad zemským povrchom spôsobuje vznik častíc – *miónov*. Tieto častice žijú tak krátko (dve mikrosekundy), že podľa klasickej predstavy nemajú šancu prejsť tridsať kilometrov a dopadnúť na povrch Zeme. No napriek tomu ich na Zemi detegujeme. Vysvetlenie je také, že z nášho pohľadu žijú mióny dlhšie, pretože vďaka pohybu im pomalšie plynie čas. Za tento predĺžený čas stihnú dopadnúť na Zem.



O rôzne starých dvojčatách

Úvahy o pomalšom plynutí času vedú k rôznym prekvapujúcim záverom a tým najzaujímavejším je *paradox dvojčiat*. Danka a Janka sú jednovaječné dvojčatá. Sú rovnako staré a rozoznávajú ich len vlastná mama. Danka sa jedného dňa vydá na ďalekú a dlhú cestu rýchlou kozmickou loďou a vráti sa na Zem. Janka čakajúca na Zemi vytrhne zo svojho kalendára 40 rokov, ale Danka iba 10 rokov, pretože z pohľadu Janky Dankin čas v rakete plynie pomalšie. Danka zrazu bude o 30 rokov mladšia ako Janka, hoci sa narodili spoločne. Hoci

sa tento fenomén pomenoval ako paradox, je reálny a nič paradoxné v ňom nie je. Len zaujímavo poukazuje na naše medzery v chápaní času. Podobný experiment sa úspešne vykonával so spomenutými hodinami v lietadle.



Vzdialenosti sa skracujú

V sci-fi filmoch ako Hviezdne vojny alebo Star Trek prekonávajú kozmické lode veľké vzdialenosti za krátky okamih. Filmy sa inšpirovali teóriou relativity a skutočnosť je taká, že veľké vzdialenosti netreba dlho prekonávať. Pri veľkých rýchlostiach sa môže vzdialenosť dvoch hviezd skrátiť takmer na nulu! Predstavte si, že sa v rýchlej kozmickej lodi chcete dostať na vzdialenú planétu. Postupne zrýchľujete a planéta sa postupne približuje. Pri rýchlosti blízkej rýchlosti svetla sa stane čosi nečakané. Ešte ste neprešli ani pár kilometrov a k planéte chýba už iba kúsok. Pozriete sa z okna a všetky hviezdy sú nalepené blízko vedľa seba a planéty sú sploštené ako placka. Všetky vzdialenosti sa skrátia v smere pohybu. Pomyslíte si, že je to sen, zľaknete sa a začnete brzdiť. Náhle sa všetko začne od seba vzdalať a nadobudne pôvodné rozmery. Planéta, ktorá bola pred chvíľou kúsok od vás, je opäť veľmi ďaleko.

Aby sme pochopili, prečo sa skracujú pohybujúce sa objekty, vráťme sa na chvíľu k spomenutým miónom. Z nášho pohľadu bolo vysvetlenie jasné: miónu sa predĺži čas života a stihne dopadnúť na Zem skôr, ako sa rozpadne. Podme sa teraz vcítiť do pozície miónu. Máme pri sebe hodinky, ktoré odtikajú dve mikrosekundy a umrieme. Pretože hodinky sa vzhľadom na nás nepohybujú, žiadne spomalenie času na nich nepozorujeme. Máme neúprosné dve mikrosekundy a koniec. Ak by sme videli povrch Zeme vzdialený tridsať kilometrov, nemáme šancu stihnúť tam doletieť. Vidíme, že tu niečo nehrá. Z pohľadu ľudí na Zemi mión dopadne na povrch Zeme, ale z pohľadu miónu nie. Aby sme spor rozriešili, musíme opäť raz popustiť uzdu fantázií a pripustiť, že z pohľadu miónu uvidíme povrch Zeme vzdialený nie tridsať kilometrov, ale menej. A keď sa táto vzdialenosť skráti, stihneme to.

