

Reflexia knihy David Deutsch : *The Fabric of Reality*, 1997.

„Předivo reality“, (Dauphin, 2023).

Kvantový algoritmus Davida Deutscha bol prvým, ktorým som sa na svojom notebooku pokúsil demonštrovať prednosť kvantových počítačov pred klasickými. Motiváciou pre upgrade komerčného šifrovacieho programu, na ktorom sme s kolegom pracovali, však boli kvantové algoritmy Lova K. Grovera a Petra Shora. Algoritmus Grovera redukuje bitovú „silu“ kľúča symetrickej šifry proti útoku hrubou silou (Brute Force Attack) zhruba na polovicu. Shorov algoritmus zasa umožní faktorizovať celé čísla s exponenciálnym zrýchlením, čo potenciálne predstavuje zásadnú hrozbu prelomenia dnešných asymetrických šifier RSA a ECC. Hovorí sa o roku 2030. No kedy vsutku nastane tento rok 2030 je stále otázkou. V každom prípade podľa rozumne stanovenej Forward Secrecy požiadavky ochrany informácií, už s takým upgrade nie je treba dlho váhať. Shorov algoritmus dokáže prelomiť kľúče digitálnych podpisov, ktoré sú založené na algoritmoch uvedených šifier. To môže byť vážnou výzvou spojenou aj s rozvojom používania kryptomien.

K českému prekladu knihy som sa dostal koncom roka 2023. Renomé autora budí dôveru a obsah knihy hoci v originále vyšla už 25 pred rokmi, stále inšpiruje k zamysleniu sa o Deutschových interpretáciách fascinujúceho sveta aktuálneho vedeckého poznania, ale aj o širších súvislostiach sveta v ktorom žijeme.

Prvou reflexiou pri ponorení sa do knihy, je spomienka na dávny výrok Nielsa Bohra, ktorým reagoval na teóriu svojho kolegu, ktorá mu bola prezentovaná. *„Je to šialené, ale nie dosť šialené na to, aby to mohla byť pravda“.*

Pred časom som sa pokúsil o krátku úvahu o tom, ako môže aktuálny rozvoj vedy a nových technológií ovplyvniť dnešné procesy ekonómie a tak ako v histórii, byť hýbateľom vývoja našej civilizácie (Úvaha inšpirovaná knihou : W.Paul Cockshott a Allin Cottrell : Kybersocialismus).

V úvahe som napísal.

„Hovoríme skutočne o hudbe budúcnosti. Pripomeňme si svet poznania a technológií na konci minulého storočia. A predstavme si úroveň poznania a technológií na konci tohto storočia. Ambíciou vedy je teória všetkého. Zjednotenie všeobecnej teórie relativity, kvantovej mechaniky a termodynamiky. Nevie, čo sa vedcom podarí dosiahnuť, ale som presvedčený, že v polovici tohto storočia to už bude éra kvantových počítačov, pokročilej umelej inteligencie a vyspelých neurónových sietí. V modelovaní ekonomických procesov sa budú sofistikovanejšie využívať princípy emergentného správania, ktoré pomáhajú vysvetliť, ako sa jednotlivé rozhodnutia a interakcie môžu spojiť a ovplyvniť správanie systému ako celku“.

Je pochopiteľné, že David Deutsch hlboko ponorený do sveta kvantovej fyziky, pociťoval potrebu hľadania vývojových súvislostí medzi kvantovou fyzikou a teóriou

univerzálnych výpočtov Alana Turinga. Tá hovorí, že ak je nejaký problém riešiteľný algoritmom, potom existuje Turingov stroj, ktorý tento problém dokáže vyriešiť. Ako presvedčivo vyplýva z knihy kvantová teória zásadne mení pohľad na Turingovú teóriu. Je možné predpokladať, že hypotetický Turingov stroj robí výpočty spôsobom, ako by počítal ľudský mozog. To však samozrejme neznamená, že môže mozog človeka simulovať.

Koncept Deutscha (ale už predtým Richard Feynman i ďalší) hovorí, že kvantové výpočty sú fyzikálnou záležitosťou. Využívajú kvantovo mechanické javy, najmä koncept superpozície, podľa ktorého kvantový systém môže byť vo viacerých stavoch súčasne. V budúcnosti by tak kvantové počítače mohli byť schopné riešiť úlohy, ktoré doteraz neboli riešiteľné. Majú potenciál použitia na modelovanie molekúl, alebo na predpovedanie ako sa molekula bude správať v rôznych podmienkach. Možno už po roku 2030 sa stanú významným priemyslom. Budú mať transformačný efekt v mnohých odvetviach. Od zdravotníctva a energetiky, až po ekonómiu, financie a bezpečnosť. Verím, že majú potenciál zmeniť náš život.

S kvantovými počítačmi sú však spojené viaceré otvorené otázky. Z dôvodu spoľahlivosti výpočtov je potrebné, aby logické qubity (ako nazývame kvantové jednotky informácie) boli realizované hardvérom, násobne väčšieho počtu fyzických qubitov. Nech pri určitej pravdepodobnosti chýb by sme na reprezentáciu logického qubitu potrebovali stovky fyzických qubitov. Potom skutočne užitočné by mohli byť počítače pracujúce napríklad s tisícmi (možno rádovo viac) fyzickými qubitmi. A nie je jednoduché udržať také množstvo častíc v koherencii ich kvantových stavov. Takže napríklad síce Shorov algoritmus môže exponenciálne zrýchliť výpočty, ale nie je vylúčené, že zložitosť jeho hardvérovej implementácie môže oproti klasickému počítaču tiež exponenciálne narásť.

Komplikáciou pre vývoj kvantových riešení je, ak na potvrdenie funkčnosti kvantového algoritmu potrebujeme uskutočniť jeho simuláciu na klasickom počítači. Na uloženie amplitúd pravdepodobnosti qubitu potrebujeme neporovnateľne viac dátového priestoru, ako na uloženie bitu. Na uloženie stavov potrebného počtu qubitov k niektorému kvantovému algoritmu, by už nemuseli stačiť ani dnešné superpočítače.

