

Od biologického kybertextu ku genetickej poézii

PETER SÝKORA

Univerzita Sv. Cyrila a Metoda, Trnava

ABSTRAKT

Cieľom tejto štúdie je ukázať, že biologické texty nie sú „textami“ iba v prenesenom význame, ale v plnohodnotnom význame tohto termínu, ako ho chápe postlotmanovská literárna veda. Genetický text zapísaný v kóde DNK nie je biologickou obdobou printových kníh, ale skôr biologickým kybertextom v zmysle Aarsethovej definície ergodickej literatúry. Kybertextový charakter živých buniek vytvára priestor pre nové formy remediácie literárnych diel v podobe biomédia, čím otvára nové horizonty pre literárnu tvorbu a generuje nové literárne formy, ako je napr. genetická poézia. Najprv ukážeme, do akej miery biologické texty (predovšetkým genetická informácia uložená v DNK) spĺňajú kritériá Aarsethovej definície kybertextu, a potom na konkrétnych príkladoch umeleckých diel autorov, ako sú Wong, Davis, Kac a Bök budeme ilustrovať proces remediácie literárneho textu do biomédia.

„Prirovnanie genómu ku knihe nie je metafora. Je to skutočnosť.“¹

M. Ridley: *Genóm*

„V budúcnosti možno genetika prinesie do biológie estetickú dimenziu, vďaka ktorej každý genetik získa moc stať sa básnikom v médiu života.“

Christian Bök: *The Xenotext Experiment*²

CGTATTATAAGTCTGCGTAACCGTTACCTGTTTGCATAAT-
CACGTATAGCACATAGTTAACTATGATAAGGTTGATCCA-
TAGCATCCATATACTAATGCTAATGACTGTTTGCATAAGTTA-
TAACACGTTAATGGCTGCTGGGGATA
ACATAATGATAACTAATAGCTCATGCACGTCTATAGGGGATA

Názov tejto štúdie a meno autora v kóde DNK

ÚVOD

Texty vytvorené človekom nie sú jediné texty na tejto planéte. Stámilióny rokov predtým, než človek napísal svoj prvý text, spontánne vznikali v prírode texty vnútri živých organizmov materializované v podobe nukleových kyselín a bielkovín. Vďaka

objavu štruktúry a funkcie DNK a následnému dešifrovaniu genetického kódu sa od polovice 20. storočia začalo (pod vplyvom zjavnej analógie sekvencie nukleotidov v nukleových kyselinách so sekvenciou písmen v písanom texte) hovoriť o dedičnej informácii uloženej v jadrách buniek ako o „knihu života“, ktorú „píše“ sama príroda. Bežne sa stretávame s touto metaforou v popularizačných knižkách a televíznych dokumentoch o živej prírode.

„Predstavte si, že genóm³ je kniha,“ píše v úvode svojho bestselleru *Genóm* uznávaný britský popularizátor biológie Matt Ridley. Ďalej si predstavme, nabáda nás Ridley, že v tejto knihe je dvadsaťtri kapitol, ktoré sa volajú CHROMOZÓMY. Každá kapitola obsahuje niekoľko tisíc príbehov, ktoré sa volajú GÉNY. Každý gén pozostáva zo slov nazývaných KODÓNY. Každé slovo je napísané pomocou písmen, ktoré sa volajú BÁZY.⁴ Na rozdiel od slov prirodzených jazykov, ktoré môžu mať rôznu dĺžku, kodóny tvoriace gény sú výlučne trojpísmenkové slová. Aká veľká je „kniha života“ keď ju prepočítame na znaky? Asi ako 800 výtlačkov *Bible* – čo predstavuje dohromady 3 miliardy písmen alebo zhruba 1,7 milióna normostrán.

Ponechajme teraz bokom, či v tejto „knihu života“ máme gény považovať za príbehy, ako to robí M. Ridley, alebo skôr za jednotlivé vety (tvoriace príbeh), ako o nich uvažujú molekulárni genetici. V každom prípade, súbor všetkých génov jedinca (genóm) vytvára zmysluplný, koherentný biologický text, ktorý obsahuje komplexnú informáciu o tom, ako vytvoriť životaschopný mnohobunkový organizmus určitého biologického druhu z jednej oplodnenej bunky a ako takýto organizmus udržiavať pri živote.

Cieľom našej štúdie je ukázať, že biologické texty nie sú „textami“ iba v prenesenom význame, ale aj v plnohodnotnom význame termínu text, tak ako ho chápe postlotmanovská literárna veda. Sú ozajstnými textami, ale napriek tomu nie sú knihami. Presnejšie, nie sú biologickou obdobou printových kníh, ale sú skôr biologickými kybertextami – osobitným druhom ergodickej literatúry (Aarseth). Na druhej strane, kybertextový charakter živých buniek vytvára priestor pre remediáciu literárnych diel vytvorených človekom až do takej miery, že ako nové „biomédium“ otvára nové horizonty pre literárnu tvorbu, akou je napr. genetická poézia. Najprv si ukážeme, do akej miery biologické texty (predovšetkým genetická informácia uložená v DNK) spĺňajú kritériá Aarsethovej definície kybertextu, a potom na niekoľkých konkrétnych príkladoch umeleckých diel autorov (Wong, Davis, Kac a Bök) budeme ilustrovať proces remediácie literárneho textu do biomédia.

BIOLOGICKÁ INFORMÁCIA AKO KYBERTEXT

Biologická informácia uložená v nukleových kyselinách vykazuje viacero črt charakteristických pre kybertext v zmysle dnes už klasickej Aarsethovej definície:⁵ ergodicnosť a mechanickosť, schopnosť generovať rozmanité vyjadrenia, nelineárnosť a hypertextuálnosť, prítomnosť informačnej spätnej väzby. V nasledujúcom príspevku si detailne ukážeme, ako genetická informácia uložená v molekule DNK spĺňa spomínané kritériá kybertextuality. V súvislosti s témou našej štúdie je namieste pripomenúť, že vlastný neologizmus kybertext je odvodený od termínu kybernetika, čo je vedecká disciplína skúmajúca systémy, ktoré majú informačnú spätnú väzbu. To

platí tak o neživých mechanických systémoch (svet tranzistorov a mikročipov), ako aj o biologických systémoch organického sveta.

Ergodickosť

Podľa Espena J. Aarsetha jednou z najcharakteristickejších črt kybertextu je jeho výrazná ergodickosť. Tá sa dokonca v Aarsethovej perspektíve stáva spoločným menovateľom celého virtuálneho priestoru literatúry. Vďaka ergodickosti môže redefinovať literárnu typológiu tak, aby zahŕňala aj nové typy textov, ako sú napr. počítačové programy či MUD hry v počítačových sieťach, ktoré do tradičného rámca literatúry nezapadajú. Práve pri kybertexte vystupuje do popredia fenomén ergodickosti,⁶ čo označuje skutočnosť, že pri tomto type literatúry je potrebné vyvinúť „netriviálne úsilie, ktoré umožní čitateľovi prechádzať textom“ (Aarseth, 1). Má sa na mysli fyzické úsilie, o niečo náročnejšie než len triviálna činnosť, akou je pohyb očných gúľ či prevracanie strán pohybom ruky. Aspekt fyzického úsilia potrebného na porozumenie textu je v tradičnej literatúre ignorovaný, keďže je fakticky minimálny (triviálny) a porozumenie textu si vyžaduje temer výlučne duševnú, a nie fyzickú námahu čitateľa. Pri kybertexte je to inak – z pasívneho čitateľa sa stáva užívateľ textu, ktorý v interakcii s textom (informačná spätná väzba) sa musí rozhodovať pre rôzne „cesty“ čítania, rôzne spôsoby konania na základe informácie obsiahnutej v niektorej z alternatív textu. Svojím výberom z viacerých možných alternatív čitateľ/užívateľ vytvára svoju vlastnú verziu textu. Čítanie/rozumenie kybertextu je potom namáhavou (*ergon*) cestou (*hodon*) textovým labyrintom.

