

# NANOETIKA - elektronická učebnica

## KEGA K16-202-00

PhDr. Ing. Tibor Máhrik, PhD.

### ÚVOD

Čo je nanoetika? Ako chápať tento pojem a čo označuje? Má tento termín opodstatnenie medzi inými odbornými názvami? Aké výzvy so sebou prináša? Takéto a podobné otázky si kladie táto učebnica NANOETIKY. Ponúka vhl'ad do sveta dynamicky sa rozvíjajúcej oblasti súčasných technológií z perspektívy filozofie a najmä jej etických súvislostí. Musíme vychádzať z toho, že s rozvojom kvantovej fyziky a jej aplikáciami vo fyzike polovodičov nastal technologický boom miniaturizácie, ktorý vniesol do spoločnosti nielen pozitíva, ale aj negatívne sprievodné znaky s kontroverznými etickými východiskami a konzekvenciami. Tu niekde sa rodia korene pojmu „nanoetika“.

Dnes sú dva tábory: jedni odmietajú uznať nanoetiku ako samostatnú disciplínu, druhí sú uznávajú a obhajujú. Medzi konzervatívnym postojom k vývoju nanotechnológií a prehnaným optimizmom existuje celé spektrum možností, ktoré zamestnáva vlády najrozvinutejších krajín sveta. Úsilie o relevantné postoje zodpovednosti voči životu, spoločnosti a prostrediu čelí jednoznačne etickým výzvam, ktoré nanotechnológie prinášajú. Akékoľvek riešenie týchto etických dilem má spätný pozitívny alebo negatívny dopad nielen legislatívny, ale aj ekonomický, s nie vždy predvídateľnými dôsledkami pre budúcnosť. Budúcnosť ukáže, či nanoetika v našich zemepisných šírkach sa zaradí medzi ostatné vedecké disciplíny, alebo nie. V rámci dejín vedy je veľa disciplín, ktoré sa zrodili v istom historickom kontexte a preukázali svoju životaschopnosť až dodnes - napr. bioetika, ekoetika a pod.

Nanotechnológie sú tu a ich dosah na človeka je zrejмый. Najvýraznejší prielom nanotechnológie do spoločnosti bol zaznamenaný v podobe virtuálnej reality, ktorá sa stala dennou skúsenosťou väčšiny ľudí v rozvinutých krajinách. Je potrebné vnímať fakt, že veľké investície a úsilie svetových odborných špičiek sa zameriavajú na monitorovanie javov, ktoré zážitok s virtuálnou realitou pre človeka prináša. Korelácia negatívnych sprievodných javov, ako sú oslabená komunikačná schopnosť, rôzne formy závislostí, psychologický problém straty identity, narušené sociálne vzťahy a iné, vzhľadom na **postmodernú filozofiu** hedonizmu a narcizmu, tvorí spolu s problematikou umelej inteligencie významný balík otázok, ktoré je potrebné reflektovať z pozície **axiológie a etiky**. Súčasný výskum v humanitných vedách ukazuje, že potrebný posun v teoretických konceptoch v **aplikovanej etike** naráža na nedostatočné porozumenie fundamentov **normatívnej etiky**, a to následne implikuje výzvu zásadným spôsobom otvárať **metaetické** uvažovanie, bez ktorého nie je možné sa dopracovať k relevantným odpovediam v celospoločenskom diskurze a nájsť aj zodpovedajúce legislatívne úpravy v jednotlivých sférach života.

# 1 ČO JE NANOTECHNOLÓGIA?

## 1.1 Technický pohľad

Môžeme povedať, že nanotechnológia je istým spôsobom nová kategória technológie, ktorá je založená na presnej technologickej manipulácii materiálov na molekulárnej úrovni resp. atomárnej úrovni alebo štruktúr, ktorých rozmery sú v rozsahu 1-100 nm (nanometrov<sup>1</sup>), pričom sa v praxi využívajú nové vlastnosti, ktoré materiály vďaka tejto manipulácii získajú. Zároveň však vznikajú isté efekty, ktoré zatiaľ nevyužívame, naopak - komplikujú nám život a predstavujú rizikový faktor - napr. problém toxicity. Vo všeobecnosti sa nanotechnológie považujú za „liek na neduhy neekologicky využívanej planéty“<sup>2</sup>.

## 1.2 Teleologický pohľad

Teleologický prístup chápe a definuje nanotechnológiu z pohľadu cieľov, ktoré nanotechnológia sleduje a ku ktorým jej výsledky smerujú. Kritická reflexia takéhoto vektoru smerovania nie je jednoduchá. V takom prípade nie je dostatočné hovoriť o význame nanotechnológie pre zdravie, bezpečnosť, bohatstvo a spoločnosť. Dostatočné nie je ani vyjadrovanie sa v pojmoch „menší“, „rýchlejší“, „efektívnejší“, „lacnejší“, „tvrdší“ atď., ale pozornosť sa venuje futuristickým dôsledkom nanotechnológie so zásadným dopadom na priemyselnú produkciu, psychosomatický a sociálny život človeka. Podľa takéhoto prístupu je možné hovoriť o súčasnom vývoji v nanotechnológii, ak futuristické vyhliadky otvárajú reálnu nádej na dosiahnutie cieľov obsiahnutých vo víziách. Pri tejto perspektíve nazerania sa ukazuje interdisciplinárna podstata nanotechnológie a konzekventne aj opodstatnenosť predmetu nanoetiky ako vedeckej disciplíny.

## 1.3 Politický pohľad

Podľa Tahana nanotechnológia je predovšetkým pojem, ktorý používajú vlády, korporácie, laboratória a vedci pri formulovaní vízie, čo by v danej oblasti sa mohlo dosiahnuť. Takýto pohľad súvisí s tým, že nanotechnológie zasahujú do rôznych oblastí výskumu a produkcie výroby. Je treba mať na pamäti, že rôzne krajiny majú rôzne záujmy a venujú sa výskumu odlišnému od ostatných krajín. Medzi predmety takéhoto výskumu patrí skenovací mikroskop, výskum elementárnych častíc, materiály s nanoštruktúrou, polyméry, ultratenké materiály, heterogénna katalýza, supramolekulárna chémia, polovodičová technológia, kvantové počítače, tekuté kryštály, svetelné diódy, solárne články, biochemické senzory, genetické inžinierstvo, neurofyziológia a iné.

Nominálne vyčlenenie pojmu nanotechnológia súvisí aj s etymológiou slova. Pri takomto nazeraní na porozumenie pojmu sa však vynára iný problém - v takom prípade pojem pokrýva mnohé disciplíny v rámci klasických prírodných vied (chémia, fyzika pevných látok, farmácia, biológia, mikroelektronika a pod.), ktoré popisujú deje a fenomény spadajúce do rovnakej kategórie. Jednotlivé krajiny majú svoje preferencie z pohľadu hospodárstva, vedy a výskumu. Politický aspekt tak zohráva nezanedbateľný význam. Nielen významné firmy,

---

<sup>1</sup> Na označovanie jednotlivých rádov sa používajú predpony ako „mili“, „mikro“, „nano“ 1 nm = 1.10<sup>-9</sup>m.

<sup>2</sup> Viac pozri článok **O nanovede a nanoetike**, Š. Luby a M. Lubyová, Quark 6/2015  
<http://vedanadosah.cvtisr.sk/o-nanovede-a-nanoetike>

korporácie a laboratóriá, ale aj mnohé vlády v posledných rokoch ohlásili výrazné investície do výskumu a využitia nanotechnológií vo svojich produktoch.

#### **1.4 Nanotechnológia v praxi**

Pri nanotechnologických procesoch kľúčovú úlohu zohráva kvantová fyzika, pričom štandardné materiály môžu získavať prekvapivé fyzikálne i chemické vlastnosti, napríklad krehký materiál pri bežných rozmeroch sa stáva super pevný pri nanorozmeroch, alebo bežne nevodivý materiál sa stane vodivým. Iným príkladom môže byť hliník používaný na výrobu nádob na nápoje. Nanotechnológiou však vieme hliník vyrobiť v podobe super jemného prášku, ktorý sa pri styku so vzduchom stáva prudko výbušným.

Presným manipulovaním na úrovni molekúl už dnes vedci dokážu vyrobiť aj nové materiály. Vhodným príkladom je uhlík. Ten pri voľnej konfigurácii tvoriacej známy grafit pri tesnejších väzbách poznáme ako diamant, avšak dnešná úroveň nanotechnológie dokáže konfigurovať ešte tesnejšie konfigurácie atómov uhlíka, ktorými vznikajú *karbónové nanovlákná* patriace k najpevnejším materiálom vôbec známym v súčasnosti. Využívajú sa v armáde, v športe - napr. chrániče v hokeji.

S prísľubom nových vlastností materiálov sa nanotechnológia stáva dôležitým faktorom, ktorý umožní vyrobiť menšie a rýchlejšie čipy, ktoré budú môcť byť zakomponované do šiat, prípadne ľudského tela, ale otvorí aj cestu pre výrazne menej invazívne chirurgické postupy a efektívnejšiu aplikáciu chemickej liečby pacientov. Súčasný základný výskum v aplikovanej kvantovej fyzike s ohľadom na komerčné využitie priniesol svoje ovocie najmä v kozmetike, športovom oblečení a náradí, solárnych článkoch a materiáloch i mnohých zariadeniach používaných v armáde.