Vieme tiež, že existuje trieda úloh (najmä aritmetické výpočty), kde k uskutočneniu výpočtu sú klasické počítače efektívnejšie ako počítače kvantové. Na druhej strane však pre niektoré (napríklad stochastické) algoritmy samotná povaha kvantovej fyziky je prirodzeným prostredím pre uplatnenie kvantových počítačov.

Vďaka nedávnym výsledkom výskumu a vysokej finančnej podpore by sme mohli získať možnosť využitia kvantových počítačov skôr, ako sme si predstavovali ešte pred pár rokmi. Pokrok by mohli priniesť modulárne kvantové počítače, zostavené z viacerých spojených procesorov. Tiež zrejme bude možnosť využívať kvantové

algoritmy ako Cloud Computing. V tejto súvislosti nadobúda na význame výskum homomorfného šifrovania, ktoré by umožnilo robiť výpočty so zašifrovanými dátami.

Deutsch si kladie zaujímavú otázku, či mozog človeka nie je kvantovým počítačom a či naše vedomie, intuícia a schopnosti riešiť problémy, nie sú dôsledkom výpočtov prebiehajúcich v našom mozgu. Odpovedá si, že sa to nedá potvrdiť, ale ani vylúčiť. Pomerne kategoricky sa ale prikláňa k názoru, že ak by sme chceli interpretovať mozog človeka ako počítač, tak by išlo skôr o klasický ako kvantový koncept. Viem si predstaviť, že dôvodom môžu napríklad problémy s udržaním koherencie kvantových stavov častíc mozgu. Uvidíme. V každom prípade skúmanie umelej inteligencie, ktorá v dnešnom svete má mimoriadne dôležitú úlohu sa v mnohom algoritmami inšpiruje mozgom človeka.

Matematickú intuíciu Deutsch považuje za výsledok súboru empirických skúseností a pravidiel fyzikálneho sveta. Spôsobilosť k tvorivosti a intuíciu, však dnes počítujeme ako určité limity umelej inteligencie. Možno, že tvorivosť je možné riešiť modelovaním porušenia zaužívaných pravidiel s istým rozložením pravdepodobností a intuíciu sústredením, akýchsi „best practices“ a nových empirických skúseností, získaných z praxe a v procese strojového učenia. Problémom však je zrejme spracovanie obrovského množstva dát potrebných na strojové učenie. To sa týka rovnako tak klasických sietí, ako zrejme sa bude týkať aj kvantových sietí.

Umelá neurónová sieť je zostavená na základe abstrakcie vlastností biologických nervových systémov. Je výpočtovým modelom umelej inteligencie. Samotná neurónová sieť je zložená z viac vrstiev o rôznom počte poprepájaných (synapsie) neurónov. Je dynamická, učí sa za pochodu a má pamäť. Umelé neurónové siete prepojeniam svojich neurónov priradzujú určité váhy. Tieto sa v procese „učenia siete“ menia, ohodnotením ich vplyvu na mieru chybovosti výstupu siete.

Živé organizmy majú sklon k jednoduchosti. Berú do úvahy spotrebu času, energie, pamäti, udržanie pozornosti. Mozog sa usiluje zapájať do riešení problémov minimálne potrebný počet neurónov. Musí. Ved' spáli cca 20% energie dodanej dennou potravou.

Ďalšou od mozgu „opísanou“ racionalizáciou vývoja umelých neurónových sietí je redukcia počtu premenných, ktoré umelá inteligencia berie do úvahy pri tvorbe rozhodnutí. Ide o vylúčenie takých premenných, ktoré nemajú významnú váhu pre kvalitu rozhodnutia (výstupu siete). To mozog spravidla prirodzene robí. A môžu to robiť aj heuristické algoritmy. Ako je dôležitá selekcia faktorov vstupujúcich do rozhodovania a ich váhy – preferencie, poslúži jedna klebeta zo života génia.

Charles Darwin, si nebol istý či má, alebo nemá požiadať Emmu Wedgwoodovú o ruku. Tak si na papier napísal svoje pre a proti. Zapísal pre : Chcem deti, chcem mať s kým tráviť voľné chvíle, chcem mať s kým cestovať,.... Potom zapísal proti : Náklady na deti a ich štúdium, zníži sa môj rozpočet na knižky, budem mať menej času na svoju prácu,.... Zhodnotil a rozhodol. Bolo to šťastné manželstvo. Detí mali desať. Otázkou, na ktorú odpoveď nepoznám je, koľko argumentov pre a proti si Darwin zapísal a ako urobil selekciu podľa ich váhy. Dnes sa však s takýmto prístupom pomerne často môžeme stretnúť. Skratky „pros“ (Prosperities) a “cons“ (Contraries) sa používajú na vytvorenie zoznamu pozitívnych a negatívnych aspektov niečoho, čo sa hodnotí. Tento proces pomáha pri rozhodovaní, alebo pri poskytovaní objektívnej spätnej väzby.

Čas je významným faktorom, môže rozhodovať o výhre či prehre v šachovej partii. A niekedy stojíme pred otázkou, či rozhodnutie urobené v kratšom čase, nie je efektívnejším, ako rozhodnutie síce lepšie, ktoré však spotrebuje viac času. Takúto otázku musíme často riešiť práve v spojitosti so stochastickými algoritmami rozhodovania. Stretol som sa s tým pri výskume optimalizácie zisťovania signálov v šume. Čas za ktorý algoritmus sekvenčnej analýzy rozhodne, že na vstupe detektora je šum, alebo signál prekrytý šumom, je náhodnou veličinou. Sú prípady kedy algoritmus môže rozhodnúť rýchlo, ale tiež prípady kedy môže potrebovať k rozhodnutiu neprijateľne dlhý čas. Vieme však v algoritme nastaviť prerušenie rozhodovacieho procesu a vypočítať, aké zvýšenie pravdepodobnosti chybných rozhodnutí sme tým spôsobili.

A všetkého moc škodí, aj učenia v mozgu človeka aj učenia umelej neurónovej siete. Príkladom môže byť zlá interpretácia testovania žiakov v škole. Bez pochyb písomný test ušetrí veľa času, pretože umožní naraz preskúšať všetkých žiakov naraz. Ale ak nie je takéto testovanie aspoň na dostatočnom vzorku žiakov doplnené krížovou validáciou, napríklad osobnou diskusiou, napísaním nejakej eseje, potom po častejšom testovaní nezistíme aké skutočné vedomosti žiaci majú, ale iba ako žiaci vedia reagovať na test. Preučenie je jeden z problémov optimalizovania umelých neurónových sietí.