Dobrym príkladom takéhoto kybertextu sú napríklad dobrodružné počítačové hry typu Multi-User Dungeon (MUD), v ktorých hráči blúdiac virtuálnym labyrintom prekonávajú rôzne prekážky. Kybertextualita však nie je definovaná typom média, ako upozorňuje Aarseth, nie je obmedzená výlučne na digitálne elektronické médiá. Fenomén ergodickosti môžeme nájsť aj mimo sféry moderných digitálnych médií, pri niektorých predelektronických textoch, ako je *I-ting* alebo *Cent Mille Millions de Poèmes*.

Tak napríklad v diele *Stotisíc miliárd básní* (*Cent Mille Millions de Poèmes*) Raymonda Queneaua⁷ ide o súbor desiatich sonetov, ktoré sú „rozstrihané“ na jednotlivé verše. Každý verš sonetu je možné kombinovať s ktorýmkoľvek inými veršami z ostatných deviatich sonetov. Teoreticky tak môže vzniknúť 100 tisíc miliárd kombinácií, 100 tisíc miliárd rôznych sonetov.

Na príklade takéhoto neelektronického kybertextu Aarseth ilustruje dôležité rozlíšenie medzi textónom a skriptónom. Termínom skriptón označuje Aarseth informáciu (= sled znakov), ktorá sa zjavuje čitateľovi, termínom skriptón informáciu, ktorá je prítomná v texte. V diele *Stotisíc miliárd básní* je prítomných iba 140 takýchto textónov (teda veršov sonetov, ktoré je možné kombinovať), ale až stotisíc miliárd skriptónov (Aarseth, 62). Medzi textónmi a skriptónmi je vzťah, ktorý Aarseth nazval prechodovou funkciou (*traversal function*), čo je fakticky mechanizmus, ktorým vznikajú z textónov skriptóny.

A presne takýto vzťah medzi textónom a skriptónom môžeme nájsť aj v prípade prirodzeného „čítania“ informácie uloženej v DNK. Na tomto mieste sa musíme na

chvíľu zastaviť, pretože najprv musíme zistiť, kto, či presnejšie čo, je v takomto prípade čitateľom. No ešte skôr musíme odpovedať na neľahkú otázku, čo vlastne znamená „čítanie“ informácie uloženej v lineárnom slede báz (nukleotidov) v nukleových kyselinách. Odpoveď je prekvapujúco jednoduchá – tak ako v prípade akéhokoľvek iného čítania je aj „čítanie“ informácie uloženej v DNK vlastne priradovaním významu určitej sekvencii znakov. A podobnosť s písaným jazykom sa nekončí. Význam majú tak jednotlivé „slová“ genetickej informácie, ako aj celé „vety“. „Slová“ sú tvorené trojicami báz/nukleotidov, pričom každej trojici zodpovedá určitý typ aminokyseliny. Napr. trojici báz TTT v molekule DNK zodpovedá aminokyselina fenylalanín. Môžeme povedať, že fenylalanín je významom genetického „slova“ TTT. Aminokyseliny sa v bunkách spájajú do reťazcov, ktoré nazývame bielkoviny. To, ako sa jednotlivé aminokyseliny zoradia tak, aby vytvorili molekulu bielkoviny, je určené sledom genetických „slov“ v DNK – každej aminokyseliny zodpovedá jedna trojica báz, jedno genetické slovo. Určitý sled trojíc báz v DNK, ktorý môže byť dlhý až niekoľkotisíc báz, predstavuje genetickú „vetu“ (genetikmi nazývanú gén), ktorej významom je bielkovina, syntetizovaná podľa tejto konkrétnej sekvencie DNK. Biologické „čítanie“ je vlastne syntéza bielkovín podľa sekvencie báz v nukleových kyselinách. Biológovia nazývajú tento proces prekladom, pretože v ich terminológii dochádza k prekladu genetickej informácie z jazyka nukleových kyselín do jazyka bielkovín. Prekladový slovník, podľa ktorého sa tak deje, sa označuje termínom genetický kód.⁸ Ponúka sa, samozrejme, otázka, kto je vlastne čitateľom v tomto procese čítania. Odpovedajme zatiaľ predbežne, že je ním organizmus, resp. jednotlivé bunky organizmu, pretože proteosyntéza sa odohráva na úrovni buniek.⁹

Hypertextualita

Hypertextualita je ďalšia dôležitá črta, ktorá odlišuje DNK informáciu od metafory „knihy života“. Pojem knihy sa spája s lineárnosťou textu s postupným prechádzaním textu od začiatku knihy po jej koniec. Pravda, existujú príklady aj nelineárnych kníh, protohypertexty, najznámejšie sú slovníky a encyklopédie, v ktorých heslá na seba navzájom odkazujú nelineárne, respektíve multilineárne. Naproti tomu hypertext, ktorý dnes spájame predovšetkým s world-wide-web štruktúrou internetu, je antitezou lineárnosti, presnejšie jednosmernosti, a zrejme najlepšie ho vystihuje Deleuzov a Guattariho pojem rizómu – nehierarchického spletenca vzájomných prepojení a odkazov v texte.

DNK informácia je síce uložená v dlhých lineárnych reťazcoch nukleotidov, ktoré tvoria jednotlivé gény, ale táto informácia sa nečíta (organizmom) lineárne, ale hypertextovo. To znamená, že genetická informácia sa nečíta tak, že najprv sa prečíta jeden chromozóm od začiatku do konca, potom druhý, tretí atď. až sa prečítajú všetky chromozómy, teda celý genóm jedinca. V skutočnosti čítanie genetickej informácie preskakuje z časti chromozómu na inú časť chromozómu a z jedného chromozómu na iný chromozóm. Tak napríklad v rámci určitej funkcie organizmu môže byť najprv prečítaný gén na začiatku chromozómu 13 (pripomeňme si, že chromozómy sú akési „kapitoly“ knihy života), potom čítanie „preskočí“ o niekoľko „kapitol“ inam, na gén uprostred chromozómu 17, potom zase „preskočí“ na gén na začiatku chromozómu

5 a činnosť uzatvára prečítanie génu na konci chromozómu 19. Takéto preskakovanie čítania genetickej informácie genómu umožňujú tzv. regulačné sekvencie a regulačné molekuly RNK alebo bielkovín. Pripomínajú príkazy v HTML jazyku pre linkovanie obsahu internetu buď v rámci tej istej webovej stránky, alebo na úplne iné stránky internetu.