## 2 HORIZONTY NANOVEDY

S pojmom nanoetiky a nanotechnológie súvisí aj pojem *nanoveda*. Jedná sa o výskum a teoretické vysvetlenie povahy a správania sa reality hmoty na úrovni nanometrov. Dotýkame sa pritom štruktúr, ktoré sú už vo svete vedy známe, najmä vo svete biológie napr. DNA, štruktúra sfarbenia motýlieho krídla, mozgové neuróny a pod. Nanoveda predstavuje interdisciplinárnu kategóriu vedeckého bádania a interpretácie skúmaných realít, ktoré zasahujú do oblastí fyziky, chémie a molekulárnej biológie. V širšom chápaní pojmu je možné hovoriť o výskume a interpretáciách javov a fenoménov, ktoré súvisia s procesmi prebiehajúcej na kvantovej úrovni. Niektoré univerzity už dnes ponúkajú možnosť študovať nanovedu ako samostatný študijný odbor na úrovni Bc.<sup>3</sup> Jeden z najvýznamnejších odborníkov na Slovensku v tejto oblasti profesor Štefan Luby v svojej publikácii *Nanosvet na dlani* (VEDA, Bratislava, 2016, ISBN 978-80-224-1548) výborným spôsobom nastoľuje interdisciplinárnu výskumu nanosveta a dôležitosť triády „nano-bio-info“ pre ďalší spoločenský a vedecko-technický progres.

### 2.1 Energetika

Prírodné zdroje nie sú nevyčerpatel'né a priemyselná revolúcia po rokoch naznačila ich limity. Spomínaná civilizačná špirála predpokladá narastajúcu energetickú náročnosť súčasného a budúceho priemyslu. Stále pretrváva závislosť na uhľovodíkových zdrojoch, pričom v globálnom chápaní platí konsenzus, že je potrebné túto stratégiu zmeniť. Okrem problému obmedzenia zdrojov, ktoré nie sú obnoviteľné, je tu aj hrozba zhoršenia klimatických podmienok v dôsledku oteplenia ovzdušia. Podľa odborníkov v prípade takejto zmeny by došlo nielen k zníženiu výťažnosti úrody z polí, ale nepriaznivé klimatické zmeny by mohli spôsobiť nárast epidémií rôznych nemocí. Existuje tiež vzájomný konsenzus v tom, že riešením nie je obmedzenie spotreby energie. To by spôsobilo škody najmä v rozvojových krajinách, kde len v roku 2007 takmer 1,6 miliardy ľudí (Peterson – Heller, 2007, s. 58) nemalo prístup k elektrickej energii. Prognózy naznačujú, ak súčasný technologický trend zotrva najbližšie dekády, tak v roku 2030 stále 18% populácie nebude mať prístup k elektrickej energii.

Nanotechnológie ponúkajú riešenie problému nedostatku energetických zdrojov pri zachovaní šetrného prístupu k prírode a životnému prostrediu. Už teraz sa úspešne využívajú solárne články. Napriek tomu, že energia slnečných lúčov dopadajúca na povrch zeme za jediný deň je postačujúca na pokrytie našej spotreby energie za celý rok, vysoké investičné náklady a pomerne nízka účinnosť solárnych článkov spôsobujú ich obmedzené využitie v praxi. Viacerí odborníci sa domnievajú, že práve rozvoj nanotechnológie môže priniesť zníženie finančných nákladov a zvýšenie efektívnosti zariadení.

V súčasnosti sú úspešné experimenty s nanokryštálmi, ktoré emitujú viac než 3x viac elektrónov na fotón než klasické fotovoltaičné články. Pre chudobné krajiny, keďže väčšinou ležia v oblastiach s vysokým dopadom slnečných lúčov, by to bolo z krátkodobého hľadiska istým riešením. Z dlhodobejšieho hľadiska protagonisti nanotechnológie hovoria o smelších projektoch. Jednou z možností je umelá fotosyntéza, ktorú dokážeme zrealizovať vďaka zvládnutej nanotechnológii, čím by sa dokázala slnečná energia uchovávať v chemickej väzbe

---

<sup>3</sup> Viac pozri študijný program *Aarhus University* v Dánsku: <https://bachelor.au.dk/en/nanoscience/>

podobne, ako to robia rastliny. Tým by bol vyriešený aj transport energie, ktorý by bol finančne dostupnejší ako konštrukcie solárnych systémov.

Veľkým problémom v súčasnosti je prenos elektrickej energie, ktorý vykazuje významné straty (7-10%) v dôsledku odporu vo vedení. Kvalitatívne vlastnosti nanovláknien, ktorých vodivosť je 10x lepšia ako vodivosť najpoužívanejších medených vodičov, by mohli umožniť pohyb elektrónov s takou rýchlosťou a efektivnosťou, s akou sa pohybujú fotóny v optických vláknach. V takom prípade by energetické straty aj na vzdialenosti 1000 km boli zanedbateľné. Elektrická energia by tak mohla byť dodávaná do odľahlých a ťažko dostupných oblastí, kde ľudia pre nedostatok prístupu k energii nemôžu rozvíjať kvalitu svojho života. Veľké nádeje sa vkladajú do výskumu mimoriadne zaujímavého materiálu *grafénu*, ktorý je elektricky vodivejší viac ako meď a pritom je pevnejší ako oceľ.

## 2.2 Problém s pitnou vodou

Vo vyspelých krajinách západnej hemisféry dlhodobo pretrváva nedostatok pitnej vody a v subsaharských zemepisných šírkach je vážnym problémom nedostatok vody ako takej. Je zrejmé, že takýto problém, ktorý má ekonomické, politické, ale aj prirodzené príčiny, nebude možné vyriešiť jednoduchým spôsobom. Keďže voda je nevyhnutná pre poľnohospodárstvo, a tvorí základnú vstupnú surovinu v priemysle, stáva sa vzácnou komoditou, ktorá rozhodujúcim spôsobom determinuje ekonomický stav rozvojových krajín. Jej nedostatok zároveň komplikuje priemyselný rast rozvinutých krajín.

Na rozdiel od klasických techník čistenia, filtrovania a odsolovania vody nanotechnológia so svojou schopnosťou manipulácie hmoty na atomárnej úrovni môže okrem výrazne efektívnejšieho zvládnutia týchto procesov poskytnúť aj detekciu toxínov a baktérií prítomných vo vode. Nanotechnologické filtre majú presne definované póry priepustnosti vhodné pre rozmery molekúl vody, pričom zachytia väčšinu nečistôt, toxínov, solí, minerálov, baktérií a vírusov, čím sa môže získať ultračistá voda bez ohľadu na stupeň jej pôvodného znečistenia.

V súčasnosti sa technika manipulácie na molekulárnej úrovni úspešne skúma napríklad v laboratóriách výskumníkov univerzity v Tel Avive. (Popovtzer, 2006, s. 206-207) Už v roku 2006 sa tam podarilo vyrobiť detektor toxínov fungujúci na princípe geneticky modifikovanej baktérie, ktorý je schopný identifikovať viaceré toxíny v časovom rozmedzí do 10 minút. Výroba takého detektora je ekonomicky nenáročná a navyše samotný detektor je ľahko prenosný.

Vizionári nanotechnológie hovoria o možnosti skonštruovania takých technologických zariadení na čistenie vody, ktoré budú v princípe fungovať ako biologické filtračné systémy. V prípade rozvinutej *nanorobotiky* bude možné vytvoriť *nanostroje* s funkciou podobnou činnosti obličiek.

## 2.3 Výzvy zdravotníctva

Epidemické choroby a opakujúce sa infekčné nemoci majú za následok skutočnosť, že ľudia v postihnutých oblastiach a krajinách sa nemôžu zapojiť do ekonomického procesu a spoločenského života, čím sa problém chudoby ešte viac prehľbuje. Ďalším ohrozením zdravia

je rakovina, ktorá je príčinou 12% úmrtí na svete, pričom už v roku 2002 bolo zaregistrovaných 10,9 miliónov nových rakovinových ochorení. Biomedicínske problémy sa preto prirodzene dostávajú do popredia záujmu odborníkov na celom svete. Za posledných 30 rokov sa objavilo viac ako 30 nových infekčných ochorení ako HIV/Aids, Ebola, SARS, čo spolu s naďalej pretrvávajúcim výskytom dyzentérie a malárie tvoria každý rok podstatnú príčinu úmrtí (30%) desiatok miliónov ľudí v rozvojových krajinách (Peterson – Heller, 2007, s. 62).

Nanotechnológie zohrávajú dôležitú úlohu pri konštruovaní zariadení a systémov, ktoré dokážu identifikovať nemoci, ale najmä pomáhajú porozumieť mechanizmus choroby, čo má výstupný efekt v účinnej liečbe. V súčasnosti sa dosiahli pozoruhodné výsledky vo výskume rakoviny. V 80-tych rokoch boli známe prvé experimenty so zavádzaním účinných chemických látok zabalených v magneticky citlivých mikro-kapsuliach do tela pacienta tak, aby následne pomocou magnetických polí sa aktívna látka dostala priamo na miesto postihnutia.