Podľa Karla Poppera nie je možné prijať zákonitosť na základe pozorovania, lebo každé všeobecné tvrdenie presahuje skúsenosť. Iste z pozorovania basketbalovej NBA, nemôžeme robiť kategorický záver o priemernej výške populácie. Popperovou prioritou je hypoteticko-deduktívny model. Z teórie sa dedukujú empiricky testovateľné (falzifikovateľné) dôsledky a test je potom zameraný na vyvrátenie teórie, nie na jej verifikovanie. Tento prístup Deutsch presvedčivo obhajuje proti induktivismu a solipsizmu. Do istej miery by som sa pozastavil nad tým, že Deutsch zásadne interpretuje kvantovú fyziku konceptom multiverza, hoci podmienka jej spochybniteľnosti, ktorá je základným kritériom vedeckej teórie K. Poppera je myslím si ešte stále pod otáznikom. Ale možno som tiež niečomu neporozumel. A tak Deutschovo hlboké presvedčenie o multiverzu beriem za vec nekonformnej sebaistoty.

Popperov model dôkazu teórie je elegantný. Ale všetko čo funguje a je efektívne pre riešenie problému, či už poznania, alebo jeho aplikácie, považujem za užitočné. A nevyhýbal som sa teda ani indukcii, ak neboli iné metódy k dispozícii. Ani heuristike, či metóde Monte-Carlo. Všetko však beriem len s istou pravdepodobnosťou. Vždy existuje istá miera neurčitosti. Tak by sme mali vítať nové fakty a byť pripravení aj na korigovanie názoru. Nevyrušujú ma slová, možno, takmer. Ani „obávam sa, že to môže byť tak“, hoci sa vec zdá byť jasná. Doteraz každá teória bola prekonaná, alebo predefinovaná a tak tomu bude i naďalej.

Zdieľam názor, že naše dnešné konanie a rozhodnutia sú ovplyvnené celou minulosťou, milióny rokov evolúcie. Ide o vplyvy dané geneticky, ale aj prostredím, v ktorom existujeme. Preto Deutschom spomenuté interakcie medzi vývojovými tendenciami kvantovej fyziky a Darwinovou-Dawkinsonov biologickou a kultúrnou evolúciou mi znejú logicky. Podľa tejto teórie biologická evolúcia je dôsledkom fyzikálnych zákonitostí a ich emergentnej interakcie. Fyzikálne zákony pritom určujú pravidlá, ako spolu interagujú atómy a ďalšie fyzikálne objekty. Richard Dawkins evolučný biologický proces aplikoval, či rozšíril na evolúciu kultúry. Jednotkami informácie kultúry sú potom replikujúce sa myšlienky – mémy. Sú to nápady, výrazy, alebo trendy, ktoré sa šíria medzi jednotlivcami v spoločnosti. Pripomeňme si, ako ľudia namiesto zložitých odôvodňovaní, po stáročia s úspechom využívali pranostiky a porekadlá. Dawkins považuje mémy za obdobu génov. Dawkinsov evolučný proces potom zachováva Darwinov algoritmus : *dedičnosť-variabilitu-selekciiu*. Znie mi logicky, že rozvoj poznania prírody a rozvoj technológií, sú vo vzájomnej interakcii s kultúrou ľudskej spoločnosti..

Kvantovu fyziku a teóriu multiverza, Turing-Deutschov univerzálny kvantový počítač, Darwin-Dawkinsovú evolúciu a Popperovu epistemologiu, chápe Deutsch v súvislostiach a vzájomnej vývojovej interakcii. Einsteinova špeciálna a všeobecná teória relativity nie sú do úvah Deutscha explicitne zahrnuté. Napriek tomu sa mi žiada v týchto úvahách teóriu relativity nevynechať.

Vieme, že Albert Einstein nebol veľkým priaznivcom kvantovej teórie. Prekážala mu v nej najmä imanentná neurčitosť obsiahnutá v zákonoch kvantovej mechaniky. V dopise Maxovi Bornovi napísal, „Boh si predsa neháďže kockou“. Max Born odpovedal. „Nebudeme Bohovi prikazovať ako má riadiť svet“. Iste tiež nie je jednoduché prijať vlastnosť previazanosti (entanglement) stavov kvantových častíc, ktorá istým spôsobom naráža na závery špeciálnej teórie relativity.

Einsteinovi prekážalo, že kvantová teória v skutočnosti asi neopisuje nič reálne, keďže pracuje len s pravdepodobnosťami. Neopisuje teda skutočný stav vecí, ale len akýsi súhrn nášho poznania. No John Stewart Bell poskytol tvrdenie.

„Každá teória, ktorá je lokálna (fyzikálne vplyvy sa nemôžu šíriť rýchlejšie ako je rýchlosť svetla) a ktorá je realistická (fyzikálne vlastnosti sú nezávislé na ich meraní) produkuje odlišné korelácie, ako korelácie produkované kvantovou mechanikou“.

Každá lokálna realistická teória by musela spĺňať jeho nerovnosti. Kvantová teória však túto nerovnosť nespĺňa. Myslím si teda, že by mohla byť považovaná za kritérium spochybniteľnosti (falzifikovateľnosti) kvantovej mechaniky v zmysle Popperovej filozofie vedy.

Náhodnosť, teória pravdepodobnosti, entropia ma sprevádzali či už pri výskume detekcie signálov v šume aj pri výskume kryptológie (napríklad Miller-Rabinov test prvočíselnosti, alebo quantum-resistant podpisový algoritmus, ktorý správny podpis vytvorí len s istou pravdepodobnosťou a tak je potrebné proces podpisu opakovať pokiaľ jeho správnosť algoritmus podpisu nepotvrdí. Preto mi až tak pravdepodobnostný charakter stavových veličín kvantovej mechaniky neprekáža a viem sa „zmieriť“ s jej tajupnosťou. Samozrejme horšie to je s entanglementom, kde zmena stavovej veličiny previazanej častice nerešpektuje rýchlosť svetla. Protokol prenosu kryptografického kľúča šifry, ale okrem kvantových častíc potrebuje preniesť verejným kanálom aj informáciu, ktorá už rýchlosť svetla rešpektuje. To ma upokojilo.