Organické kódy

Až do identifikovania a následného dešifrovania genetického kódu roku 1961 sa predpokladalo, že kódy existujú len vo svete kultúry, že sú výlučne ľudským produktom, keďže sú založené na konvencii. Je predsa otázkou kultúrneho dohovoru, aký bude napr. vzťah medzi dopravnými značkami a správaním vodiča. Nikde v samotnom znaku červeného trojuholníka postaveného dolu hlavou nie je ukrytá informácia o tom, že vodič má dať na križovatke prednosť inému autu. Tento znak by pokojne mohol znamenať presný opak, pokiaľ by ho tak definovala kultúrna konvencia.

Podstatou každého kódu je, ako v tejto súvislosti na to upozorňuje Marcello Barbieri (Barbieri 2006, 82), že definuje určitý špecifický vzťah medzi entitami dvoch nezávislých svetov. V prípade dopravnej značky je to vzťah medzi objektom značky a konkrétnym správaním vodiča. Svet objektov značiek a svet ľudského správania sú od seba nezávislé, nie je medzi nimi žiaden fyzikálny vzťah kauzálnej súvislosti. Inými slovami, z objektu nejakej značky fyzikálne nevyplýva, aké bude správanie vodiča.

Podobne je to v prípade genetického kódu, ktorý je vzťahom medzi svetom nukleových kyselín a svetom bielkovín. Tieto svety sú od seba nezávislé v tom zmysle, že neexistuje žiaden **priamy** kauzálny vzťah medzi poradím nukleotidov/báz v nukleových kyselinách a poradím aminokyselín v bielkovinách. Genetický kód definuje špecifický vzťah (pravidlo priraďovania) medzi určitou konkrétnou trojicou nukleotidov na jednej strane a typom aminokyseliny na strane druhej. Z chemických a fyzikálnych vlastností určitej trojice nukleotidov nijako nevyplýva, akému typu aminokyselín bude zodpovedať. Napr. trojica báz nukleotidov TTT zodpovedá aminokyseline fenylalanín, ale toto zodpovedanie nie je dôsledkom toho, že fyzikálno-chemické vlastnosti tejto trojice báz spôsobujú, že sa s nimi viaže fenylalanín.

Kým ľudský konvenčný vzťah je etablovaný dohovorom ľudských subjektov a je udržiavaný kultúrnou tradíciou, ako je to s genetickým kódom? Aký „dohovor“ stál na počiatku etablovania sa genetického kódu, keď vznikol zhruba pred tromi miliardami rokov u prvých živých buniek, dávno pred objavením sa ľudskej kultúry? Aký mimokultúrny mechanizmus spôsobuje, že genetický kód je univerzálny, teda rovnaký (až na niekoľko veľmi málo výnimiek) vo všetkých živých bunkách, od baktérií až po ľudské?

Biológovia sa pokúsili odpovedať na tieto otázky pomocou hypotézy „zmrazenej náhody“. Ešte roku 1966 prišiel Francis Crick, jeden zo spoluobjaviteľov štruktúry DNK, s vysvetlením, podľa ktorého dnešný genetický kód nie je o nič lepší než hociktorý iný z možných triliónov¹⁰ kombinácií vzťahov medzi trojicami báz nukleových kyselín a aminokyselinami, ibaže tento bol z viacerých variácií, ktoré existovali na počiatku života, vybraný náhodne, asi tak, ako keď sa vyžrebujú náhodné čísla v loté-

rii. Môžeme si to predstaviť tiež tak, že niektoré prvotné bunky získali určitú výraznejšiu selekčnú výhodu než iné bunky vďaka nejakej metabolickej vlastnosti X (vedeli napríklad efektívnejšie využívať zdroj potravy než iné bunky), v dôsledku čoho sa začali rýchlejšie množiť. Čistou zhodou okolností mali tieto bunky dnešný variant genetického kódu. Vďaka tejto svojej vlastnosti X, a nie vďaka svojej verzii genetického kódu tieto bunky postupne zvíťazili v darwinovskom boji o prežitie nad inými bunkami s inými verziami genetického kódu, ktoré postupne vymreli a s nimi aj ich verzie genetického kódu. Nové varianty genetického kódu mohli naďalej vznikať, ale nemali už šancu sa rozšíriť, podobne ako keď sa presadí na trhu len jedna z foriem technického riešenia a stane sa štandardom (len si spomeňme na boje štandardov elektronických médií).

Všetko toto sa muselo odohrať na samom začiatku vzniku života, ešte v štádiu etablovania sa prvotných buniek. Podľa Darwinovej evolučnej teórie, ktorá je odborníkmi dnes považovaná za základnú biologickú paradigmu, všetka rozmanitosť života vznikla z jedného počiatku, z tých istých primitívnych prabuniek. Všetky ostatné formy života jednoducho zdedili ten variant genetického kódu, ktorý prevážil u prabuniek. Akékoľvek neskoršie odchýlky od tohto variantu mohli bunkám spôsobiť len selekčnú nevýhodu, a preto sa odvtedy tento variant genetického kódu evolučne zakonzervoval, „zmrazil“.

Nepochybne aj v dejinách ľudských kultúrnych kódov by sme našli viaceré príklady „zmrznutých náhod“, keď význam určitého znaku/symbolu bol výsledkom historickej koincidencie, no následne sa kultúrnou tradíciou zafixoval na celé desaťročia až stáročia.

Dnes je hypotéza vzniku genetického kódu mechanizmom „zmrazenej náhody“ prekonaná a biológovia navrhujú niekoľko ďalších vysvetlení. Zdá sa, že v poslednom čase si najväčší rešpekt získava hypotéza založená na miere skreslenia (rate-distortion) pôvodnej informácie šumom (Tlustý 2008). Opiera sa o skutočnosť, že genetický kód je informačne redundantný (jedna a tá istá aminokyselina môže byť determinovaná viacerými kombináciami trojíc báz, napr. aminokyselina leucín môže byť určená trojicami TTA, TTG, CTT, CTC, CTA, CTG. Redundantnosť kódu chráni obsah zakódovanej informácie pred šumom, v tomto prípade pred náhodnými mutáciami DNK. Pretože napr. ak sa aj v dôsledku mutácie zmení trojica báz z TTA na TTG, jej význam, t. j. špecifický vzťah k určitej aminokyseline, v tomto prípade leucínu, zostáva zachovaný.

Podľa hypotézy o zašumenom informačnom kanáli realizujúcom genetickú informáciu je dnešný univerzálny genetický kód výsledkom vzájomnej súhry medzi tromi protichodnými evolučnými silami: toleranciou určitej miery informačného šumu, potrebou organizmov využiť rôzne aminokyseliny pre syntézu bielkovín a energetickej efektívnosti fungovania systému. Túto súhru by sme mohli označiť Barbieriho termínom „prírodnej dohody“ a vzájomné vyvažovanie spomínaných troch prírodných síl za proces akejsi prírodnej „negociácie“, teda spôsobu generovania svojho druhu prírodnej „konvencie“, prírodou fixovaného špecifického vzťahu medzi trojicou báz (znakom, signifier) a aminokyselinou (označovaným, signified).