Dnešný výskum je v tejto oblasti mimoriadne rozsiahly. Napríklad skúma sa ničiaci efekt častíc zlata, ktoré sú zavedené do hmoty nádoru a následne sú zohriate laserom tak, že explodujú. V najbližších rokoch sa v rámci výskumu očakáva, že dokážeme rozpoznať molekulárne zmeny vedúce k rakovine ešte v počiatočnom štádiu, v ktorom dokážeme rodiacu sa nemoc zastaviť. Slovenský výskumný tím pod vedením profesora biofyziky Pavla Miškovského vyvinul transportný systém tzv. *NanoScreen* na báze nanotechnológií, vďaka ktorému sa v oblasti výskumu rakoviny dostal do pozornosti celého sveta.<sup>4</sup>

Osobitné nádeje sa vkladajú do nanotechnológie v súvislosti s riešením ochorenia HIV/Aids. Problémom je častá mutácia vírusu, v dôsledku čoho ľudský imunitný systém nevie zmutovaný vírus identifikovať. Zistilo sa však, že aj keď vírus mutuje, jeho proteínová štruktúra ostáva rovnaká, čo vytvára priestor pre nanotechnológiu, ktorá by prostredníctvom nanočastíc ako „lákadla“ mohla vírusu zabrániť jeho naviazaniu sa na ľudskú bunku.

Niektoré smelšie plány idú ešte ďalej. Očakáva sa zakomponovanie nanovlákien do štruktúry DNA, v ktorej budú fungovať ako detektory následných genetických sekvencií, ktorých symptómy budú nežiaduce. Do tejto kategórie možno zaradiť aj zvládnutie technológií, ktoré budú schopné upravovať jednotlivé molekuly ľudského tela, čím sa zníži efekt starnutia,lepší sa kvalita života a ľudský život sa predĺži.

## 2.4 Ekologická výzva

Nárast ľudskej populácie spôsobuje zásahy do prírody a životného prostredia, ktoré majú popri pozitívnych aj svoje negatívne dôsledky. Patrí k nim znečistenie vzduchu, úbytok zelene, zánik koralových ostrovov. Údaje hovoria o zániku 27% všetkých koralových útesov, pričom do roku 2050 sa odhaduje zánik 2/3 z toho, čo zostáva.<sup>5</sup> a iné. Podľa demografických štúdií OSN do roku 2050 bude na Zemi 9 miliárd obyvateľov, čo oproti súčasnosti je nárast o 3 miliardy. To prinesie nové zásahy do prírody vzhľadom na priestor bývania, stravu, cestovanie a potrebné energetické zdroje. Doterajšie návrhy riešenia - zakonzervovať súčasný stav prírody a inovácie legislatívy - nie sú perspektívne. Radikálna zmena v životnom štýle ľudí žijúcich vo vyspelých

---

<sup>4</sup> Viac pozri <https://www.etrend.sk/trend-archiv/rok-2018/cislo-1/idu-po-rakovine-a-vymysleli-aj-tester-vody.html>

<sup>5</sup> Viac o význame koralov pozri NOAA Coral Reef Conservation Program; <http://coralreef.noaa.gov/>

krajinách sveta, ktorá by na životné prostredie mohla mať merateľný efekt, je síce reálna, ale nepravdepodobná. Nanotechnológie poskytujú v tomto ohľade zaujímavé perspektívy riešenia.

Prvou možnosťou je schopnosť nanotechnológií vyprodukovať detektory znečisťujúcich látok. Včasné a presné identifikovanie miesta, rozsahu a typu znečistenia môže mať priamy vplyv na riešenie vzniknutej havárie, čo má okrem environmentálneho aj ekonomicky pozitívny efekt. Zároveň sa priamo zlepšuje aktívna ochrana ľudského zdravia a prostredia.

Druhou možnosťou je budúcnosť technológií výroby s tzv. nulovým odpadom. Filozofia tejto technológie spočíva v tom, že odpad z jednej produkcie sa môže využívať ako vstupná surovina pre výrobu inej produkcie. Silné skupiny zástancov takýchto riešení pôsobia v Škótsku. Niektoré korporácie ako Nike a Wal-Mart už prijali takúto stratégiu, pridala sa Toyota a Ford. V praxi sa snažia používať najmä recyklovateľné polyméry a podporovať potraviny, ktoré pochádzajú z prirodzených zásob mora.

Tretou možnosťou je nanotechnologické čistenie znečistených priestorov a prostredia. Vychádza sa z toho, že už dnes sme schopní upraviť znečistenú pôdu alebo vodu od neprijateľných kontaminantov. Predpokladá sa, že raz budeme vedieť *nanoroboty*, ktoré dokážu nečistotu nielen presne identifikovať a lokalizovať, ale aj odstrániť z materiálu, resp. ju neutralizovať. Takéto *nanostroje* by našli uplatnenie nielen pri spracovaní ropy, odstránení CO<sub>2</sub> zo vzduchu, ale tiež pri úprave vody, v ktorej sú ťažké kovy a toxické chemikálie.

## 2.5 Informačné technológie

Z globálneho pohľadu má dostupný internet iba 13% svetovej populácie a iba 2,6% africkej populácie. Informačné technológie zaznamenávajú nebyvalý rozmach, napriek tomu rýchlosť súčasných počítačov nestačí na riešenie problémov a zadaných úloh. Pritom práve komunikačné technológie sú nevyhnutnou súčasťou industrializácie krajín a ekonomického rastu, ktorý rozvojové krajiny potrebujú.

Príkladom je projekt zavedenia mobilných telefónov v Bangladéši, ktorý priniesol okamžité zlepšenie hospodárenia a ekonomiky v zaostalých oblastiach krajiny. Mobilné telefóny totiž umožnili farmárom prístup k informáciám o poveternostných podmienkach, škodcoch a vhodných postrekoch a iné, čo malo vplyv nielen na zvýšenie produkcie ale aj na zdravotný stav samotných farmárov a obyvateľov. Ďalšie využitie informačnej technológie sa črtá na úrovni medzinárodnej siete v prípade prírodných katastrof ako tsunami. Ich finančná dostupnosť by však musela byť výrazne nižšia.

Prognostické úvahy hovoria o využití kvantových počítačov. Podľa odhadov špecialistov na kvantové procesory sto kvantových častíc by dokázalo poskytnúť výkonnejší výpočtový potenciál ako milióny súčasných najkvalitnejších počítačov dohromady. Keď zvládneme tieto technológie, praktická využiteľnosť kvantových počítačov bude mať mimoriadny význam nielen v zmysle uskladnenia prakticky neobmedzeného množstva informácií na malom priestore, ale jej výkon oceníme najmä pri zložitých výpočtoch a simuláciách, ktoré sú potrebné napríklad pri objavovaní nových vakcín a liečiv.

## 2.6 Využitie kozmu

Kozmický priestor je predmetom výskumu nielen z pohľadu porozumenia životu na zemi a pri hľadaní odpovedí na základné filozofické otázky, ale aj z pohľadu jeho praktického využitia. Príkladom sú medziplanetárne výskumné lety a umiestnenie satelitov na orbite. Práve satelity sú veľmi potrebné pri zabezpečení komunikácie, monitorovaní poveternostných podmienok, navigácie v armáde i civilnom sektore atď. Súčasná technológia sú príliš drahé a málo výkonné na to, aby kozmický priestor mohol byť využívaný výraznejším spôsobom. Cestovanie slnečnou sústavou je mimoriadne energeticky náročné, predstava výstavby fabriek v kozmickom priestore a iných potrebných zariadení je za predpokladu súčasnej technológie nereálna.

Aj súčasná úroveň nanotechnológií sa významne podieľa na úspechoch v kozmickom výskume. Roentgenový difrakčný spektrometer, ktorý má skúmať skaly a pôdu na Marse, je skonštruovaný na báze uhlíkových nanovlákiek. Od nanotechnológie sa očakáva vyriešenie problémov, ktoré vznikajú pri kozmických letoch v dôsledku odlietajúcich úlomkov častí. Tie dokážu vytvoriť malé trhliny v plášti kozmickej lode alebo satelitu, ktoré môžu spôsobiť vážne problémy. Vďaka nanotechnológii je možné vytvoriť mechanizmus zakomponovaný v materiále, ktorý simuluje ľudskú kožu, čím by sa povrch v kozmických podmienkach mohol opraviť autoregulačne.



### 3 PÔVOD NANOETIKY

#### 3.1 Richard Feynman

Na stretnutí The American Physical Society v USA 29. decembra 1959 vystúpil s prednáškou *There's Plenty of Room at the Bottom* fenomenálny fyzik R. Feynman. V rámci svojho príhovoru oslovil prítomných s futurologickou úvahou, v ktorej upozorňoval na rozsiahly zatiaľ neobjavený svet, ktorý existuje mimo dosah ľudského zraku a rúk. Bol presvedčený, že veda čoskoro tento zložitý svet objaví a človek sa naučí, ako jeho zákonitosti a potenciál využiť pre svoj prospech. Feynman prognosticky správne odhadol situáciu, ktorá vo vývoji vedy čoskoro nastala. Mnohí považujú túto prevratnú myšlienku za spúšťač vášnivých diskusií o kontroverznom postavení a vyčlenení nanoetiky ako samostatnej vednej oblasti.

Neskôr K. E. Drexler napísal knihu *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* (1986), v ktorej otvorene hovorí o nanotechnológiách a rozpracováva svoje predstavy a názory na komplexitu reality na nano-úrovni. Nadviazal na úžasné empirické výskumy, ktoré umožnil vývoj tzv. ST mikroskopu (Scanning Tunneling Microscope) v roku 1981. Konštruktéri mikroskopu H. Rohrer a G. Binnig z IBM výskumného centra v Zurichu získali v roku 1986 Nobelovu cenu za fyziku. Svet nanotechniky dostal zelenú a vývoj technológií začal rýchlo napredovať. S tým súvisí aj rozvoj etických otázok, ktoré tieto nové technológie so sebou priniesli.

