

Energetika života: inšpirácia pre umelcov i technikov

Ľudský jedinec žije dovedy, kým je pripojený na energetickú sieť Zeme. Keď dospelý človek leží na lôžku úplne bez pohybu, energetický výkon jeho tela je rovný výkonu stowattovej žiarovky. Ak fyzicky pracuje, výkon sa zdvojnásobí; pri veľmi namáhavých a poväčšine krátkodobých činnostiach podáva výkon ešte väčší. Pri dnešnom počte ľudí na Zemi ľudstvo už iba tým, že existuje, ohrieva vesmír každú sekundu tepelnou energiou o veľkosti 650 gigajoulov (dodajme, že dnešná technika robí energetický výkon ľudstva dvadsaťpäťnásobne väčším). Neustály prítok chemickej energie z potravy potrebujeme aj vtedy, keď nerobíme celkom nič, a to na udržovanie, reparovanie a obnovovanie štruktúr a zariadení, ktoré do nás postupne zabudovala biologická evolúcia počas niekoľkých miliárd rokov. Telo každého z nás je tvorené 50 biliónmi ($5 \cdot 10^{13}$) buniek. A každá bunka obsahuje milióny *molekulárnych strojov*. Nanozariadení, o rozmeroch spravidla nie väčších ako sto nanometrov ($1 \cdot 10^{-7}$ m). Na rozdiel od makroskopických strojov sú tieto miniatúrne, molekulárne stroje vystavené neustálym poruchám, „otriasaniu“ a „trhaniu“ neusporiadaným Brownovým pohybom a potrebujú stálu opravu a obnovu. No nebol by to ale život, majster brikoláže (Jacob, 1977), aby aj Brownov pohyb nevyužil: mnohé, možno väčšina, molekulárnych strojov v bunke fungujú na mechanickom princípe, ktorý makrotechnika nepozná – ako *brownovské račety*: neusporiadaný Brownov pohyb usmerňujú a tak konajú prácu. Rýchlo sa rozvíjajúce nanotechnológie si raz tento princíp určite od života odkukajú.

Pozoruhodné je, že celých 20% energetického výkonu ľudského tela pokrýva mozog, hoci predstavuje len 2% hmotnosti tela – každému nám v hlave neustále „svieti“ 20-wattová žiarovka. Aj vtedy keď nič nerobíme a okolo nás je úplné ticho a tma. Ba aj keď spíme. Ľudský mozog, s dominujúcim neokortexom uloženom na starých vrstvách z dávnej evolúcie nervového systému, je vrcholná ukážka prírodnej brikoláže – vo vyjadrení Françoisa Jacoba „prúdový motor namontovaný na starobylý kočiar“ (Jacob, 1977). Aj v mozgu sa chemická energia spotrebováva na udržanie stavov, ktoré nám doň zabudovala evolúcia. Ale už nie iba evolúcia biologická, ale aj kultúrna – teda na udržanie aj tých nastavení mozgu, aké sme dosiahli výchovou a vzdelaním. To, čo má na materiálnej úrovni podobu usporiadaných, komplexných chemických stavov a procesov, prejavuje sa na vyššej, mentálnej úrovni v podobe uvedomovaných emócií, teda citov, v podobe myšlienok, vedomia samého seba: mentálne procesy sú *tautologickým prekladom* materiálnych procesov.

Bolo preto záhadou, prečo sa energetická spotreba, meraná na celom mozgu, nezvyšuje vtedy, keď aktívne duševne pracujeme, napr. niečo sústredene pozorujeme alebo riešime zložitú matematickú úlohu. Jemnejšie metódy merania dnes záhadu rozriešili: aj na duševné výkony potrebujeme energiu, lenže ak mozog intenzívne pracuje v jednej svojej časti, zníži sa energetický príkon i výkon v iných častiach (Raichle, 2006). Mozog je totiž stále na maxime energetického výkonu, i vtedy, keď neprijíma žiadne podnety z prostredia. Mozog je ako auto, ktorého motor neustále beží na plné obrátky, aj vtedy, keď nemá zaradené rýchlosti (Kováč, 2008). Výkon je to impozantný: v prepočte na jeden gram spotrebováva ľudský mozog toľko chemickej energie ako srdcový sval. Je