Genetický kód je historicky prvým, ale zďaleka nie jediným kódom vyskytujúcim

sa v živej prírode. Molekulárni biológovia postupne odhalili celú plejádu biologických kódov na úrovni molekúl v živých organizmoch a stále objavujú nové. V tejto súvislosti je potrebné zdôrazniť, čo je tým podstatným znakom molekulárnych biologických kódov, vďaka ktorému ich môžeme v živej prírode identifikovať. Podľa Barbieriho každý molekulárny kód musí mať adaptér, čo je molekula, prípadne súbor molekúl, ktorý fyzicky prepája dva nezávislé svety tým, že súčasne rozpoznáva objekty jedného aj druhého sveta, čím skladá dohromady svet znakov a svet významov (Barbieri 2006, 84–86).

V genetickom kóde sú adaptormi molekuly transferovej RNK (skratka t-RNK). Ide o malé molekuly RNK, ktoré na jednej strane rozpoznávajú trojicu báz nukleotidov v sekvenci mRNK a na opačnej strane tej istej molekuly t-RNK rozpoznávajú príslušné aminokyseliny (v súčinnosti s ďalšou bielkovinou, enzýmom typu transferázy). Opäť treba zdôrazniť, že nejedná sa o žiadnu priamu fyzikálno-chemickú súvislosť medzi týmito dvoma časťami adaptoru, ktoré fyzicky prepájajú dva rozdielne svety, že ide o výsledok spomínaného procesu prírodnej negociácie. Preto adaptor môžeme považovať za prírodou ustanovenú konvenciu.

Túto mimoriadnu vlastnosť biologických adaptorov označili v 60. rokoch minulého storočia vedci z Pasteurovho ústavu v Paríži François Jacob a Jacques Monod (neskôr odmenení Nobelovou cenou), francúzskym slovom *gratuité* – gratuita, neviazanosť.¹¹ Monodovými slovami:

Gratuita, t. j. chemická nezávislosť medzi samotnou funkciou a povahou riadiacich chemických signálov, se vztahuje k alosterickým enzýmum... alosterické interakcie jsou nepřímé, protože se zakládají na schopnostech proteinu rozlišovat mezi dvěma (či více) stavy, které můžou zaujmout. ... Z toho plyne, a tím se dostáváme k hlavnímu bodu, že u regulace alosterickou interakcí je možné všechno. ... Zbůsob, jakým allosterické interakce fungují, dovoluje tedy při „volbě“ regulací naprostou volnost. (Zdôraznenie J. Monod). (Monod 1974,78/2008,88)

To, že je všetko možné, znamená, že v bunke môžu byť navzájom prepojené akékoľvek metabolické dráhy s inými metabolickými dráhami prostredníctvom prepojenia jednej molekuly s akoukoľvek inou molekulou. Gratuita znamená pre evolúciu života inžiniersku volnosť spájať čokoľvek s čímkoľvek, bez ohľadu na chemické limity takto spájaných molekúl.

Podobne fungujú ďalšie biologické kódy, napríklad systém integrovania funkcií tela do jedného celku pomocou hormónov. Molekuly hormónov cirkulujúce v krvi nie sú schopné priamo ovplyvniť fungovanie buniek. Musia tak urobiť cez sprostredkujúce molekuly, adaptéry v spomínanom zmysle. Hormón, vyplavovaný príslušnou žľazou do krvi, sa dostáva k povrchu buniek, kde naň čaká príslušná molekula receptoru, na ktorú sa naviaže. Tým dôjde k zmene priestorového tvaru molekuly, čím sa na jej druhej strane trčiacej dovnútra bunky iniciuje kaskáda biochemických reakcií, na konci ktorej je aktivovanie prepisu príslušnej genetickej informácie uloženej v DNK jadra bunky. Receptor spolu s komplexom ďalších bielkovín regulujúcich kaskádu prenosu signálu prineseného hormónom predstavuje adaptor. Samotný hormón by nebol v tomto prípade schopný interagovať priamo s DNK. Bielkoviny na konci spomínanej kaskády však sú schopné interagovať s DNK a aktivovať prepis ge-

netickej informácie v nej uložený. Na druhej strane, nie sú schopné zase interagovať priamo s hormónom. Adaptérom je v tomto prípade nie jedna bielkovina, ale celý komplex bielkovín, ktorý prepája dva samostatné svety – svet hormónov a svet nukleových kyselín (Barbieri 2006, 91–96).

GENEROVANIE BIOLOGICKÝCH SKRIPTÓNOV Z BIOLOGICKÝCH TEXTÓNOV (BIOLOGICKÝ KYBERTEXTOVÝ GENERÁTOR)

Vráťme sa k Aarsethovej definícii kybertextu, podľa ktorej text, s ktorým sa stretáva čitateľ/užívateľ kybertextového diela, nie je hotový, vopred prichystaný na prečítanie/použitie, ale musí byť nejakým mechanizmom, v spolupráci s netriviálnou námahou vynaloženou čitateľom/užívateľom do finálnej podoby vytvorený. Z perspektívy, ktorú sa tu usilujeme obhájiť, sú bunky takýmto „čitateľom“/užívateľom genetického kybertextu, keď z textónov DNK generujú skriptóny RNK a bielkovín.

Genetická informácia uložená v DNK sa neprekladá do bielkovín priamo. Syntéza bielkovín sa uskutočňuje v cytoplazme, teda mimo bunkového jadra. Naproti tomu DNK sa nachádza iba v bunkovom jadre a neopúšťa ho. Preto sa informácia z DNK v jadre bunky najprv prepíše do molekúl RNK, ktoré potom putujú z jadra do cytoplazmy, kde sa podľa informácie v nich uloženej syntetizujú bielkoviny. RNK sú tiež nukleové kyseliny, mierne chemicky odlišné od DNK. Taktiež sú tvorené reťazcami báz. Prepis informácie je preto veľmi jednoduchý – sled báz v DNK sa prepíše do sledu báz v RNK. Tak napr. z génu dlhého 6000 báz v DNK vznikne RNK dlhá tiež 6000 báz a podľa nej vznikne bielkovina dlhá 2000 aminokyselín.

Takto to funguje pri baktériách. Ukázalo sa však, že pri všetkých organizmoch, ktoré sú evolučne vyspelejšie ako baktérie, vrátane nás ľudí, je tento proces komplikovanejší. Platí síce, že celá DNK informácia určitého génu sa prepisujú do RNK, lenže v ďalšom procese sú z tejto RNK vystrihnuté viaceré úseky, čím sa vytvorí kratšia RNK, podľa ktorej sa potom syntetizuje bielkovina. Biológovia tento mechanizmus nazývajú zostrih RNK.¹² Až zostrihaná RNK sa stáva predlohou pre bielkoviny.