#### 3.2 Kritika nanoetiky

Argumenty oponentov nanoetiky vychádzajú z tvrdenia, že nanotechnológia nepriniesla žiadne otázky alebo problémy, ktoré by už predtým neboli nastolené v rámci fyziky, biológie alebo chémie. Problematiku nanotechnológie vnímajú ako umelo vytvorenú „politickú konštrukciu“, pričom jej podstatu tvorí konvergencia alebo fúzia viacerých existujúcich vedeckých disciplín ako fyziky, biológie, chémie, inžinierstva, informačných technológií a náuky o materiáloch. Sú presvedčení o tom, že nie je možné presne špecifikovať nejakú oblasť technológie, ktorá by vyžadovala „vlastnú“ etiku. Radikálni odporcovia (Philip Ball) nanoetiky považujú za nebezpečnú predstavu takú situáciu, v ktorej by nanotechnológia nastolila bezprecedentné etické a morálne témy, ktoré doteraz nepostihol a neobsiahol biotechnologický výskum a bioetika. Podľa týchto názorov ekoetika, bioetika a medicínska etika tvoria dostatočný dáždnik, ktorý pokrýva teritórium najnovších technológií z etického hľadiska.

Od čias Feynmana sa charakter diskusie zmenil a vývoj názorov pokračuje. Pokračujúce diskusie o postavení nanoetiky majú nezriedka charakter viac sémantický ako substančný, pričom prevláda porozumenie, že pod nanoetikou sa rozumejú etické, sociálne, environmentálne, medicínske, politické, ekonomické, legislatívne a iné témy, ktoré prináša nanotechnológia. Zo strany filozofov a etikov silnie hlas, ktorý upozorňuje na pretrvávajúci problém: z etického hľadiska je problematické identifikovať oblasť, resp. perspektívu, resp. etický východiskový bod, z ktorého by bolo možné nájsť normatívny etický rámec univerzálne platný a relevantný pre jednotlivé segmenty tvoriace komplex nanoetiky.

#### 3.3 Obhajoba nanoetiky

Súčasní protagonisti nanoetiky ako samostatnej vedeckej disciplíny poukazujú na fakt rastúcich investícií zo štátnych rozpočtov do **nanovedy** a rastúci záujem vedcov a výskumných tímov

o problematiku nanotechnológií ako takých. Ich argument vychádza z dejín filozofie vedy pričom poukazujú na realitu biológie či chémie ako samostatnej vedeckej disciplíny a to napriek tomu, že obidve využívajú zákonitosti javov a vlastností atómov a molekúl, ktorých fenomenológiu, opisný aparát a vysvetľujúci mechanizmus primárne poskytuje fyzika. Úvaha znie nasledovne: Ak fyzika všetko vysvetľuje, načo potrebujeme chémiu, alebo biológiu? Ďalej argumentuje tým, že podobne aj architektúra má svoje autonómne postavenie, hoci vo svojej podstate ide o konvergenciu estetiky dizajnu a konštrukčného inžinierstva. Dôvodom k oprávnenému vyčleneniu nanoetiky teda nie je nastoľovanie „nových tém“, ale vytváranie vedeckého priestoru, ktorý sa efektívnejším spôsobom môže venovať špecifickým aspektom nanotechnológií, ktoré nepokrýva ani medicínska etika, ani bioetika ani ekoetika.

Niektoré výsledky výskumov v nanovede, ako napríklad škodlivosť nanočastíc pre živý organizmus, problém uhlíkových nanovlákní v dýchacom systéme, priniesli tak závažné etické otázky, ktoré legitimizujú nanoetiku ako samostatnú disciplínu v očiach čoraz viac rastúce počtu odborníkov a mienkotvorných osobností. Nanoetika v poslednom období nepochybne prináša nové etické témy, prípadne klasické témy stavia do kvalitatívne nových a neštandardných polôh, v ktorých etické systémy z minulosti neposkytujú vyčerpávajúcu bázu pre ich riešenie. Príkladom je problematika etiky privátnosti, ktorá sa vďaka nedetekovateľným a takmer neviditeľným odpočúvacím zariadeniam, ktoré neexistovali pred nanotechnológiami, dostala do takých etických súvislostí, ktoré sa predtým nedali predvídať ani inak predpokladať.

### 3.4 Technologické revolúcie

V našom spoločenskom kontexte sa pojem „revolúcia“ zvykne vnímať politicky alebo kultúrne, menej technologicky. V zahraničnej odbornej literatúre sa často pod pojmom „technologická revolúcia“ myslí vznik a vývoj nanotechnológií. Podľa svetových znalcov problematiky veľké revolúcie neprinášali iba nárast inovácií a už vôbec nie iba technologických inovácií, ale tiež organizačné, politické a sociálne zmeny v mnohých oblastiach spoločnosti. Čím je technologická zmena väčšia, tým výraznejšie musí spoločnosť reagovať, aby sa s novou realitou vyrovnala. V istom ohľade možno hovoriť o „bode zlomu“ vo svete technológií, ktorý so sebou prináša paradigmatické zmeny naprieč celým spektrom spoločenských inštitúcií. Tahan uvádza nasledovný prehľad vývoja technologických revolúcií (Tahan, 2007, s. 93):

Hierarchia technologických revolúcií:

1. Veľké revolúcie (zatiaľ sa zvyčajne hovorí o dvoch)
  - Zavlažovacie systémy (začiatok približne 5000 a koniec 3000 pred n.l.)
  - So začiatkom Priemyselnej revolúcie v Británii v 18. storočí
2. Výrazné revolúcie po roku 1750
  - Priemyselná revolúcia (1771)
  - Éra pary a železníc (1829)
  - Éra ocele, električky a ťažkej metalurgie (1875)
  - Využitie oleja, automobilový priemysel a veľkovýroba (1908)
  - Vek informácie a telekomunikácie (1971)
  - *Vek bio-inžinierstva (1980)?*

- *Druhá priemyselná revolúcia (1991)?*
  - *Obdobie nanotechnológie – fáza nanostrojov (2030-2050)?*
3. Malé revolúcie
- Osobné počítače
  - Mobilné telefóny
  - Globálny networking
  - *Revolúcia nanočastíc?*
4. Mikro-revolúcie
- Digitálna hudobná revolúcia
  - HD televízna revolúcia
  - *Revolúcia nanočastíc?*

Pojem **mikrorevolúcia** súvisí s investičnými aktivitami na trhu a príslušným výskumom v danej oblasti. Tým vzniká **špirála aplikovanej využiteľnosti** a ďalšieho potrebného výskumu s dosahom na ekonomiku spoločnosti, ale aj politický, či vojenský vplyv na medzinárodnom fóre. Príkladom takejto špirály môže byť teoretické vysvetlenie zákonov kvantovej fyziky a elektrodynamiky, ktoré našlo využitie v telekomunikácii, integrovanej elektronike a nanotechnológií. V poslednom období viac ako vojenský práve civilný sektor sa dostáva do popredia. Internetové prepojenie totiž začína meniť sociálny charakter Zeme. Ku koncu júla 2010 internet zaznamenal prielom v komunikácii medzi ľuďmi na celom svete. Sieť *Facebook* zaregistrovala viac ako pol miliardu aktívnych účastníkov.<sup>6</sup> Pred nedávnom kauza internetu o úniku privátnych informácií užívateľov a zneužití sociálnych sietí na zasahovanie do vnútorných záležitostí suverénnych krajín (voľby v USA, organizovaní hackeri) nabrala globálny charakter. Otázka miery regulovateľnosti „slobody“ médií sa v tejto súvislosti dostala do epicentra právneho, ekonomického a najmä etického diskurzu.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Viac pozri na: <http://ekonomika.sme.sk/c/5479123/siet-dobyja-svet-a-meni-slovensko.html>

<sup>7</sup> Viac pozri: <https://www.vox.com/policy-and-politics/2018/4/10/17208322/facebook-mark-zuckerberg-congress-testimony-regulation>

## 4 ETICKÉ VÝZVY KYBERREALITY

Spolupráca človeka s počítačmi nesie so sebou úžasné výhody ale skrýva v sebe aj veľké riziká. K najvypuklejšiemu problému patrí nezdravé množstvo času, ktoré trávi najmä mladá generácia a deti pri počítačoch, charakter videohier a simulačných programov a tiež svet mobilných telefónov. Jedná sa o veľmi znepokojujúce sprievodné znaky, ktoré súvisia so sociologickým a psychologickým zdravím jednotlivca, rodiny a spoločenských skupín. Etická stránka týchto problémov predstavuje naliehavú výzvu, ktorú je potrebné adresovať a riešiť.

### 4.1 Problém závislosti

K pozitívnym stránkam počítačových hier patria motorické zručnosti a rozvoj niektorých aspektov logického myslenia, ako aj tvorivosti. Na druhej strane výskumníci poukazujú na to, že intenzívny zážitok a vnútorné vzrušenie z virtuálnej skúsenosti uvoľňujú chemikálie v mozgu, ktoré vytvárajú potenciálnu túžbu chcieť viac. V súčasnosti rozlišujeme dva druhy závislostí, tzv. *substančné*, ktoré zahŕňajú závislosti na látkach (drogy, alkohol, nikotín, kofeín a pod.), a *procesné*, pri ktorých dochádza k vzťahu závislosti v dôsledku niektorých činností. V oboch prípadoch dochádza k takým chemickým procesom v tele v mozgu, ktoré narušujú jeho prirodzený „chemický obraz“ vytvorený v „normálnom stave“. Telo, ktoré si prirodzene vytvára potrebné látky a drogy, sa v dôsledku toho začne prispôbovať novej zmene a „očakáva“ opätovný „chemický impulz“, vzniká tzv. *kruh závislosti*.