Tu si treba uvedomiť to, čo povedal Galileo Galilei. Pretože vo vesmíre nemáme pevný bod, nedá sa povedať, čo sa vlastne pohybuje. Pohybuje sa raketa alebo okolité hviezdy? Pohybuje sa mión k Zemi alebo Zem k nemu? Odpoveď závisí od pozorovateľa. Pozorovateľ v rakete vidí, že sa pohybujú okolité hviezdy a planéty, a preto sa skrátia vzdialenosti medzi nimi. Pozorovateľ na Zemi naopak vidí pohybujúcu sa raketu, ktorá je skrátaná v smere pohybu. Nevidí však, že by sa raketa dostala bližšie k planéte. Každý skrátka vidí niečo iné.

Jeden vlas na hlave je málo, ale jeden vlas v polievke je priveľa!

Udalosti, ktoré sa zdajú byť súčasné z pohľadu jedného pozorovateľa, nemusia byť súčasné z pohľadu iného. Urobme ďalší myšlienkový experiment. Vo vagóne rozsvietime prostred-

né svetlo na chodbe a dvaja cestujúci stojaci na opačných koncoch vagóna uvidia príchod svetla naraz, pretože svetlo k nim prejde rovnakú dráhu.



Situácia sa ale zmení, keď sa na vlak pozrieme zvonka. Stojaci pozorovateľ mimo vlaku vidí, že svetlo prejde k jednému cestujúcemu o niečo kratšiu dráhu, pretože obaja cestujúci sa od okamihu zapnutia svetla o niečo posunuli. Pretože svetlo má nemennú rýchlosť z ľubovoľného pohľadu, jeden cestujúci zazrie svetlo neskôr. Dostávame sa do zdanlivého sporu, pretože pozorovateľ vo vlaku bude tvrdiť, že k obojm cestujúcim prišlo svetlo naraz a pozorovateľ na stanici vidí niečo iné. Kto má pravdu? Každý má svoju pravdu. Svet jednoducho závisí od pozorovateľa. Einstein zvykol hovoriť, že všetko je relatívne: *Jeden vlas na hlave je málo, ale jeden vlas v polievke je priveľa!*

Môže sa kura vyliahnúť skôr, ako znesie sliepka vajce?

Zistili sme, že ani poradie udalostí nie je objektívne. To je skutočná rana našej intuícii, pretože od malička sme zvyknutí na pojmy *skôr* a *neskôr*. Ak A nastalo skôr ako B a niekto iný nám bude tvrdiť opak, budeme sa hádať a hľadať dôkazy. No niekedy sa nedá objektívne povedať, čo nastalo skôr. Pre iného pozorovateľa môže B nastať skôr ako A. Vážny problém môže vzniknúť až vtedy, ak nájdeme objektívny dôkaz, že A nastalo skôr ako B. Niektoré výmeny poradia udalostí vedú k objektívnej hlúposti. Napríklad kura by sa vyliahlo z vajca skôr, ako ho znesie sliepka. Opravenú písomku dostanete skôr, ako ju napíšete. Ako sa vyrovnáte s týmito možnosťami?

Myšlienkové experimenty s vecami pohybujúcimi sa rýchlejšie ako svetlo môžu viesť k nezmyselným javom. Predstavme si guľôčku, ktorá preletí trubicou rýchlosťou väčšou ako rýchlosť svetla. Pozorovateľ na druhom konci vidí vychádzajúcu guľôčku skôr ako vchádzajúcu.



Ďalej, ak si sami urobíte predchádzajúci myšlienkový experiment s vlakom idúcim rýchlejšie ako svetlo (skúste to), zistíte, že podľa pozorovateľa stojaceho mimo vlaku svetlo k jednému cestujúcemu nikdy nepríde, pretože cestujúci ho predbehne.