Po tejto nevyhnutnej odbočke k základom molekulárnej biológie sa môžeme vrátiť k problému rozlišovania skriptónu a textónu v biologických kybertextoch. Vedci zistili, že ten istý gén, tá istá informácia v DNK (môžeme ju považovať za analogickú textónu) môže generovať rôzne varianty zostrihanej RNK (ktoré môžeme považovať za analogické skriptónom) podľa toho, ktoré časti zmysluplných úsekov genetickej informácie (nazývané exony) sú navzájom kombinované do výslednej zostrihanej RNK. Proces vytvárania celej variability rôznych RNK molekúl z toho istého génu iba pomocou výberu a kombinovania exonov pripomína proces generovania rôznych sonetov z toho istého textu. Zatiaľ najväčší známy počet alternatívnych RNK molekúl (a teda aj bielkovín) vznikajúcich z jedného génu je 38 016 pri ovocnej muške drozofile.

Aarseth v rámci svojej charakterizácie kybertextu kladie veľký dôraz na to, aby tretí prvok v triáde skriptón – textón – prechodová funkcia, totiž samotný mechanizmus generovania skriptónov z textónov, bol mechanizmom v pravom slova zmysle. Mechanizmus alternatívneho zostrihu RNK je takýmto textovým strojom. Nie je to síce elektronický stroj, ako v prípade počítačových kybertextov, ktoré sú implemen-

tované v počítačoch a ktoré sú ovládané príslušným softvérom vytvárajúcim skriptóny z databázy textónov, ale je to bunkový molekulárny mechanizmus, ktorý spracúva digitálnu biologickú informáciu uloženú v DNK. A hoci Aarsethovo ponímanie kybertextu nie je viazané na materialitu média, nie je synonymom pre text existujúci v digitálnom kybernetickom prostredí, je to dnes predovšetkým prostredie digitálnych médií, kde sa kybertextualita najvýraznejšie prejavuje. Z toho hľadiska je kľúčovým uvedomenie si skutočnosti, že biologická informácia uložená v DNK, RNK a bielkovinách a spracúvaná v živých bunkách má digitálnu povahu.

TRANSKÓDOVANIE A REMEDIÁCIA ROZŠÍRENÁ NA BIOMÉDIÁ

Najpodstatnejšou vlastnosťou nových (digitálnych) médií, ktorou sa líšia od starších médií, akými sú film alebo televízia, je ich schopnosť transkódovania (transcoding) (Manovich 2001). Transkódovanie znamená prenos určitého kódu, určitej zakódovanej informácie z jedného média do iného média. V nových médiách umožňuje transformovanie heterogénnych médií medzi sebou, z jedného formátu na iný formát, ako je to v prípade všetkých procesov týkajúcich sa konverzií súborov (napr. z GIF na QuickTime). Deje sa tak vďaka tomu, že rôzne nové médiá sú založené na tom istom univerzálnom kóde (strojovom digitálnom kóde 0 a 1), vďaka čomu je technicky možné kódovať (encode), digitalizovať a transkódovať rôzne objekty z reálneho sveta, vrátane mediálnych objektov. Transkódovanie umožňuje v nových médiách bezprecedentné remediovanie, permutovanie a rekombinovanie prvkov médií. Pripomeňme na tomto mieste, že pod remediáciou rozumieme spôsob, akým si nové médiá adaptujú sociálne a kultúrne spôsoby komunikácie historicky starších médií, tak ako napríklad v svojich počiatkoch film remedioval fotografiu a praktiky divadla (pozri Bolter and Grusin 1996).

Teórie médií zatiaľ neuvádzajú živé organizmy ako ďalšie nové médium. Preto štúdia Eugena Thackera s názvom *Čo sú biomédiá?* znamená konceptuálny prelom v oblasti médií (Thacker 2003). Zjednodušene povedané, biomédiá predstavujú komplexný biotechnologický systém, v ktorom sú živé organizmy upravené pomocou technológie tak, aby „biologické komponenty a procesy boli informačne rekontextualizované pre ciele, ktoré môžu byť tak biologické, ako aj nebiologické“ (Thacker 2003, 52). Ako Thacker zdôrazňuje, biomédiá prekračujú dichotómiu živého a technologického, pretože sa opierajú o „fundamentálnu ekvivalenciu medzi genetickými ‚kódmi‘ a počítačovými ‚kódmi‘, teda medzi biologickou a informačnou doménou“ (Thacker 2003, 52).

Dodajme, že máme tendenciu chápať život analógovo, považovať živé organizmy za výlučne analógové entity, v kontraste k entitám neživým, strojovým, digitálnym. To je možno dôvod, prečo si ešte stále celkom neuvedomujeme, že genetická informácia uložená v molekulách DNK je digitálna v plnom význame tohto slova. Kód používaný nukleovými kyselinami nie je binárny (0, 1) ako v prípade strojového kódu počítačov a vlastne všetkých digitálnych médií vyrobených človekom, ale kvaternárny (A, T, C, G), čo je však nepodstatný rozdiel, keďže prevod medzi oboma digitálnymi systémami je prakticky triviálny (napr. A a T = 1, C a G = 0, ale spôsobov prevodu genetického kódu na binárny a vice versa môže byť obrovské množstvo). Netriviálne

sú však dôsledky tejto skutočnosti. Tak ako dnes vieme pomocou binárneho kódu uložiť akúkoľvek informáciu – textovú, vizuálnu, zvukovú – dokonca do jedného a toho istého média (napr. HD či DVD nosiča, Flash pamäti a pod.), môžeme všetku túto informáciu uložiť pomocou kvarternárneho kódu do molekuly DNK. Trvácnosť informácie uloženej v DNK predstavujúcej stáročia až tisícročia sa zatiaľ nemôžu vyrovnáť žiadne nové elektronické médiá. Inými slovami, v DNK môžeme veľmi efektívnym spôsobom uložiť okrem všetkých textov aj všetku hudbu, obrazy či videá, ktoré ľudstvo doteraz vytvorilo (pozri nižšie).

Biomédiá charakterizuje trojica po sebe idúcich procesov: zakódovanie (encoding), rekódovanie (recoding) a dekodovanie (decoding). Najlepšie ilustruje tieto procesy paradigmatické biomédium, akým je pre Thackera DNK-čip. Zakódovaním je v prípade DNK-čipu vytvorenie určitých vzťahov počítačom v digitálnej podobe vzorca (pattern of relationships) na základe toho, ktoré úseky vzoriek DNK interagujú s definovanými časťami DNK v DNK-čipe. Zakódovanie je vlastne prechodom od biologickej domény k doméne počítačovej. Takto získanú informáciu je možné potom ďalej v počítači spracúvať pomocou metód bioinformatiky (stupeň rekódovania). Rekódovanie sa odohráva celé v počítačovej doméne. Výsledkom rekódovania môže byť teoretický návrh novej účinnej látky interagujúcej s biologickou doménou, napríklad dizajnovanie nového lieku. Vytvorenie takejto látky predstavuje tretí stupeň procesualnosti biomédia – dekodovanie. Dekodovanie je tak vlastne rematerializáciou tela, stelesnením biokybernetickej informácie (Thacker 2003, 71).