Teóriu multiverza kvantovej fyziky D. Deutsch považuje za základ svojich úvah o vedeckom poznaní sveta. Priekopník multivesmírnej interpretácie javov v rámci kvantovej mechaniky americký fyzik Hugh Everet vychádzal z predstavy, že kedykoľvek uskutočníme meranie kvantovej veličiny, vesmír sa rozdelí do kópií vesmírov obsahujúcich odlišný výsledok. Príkladom môže byť vysvetlenie známeho paradoxu Schrödingerovej mačky.

Podstatou myšlienkového experimentu je mačka uzatvorená v nepriepustnej krabici, v ktorej sa nachádza radioaktívny prvok a nádobka s prudkým jedom. Ak dôjde k rozpadu radioaktívneho prvku, nádobka s jedom sa rozbije a mačka zahynie. Ak k rozpadu nedôjde, mačka stále žije. Do otvorenia krabice nevieme povedať či mačka žije, alebo už nežije. Radioaktívna častica, na ktorú sa vzťahujú princípy kvantovej mechaniky, sa nachádza v stave kvantovej superpozície – atóm sa rozpadol a zároveň nerozpadol. Iste, mačka nemôže byť živá aj mrtvá naraz. *Podstatným je ale predpoklad, že či je naša mačka živá, alebo mrtvá neodráža iba našu nevedomosť do otvorenia krabice, ale skutočný stav superpozície radioaktívnej častice.* Po otvorení vieme ako na tom mačka je. Ale čo sa pri otvorení krabice stalo s tou druhou možnosťou stavu mačky? Zástancovia teórie paralelných svetov majú na problém jednoduché vysvetlenie. Tvrdia, že existujú dve paralelné reality a po otvorení krabice sa budeme nachádzať v tej realite (v tom vesmíre), ktoré zodpovedajú stavu mačky.

Existenciu paralelných svetov akoby implikovali aj predpokladané výpočtové možnosti kvantových počítačov. Reálne predpokladáme, že poznateľný vesmír obsahuje menej ako 2^{300} atómov. Nech náš kvantový počítač by mal n previazaných qubitov. Môže to znamenať potrebu uloženia všetkých 2^n stavov naraz. Teda ak reálne

predpokladáme, že $n > 300$, potom sa dostávame k informačnému priestoru presahujúceho náš vesmír. Takže ?

Či to podporuje teóriu multiverza, je otázka interpretácie kvantovej mechaniky. Teória multiverza tvrdí, že pri každom kvantovom meraní sa vesmír rozdelí na mnoho vesmírov, pričom každý možný výsledok merania sa realizuje v jednom z nich. V tomto kontexte by sa mohlo uvažovať, že kvantový počítač, ktorý reprezentuje obrovské množstvo stavov, môže byť v súlade s touto teóriou multiverza. Je dôležité však poznamenať, že kvantové počítače a ich schopnosť reprezentovať veľké množstvo stavov sú výsledkom zákonov kvantovej mechaniky a nie nevyhnutne dôkazom existencie multiverza..

Takže, hoci kvantové počítače môžu byť v súlade s niektorými aspektmi teórie multiverza, ich existencia a vlastnosti samé o sebe existenciu takej interpretácie nepotvrdzujú. Uvidíme čo prinesie budúcnosť. Som rád, že pri modelovaní kryptografických kvantových protokolov BB84 (Charles Bennett a Gilles Brassard) a E91 (Artur Ekert) to nemusím riešiť.

O zjednocovanie jednotlivých teórií fyziky usilovali Albert Einstein, jeho predchodcovia (Isaac Newton, James C. Maxwell) aj nasledovníci (Paul Dirac a ďalší). Čím viac prenikali do poznania prírody, tým viac súvislostí medzi zdanlivo neprepojenými silami a časticami nachádzali. Je zásluhou Diraca, že špeciálnu teóriu relativity a kvantovú mechaniku bolo možné zjednotiť. Netýka sa to však všeobecnej teórie relativity. Možno existujú prekážky v definícii času, možno preto, lebo štandardné zákony kvantovej mechaniky nepripúšťajú nevratnú stratu informácií, ale zákony všeobecnej relativity hovoria, že existuje horizont, odkiaľ už nie je návratu a akákoľvek informácia, ktorá spadne za horizont sa už nemôže vrátiť, bude stratená.

V zákonoch termodynamiky čas plynie jedným smerom a poradie dvoch udalostí je zrejmé. Rovnice kvantovej mechaniky sú platné aj vtedy, ak čas v nich otočíme. Preto odpoveď na otázku poradia dvoch udalostí (teda aj príčiny a následku) je v kvantovej mechanike komplikovaná a záleží na konkrétnom kontexte, alebo interpretácii.

V špeciálnej teórii relativity je čas (ale aj priestor) relatívny. Vieme to ľahko demonštrovať ak Minkovského priestor troch priestorových súradníc a súradnice času (x, y, z, t) redukuje na dve dimenzie (x, t) , jednu priestorovú a jednu časovú. Potom otočením súradnicovej sústavy dvojrozmerného Minkovského priestoru, (čo v špeciálnej teórii relativity korektné vyjadruje rýchlosť telesa vzhľadom na pozorovateľa) zistíme, že hodnoty priestorovej aj časovej súradnice sa zmenia, ale interval (alebo vzdialenosť) medzi dvomi udalosťami zostane rovnaký.

Zo špeciálnej teórie relativity vyplýva že čas plynie relatívne pomalšie v sústave, ktorá sa vzhľadom na pozorovateľa v pokoji pohybuje určitou konštantnou rýchlosťou.

Ak sa časový interval Δt medzi dvoma udalosťami meria hodinami v súradnicovej sústave pevne spojenej s pozorovateľom (vlastný čas), časový interval Δt medzi tými istými udalosťami meraný hodinami v inerciálnej sústave je určený známym výrazom, z ktorého vyplýva závislosť času na rýchlosti. Na ilustrovanie uvedenej zákonitosti je (pomerne nekorektne) používaný tzv. paradox dvojčiat. Ide o nasledujúci myšlienkový experiment.