Zakliaty telefón

Aby sme s dôsledkami nadsvetelnej rýchlosti zašli až do extrému, opíšme si teraz jeden fiktívny vynález s menom *tachyónový telefón*. Tachyóny sú hypotetické častice, ktoré sa pohybujú rýchlejšie ako svetlo, a preto ak aj existujú, nikto ich nikdy neuvidí. Ak by tachyóny existovali, mohli by sme zostrojiť telefón, kde by namiesto elektrónov prúdili káb-

lom tachyóny. Vedci vypočítali, že takýto telefón by mal veľmi zvláštne vlastnosti. Ak Janka zatelefonuje Danke „Ako sa máš?“ a Danka odpovie „Skvele!“, Janka dostane odpoveď skôr, ako sa opýtala! Jav, keď *dôsledok predbehne príčinu* (v našich príkladoch odpoveď predbehne otázku alebo guľôčka vyjde skôr ako vojde), voláme *narušenie kauzality*. Aby sme sa zakliatemu telefónu a podobným scenárom vyhli, veríme tvrdeniu, že narušenie kauzality sa nesmie stať a nič sa nemôže pohybovať rýchlejšie ako svetlo. Potom je podľa výpočtov v špeciálnej teórii relativity všetko v poriadku. Rýchlosť svetla sa tak stala ešte čarovnejšou. Nielen, že je z každého pohľadu rovnaká, ale dokonca je maximálnou možnou rýchlosťou, akou sa môže šíriť informácia.

Danka a Janka ešte raz. Ktorá bude mladšia?

Možno ste si všimli, že v paradoxe dvojčiat predsa len ostal jeden paradox. Nesmieme zabúdať na starý dobrý Galileiho princíp relativity, že nemožno jednoznačne povedať, čo sa pohybuje. Keď sme riešili problém s mióňmi padajúcimi na Zem, vyskúšali sme si oba pohľady – z pohľadu Zeme aj z pohľadu mióňu. Z pohľadu mióňu sme objavili nový fyzikálny zákon – skracovanie vzdialeností.

Keď sa Danka vrátila z ďalekého výletu, povedali sme, že na Zem sa vráti o 30 rokov mladšia ako Janka, pretože z pohľadu Janky sa Dankine hodiny pohybujú pomalšie. Lenže

z pohľadu Danky v rakete sa Zem pohybuje a raketa stojí. Hodiny na Zemi teda vidí ísť pomalšie ako tie svoje v rakete. Ktoré hodiny teda idú pomalšie? Dankine alebo Jankine? Odpoveď, ako to už býva zvykom, závisí od pozorovateľa. Danka vidí Jankine hodinky spomaľovať a naopak, Janka vidí Dankine hodinky spomaľovať. Objektívna pravda neexistuje, každý vidí to svoje. Tu sa však vynára otázka, kto teda bude mladší, až sa stretnú. Z pohľadu Janky by to mala byť Danka a z pohľadu Danky naopak.

Tento paradox hral spočiatku v neprospech špeciálnej teórie relativity. Kritici dokonca hovorili, že teória relativity je logicky rozporuplná, a preto mylná. Aby sme situáciu zachránili, mali by sme nájsť nejaký rozdiel v pohľade Danky a Janky. Janka vidí raketu odletieť, zabrzdíť a vrátiť sa na Zem. Danka vidí Zem vzdialiť sa, zabrzdíť a vrátiť sa k rakete. Prečo to nie je to isté? Skúste nad tým po dlhých večeroch porozmýšľať. Zamyslite sa, či by ste v rakete so zaviazanými očami začítali v istom okamihu, že sa skutočne pohybujete. Nechceme hneď nájsť rozuzlenie paradoxu, iba nájsť drobný rozdiel medzi pohybom Zeme a pohybom rakety. Jeden rozdiel tam skutočne je, a hoci sa zdá bezvýznamný, o desať rokov neskôr viedol Einsteina k sformulovaniu *všeobecnej teórie relativity*, o ktorej bude reč v nasledujúcom čísle.