Thacker sa vo svojej štúdii o biomédiach nezaobera literatúrou, pretože mu ide o všeobecnejšiu analýzu procesov remediácie, kódovania či transkódovania, než sa diskutuje v súvislosti s kybernetickou či ergodickou literatúrou. Napriek tomu podľa nás vytvára dobrý konceptuálny rámec na to, aby z perspektívy biomédií boli analyzované viaceré biomelecke literárne diela.

Pre účely tejto štúdie rozlišujeme medzi širším a užším významom termínu biomédium. V širšom význame za biomédium považujeme akýkoľvek biologický organizmus, v ktorom došlo k remediácii nejakého literárneho textu jeho prekódovaním do sekvencie DNK. V užšom význame chápeme biomédium vo význame, ako ho zaviedol Eduard Thacker (Thacker 2003).

SMEROM KU GENETICKEJ POÉZII

Pravdepodobne prvou poéziou uloženou do DNK je prvý verš básne *Tomten* od Viktora Rydberga. Išlo o 50 slov, ktoré boli prepísané do sekvencie dlhej 800 báz nukleotidov a vložené do baktérie *Escherichia coli* ešte v roku 2005 vo firme DNA2.0 Inc. v Kalifornii. Verš bol najprv prepísaný do sekvencie aminokyselín (využívajúc tzv. jednopísmenkový kód aminokyselín) a z takto vzniknutej bielkoviny bol reverzne preložený do sekvencie DNK. Gén, ako aj jeho preklad do proteínu je uložený v medzinárodnej banke génov GenBank pod číslom EU600200 (Gustafsson 2009, 703).

Vedci na čele s Pakom Wongom z Pacific Northwest National Laboratory v štáte Washington preložili slová disneyovskej detskej pesničky „It’s a Small World After All“¹³ do kódu nukleových kyselín a podľa neho potom syntetizovali úseky DNK dlhé 150 báz nukleotidov, ktoré vložili do DNK baktérie *Deinococcus radiodurans*. Ide

o mimoriadne odolný druh baktérií, ktorý je schopný prežiť extrémne životné podmienky ako vysoká teplota, sucho či ultrafialové a röntgenové žiarenie až tisíckrát silnejšie, než je schopný prežiť človek. Zmyslom tohto experimentu bolo zistiť, či je možné uchovať informáciu vytvorenú človekom do média schopného na rozdiel od iných médií vrátať elektronických pretrvať katastrofy, ktoré by mohli postihnúť Zem.

Genestetik Joe Davis, americký umelec, ktorý spája vedu s umením, sa inšpiroval Wongom pre svoj projekt GENESIS. Téma, ktorá ho roky prenasledovala a ktorú sa snažil rôznymi kontroverznými spôsobmi realizovať, sa týka celkovej filozofie ľudského posolstva pre mimozemské civilizácie, ktoré by bolo akousi postmodernou verziou známeho posolstva na plakete ukrytej v sonde Pioneer 10.¹⁴ Ironizoval skutočnosť, že na obrázku nahého muža a ženy pre mimozemšťanov nie sú vyznačené vonkajšie ženské genitálie.

Ešte v 80. rokoch minulého storočia sa Davisovi podarilo presvedčiť molekulárnych biológov na Kalifornskej univerzite v Berkeley a na Harvard Medical School, aby ho naučili syntetizovať úseky DNK a potom ich vložiť do baktérie. Pre svoje „posolstvo vo fľaši“ určené mimozemšťanom si vybral grafický symbol známy ako Mikrovenus (Microvenus),¹⁵ čo je vlastne stará germánska runa symbolizujúca život, schematicky znázorňujúca vonkajšie ženské genitálie. Obrázok runy najprv zdigitalizoval, potom digitálny zápis preložil do DNK sekvencie dlhej 28 nukleotidov, ktorú úspešne vložil roku 1990 do baktérie *Escherichia coli* (Gibbs 2001). Baktéria *Escherichia coli* sa delí každých 20 minút a za niekoľko hodín tak vznikne z jednej bunky niekoľko miliárd buniek. Za niekoľko hodín tak vznikli miliardy kópií „infogénu“, ako nazval Davis túto sekvenciu DNK ukrývajúcu v sebe informáciu o germánskom symbole života. Pravdepodobne išlo prvýkrát o najväčší počet kópií nejakého symbolu. Na Ars Electronica roku 2000 Davis vystavoval kultivačné nádoby s baktériami nesúcimi infogén spolu s plagátmi symbolu Mikrovenus a vysvetlením celého diela.

Dva roky pred Davisom prezentoval on-line na Ars Electronica 99 v rakúskom Linzi podobné dielo nazvané GENESIS priekopník bioartu, americký multimediálny umelec Eduardo Kac, ktorého asi najznámejším dielom je svietlujúci králik GFP Bunny, vytvorený prenesením génu pre fluorescenčnú bielkovinu z medúzy do králičej DNK.

GENESIS je „transgenetické umelecké dielo“, ako ho kategorizuje sám autor (Kac 1999). Jadrom projektu je preloženie skráteného textu *Biblie* (Biblia, Genesis 1:26): „Učínme človeka, aby panoval nad morskými rybami, nad nebeským vtáctvom, nad všetkou zverou, ktorá sa hýbe po zemi,“¹⁶ do genetického kódu DNK, takým spôsobom, aby bol vytvorený úplne nový gén, ktorý je potom vnesený do živej baktérie. Ide o multimediálne dielo, ktoré pozostáva z vysvetľujúceho komentára autora, videoprojekcie baktérií nesúcich gén GENESIS a prezentácie hudby, vytvorenej transformovaním génu GENESIS do tónov a rytmov. Kac neprepísal biblický text priamo do genetického kódu, ale sprostredkovane cez morzeovku. Najprv preložil vybraný text z *Biblie* do Morseovej abecedy, čím chcel poukázať na fakt, že morzeovka bola prvým ľudským komunikačným systémom prenášajúcim informáciu na veľkú diaľku. Potom text z morzeovky preložil do genetického kódu na základe jednoduchého pra-

vidla: čiarka = T, bodka = C, G = medzera medzi písmenami, A = medzera medzi slovami.

Tak napríklad prvých päť slov biblického textu (v angličtine): „Let man have dominion over...“ vyzeralo v morzeovke takto:

.-...- -...-...--...-...- ..-.....-...-.....--...-...- - 17

a po preložení do genetického kódu:

CTCCGCGTATTG.¹⁸

Takto Kac získal sekvenciu DNK, ktorú nazval génom GENESIS a ktorú vložil do baktérií. Na výstave boli prezentované baktérie s touto sekvenciou a participanti mohli zapnúť ultrafialové svetlo, ktoré spôsobovalo, že tieto baktérie mutovali. Zmutovali tiež v géne GENESIS, čo znamená, že došlo k zmenám v biblickom texte vloženom do baktérií. Mutácie v texte GENESIS boli zistené a zverejnené na internete. Celý tento projekt symbolizuje možnosť, že zdedená informácia z minulosti nezostáva rovnaká, môže sa zmeniť a vytvoriť nový význam.¹⁹