Predstavme si, že existujú dvojčiky, z ktorých jedno cestuje raketou k hviezde vzdialenej 10 svetelných rokov rýchlosťou $0,8c$ (c =rýchlosť svetla). Po prilete k hviezde sa okamžite otočí a vydá sa na spätnú cestu tou istou rýchlosťou. Môžeme vypočítať, že kým sa vráti na Zem zostarne o 15 rokov. No dvojča, ktoré zostalo na Zemi zostaralo o 25 rokov. Tento jav, kedy pohybujúcemu sa telesu plynie čas pomalšie ako telesu v pokoji, sa nazýva dilatácia času.

Experiment však nie je korektný, lebo Zem z dôvodu gravitačného pôsobenia iných vesmírnych telies nie je inerciálnou vzťažnou sústavou. Vážnejším problémom experimentu je predpoklad, že raketa nadobudne okamžite rýchlosť blízku rýchlosti svetla, potom sa zastaví, otočí a letí naspäť. To znamená silné narušenie podmienky inerciality vzťažnej sústavy.

Pri demonštrácii experimentu vzniká otázka, či ide len o akési matematické čarovanie, alebo o skutočný rozdiel v starnutí dvojčiat. K tomu poznamenám len, že je známy experiment, ktorým sa zistilo, že mezóny, ktoré sa nepohybovali „zostarli“ asi päť krát rýchlejšie, ako tie ktoré sa pohybovali rýchlosťou blízku rýchlosti svetla.

Významné dôsledky vyplývajú zo všeobecnej teórie relativity. Hmota (presnejšie jej energia a hybnosť) zakrivuje časopriestor vo svojom okolí a objekt na ktorý nepôsobí žiadna sila sa medzi dvomi miestami časopriestoru pohybuje vždy po najpriamočiarejšej trajektórii.

Z týchto výrokov vyplýva, že ak pozorujeme vesmírny objekt prekrytý našim Slnkom, z dôvodu zakrivenia časopriestoru a skutočnosti, že prichádzajúci tok fotónov by pozorovateľ vizuálne predĺžil po priamočiarej trajektórii a tak by videl vesmírny objekt na inom mieste, než v skutočnosti je.

Ďalším dôsledkom je závislosť času na gravitácii. Sotva si vieme predstaviť, že u susedov o poschodie vyššie idú hodiny rýchlejšie ako u nás doma. Je to ale skutočnosťou. Vieme, že atómové hodiny na družiciach GPS musia byť pravidelne korigované (oproti času na zemi „posunuté dozadu“). Inak by poloha určená satelitnou navigáciou vykazovala narastajúcu podstatnú nepresnosť.

V súvislosti s teóriou univerzálnych výpočtov Deutsch uvažuje o otázke vytvárania virtuálnej reality z hľadiska obmedzenia princípami logiky a fyziky. Virtuálna realita

digitálne simuluje prostredie, do ktorého sa človek môže ponoriť a interagovať s ním. Okrem modelovania, kde významne pomáha pri simuláciách a projektovaní, môže virtuálna realita poskytnúť nové kontexty a skúsenosti, na podporu kritického myslenia. To čo ma fascinuje, však je skutočnosť, že keďže my ľudia vnímame realitu prostredníctvom zmyslov, tak generátor virtuálnej reality by mal mať schopnosť prevziať nad našimi zmyslami kontrolu a ovplyvňovať ich. Inak by sme nemohli prostredie virtuálnej reality prežívať ako prostredie skutočné. Znie to dosť strašidelné, ale ak si uvedomíme, že obrazy, hudba, básne vo svojej podstate ovplyvňujú naše zmysly aj bez virtuálnej reality, tak už to znie lepšie. Samozrejme virtuálna realita, bez kritického myslenia môže viesť k nekritickému preberaniu informácií, vytvárať nereálne predstavy o živote a sociálnych väzbách. Je to fenomén ako mnohé iné, ktoré môžu byť využité, obsahujú riziká a ktoré môžu byť aj zneužívané.

Deutsch dokazuje, že väčšinu logicky možného prostredia nemôžeme vytvoriť vo virtuálnej realite. Predpokladá ale, že mohutný paralelizmus vesmírov v interpretácii multiverza sa aplikáciou kvantových algoritmov dá využiť k vykonávaniu veľkého množstva výpočtov naraz. Tak je v princípe možné virtuálnou realitou simulovať každé fyzikálne možné prostredie (kde platia zákony fyziky a obmedzenia reálneho sveta).

Mnohé, dnes bežné javy a používané veci boli pred časom pre nás „science fiction“. Čítali sme o nich u Karla Čapka, Julesa Verna, či Stanislawo Lema. Mnohé javy nás už neprekvapujú, mnohé veci bežne používame. Súčasná veda sa stáva čoraz viac bezprostrednou spoločenskou výrobnou silou. Výrazne sa osamostatňuje a stáva sa zvláštnou sférou tvoriacou rozhodujúcu zložku nemateriálnej produkcie. A prejavuje sa synergia jednotlivých odborov vedy. V teórii aj v praxi.

Inžinieri a vedci z prírodných vied sú motivovaní zjednotiť prínos nových technológií, kvantových počítačov, neurónových sietí, umelej inteligencie, technológií virtuálnej reality. Predpokladá sa, že takáto synergia bude znamenať skutočne technologickú revolúciu. Príkladom môže byť už spomenutá satelitná navigácia, známa GPS. Je známe, že atómové hodiny, ktoré sú zásadným prvkom GPS fungujú na základe poznatkov kvantovej mechaniky a Einsteinovej teórie relativity. Nasledovať bude prepojenie GPS s umelou inteligenciou.

Očakáva sa, že bude preukázaná dôležitá úloha spomenutých „tajomných“ javov kvantového sveta (kvantové previazanie, či kvantová superpozícia) v molekulách a bunkách. Reč je o chémii a kvantovej biológii. V najbližších desaťročiach budú vďaka kvantovej fyzike získané nové materiály. Príkladom je grafén (vrstva uhlíkových atómov usporiadaných do kryštálovej mriežky), ktorý v závislosti na jeho usporiadaní môže slúžiť ako izolant, vodič alebo polovodič. Za istých predpokladov aj ako supravodič. Nanotechnológie už dnes majú obrovský význam v medicíne. V budúcnosti budú môcť byť naprogramované tak, aby sa replikovali iba v rakovinových bunkách. A mohli by sme pokračovať.