Osobitnú kategóriu problematiky predstavuje **pornopriemysel**, ktorý za poslednú dekádu zaznamenal mimoriadny finančný obrat v interkontinentálnom rozmere. Výskumy potvrdzujú zistenia, že najsledovanejšie webstránky sú erotické, a to aj v rámci pracovnej doby vo firmách. Viaceré firmy preto prijali opatrenia na zabránenie tohto javu. Odborníci v oblasti poradenstva otvorene hovoria o závislosti na pornografii, ktorá sa musí liečiť ako každá nemoc. Aj videohry dnes dosiahli takú vysokú kvalitu animácie, ktorá pri súčasnej technológií projekcie a rýchlosti prenosu v počítačových sieťach umožňuje účastníkom virtuálny zážitok takej intenzity, ktorý zvyčajne zatieni bežné skúsenosti.

Človek si na tieto zážitky ľahko zvyká a dostáva sa do vážnych problémov. Vznik takejto závislosti má vážne socio-ekonomické konsekvencie. Závislý človek stráca nad sebou kontrolu, stráca slobodu v rozhodovaní, začína sa správať iracionálne, jeho proporcionálna zdravého životného štýlu je ohrozená. Kyberpriestor, ako nepriamy objekt závislosti, sa stáva určujúcim faktorom pre čas, peniaze, vnútornú energiu a silu, ktorú závislý človek týmto smerom investuje. Virtuálny svet sa stáva výraznou prioritou v živote človeka na úkor reálnych vzťahov a povinností, ktoré vyplývajú z jeho reálnych sociálnych a ekonomických väzieb.

### 4.2 Sociálna dimenzia

Sociálny efekt vplyvu kyberpriestoru na človeka je dvojaký: priamy a nepriamy. Priamy spočíva v tom, že čím viac času človek trávi vo virtuálnom svete, tým menej vstupuje do interakcií s reálnym svetom a v reálnych vzťahoch. Stráca kontakt s prirodzeným svetom, stráca niečo veľmi vzácne a dôležité, čo robí človeka človekom. Stráca možnosť získať potrebné komunikačné zručnosti a orientáciu v kultúre a sociálnych vzťahoch. To sa prejavuje najmä na deťoch.

Protagonisti videohier argumentujú, že okrem hier, v ktorých hráč môže existovať sám, sú kolektívne hry, v ktorých každý hráč vstupuje do „roly“, s ktorou sa identifikuje, čo buduje jeho kolektívne cítenie. Prieskumy ukazujú, že hry, v ktorých je potrebný kolektívny prístup k riešeniu problému, sú veľmi zriedkavé. Strata reálneho kontaktu spôsobuje, že človek sa dostáva do zajatia vlastného sveta predstáv o komunikácii, ktoré jeho komunikačné zručnosti modelujú a formujú. Na konci tejto špirály je pocit neporozumenia, osamotenía a smútku.

S ohľadom na hry odborníci zistili, že zážitkový svet virtuálnej reality sa riadi „čierno-bielym“ myslením. Absentuje komplexnosť a tvorivosť reálneho sveta, dôsledkom čoho je stereotyp myslenia a statický svet videohry, ktorý hráč postupne objaví a hru úspešne zvládne. Ak potrebuje hráč prejsť ulicou alebo budovou, má príležitosť situáciu opakovať a „realitu“ zmapovať. Paradoxne, psychologicky nastáva strata komunikatívnosti, nakoľko senzory vyhodnocujúce podnety „z reality“ sa otupia. V reálnom živote sa človek dostáva do **sociálnej izolácie**, pretože stráca zručnosti potrebné k tomu, aby prekonal komunikačnú bariéru, ktorá je tvorená kultúrnym prostredím, osobnosťou toho druhého, konšteláciou okolností a novými reáliami, ktoré sú pre neho neznáme.

#### 4.3 Fenomén krízy identity

Webstránky ponúkajúce sociálne siete tvoria dôležitú, ale nie jedinou komunikačnú možnosť on-line pre užívateľa kyberpriestoru. Ďalšiu skupinu tvoria e-maily, posielanie SMS, okamžité posielanie správ, možnosť chatovania, webové kamery a viac-užívateľské domény, ktoré tvoria súčasť virtuálneho sveta. Tvorcovia týchto nástrojov sľubovali revolučný prielom v medziľudskej komunikácii rovnako čo do nových možností, ako aj skúseností nových kvalít. Nové technológie sa ujali, výrazne obohatili komunikáciu a stali sa integrálnou súčasťou nášho života.

Mohutné využívanie týchto komunikačných nástrojov však odhalilo aj iné negatívne stránky takejto komunikácie. Jednou z nich je problém osobnej identity a autenticity komunikácie, ktorý súvisí s tým, že kyberkultúra všetkými prostriedkami povzbudzuje ľudí k tomu, aby jednak skúmali u iných, ale aj sami odhaľovali také stránky osobnosti, ktoré by nebolo možné zažiť v reálnom svete. Slogan „Broadcast Yourself“ na YouTube alebo MySpace sa stal heslom doby.

Prípud trinásťročnej Megan Meier obletel v roku 2007 celý svet. Na internete sa táto inak tichá a hanblivá teenagerka zoznámila s chlapcom Josh Evansom. Problém bol v tom, že žiadny chlapec Josh Evans neexistoval, bola to vymyslená identita, hoax. Jeho autorom bola mama jedného dievčaťa, s ktorým sa Megan priatelila. Počiatočné neutrálne rozhovory nabrali rozmer flirtu a vzápätí prešli do osobných invektív a kritiky na adresu Megan. Jedného dňa dostala túto správu: „Nepáči sa mi, ako sa správaš k svojim priateľkám a vôbec neviem, či sa ešte chcem s Tebou kamarátiť... Svet by bol oveľa lepší bez teba.“ Megan v dôsledku rozrušenia odišla do svojej izby a obesila sa. Vyšetrenie neskôr ukázalo, že aj samotná Megan mala zmenenú identitu, keďže neuviedla svoj skutočný vek, ale fiktívny – 16 rokov. (Maag, 2007)

Samotný zážitok z toho, že človek môže vstúpiť do skutočnej komunikácie so zmenenou identitou, sa ukazuje byť rizikový pre neho samotného. V dôsledku falošnej identity bývajú deti predčasne vystavené flirtovaniu, sexuálnym narážkam, prípadne takému svetu dospelých, ktorý nemusí byť pre ich duševný a emocionálny vývoj zdravý. Dievča, ktoré by v skutočnej situácii

tvárou v tvár nedokázalo povedať erotické pozvanie, nemá problémy jedným kliknutím odoslať dráždivú SMS dospelému mužovi na druhej strane. Ak na druhej strane je tiež niekto s falošnou identitou, dochádza k dvojitému negatívnemu efektu, pri ktorom svet vlastných predstáv zúčastnených nie je formovaný, ale deformovaný vlastným egom. Problém tkvie v tom, že bez pravdivej identity obidvoch strán nemožno hovoriť o autentickej komunikácii. Ide o jav, pri ktorom etický svet človeka je nabúraný falzifikáciou, ktorá oslabuje integritu osobnosti.

#### 4.4 Ilúzia vzťahov

Kvalita vzťahov je formatívny faktor vytvárania osobnosti a sociálnych entít. Podstata priateľstva tkvie vo výnimočnosti vzťahu medzi dvomi ľuďmi, ktorí prežili niečo vzácne, hlboké, čo poznačilo ich myslenie, život. Hlboké priateľstvo je založené na spoločných skúsenostiach a vzájomnom zdieľaní a exkluzivite informovanosti, čo ústi do oddanosti spoločnému vzťahu vyjadrenou dôverou. Predpokladá sa istý druh intimity a isté časové obdobie vzájomného poznania sa. Práve istá „inakosť“ tvorí kolorit priateľstva.

Kyberpriestor funguje presne opačne. Svet sociálnych sietí svojou podstatou smeruje proti možnosti vytvárať kvalitné a hlboké vzťahy. Prečo? Cieľom je, aby všetci všetko vedeli. Sebaprezentácia a komunikácia s tým súvisiaca je založená na zmenách, novotách, krátkych správach, informačných fragmentoch s otáznou validitou. Korešponduje s kultúrou, ktorá je orientovaná na úspech a vychádza z hlboko zakoreneného individualizmu, v ktorom existuje len svet „víťazov alebo porazených“ (Rietker, 2004).

Rovnako veci aj ľudia sú používaní na dosiahnutie osobných cieľov a ambícií. Je to svet komodít a myšlienkových vzorcov oscilujúcich okolo jednotlivca a jeho slobody a individuálnych ambícií stimulovaných na báze ilúzie. Absentuje intimita, privátnosť a exkluzivita, bez ktorej hlboké priateľstvo sa nemôže zrodiť a pestovať. Etická reflexia týchto skutočností je priam nutnosťou. Peknou ilustráciou tohto problému je film *Láska cez internet* (You've Got Mail) z roku 1998, v ktorom tvorcovia filmu na príbehu lásky mladej dvojice spracovali konflikt medzi virtuálnym a fyzickým vzťahom.