Na Eduarda Kaca nadviazal kanadský básnik Christian Bök, ktorého inšpiroval známy aforizmus Williama S. Burroughsa, o tom, že „slovo je teraz vírus“. K tomu sa pridala myšlienka astrofyzika Paula Davisa, že najlepší spôsob, ako poslať správu do vesmíru mimozemským civilizáciám, je uložiť ju do podoby DNK vnútri veľmi odolnej baktérie. Tak vznikol projekt Xenotext, ktorý začal Bök realizovať v laboratóriu Stuarta Kauffmana, známeho teoretického biológa. Bök sa preto rozhodol napísať na tento cieľ špeciálnu novú báseň a potom ju prekódovať do sekvencie DNK a následne vložiť do jednej z najodolnejších známych baktérií (*Deinococcus radiodurans*, ktorú si vybral spomínaný Pak Wong). Cieľom je napísať text básne tak, aby boli rešpektované zákonitosti genetického kódu, čo prakticky znamená, že sa musia zvoliť také slová, ktorých preklad do trojíc nukleotidov nevedie k vzniku napr. stop signálov (spôsobujúcich zastavenie syntézy bielkoviny). Celý projekt má podľa Böka symbolický význam: „Básnici sa vždy usilovali napísať dielo, ktoré bude životaschopné – no ja sa usilujem napísať báseň, ktorá bude doslova žijúcou vecou.“ (Zala 2009, 35).

Bök však ide ďalej. Syntéza novej bielkoviny baktériou podľa jeho básne zakódovanej v DNK podľa neho znamená, že baktéria je „schopná nielen archivovať báseň, ale je tiež strojom na písanie básne“ (Bök 2013). Bökova predchádzajúca literárna skúsenosť ho veľmi dobre pripravila na tento experiment. Svoje zatiaľ najznámejšie dielo *Eunoia* (2001), čo je podľa jeho vlastného označenia „novela“, napísal tak, že text každej kapitoly je tvorený slovami s jedinou samohláskou (napr. kapitolu E tvoria slová, ktoré okrem spoluhlások majú len samohlásku e).²⁰ Poslednou etapou projektu Xenotext je transformovanie tohto nového génu do podoby abstraktného umeleckého diela (realizovať to bude firma DNA11, ktorá na objednávku vytvára umelecké diela podľa sekvencií individuálnych „odtlačkov DNK“. Bök chce navyše zostrojiť farebnú sochu tohto génu pomocou stavebnice molekulárnych modelov Molymod. Podľa Böka je potrebné si predovšetkým uvedomiť, že „DNK nie je jednoducho len ‚systém‘, ktorý riadi vývoj organizmu a jeho fungovanie, ale je tiež ‚vektorom‘ pre ďalšie módy umeleckej inovácie a kultúrneho vyjadrenia“ (Bök 2013, 2). Všetky spo-

mínané realizácie môžeme preto považovať za formu dekodovania biomédia do podoby, ktorá sa má usilovať o ľudský estetický zážitok.

V spomínaných príkladoch išlo o prekódovanie určitého literárneho textu (s výnimkou projektu *Microvenus*, kde išlo o grafický symbol) do DNK informácie biologického média. Do digitálneho média DNK je však možné prekódovať akúkoľvek digitálnu informáciu, s ktorou dnes pracujú moderné digitálne médiá. V januári 2013 sa objavila správa, že Nick Goldman a Ewan Birney z European Bioinformatics Institute v Hinxtone neďaleko Cambridge zakódovali do DNK kompletnú zbierku 154 Shakespeareových sonetov, ako aj časť zvukového záznamu známeho prejavu „I have a dream“ Martina Luthera Kinga z roku 1963 a vedeckú publikáciu J. Watsona a F. Cricka z roku 1953, v ktorej autori opisujú objav dvojzávitnicovej štruktúry DNK (Sample 2013). Na konvertovanie informácie vytvorili kód, podľa ktorého každej kombinácii 0 a 1 v dĺžke ôsmich čísel strojového kódu počítačov priradili kombináciu piatich báz DNK. Napríklad osemmiestny binárny kód pre písmeno „T“ sa previedol na DNK sekvenciu „TAGAT“. Týmto spôsobom sa prvé slovo „Thou“, ktorým sa začína Shakespeareov sonet č. 18 („Thou art more lovely and more temperate“) prekódovalo na sekvenciu dvadsiatich báz „TAGATGTGTACAGACTACGC“. Všetka táto informácia sa zmestila do jednej molekuly DNK (ktorej hmotnosť je nepredstaviteľne malá – tristotisícina z milióntiny gramu) a pokiaľ bude uložená na chladnom a tmavom mieste, umožní archivovať informácie na veľmi dlhý čas (prinajmenšom na stovky rokov). Autorom išlo o demonštrovanie možnosti uložiť multimedialnú informáciu do podoby DNK. Zatiaľ je cena takéhoto spôsobu pomerne vysoká, ale ak bude pokles cien potrebných technológií pokračovať aspoň takým tempom ako doteraz (stonásobný pokles ceny za DNK sekvenovanie v priebehu posledných desiatich rokov), potom sa stane ukladanie informácií v DNK na dobu dlhšiu než polstoročie ekonomicky prijateľné.

ZÁVER

V projektoch Paka Wonga a Joea Davisa, tak ako v najnovšom projekte zakódovania Shakespeareových sonetov do DNK, ide o biomédia v širšom význame. Biologické organizmy sú v týchto projektoch len biologickými médiami nesúcimi určitý nebiologický, literárny text. Remediácia literárneho textu spočíva iba v tom, že text je zakódovaný do sekvencie DNK, prípadne je preložený do genetického alebo aj bielkovinového kódu, ale nedochádza k ďalším etapám biomedicalizácie, k rekódovaniu a dekodovaniu. Tieto etapy však už môžeme identifikovať v projekte *Genesis* Eduarda Kaca a ešte vo väčšej miere v projekte *Xenotext* Christiana Böka.

V Kacovom projekte *Genesis* ide o oveľa pokročilejší typ remediácie. Biblický text je nielen prekódovaný do sekvencie DNK (zakódovanie), ale táto sekvencia je včlenená do nového kontextu iných génov, génov pre svetielkujúce farby a súčasne je vystavená tvorbe mutácií (oboje môžeme považovať za rekódovanie) s jasným cieľom, ktorým má byť estetický zážitok pre ľudského pozorovateľa (dekódovanie) nesúci však aj informáciu o tom, čo sa deje v baktériách, ako prebieha v čase proces remediácie.

S premyslenejšou formou remediácie sa stretávame v Bökovom projekte *Xenotext*. Vlastný text, ktorý má byť zakódovaný, je napísaný tak, aby vyšiel v ústrety procesu

remediácie v bunke, aby podľa tohto textu mohla proteosyntézou vzniknúť bielkovina predikovateľného tvaru (rekódovanie) a aby sa nakoniec naplnila aj tretia etapa procesu, dekodovanie, keď sa vytvorí technikami priestorových molekulových modelov 3D-tvar bielkoviny syntetizovanej podľa pôvodnej básne, takže aj ľudský prijímateľ je schopný vnímať, ako text básne zakódovanej v DNK interpretuje baktéria.