David Deutsch vo svojej knihe poukazuje na vzájomné súvislosti a interakcie medzi odlišujúcimi sa oblasťami teórií vedeckého poznania našej reality. Fascinuje ma otázka, kde sú hranice nášho poznania a čo to môže znamenať pre vývoj našej civilizácie v 21. storočí.

„Nepředpokládám, že bych zde stvořil nový ortodoxní, pravověrný názor na svět. To vůbec ne ... Lepší teorie ale vytvoříme pouze tehdy, když vezmeme naše nejlepší již existující teorie opravdu vážně. Když je vezmeme jako východisko ke skutečnému pochopení světa.“

Napriek tomu, že David Deutsch tieto slová napísal v kapitole, ktorú nazval „Konce sveta“, znejú mimoriadne sympaticky a optimisticky. Myslím si, že ich význam presahuje súvislosti štyroch teórií, ktoré rozoberá v knihe. Mojou reflexiou je očakávanie, že správne pochopenie jednotného vysvetlenia reality sveta prispeje v 21. storočí k posilneniu významu úlohy hodnôt v našom živote.

Diagnóza stavu dnešného sveta dostáva najrozličnejšie pomenovania.

Doba postfaktická, v ktorej apriorné predsudky a emócie sú dôležitejšie ako argumenty. Významne k jej vzniku prispievajú politické záujmy a niektorí „angažovaní experti“, ich zavádzajúcimi analýzami, prieskumami, alebo fake news mediálnymi výstupmi.

Doba riziková, odvodená od silne pravdepodobnej skutočnosti, že súčasné rozhodnutia sú prijímané bez zodpovedného uváženia globálnych rizík, dokonca niekedy aj s ich vedomým nerešpektovaním.

Doba marketingová, keďže vytvára psychózu „nepotrebných potrieb“. A produkuje v politike „osobnosti“, ktorých spôsobilosti a motivácie sú veľmi vzdialené očakávaniam, vytvorených marketingom. Často ich jedinou prednosťou je fakt, že ešte nedostali príležitosť sklamať svojich voličov.

Doba revolučná, odvodená od narastajúceho chaosu v svetovej spoločnosti. Od nespokojnosti generácie digitálneho veku so svojou úlohou vo svete. Od narastajúcej nerovnosti a odcudzenia veľkých skupín ľudí. Od strachu ľudí, že ich dnešná politika záujmov zavečie do záhuby.

Doba migrácie do ktorej už prerástli predchádzajúce „vlnky“ zvládnuteľnej legálnej imigrácie. Masy ľudí tretieho sveta sa pohli a už sa nedá hovoriť o imigrácii, ale o sťahovaní národov. Do zeme zasľúbenej, ktorá žiaľ nie je pripravená tento migračný pohyb regulovať, ani riešiť jeho dôsledky. Sama má starosti, čo so sebou.

Doba zloby, ktorej prejavom sú barikády medzi ľuďmi. Rozdelenie na „my“ a „oni“. Tiež ale narastajúca nenávisť jednotlivcov k spoločnosti, ktorá vedie až k tragickým dôsledkom. Je prejavom hrozby ekologickej katastrofy vedomia ľudí.

Tie pomenovania preukazujú krízu systému. Naša civilizácia dospela do extrémnej neistoty, kedy staré zomiera a nové sa ešte nenarodilo. Je to stav globálnej neistoty.

S istou pravdepodobnosťou sa môže stať čokoľvek. Kedysi dávno som k udalostiam novembra 1989 napísal.

„Určite tu bola možnosť urobiť svet lepším. A stále ešte je. Ak raz znovu dôjde v našich podmienkach k zmene, prajem si aby bola civilizačným pokrokom a uskutočnila sa bez krvi, ako v novembri 1989“.

Dnes sme na prahu zmeny, ktorá je nevyhnutná, lebo ku nej dospel vývoj. Ale to či politická zmena bude bezkonfliktná, nie je vôbec samozrejmosťou. Mnohí si ju samozrejme takú želáme. Nasvedčujú tomu aj hľadané evolučno-transformačné východiská. Socializmus s trhmi, kapitalizmus bez kapitalistov, angažovanosť štátu v ekonomickej regulácii a sociálnej ochrane. Sú to iste záslužné pokusy, ale pri predstavách o evolučnej zmene sociálno-ekonomického systému nemôžeme predbiehať limity dané evolúciou kultúry. Preskakovanie vývojových etáp v minulosti spravidla viedlo k neúspechu. Úlohou dňa je mier. Ak máme opodstatnene veľké očakávania od nových technológií, ktoré sú umožnené obrovským posunom ľudstva v poznaní sveta, ktorého sme súčasťou, tak súčasne s tým vec mieru musíme považovať za otázku prežitia civilizácie.

Predpoklad Karla Marxa, že podmienky pre zmenu sociálno-ekonomického systému vzniknú v krajinách, ktoré sú najviac ekonomicky rozvinuté, beriem dnes z viacerých príčin ako podmienku nutnú. Samozrejme to vôbec nespochybňuje dôležitosť subjektívneho faktora. Určite je jednou z podmienok postačujúcich. Vidíme, že odpor proti usporiadaniu vzťahov v spoločnosti vzniká v najvyspelejších krajinách sveta v USA, Spojenom kráľovstve, Francúzsku, Nemecku.

V 21. storočí by malo ísť o posun od sveta záujmov k svetu hodnôt. Zbavenie sa marketingu „nepotrebných potrieb“, ktorý priviedol spoločnosť do stavu hedonizmu. Vytvorenie podmienok k trvalo udržateľnému rastu. Sociálne rozdiely nie sú v 21. storočí opodstatnené a v istej forme vždy súvisia s násilím.