Reálny svet sociálnych komunit je tvorený ľuďmi s odlišnými názormi, postojmi a intelektuálnym vybavením. Fyzická proximita núti jednotlivca interagovať s ľuďmi, ktorých by sme si možno nevybrali za priateľov. Nielen pri výchove detí, ale aj pri formovaní názorov dospelých sa uplatňuje recipročný korekčný mechanizmus, ktorý je tvorený širokou paletou komunikačných techník, signálov, skúseností, ktoré sú realizovateľné výlučne tvárou v tvár. Bez tohto korekčného mechanizmu k progresívnemu modelovaniu u človeka nedochádza. Takáto interakcia však vyžaduje vyrovnáť sa s názorovými odlišnosťami, bolesťou a utrpením, ktoré sa v reálnych sociálnych vzťahoch rodia.

#### 4.5 Fenomén nudy

Napriek tomu, že dnešná spoločnosť ponúka množstvo zábavy, videohier, lacný internet, početné centrá zábavy a hier, kvalitné športové možnosti vyžitia, od roku 1990 epidemicky narastá fenomén „unudenej spoločnosti“ (Winter, 2002, s. 55). Viacerí odborníci sa domnievajú, že je to v dôsledku postmodernizmu a hedonizmu, ktoré výrazným spôsobom prispievajú k narcistickej kultúre. K základným charakteristikám fenoménu narcizmu patri pocit vlastnej dôležitosti, očakávanie extrémneho obdivu, neschopnosť empatie, presvedčenie

o svojej jedinečnosti a výnimočnosti a problém vzťahovačnosti. Človek, ktorý prepadne narcizmu, má vážny problém poruchy osobnosti, ktorý skôr či neskôr skomplikuje interpersonálne vzťahy na všetkých úrovniach a následne spôsobí sociálnu izolovanosť jednotlivca.

Výskumy z oblasti psychiatrie a poradenstva dokazujú, že medzi fenoménom nudy a narcizmu existuje súvis. Človek bombardovaný reklamami, zážitkami, zábavou a neustále novými stimulmi vyžadujúcimi jeho pozornosť nie je schopný mentálne kopírovať podvedomé očakávanie vyššieho uspokojenia. Nastáva emocionálna únava, ktorá v prípade pasívneho a konzumného spôsobu života môže prerásť do poruchy negatívneho myslenia. Vtedy človek projektuje svoje sklamanie na okolie a snaží sa nájsť nové podnety, ktoré by ho uspokojili. Vzniká začarovaný kruh, v ktorého centre stojí on sám so svojim pocitom nudy a prázdnoty. Virtuálny svet s netušenými možnosťami ponúka riešenie, aby po istom čase človek znovu zistil, že problém ostal. Frustrácia z okolia sa prehĺbuje a človek sa zameriava len na seba samého.

Facebook napríklad výrazne posilňuje túžbu ľudí sa predvádzať, ukázať na obdiv a spoznávať pikantnosti z privátnej sféry iných. Ide o istý druh voyeurizmu, ktorý s nástupom novej technológie mobilov s možnosťou videozáznamu a satelitnej internetovej komunikácie nadobúda epidemické rozmery. Jednotlivé komentáre na FB potvrdzujú trend medzi užívateľmi byť čo najzaujímavejší, najextrémnejší, najabsurdnejší a pod. Kde je hranica medzi slobodou médií a tým, čo je morálne, zdravé a spoločensky prospešné? Kto túto hranicu určí? Na akom základe? Bude mať na to právo?

Etická otázka vzťahu slobody médií a psychického zdravia bola donedávna ignorovaná. Fenomén migrácie v EÚ a etika bezpečnosti spoločnosti a ochrany práv človeka na súkromie však túto otázku znovu otvára, pričom sme svedkami toho, že niektoré krajiny legislatívne vstúpili do „slobodného priestoru“ médií so silnými normatívmi pre to, čo môže byť šírené po sociálnych sieťach a čo nemôže byť šírené. V Nemecku od októbra 2017 platí nová legislatíva, ktorá chce zosúladiť morálku na internete so skutočným životom, pričom zavádza nulovú toleranciu k eticky neprijateľnému obsahu.<sup>8</sup> Európsky parlament pripravuje podobný legislatívny rámec pre celú EÚ.

---

<sup>8</sup> Viac pozri: <https://tech.sme.sk/c/20573714/nemci-schvalili-zakon-s-vysokymi-pokutami-socialne-siete-stavia-do-zodpovednosti.html>

## 5 PERSPEKTÍVY V ETIKE

Súčasnú myšlienkovú a kultúrnu prostredie krajín, v ktorých je nanotechnológia opodstatnenou témou, je tvorené eklektickým komplexom rôznych filozofií, axiologických systémov a postmoderným prístupom v uvažovaní. V takomto nehomogénnom prostredí je veľkým problémom topologické vymedzenie klasických etických rámcov. Aby sme dosiahli relevantnosť tradičných etických teórií vo vzťahu k problematike nanovedy, je potrebné tieto modifikovať v procesoch zohľadňujúcich novodobé etické dilemy a výzvy, ktoré sa vplyvom nanotechnológií vynárajú v spoločenskej praxi.

### 5.1 Etický relativizmus

Základnou charakteristikou tejto pozície je presvedčenie, že neexistujú univerzálne morálne princípy, ale všetky morálne princípy majú svoju hodnotu vzhľadom na kultúru a osobnú voľbu človeka, a preto ich posúdenie musí byť relatívne vzhľadom na spoločnosť, do ktorej patria. Etický relativizmus vychádza z predpokladu, že morálka je socio-kultúrny konštrukt a preto etické princípy v tej-ktorej kultúre sú jej produktom. Je prirodzené, že rôzne kultúry môžu vytvoriť rôzne systémy, ktoré prípadne navzájom môžu byť kontradikčné.

V extrémnej podobe ide o presvedčenie, že medzi jednotlivými kultúrnymi spoločenstvami existuje „fundamentálny konflikt“, ktorý je skutočným zdrojom a príčinou pozorovaných odlišností. Etický relativizmus má popri sociálnej aj *individuálnu dimenziu*, podľa ktorej morálka nie je závislá len od spoločnosti, ale aj na rozhodnutí jednotlivca. Morálny subjektivismus nachádza živnú pôdu vďaka súčasnému individualizmu.

Je potrebné skonštatovať, že etický relativizmus má svoje miesto v etických teóriách, pretože otvára dynamiku citlivosti na jednotlivosti a môže pôsobiť ako ochrana celku pred nebezpečím militantizmu väčšiny. Zároveň však so sebou prináša vážne otázky o vzťahu jednotlivca a spoločnosti; o kritériách posudzovania dobra a zla v súvislosti so zavádzaním nových technológií; o dôležitosti hodnôt, ktoré ctí menšina ako subsystém; o dôležitosti hodnôt, ktoré ctí väčšina.

V oblasti nanotechnológií etický relativizmus nesie v sebe potenciál istého rizika, ktoré spočíva v tom, že sa môže stať nástrojom v rukách lobistických skupín, ktoré kritické názory iných, vychádzajúce z univerzalistického konceptu, eliminujú v mene tolerancie. Navyše v legislatívnych rozhodnutiach, ktoré by sa prijímali výlučne pod zorným uhlom etického relativizmu, by absentoval teleologický rozmer. Formovanie legislatívy a budovanie ochranných mechanizmov s ohľadom na nanotechnológiu je mimoriadne dôležité aj preto, lebo technologické zlepšenia a nové produkty môžu „zlepšiť alebo zhoršiť“ (Guston, 2007, s. 192) psychologickú schopnosť jednotlivca urobiť rozhodnutie vo sfére činov alebo úvah.

### 5.2 Pozícia utilitarizmu

Utilitarizmus predstavuje významný koncept, ktorý ovplyvnil sociálne vedy. Mnohé analýzy a iné formálne metódy používané v environmentalistike a legislatíve upravujúcej rozhodnutia ohľadom technológie vychádzajú zvyčajne z utilitárskeho východiska - najväčšie šťastie pre



najväčšie množstvo ľudí.<sup>9</sup> Vplyv utilitarizmu súvisí s globálnymi problémami energetickej krízy, nedostatku vody a potravín a znečistenia životného prostredia, ktorých riešenie sa zvykne spájať s rozvojom nanotechnológie. Ďalšia oblasť vplyvu utilitarizmu - všeobecné blaho a otázka ľudských práv - podobne priamo súvisia s nanotechnológiou a jej zavádzaním v praxi. Navyše, súčasná spoločnosť je charakterizovaná túžbou po šťastí, úspechu a odhodlaním vyhnúť sa bolesti a utrpeniu. Utilitarizmus preto nachádza živnú pôdu v myslení jednotlivcov i sociálnych skupín.

Z utilitaristického pohľadu je pritom správna taká voľba činu, ktorá je vykonaná v rámci už platných a osvedčených pravidiel, pričom spomedzi možných variantov práve tento prinesie najlepšie dobro, resp. najmenšie zlo. Pozitívnu stránkou takého prístupu je ochrana kontinuity legislatívy a vysoká miera stability systému spoločnosti voči rizikovým rozhodnutiam, ktoré sa vymykajú z rámca pravidiel. Negatívnu stránkou je intrinzická tendencia ku morálnemu konzervativizmu, ktorý nevytvorí priestor pre inovatívne prístupy, prípadne pre zmenu celej paradigmy. Nanotechnológia však v sebe práve tento potenciál prináša.