LITERATÚRA

- Aarseth, Espan J. *Cybertext – Perspectives on Ergodic Literature*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1997.
- Barbieri, Marcello. *Organické kódy*. Praha: Academia, 2006.
- Bök, Christian. „The Xenotext Experiment“. Scripted vol. 5, No. 2, 2008: 227–231.
- Bolter, Jay and Richard Grusin. „Remediation“. Configuration 4.3 (1996): 311–358.
- Gibbs, W. Wayt: Art as a Form of Life. Scientific American vol. 284, No. 4, 2001: 40–41.
- Gustafsson, Claes. „For anyone who ever said there ‘s no such thing as a poetic gene“. Nature, vol. 458 (9 April 2009): 703.
- Kac, Eduardo. „GENESIS“. In: Gerfried Stocker and Christine Schopf (eds.), *Ars Electronica 99 - Life Science*. Vienna, New York: Springer, 1999, s. 310–313. Prístupné na: <http://www.ekac.org/geninfo.html>
- Manovich, Lev. *The Language of New Media*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.
- Markoš, Antonín(ed.). *Náhoda a nutnost: Jacques Monod v zrcadle dnešní doby* (Sborník statí). Praha: Amfibios, Vyd. Pavel Mervart 2008.
- Monod, Jacques. *Chance and Necessity*. Glasgow: Collins, Fontana Books 1974.
- Ridley, Matt. *Genome*. New York: Harper Collins, 1999
- Ridley, Matt. *Genóm*. Bratislava: Remedium, 2004
- Sample, Ian. „Shakespeare and Martin Luther King demonstrate potential of DNA storage.“ The Guardian, 24. 1. 2013. Prístupné na: <http://www.guardian.co.uk/science/2013/jan/23/shakespeare-sonnets-encoded-dna>
- Sýkora, Peter. *Alchýmia života*. Bratislava: Smena, 1988.
- Thacker, Eugen. „What Are Biomedica?“ Configuration, vol. 11, Number 1, 2003: 47–79.
- Tlusty T. „Rate-distortion scenario for the emergence and evolution of noisy molecular codes“. Phys. Rev. Lett. Vol. 100, Number 4, 2008: 048101
- Zala, Krista. „Poetry in the genes (Interview with Ch. Bök)“. Nature, vol. 458, 5 March 2009: 35.

POZNÁMKY

- ¹ Podľa slovenského prekladu Ridley 2004, v angl. origináli ešte výstižnejšie: „The idea of the genome as a book is not, strictly speaking, even a metaphor. It is literally true.“ (Ridley 1999, 6).
- ² Bök 2008, 228.
- ³ Ridley 2004, 16. (Genóm = súbor všetkých génov jedinca – pozn. PS)
- ⁴ Báza je skrátený chemický termín pre nukleotid, čo je monoména molekula, ktorej lineárne reťazce vytvárajú polymérne molekuly DNK alebo RNK. Existujú štyri druhy báz, označované písmenami A, T, C, G – čo sú počiatočné písmená ich chemických názvov. Genetická informácia je zakódovaná do sekvencie týchto báz, podobne ako je informácia prirodzeného jazyka zakódovaná do lineárnych sekvencie písmen abecedy – s tým rozdielom, že genetická abeceda má iba 4 druhy písmen, kým napr. slovenská abeceda ich má až 46 (anglická 26). Teoreticky by na zakódovanie akejkoľvek informácie stačili len dva druhy písmen, resp. dva znaky, napr. 0 a 1, čo sa úspešne využíva u počítačov a ostatných digitálnych médií.
- ⁵ Espan J. Aarseth. *Cybertext – Perspectives on Ergodic Literature*. Baltimore: The John Hopkins University Press 1997.

- ⁶ Ergodický – z gr. slova pre *ergon* – práca a *hodos*-cesta.
- ⁷ <http://www.amazon.com/mille-milliards-po%C3%A8mes-French-Edition/dp/2070104672> angl. preklad na internete: http://www.bevrowe.info/Queneau/QueneauHome_v2.html
- ⁸ Nebiológovia, a hlavne humanitní vedci, často označujú genetickú informáciu ako genetický kód. Napr. vo vyjadrení, „bol dešifrovaný genetický kód človeka“. Genetický kód je však skôr „šifrovacia tabuľka“, pravidlo priradovania určitých aminokyselín k určitým trojiciam báz, a nie gény, genetická informácia.
- ⁹ Bližšie o histórii objavu DNK a genetického kódu, ako aj podstate dedičnej informácie a evolúcie v knižke P. Sýkora. *Alchýmia života*, Bratislava: Smena 1988.
- ¹⁰ Teoreticky existuje $1,5 \times 10^{84}$ variantov genetického kódu.
- ¹¹ Pôvodný termín *gratuité* by sme mohli voľne preložiť ako neviazanosť. Ide vlastne o slovnú hračku vo francúzštine, ako upozorňuje prekladateľ J. Monoda do češtiny, pražský biosemiotik Antonín Markoš. Je to odvodenina z francúzskeho slova *gratuit*, čo znamená bezplatne, zadarmo, nezdôvodnenosť, no ani jeden z týchto významov podľa Markoša nevystihuje ducha tohto termínu a preto ho prekladá počestnou formou *gratuita*. (Markoš 2008, 177).
- ¹² O zostrihu RNK na http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_splicing, tiež v Barbieri 2006, 87-90.
- ¹³ <http://www.youtube.com/watch?v=nxvIKp-76io>, http://en.wikipedia.org/wiki/It's_a_Small_World
- ¹⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Pioneer_plaque
- ¹⁵ http://www.viewingspace.com/genetics_culture/pages_genetics_culture/gc_w03/davis_microvenus.htm
- ¹⁶ „Let man have dominion over the fish of the sea, and over the fowl of the air, and over every living thing that moves upon the earth.“ (Kac 1999, 310).
- ¹⁷ <http://www.ekac.org/biblemorse.html>
- ¹⁸ <http://www.ekac.org/kacode.html>
- ¹⁹ <http://www.ekac.org/bom.html>
- ²⁰ http://archives.chbooks.com/online_books/eunoia/

FROM BIOLOGICAL CYBERTEXT TO GENETIC POETRY

Remediation. Cybertext. Genetic Poetry. Biomedica. Bioart. Xenotext Experiment.

The goal of this study is to show that biological texts are not „texts“ only in a metaphorical sense, but in a full post-Lotmanian meaning of this term within literary studies. Genetic text written in DNA code is not a biological parallel to printed books, but rather a cybertext in the sense of Aarseth's definition of ergodic literature. The cybertextual feature of living cells creates a space for the creation of new forms of remediation of literary works within biomedica. It opens new horizons for a literary work and generates new literary forms, such as genetic poetry. First, we show how biological texts fulfil the criteria of Aarseth's cybertext definition, then we demonstrate the process of the remediation of literary texts into biomedica on the examples of the authors Wong, Davis, Kac and Bök.

Prof. RNDr. Peter Sýkora, PhD.
 Katedra filozofie
 Filozofická fakulta
 Univerzita Sv. Cyrila a Metoda
 Nám. J. Herdu 2
 917 01 Trnava
 petersykora111@gmail.com

Túto prácu podporila Agentúra na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0379-12 a projektom KEGA č. 004UCM-4/2013.