to zhruba šesťnásťkrát viac ako je spotreba kostrového svalu v pokoji, alebo toľko, koľko spotrebávajú svaly nôh pri maratónskom behu. Krv, ktorá ľudským mozgom preteká – viac ako pol litra za každú minútu – privádza nielen zdroje energie, ale je aj chladiacou kvapalinou: vysoký výkon mozgu potrebuje účinné chladenie. Ak sa mozog energeticky „vypne“ i len na jednu minútu, jeho štruktúry sa začnú nezvratne rozpadávať a procesy zastavovať; rovnako na materiálnej, ako na mentálnej úrovni.

Keď neprijímame signály z prostredia, ale sme pritom v bdelom stave, energetický výkon mozgu sa prejavuje na mentálnej úrovni ako denný sen: polovicu svojho bdelého času strávime denným snívaním (Klinger, 1990). Rozumejme pod tým nie iba fantazírovanie ako pri nočnom sne – pri bdelom sne v podobe vymyslených príbehov, ktorými si privolávame emocionálne uspokojenie – ale aj analýzu minulých činností a plánovanie budúcich, či premýšľanie o možných i nemožných alternatívach minulého, súčasného, i budúceho konania. Toto vnútorné, intímne prostredie denného (a možno aj nočného) snívania vytvára nepretržitú sériu fiktívnych odmien a trestov, cez ktoré je podmieňovaním budovaná jedinečná osobnosť každého ľudského jedinca. To vysvetľuje, prečo sme schopní tvrdo, intenzívne, s odriekaním pracovať celé roky na svojej kariére, s vidinou budúcej veľkej odmeny: to nie ona v ďalekej budúcnosti, ale naše súčasné predstavy a sny o nej nás už teraz, v prítomnosti, pozitívne odmeňujú a naše konanie spevňujú. Každý z nás je „vnútorným človekom“, z veľkej časti vytvorený *seba*podmieňovaním. Takúto bytosť psychológ Burghus Skinner, jeden z objaviteľov inštrumentálneho podmieňovania, kategoricky popieral, pretože bol presvedčený, že človek, ako každý iný živočích, môže byť formovaný spevňovaním odmenami a trestami z jediného zdroja: vonkajšieho prírodného a sociálneho prostredia (Skinner, 1972). No vnútorné prostredie je nemenej dôležité ako to okolo nás. Žijeme v dvojitom svete, vnútornom a vonkajšom. Konáme v ňom ako námesační povrazolezci, balansujúci na tenkom povraze existencie, priťahovaní magickým splnom osobných túžob a snov.

Mozog je makroskopický stroj, zložený zo 100 miliárd (10^{11}) neurónových buniek a každú z nich tvoria milióny molekulárnych strojov. Nefunguje ako počítač – donedávna módny model mozgu ako počítača je pomýlený. Mozog je hyperkomplexná sieť miliárd miniatúrnych elektromotorov, ponorená do zložitého roztoku chemikálií: skôr než metafora počítača, toto by mohla byť vhodnejšia metafora na charakterizovanie orgánu, cez ktorý prežívame svet; teda precitujeme bolesti a radosti a túžime – a aby sme minimalizovali bolesť a maximalizovali príjemnosť, myslíme.

Ladislav Kováč

Referencie:

Jacob F (1977) Evolution and tinkering. *Science* **196**: 1161-1167

Klinger E (1990) *Daydreaming*. Los Angeles: Tarcher

Kováč L (2008) Bioenergetics – a key to brain and mind. *Communicative and Integrative Biology* **1**: 114-122

Raichle ME (2006) The brain's dark energy. *Science* **314**: 1249-1250

Skinner BE (1972) *Beyond freedom and dignity*. London, UK: Jonathan Cape