Osobitnou charakteristikou utilitarizmu je pohľad na zodpovednosť za budúce generácie. Ak totiž dochádza k etickej dileme, kedy rozhodnutie našej generácie prinesie zlepšenie života nám, ale vnáša zhoršenie potomkom, utilitársky koncept dáva prioritu prítomnej reálnej generácii. Pri riešení otázky zachovania ľudského rodu je podľa profesora Pojmana potrebné „siahnuť k náboženskej perspektíve alebo ku konzekvencializmu“, nakoľko utilitarizmus neposkytuje dostatočný filozofický aparát na jej riešenie vzhľadom na absenciu dobrovoľného utrpenia, sebaobmedzenia a pod. v svojom koncepte maximalizácie šťastia a spokojnosti. Problematika nanotechnológie svojím charakterom presahuje len úzko technický alebo ekonomický rámec a čoraz viac sa bude dotýkať aj životného prostredia a hodnotového systému človeka a spoločnosti.

### 5.3 Deontologický prístup

Dôležitou doplňujúcou alternatívou v systéme etických rámcov je deontologický prístup, ktorý zdôrazňuje voľbu takých činov, ktoré sú dobré a správne samy o sebe, bez ohľadu na kalkulácie ich efektu na druhých alebo z pohľadu konzekvencií – inými slovami - účel nemôže svätiť prostriedky. Klasická deontológia vychádza z pozície *a priori* a vyznačuje sa dôrazom najmä na svedomie človeka a „vnútorný hlas“ (Darwall, 1983, s. 27), ktorý nepodlieha nijakým všeobecným pravidlám, ktoré by sa bolo treba učiť a rešpektovať ich. Obhajcovia deontológie tvrdia, že rozsudzovanie správnosti činu sa deje výlučne na morálnom základe, pričom taký čin prinesie viac blaha pre človeka a spoločnosť, ako keby vychádzal z utilitárneho konceptu.

Situácia nie je taká jednoznačná. Deontologický prístup naráža na niekoľko problémov. Jedným z nich je vnútorná nekonzistentnosť, ktorá nastáva v prípade, že dvaja ľudia posúdia svojím vnútorným hlasom rovnakú situáciu opačne. Druhým je problém autonómie ľudského svedomia, nakoľko svedomie je sociálne podmienené. Intuitívnosť a morálny vnútorný hlas je potrebné podriadiť skrutíniu racionálnych úvah a kolektívnej dohody, pokiaľ ide o legislatívny

---

<sup>9</sup> Frances Hutcheson (1694-1746) bol škótsky filozof, ktorý tento výrok napísal v diele *An Inquiry Concerning Moral Good And Evil* v r. 1725. Neskôr sa stal heslom zakladateľov utilitarizmu J. Benthama (1748-1832) a J. M. Milla (1806-1873).

rozmer nanotechnológie, pretože inak nie je jasné, kto rozhodne o tom, že dobré je dobré. V individuálnych záležitostiach deontológia ponúka istý manévrovací priestor pre rozhodnutia jednotlivcov, kedy morálne presvedčenie premýšľavých a vysokovzdelaných ľudí poskytuje dôležité „dáta pre etiku, ako poskytuje zmyslové vnímanie dáta pre vedu“ (Stratton-Lake, 2003, s. 41).

Kantovský prístup k tomu istému problému bol od Rossovského intuicionizmu iný v tom, že viac zdôraznil práve racionálny rozmer morálnosti s konzekventnou univerzálnou platnosťou. Jeho dôraz na *dobru vôľu* však opäť viazne v relativizme, nakoľko aj keď je v etike dobrá vôľa potrebná, nie je dostatočná na to, aby vytvorila morálne univerzálne rámce. Navyše, jeho *hypotetický imperatív* koreluje s utilitárnym prístupom, zatiaľ čo *kategorický imperatív* zase neprináša uspokojujúce odpovede na etické dilemy. Napätie medzi obidvomi predstaviteľmi tak otvára potrebný priestor pre etické riešenie dilem, ktoré nanotechnológia prináša v celosvetovom prostredí, ktoré je rozmanité a rôzne kultúrne podmienené.

Pre porovnanie možno povedať, že utilitarizmus lepšie uchopuje zmysel a cieľ morálky v snahe o dobro ľudstva a zvládnutie utrpenia, ale uniká mu princíp spravodlivosti v tom zmysle, že je neintuitívny, naviac „meranie blaha“ je sporný koncept. Deontologické systémy zase prinášajú potrebný dôraz na pravidlá a princíp spravodlivosti, avšak strácajú fokus na cieľ morálnosti a majú tendenciu vnieť rigidnosť do sociálnych vzťahov, v dôsledku čoho nedokážu riešiť situáciu, v ktorej dochádza ku morálnemu konfliktu. Frankena v snahe vyriešiť napätie medzi utilitarizmom a deontológiou ponúka svoj koncept „zmiešanej deontologickej etiky“ (Frankena, 1988, s. 95-103), ktorý je deontologicky orientovaný na pravidlá, ale zároveň v sebe zahŕňa teleologický aspekt utilitarizmu.

#### 5.4 Teleologická dimenzia

Grécke slovo τέλος (télos) označujúce „koniec“, „cieľ“, „zmysel“ sa od čias Platóna, a najmä Aristotela používa vo filozofii. Rôzne etické systémy majú svoje vlastné porozumenie a použitie tohto pojmu v širšom zmysle slova.

Napríklad deontologická etika, hoci nie je považovaná v klasickom triedení smerov za teleologickú, predsa má svoj telos – objaviť tie správne morálne myšlienky, premeniť ich v činy a sformulovať morálne zákony. Utilitárny prístup, ktorý sa radí do kategórie teleologickej, považuje za svoj telos dosiahnutie čo najväčšieho blaha pre najväčší možný počet ľudí. **Aretaická etika** so svojím zameraním na hodnoty a cnostný život si dáva za cieľ etablovať vnútorne vyzretého a morálne čistého človeka, ktorý bude konať dobro z vnútorného presvedčenia a motívu. **Etika egoizmu** má svoj cieľ v prevencii jednotlivca pred tlakom kolektívu a v dlhodobom ohľade, resp. v úsilí jednotlivca konať tak, aby mu/jej bolo dobre, aj keby to bolo za cenu konfliktu so záujmom ostatných. **Etický relativizmus** vidí v dynamike jednoty v rozmanitosti väčší dôraz na rozmanitosť a súčasťou úsilia tých, ktorí ho vyznávajú, je vysoká citlivosť na univerzálne etické pravidlá.

Súčasný filozofický prostredie Západu je výrazne pluralistické. Je to dôsledok liberálnej tradície v politickom myslení, ktoré súviselo s individuálnou slobodou a autonómiou v opozícii voči štátu a jeho výkonnej moci. V užšom zmysle významu slova telos pluralizmus odmieta teleologický pohľad na život a svet. **Preferenčný postoj** na strane pluralizmu k slobode

jednotlivca a jeho právu si vybrať, čo je pre život dobré a čo nie, je v ostrom konflikte s teleologickým prístupom k dobru, ktoré je nadradené individuálnej autonómii. Filozofický pluralizmus odmieta *telos* nielen na základe epistemologických limít v plošnom identifikovaní potrieb jednotlivcov, ale tiež argumentujúc pozorovaním ľudstva, ktoré je rozmanité nielen biologicky, ale aj kultúrne. Navyše filozofický pluralizmus nemá ani prirodzenú afinitu k myšlienke, že by mohol existovať jeden spoločný cieľ, spoločné hodnoty a zmysel života rovnaký pre všetkých. Každý človek si preto musí existenciálne vybojovať vlastnú paradigmu, ktorá mu prinesie obraz o tom, ako vyzerá hodnotný a zmysluplný život.

S rozvojom nanotechnológie bude však dochádzať k posilneniu pluralistických tendencií najmä tým, že sa budú rozširovať možnosti človeka narábať s rôznymi nástrojmi, ale aj sociálne interagovať a pristupovať k prírode. Na druhej strane však takýto rozvoj prinesie poznanie a javy, ktoré zrejme „budú s pluralistickou koncepciou v ostrejšom konflikte“ (Guston, 2007, s. 194), ako je to teraz. Už súčasné poznatky o psychických nemociach a poznatky o dôsledkoch chirurgických zákrokov pri zmene sexuálnej orientácie na mentálny svet človeka potvrdzujú, že napriek nespochybniteľnej rozmanitosti existuje konvergencia antropologických zistení, ktorá indikuje významnú podobnosť ľudí v podstatných veciach, čo výrazne redukuje pluralistické nároky na rozmanitosť individuálnych ambícií človeka.

Úplne iný pohľad s ohľadom na budúcnosť a z toho vyplývajúce etické konzekvencie naznačujú predstavitelia konceptu *Inteligentného dizajnu* (ID), ktorý je rozpracovaním antropického princípu na celý kozmos. Antropický princíp vychádza z vedeckého pozorovania rôznych konštánt v nami pozorovanom svete, ktoré sú naladené tak, aby mohol vzniknúť a rozvíjať sa život v podobe, v akej ho poznáme a mohla vzniknúť ľudská civilizácia. Teória ID si všíma najnovšie poznatky z organizácie vyšších štruktúr a podrobuje ich vývoj z nižších foriem pod skrutíniom termodynamiky a informatiky. Z toho vyplýva koncept *neredukovateľnej complexity*, ktorej existenciu nie je možné zdôvodniť podľa súčasného vedeckého aparátu ako výsledok samovoľného vývoja v darwinovskom zmysle. Podľa bývalého riaditeľa výskumného centra ľudského genómu profesora Collinsa paradigma informatiky nazerá na vznik DNA v rozpore s evolucionizmom, ale aj teistickým konceptom, keďže DNA má charakter informačného kódového systému, pričom časový rozmer nenesie náznakov determinizmu (Collins, 2003, s. 251-298). Etické dôsledky vnímania budúcnosti vychádzajúce z ID konceptu implicitne naznačujú univerzálnosť morálnych súradníc a otvárajú širokú diskusiu na poli metafyziky a ontológie.