Bolo by jednoduché, ak by problém bol len v otázke, či majú mať prednosť záujmy alebo hodnoty. Ľudia majú záujmy a systém prijatých hodnôt je vzorcom ich správania. Ide o to, aby hodnoty neboli falošným krytom záujmov. To spochybňuje integritu spoločnosti a je zdrojom nedôvery. Všeobecne sa asi zhodne väčšina ľudí, že sloboda a rovnosť sú zásadnými hodnotami. Ale nie je jednoduchou úlohou nájsť ich správnu rovnováhu v konkrétnom kontexte, v konkrétnej spoločnosti a situácii.

V niektorých prípadoch môže byť sloboda v rozpore s rovnosťou. V podstate ale každý človek by mal mať najväčšie základné slobody, aké majú ostatní ľudia v spoločnosti a zdroje spoločnosti by mali byť rozdelené tak, aby jej členovia s menej priaznivým osudom mohli žiť prijateľným (dôstojným) spôsobom. Pretože ľudské práva ako celok sú o dôstojnosti človeka.

Dawkinsova teória kultúrnej evolúcie nám ponúka vysvetlenie, prečo základným problémom všetkých doterajších ideologických predstáv je fakt, že predpokladajú človeka akým on nie je. Môžu existovať vzorce správania podľa hodnôt politického systému, ale ak sa tlak oslabí, presadí sa vnútorná podstata človeka a on sa správa podľa vzorcov, ktoré sa v ňom vytvorili za milióny rokov. Znamená to, že zmena psychologického základu človeka je vecou mnohých a mnohých generácií.

V tejto súvislosti ma zaujal myšlienkový experiment Johna Rawlsa z Harvard University. Usiloval o zodpovedanie otázky spravodlivosti ako miery slobody a rovnosti. Jeho myšlienkový experiment predpokladal prieskum v akej spoločnosti by ľudia chceli žiť. Podmienkou sú však respondenti, ktorí nemajú žiadne informácie o svojom pôvode, majetkových pomeroch rodiny, rase, mieste kde budú žiť, pohlaví,... Slovom, nevedia nič o svojej existencii. Museli by to byť ešte nenarodení ľudia. Tak experiment by bol možno úlohou práve pre umelú inteligenciu. Raz sa možno uskutoční.

Pred dlhým časom sa mi dostala do rúk knižka Raymond Aron „Esej o svobodách“ (Archa 1992). Zaujala ma vtedy poznámka Arona : „*Francouzi mluví príliš o svobode, aby se člověk o ni nebál*“.. Pretože ak sa niečo musí často zdôrazňovať, spravidla to absentuje. Alebo ide o pokus o sugesciu. Jedno i druhé môže byť pravdou.

Rizikom je pokúšenie riešiť vlastné problémy hľadaním vonkajšieho vinníka. Častým želaním do roku 2024 – okrem obligatórneho zdravia a šťastia, bolo vzájomné želanie, aby to bol rok, ktorý prežijeme v mieri. Pripomenulo mi to odkaz Alberta Einsteina. Sám sa raz nazval militantným pacifistom. Silnú reflexiu vo mne vyvolalo jeho vyjadrenie k odzbrojovacej konferencii roku 1932. („Jak vidím svět“, 1966). Ako by to hovoril dnes.

„ ...Máme sice Společnost národů a smírčí soud. Ale Společnost národů není o mnoho víc než schůzovní místnost a smírčí soud nemá vůbec moci provádět svá rozhodnutí. Tyto instituce neposkytují žádnému státu bezpečnost, bude li napaden“.

Samozrejme, zmena v usporiadaní spoločnosti nie je len otázkou logiky vývoja a pochopenia jej zákonitej nevyhnutnosti. Len myšlienkové experimenty sa môžu odohrávať v prostredí, ktorého podmienky si ideálne zadefinujeme. Inerciálna sústava, častica dokonale chránená pred dekoherenciou svojho stavu,... V reálnom svete sa ani riešenie otázok slobody, rovnosti, spravodlivosti a zodpovednosti neodohráva bez vplyvu geopolitických záujmov. Je otázkou v akej miere ide o záujmy vývoja civilizácie a v akej miere sú záujmy jednotlivých krajín za globálne iba prehlásené. Popperova epistemológia, ktorej sa Deutsch venuje je presvedčivá. Ale v súvislostiach o ktorých teraz hovoríme, sme sa posunuli. K pátraniu po pôvode poznatkov a vzťahu poznania k realite.

Dialóg je základom, čo môže pomôcť ľuďom v priblížení sa k pravde a k riešeniu konfliktov vyplývajúcich z rozdielnosti záujmov. Prvotným východiskom k jeho konštruktívnej podobe však je zjednotenie si definícií.

Predstavme si, že by dvaja fyzici diskutovali o vzťahu „hmoty“ telesa a jeho rýchlosti, tak ako to hovorí známa rovnica špeciálnej teórie relativity. Prvý z nich by podľa rovnice tvrdil, že s pohybom sa hmota telesa zväčšuje. Druhý by oponoval, že predsa tým, že sa teleso pohybuje, počet jeho atómov sa jeho rýchlosťou nezmenil. Takže ? Problém je samozrejme v definícii. Ako vieme hmota v teórii relativity môže mať formu energie, alebo látky. A v rovnici nie je reč o látke.

Už som spomenul, že uznávanou hodnotou spoločnosti je sloboda. Ale aká ? Môžem, lebo mám dovolené. Alebo môžem, lebo mám možnosť uplatniť svoju slobodu. Ujasniť si, či diskutujeme o trhu v spoločnosti, alebo o trhovej spoločnosti. Či pod demokraciou myslíme len demokraticky zvolenú vládu, alebo stav spoločnosti. A mohli by sme pokračovať. Bez rovnakých definícií diskusia nemá zmysel. Naše názory by potom boli mimobežkami.

Predpokladom významu dialógu je zbavenie sa apriórnych predsudkov. Neexistuje totiž argument, ktorý by nás presvedčil o tom, čomu apriori nechceme veriť. Diskusie sa často vedú o javoch. Nemali by sme vynechať z nich kontext a ich príčinu, lebo v nich je často skrytá niekedy ťažko pochopiteľná logika javu. A samozrejme diskusia s oponentom má väčší význam ako s protistranou s rovnakým názorom. Pomôže nám buď vlastný názor korigovať, alebo ho potvrdí dôkazom sporom. Čas je vzácny a tak by človek mal pociťovať, že diskusia približuje správne pochopenie meritu veci, alebo aspoň k bližšiemu pochopeniu pozície „toho druhého“.