Andrej Osuský

SCHIZOFRÉNIA A JEJ STIGMY

Anna sa zastavila na ulici. Zrazu začula, ako sa jej zreteľne prihovára hlas, možno panna Mária. Povedala jej, že teraz bude musieť všetko utrpenie vziať na seba. Od tej doby začala vnímať dva hlasy. Jeden znel ako hlas jej zosnulej sesternice. Ten bol anjelský a povzbudzoval ju, aby všetko vydržala. Druhý hlas bol hrubý a navádzal ju na hriech. Napríklad ju nútil, aby sa vyzliekla na ulici. Nechcela ho poslúchnuť, ale bolo to veľmi ťažké, pretože ju potom trápil bolesťami hlavy.

Keď sa priemerného vysokoškolača opýtame, čo je to schizofrénia, väčšinou jeho odpoveď končí pri slovách „rozdvojená osobnosť“. Nie je to trochu málo o chorobe, ktorou trpí celé jedno percento svetovej populácie a ktorá je vo vyspelých krajinách jednou z desiatich najčastejších príčin trvalej práceneschopnosti?

Schizofrénia je závažná duševná choroba, ktorá narušuje schopnosť chorého správať sa tak, aby mu jeho okolie rozumelo, konať a uplatniť sa v spoločnosti. U pacienta nastávajú zmeny osobnosti, prežíva stavy vnútorného napätia i pocit hlbokého odcudzenia. Takto postihnutý človek stráca schopnosť odlíšiť podstatné od nepodstatného, je vzťahovacia, nedokáže sa orientovať v spoločnosti... Ešte predtým, ako sa takému človeku pokúsime porozumieť, pokúsme sa porozumieť orgánu, ktorý je schizofréniou narušený – mozgu.

Mozog v číslach

Mozog, to je okolo 20 miliárd neurónov. Neuróny disponujú telom a výbežkami, dlhým axómom a zvyčajne mnohými kratšími dendritmi. Prepojenie medzi nimi je sprostredkova-

né veľkým počtom týchto výbežkov, ktoré napojením na iný výbežok alebo telo iného neurónu vytvoria synapsiu. Počet synapsií sa odhaduje na 10^{15} . Po výbežkoch sa šíri informácia v podobe vzruchov. Aby bolo vedenie vzruchov usmernené a urýchlené, väčšina výbežkov je myelinizovaných. Myelín si môžeme predstaviť ako izoláciu káblov elektrického vedenia. Celková dráha nervových výbežkov v mozgu s touto myelinovou izoláciou sa odhaduje na neuveriteľných 150 až 180 000 km, pričom každú sekundu sa nimi presúva obrovské množstvo informácií.

Pri takých vysokých číslach je však veľká aj šanca, že sa niečo pokazí. Napríklad sa zníži počet synapsií alebo sa poškodí myelinizácia. Alebo sa stane, že niektoré mozgové centrá, napríklad centrá reči, ktoré za normálnych okolností bývajú umiestnené v jednej, dominantnej hemisfére, sú z dôvodu narušeného vývoja obsiahnuté v hemisférach oboch.

Pre názornosť si predstavme mozog ako veľký úrad, inštitúciu s mnohými poschodiami a stovkami kancelárií. Zníženie počtu synapsií si môžeme predstaviť ako zníženie počtu telefónnych liniek, porušenú myelinizáciu tak, že prestanú fungovať výťahy. Tretí prípad si môžeme predstaviť ako neúspešnú reorganizáciu, keď je úrad presťahovaný do dvoch budov, medzi ktorými je rušná ulica. Vo všetkých troch prípadoch sa sťažuje komunikácia medzi zamestnancami, čo samozrejme negatívne ovplyvní chod celej inštitúcie. Ak je toto narušenie mierne, nič sa nedeje, pretože mozog má obrovskú schopnosť sa s podobnými problémami vyrovnávať. Ak je narušenie výrazné, vyrovnávacie schopnosti mozgu už nepostačujú. V takomto prípade sa môže objaviť jedno z najnepochopejších psychických ochorení – schizofrénia.