## ZÁVER

Explózia informačných technológií sa stala jedným z dôležitých stimulov v pokračujúcom úsilí vedy a techniky o zvládnutie potrebných technológií a ich praktické využitie v rôznych oblastiach života. Popri informačných technológiách dnes hovoríme najmä o nanotechnológiách, ktorých praktické aplikácie so sebou priniesli nielen nečakané možnosti využitia, ale tiež nepredvídateľné sprievodné javy, ktorých výraznou charakteristikou sa ukazuje byť etická povaha samotného fenoménu.

Futuristické fenomény, ako je **transhumanizmus**, vývoj umelej inteligencie a využitie nanorobotiky otvárajú hypotetické úvahy, ktoré nastavujú zrkadlo dnešným etickým kódexom, vďaka čomu bude možné následne premýšľať legislatívne úpravy potrebné pre prevenciu a ochranu človeka, rodiny a spoločnosti. Súčasnú spektrum teleologických perspektív vývoja vesmíru so sebou prináša naliehavú požiadavku rozpracovania metafyzických rámcov a ontológie s ohľadom na súčasné, často prekvapivé vedecké poznatky v rámci nanovedy.

Keďže **aplikovaná etika** a **metaetika** čelia výzvam technologických novôt a teleologických hypotéz, ktoré podmínávajú morálne zvyklosti, dá sa očakávať, že v budúcnosti príde k prehodnoteniu súčasných etických východísk. Zatiaľ niektoré etické obavy vyplývajúce z nanotechnológií, jej potenciálnych produktov a zariadení majú skôr hypotetický charakter. Každé z nich môže prispieť do dialógu svojím pozitívnym obsahom, pokiaľ budú zrejmé aj jeho limity a oblasti, v ktorých je ambivalentné. Ukazuje sa, že etické problémy súvisiace s nanotechnológiou sa stávajú veľmi dôležitým podnetom pre hlbšiu analýzu v rámci **všeobecnej etiky**.

V rámci EÚ sme svedkami toho, že sa vyčleňujú postupne výraznejšie prostriedky a uvoľňuje personálny potenciál v rámci *Európskej komisie pre výskum*, ktorej cieľom je iniciovať interdisciplinárny dialóg zameraný na oblasť nanoetiky. Pilotným projektom sa stal *NanoCap Project*, ktorého cieľom je prehĺbenie porozumenia environmentalistiky, problematiky zdravia a ochrany pred rizikami, ako aj etických aspektov nanotechnológie.<sup>10</sup> Na záverečnej konferencii projektu *NanoCap* s názvom „Working and Living with Nanotechnologies“ pod patronátom Európskeho parlamentu, ktorá sa konala v Bruseli 2. apríla 2009, bol vyjadrený význam nanoetiky pre budúcnosť ľudstva nasledovne:

„Je potrebné ustanoviť spoločný proces vyučovania, ktorý sprístupní programy nanotechnológie pre širšiu politickú a etickú diskusiu. Odporúča sa preto identifikovať základné programové oblasti záujmu na poli nanotechnológie. Každá z nich otvára totiž perspektívy pre vedecký prístup a technologické vízie na jednej strane, a na druhej strane vrhá svetlo na celý rad etických a spoločenských problémov.“ (Schomberg – Davies, 2010, s. 90)

Postoj EÚ koreluje v tomto ohľade s trendom v USA, Japonsku a Číne. Myšlienkový pohyb v svetových ekonomických a výskumných mocnostiach indikuje správnosť smerovania akademického **vzdelávania na Slovensku**, ktoré bude zahŕňať nanoetiku nielen v **univerzitnom prostredí**.

---

<sup>10</sup> NanoCap je akronym pre Nanotechnology Capacity Building NGOs. Viac pozri <http://www.nanocap.eu/Flex/Site/Page.aspx?PageID=&Lang=>.

## **OTÁZKY NA ZAPAMÄTANIE**

1. Čo je nanoetika? Ako vznikol tento pojem?
2. Aký je vzťah nanovedy, nanotechnológie a nanoetiky?
3. Vymenujte a opíšte hlavné oblasti života človeka a spoločnosti, do ktorých zasahuje nanotechnológia?
4. Aké riziká so sebou prináša kyberrealita?
5. V čom tkvie podstata krízy identity používateľov sociálnych sietí?
6. Aký je prínos utilitarizmu v súvislosti s nanoetikou?
7. V čom spočíva kontroverzia deontológie?
8. Vysvetlite pozitíva teleologickej etiky?
9. Vznik a podstata etického relativizmu?
10. Prečo má význam vzdelávanie v oblasti nanoetiky? Vysvetlite svoje dôvody.

## BIBLIOGRAFIA

ALLHOFF, F. - LIN, P. 2007. Nanoscience and Nanoethics: Defining the Disciplines. In *Nanoethics*. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007. 385 s. ISBN 978-0-470-08417-5, p. 3-16.

COLLINS, J. C. 2003. *Science & Faith*. Wheaton: Crossway Books, 2003. 448 s. ISBN -13: 978-1-58134-430-1.

DARWALL, S. L. 1983. *Joseph Butler: Five Sermons Preached at the Rolls Chapel and a Dissertation Upon the Nature of Virtue*. Indianapolis: Hackett Pub Co Inc., 1983. 75 s. ISBN-10: 0-915-14561-8.

EPLEY, N. et al. 2008. When We Need a Human: Motivational Determinants of Anthropomorphism. In *Social Cognition*, Vol. 26, Issue 2, 2008, p. 143-155.

FRANKENA, W. 1988. *Ethics*. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 125 s. ISBN-10: 0-13-290478-0.

GUSTON, D. H. et al. 2007. Anticipating The Ethical and Political Challenges of Human Nanotechnologies. In *Nanoethics*. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007. 385 s. ISBN 978-0-470-08417-5, p. 185-198.

HART, D. A. 1991. Unleashing our Hidden Addiction. In *The Christian Counsellor*, Vol. 1, No. 4. Surrey: CWR 1991, p. 2-6.

HOLMES, A. F. 2007. *Ethics – Approaching Moral Decisions*. Downers Grove: IVP Academic, 2007. 150 s. ISBN-13: 978-0-8308-2803-6.

CHAITIN, G. J. 2006. The Limits of Reason. In *Scientific American*, Vol. 294, No.3. (March 2006) ISSN: 0036-8733, p. 54-61.

KNIGHT, W. 2006. Spacecraft skin heals itself. In *New Scientist* [online]. (23.1.2006) Dostupné na internete: <http://www.newscientistspace.com/-/article.ns?id=dn8623>.

KRUPA, D. 2009. Veda v interkultúrnom prostredí. In *Fyzika a etika III – Fyzika a etika v interkultúrnom dialógu*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2009. ISBN 978-80-8094-504-6, s. 67-72.

MAAG, CH. 2007. When the Bullies Turned Faceless. In *The New York Times*, 16. December 2007, p. 47-48.

MÁHRIK, T. – KRUPA, D. 2010. Percepcia reality vo fyzike a v teológii. In *Fyzika a etika IV - Veda, človek, príroda-tvorba, dilemy, riziká*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2010. ISBN 978-80-8094-700-2, s. 314-329.

OLSON, J. 2003. Why Is Pornography Powerful? In *The Christian Counsellor*, Issue 16. Eastbourne: Catherine Butcher, 2003. ISSN 168-6945, p. 34-38.

PETERSON, CH. – HELLER, J. 2007. Nanotech's Promise: Overcoming Humanity's Most Pressing Challenges. In *Nanoethics*. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007. 385 s. ISBN 978-0-470-08417-5, p. 57-70.

PIŠÚT, J. - GOMOLČÁK, L. - ČERNÝ, V. 1983. *Úvod do kvantovej mechaniky*. Bratislava: ALFA, 1983. 552 s. MDT: 530.145.6(075.8).

POJMAN, L. P. 2006. *Ethics: Discovering Right and Wrong*. Belmont: Thomson Wadsworth, 2006. 276 s. ISBN-10: 0-534-61936-3.

POPOVTZER, R. et al. Electrochemical „Lab-on-a-Chip“ for Toxicity Detection in Water. In *Technical Proceeding of the 2006 NSTI Nanotechnology Conference and Trade Show* [online]. 2006. p. 205-208. Dostupné na internete: <http://www.nsti.org/Nanotech2006/showabstract.html?absno=1203>.

RIETKER, W. 2004. Living in a Success Orientated Society. In *European Leadership Forum* [online]. 2004. Dostupné na internete: <http://www.euroleadershipresources.org.php?ID=234>.

SCHOMBERG, R. - DAVIES, S. 2010. *Understanding Public Debate on Nanotechnologies*. Luxembourg: European Union, 2010. 113 s. ISBN 978-92-79-13832-4.

STRATTON-LAKE, P. 2003. *David W. Ross: The Right and the Good*. New York: Oxford University Press, 2003. 256 s. ISBN-10: 0-199-25265-3.

TAHAN, CH. 2007. The Nanotechnology R(evolution). In *Nanoethics*. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007. 385 s. ISBN 978-0-470-08417-5, p. 91-100.

WINTER, R. 2002. *Still Bored in a Culture of Entertainment*. Downers Grove: IVP, 2002. 144 s. ISBN-10: 0-8308-2308-5.