Možno by sme sa mali inšpirovať logikou vyplývajúcou z knihy Davida Deutscha. Zamyslieť sa aj nad tými myšlienkami, ktoré sa nám javia ako neortodoxné, či diskutabilné. Kritické myslenie vedie k odolnosti proti kognitívnym skresleniam, tendenčnosti pri vyslovovaní úsudkov, aj proti cielenej propagande, fake news, vrátane konšpiratívnych teórií. K tomu je však nevyhnutné pochopenie súvislostí a kontextu. Byť náročnejším pri hodnotení informácií. Najmä k tým, ktoré príliš lahodia nášmu sluchu.

Obrovským problémom je dôvera. Rozdiel medzi deklarovanými hodnotami a reálnou politikou vedie k nedôvere ľudí k inštitúciám. Táto nedôvera má široký dosah a ovplyvňuje rôzne aspekty spoločnosti, spôsobuje problémy ekonomické, ekologické aj politické. Posilnenie dôvery je zásadnou úlohou spoločnosti aj v medzinárodnom kontexte. Dialóg, nie konfrontáciu.

V „Úvahe inšpirovanej Kybersocializmom“ „ som napísal.

Pre budúcnosť je potrebná zrozumiteľná predstava, ktorá by napĺňala kolektívnu užitočnosť, motiváciu pre uplatnenie individuálnych schopností každého člena spoločnosti. Je to spoločnosť politickej a ekonomickej demokracie s konkrétnou zodpovednosťou za rozhodnutia. Predstavy o budúcej spoločnosti sú dôležité. Obávam sa ale, že viac ako definovať systém hodnôt a princípov, na ktorých by mala fungovať zatiaľ nedokážeme. Malo by nám stačiť, ak dokážeme pochopiť, či vývoj spoločnosti smeruje k týmto hodnotám, alebo sa im vzdáva. Myslím si, že aktuálnym cieľom politiky je usilovať o dôstojný život človeka. O materiálne podmienky jeho života, o základné občianske práva, rovnosť sebarealizácie, rovnosť v prístupe ku vzdelaniu a možno ďalšie. Na druhej strane sa dnešná spoločnosť musí vymaniť z hedonizmu, ako staronovej drogy. Nájsť optimálnu harmóniu potrieb sociálneho systému ako celku a autonómneho rozhodovania jednotlivých ľudí, ktorá je podmienená dôverou k systému a dostatkom pravdivých informácií. Je ale sotva prijateľné, aby v sociálnom systéme ako dôležitý faktor autonómneho rozhodovania nefungovali sociálne väzby a spoločné záujmy. Fungovanie ľudskej spoločnosti a jej rozvoj teda vyžadujú samostatnosť individualít a rovnako tak ich silnú sociálnu previazanosť. Lepšie to neviem vyjadriť ako slovami, že človek síce môže robiť čo chce, ale nemôže chcieť, čo sa mu zachce.

Karl Marx ako základný dôsledok technológií, ktoré zvyšujú produktivitu práce videl nárast voľného času, ktorý umožňuje „plný rozvoj individua“ a ten pôsobí spätne na produktivitu práce. Preto bezprostredná pracovná doba nie je v protiklade k voľnému času. Kedysi som čítal staré čínske príslovie. Keď sa zaujímaš čo bude o rok, zasad' obilie. Keď ťa zaujíma ako bude o desať rokov, zasad' ovocné stromy. A keď ťa trápi čo bude o sto rokov, podporuj vzdelanie.

David Deutsch neotváral explicitne diskusiu o Popperovej otvorenej spoločnosti. Sotva sa ale môžem vyhnúť presvedčeniu, že koncept otvorenej spoločnosti tiež podlieha evolúcii. Pozorujeme, že v spoločnosti vznikajú veľké skupiny ľudí, ktorí ne strácajú vedomie vlastnej individuality, ale sú schopní konať kolektívne. Vznikajú na základe rozličných spoločne stmelujúcich záujmov, ale odrážajú aj celospoločenské hodnoty. Tieto skupiny môžu byť výsledkom rozpadávania sa vyššieho celku, keď ľudia prestali veriť v tradičné politické strany a nimi tvorený establishment. Môžu mať významný vplyv na dynamiku vývoja občianskej spoločnosti, vrátane cesty k novej demokracii. Zastupiteľská demokracia je v kríze. Neviem aké riešenie pre demokraciu budúcnosť ponúkne. Viem len, že ani zastupiteľská a ani priama demokracia bez demokratov nebude.

Nové technológie dosahujú úroveň, ktorá je zdrojom novej kvality a štýlu života. Umelá inteligencia sa stáva jednou z entít v spoločnosti, ako komplexného systému. Za veľmi podstatné očakávanie považujem, že umelá inteligencia bude otvárať otázky logiky fungovania celej spoločnosti. Môže výrazne ovplyvniť cestu, po ktorej sa z dnešného chaosu vydáme. Vždy tomu tak bolo po nástupe nových technológií.

Samozrejme existujú obavy z rizík, ktoré nie je možné zľahčovať. Najväčšie otázky sú ale spojené s možnosťou, že umelá inteligencia získa schopnosť samostatného vývoja. Nie je nereálne, že bod technologickej singularity dosiahne už v perspektíve niekoľkých desaťročí. Ale možno, že práve interakcie medzi ľuďmi a umelými inteligenciami prispievajú ku korekciám správania človeka a pozitívnej evolúcii jeho vedomia.

Je optimizmom napĺňajúce, ak si uvedomíme, že vo veľkom vesmíre, s miliardami galaxií a v nich miliardami hviezd, kde okolo jednej z nich obieha malá planéta, na ktorej existujú bytosti, ktoré pátrajú a nie bezúspešne, o vzniku vesmíru a o jeho fungovaní. Dnešná doba dostáva najrozličnejšie, nie vždy lichotivé prívlastky. V záujme našich vnukov chcem k týmto pomenovaniam doby optimisticky pripojiť ešte, *„Doba poznávania a nádejí“*.

Alojz Lorenc, Január 2024.