

NANOTECHNOLOGY AS A NEW PERSPECTIVE FOR MODERNIZATION OF TECHNICAL SUBJECTS CURRICULA AT PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS

Zuzana TKÁČOVÁ*, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovenská
republika

Přijato: 15. 1. 2017 / Akceptováno: 9. 3. 2017

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2017.007

Abstract: Nanotechnologies are currently considered to be promising and dynamically advancing scientific and technical trend, offering opportunities to improve the properties of traditional materials, or create entirely new ones. The paper will focus on the presentation of opportunities to link the issues of nanotechnology to existing curricula of technical subjects at primary and secondary schools in Slovakia with allocating of the appropriate subject areas and themes that can be upgraded by incorporating nanotechnology issues. We also provide the analysis of the materials, methodology and staff requirements for the implementation of nanotechnology into technical subjects teaching process.

Key words: curriculum, technology education, engineering, nanoeducation, nanotechnology.

NANOTECHNOLÓGIE AKO NOVÁ PERSPEKTÍVA PRE MODERNIZÁCIU KURIKULA TECHNICKÝCH PREDMETOV NA ZÁKLADNÝCH A STREDNÝCH ŠKOLÁCH

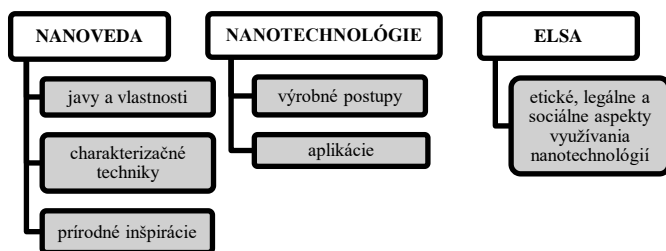
Abstrakt: Nanotechnológie sú v súčasnosti považované za perspektívny a dynamicky napredujúci vedecký a technický smer, ktorý ponúka možnosti, ako zdokonaľiť vlastnosti tradičných materiálov alebo vytvoriť úplne nové. V príspevku sa zameriame na predstavenie možností prepojenia problematiky nanotechnológií na existujúce kurikulum technických predmetov základných a stredných škôl na Slovensku s vyčlenením vhodných tematických oblastí a tém, ktoré je možné začlenením nanotechnológií modernizovať. Taktiež analyzujeme požiadavky na materiálne, metodické a personálne zabezpečenie implementácie nanotechnológií do vyučovacieho procesu technických predmetov.

Kľúčové slová: kurikulum, technické vzdelávanie, technika, nanovzdelávanie, nanotechnológie.

*Autor pro korespondenci: zuzana.tkacova@ukf.sk

1 Úvod

Nanotechnológie predstavujú technológie a postupy, ktoré prostredníctvom riadenej manipulácie s atómami alebo molekulami vytvárajú nanomateriály, nanozariadenia alebo nanostroje s výnimočnými vlastnosťami vyplývajúcimi z vlastností hmoty v nanorozmeroch. V súčasnosti sú považované za perspektívny a dynamicky napredujúci vedecký a technický smer, ktorý ponúka možnosti, ako zdokonaľiť vlastnosti tradičných materiálov alebo vytvoriť úplne nové. V každodennom živote je možné sa stretnúť s mnohými komerčnými výrobkami a zariadeniami, ktoré využívajú nanomateriály alebo nanotechnológie. Z pohľadu didaktiky predstavujú nanotechnológie silne interdisciplinárnu oblasť, ktorá prepája poznatky prírodných a technických vied a ponúkajú učiteľom možnosť obohatiť výučbu týchto predmetov o zaujímavé a predovšetkým aktuálne vedecké a technické poznatky. Preto sa od začiatku 21. storočia začali objavovať v rôznych krajinách (EÚ, USA, Japonsko, Austrália a i.) projekty a iniciatívy sledujúce prepojenie nanotechnológií s prírodovednými a technickými predmetmi v podmienkach základných a stredných škôl, ktoré postupne viedli k vytvoreniu odporúčaného nanotechnologického kurikula (obr. 1).



Obr. č. 1: Odporúčané nanokurikulum pre druhý stupeň ZŠ a SŠ (podľa European SchoolNet, 2010)

Základné východiská a odporúčania pre systematickú komunikačnú stratégiu venovanú nanotechnológiám v spoločnosti (kam spadá aj nanoedukácia na školách) môžeme nájsť v správe z Bruselského workshopu (Bonazzi & Palumbo, 2007), na ktorý nadviazali európske projekty, napr. Time for Nano (<http://www.timefornano.eu/>), NANOYOU (Nanotechnology for Youth, <http://nanoyou.eu/>), Nanochannels (<http://www.nanochannelsfp7.eu/>), Seeing Nano (<http://www.seeingnano.eu/>), NanoWOW (<http://www.crann.tcd.ie/Education-Outreach/NanoWOW.aspx>), Nano in My Life (<http://www.crann.tcd.ie/Education-Outreach/School-s-Programme/Nano-in-My-Life.aspx>) a ďalšie, využívajúce predošlé skúsenosti a didaktické prístupy navrhnuté a overené v nanocentrách v USA. Napriek značnej rozmanitosti edukačných aktivít a nástrojov zo spomínaných európskych projektov, všetky z nich pokrývajú jednotlivé oblasti a témy odporúčaného nanokurikula (podľa obr. 1).

Samotná implementácia nanotechnológií do vyučovacieho procesu závisí na špecifikách školy. Keďže európske krajiny neponúkajú nanotechnológie ako samostatný

predmet vo svojich oficiálnych vzdelávacích programoch, témy z nanokurikula sa zvyčajne presúvajú do príbuzných predmetov ako je fyzika alebo chémia (Kaya & Karatas, 2016), (Tkáčová & Lavický, 2014), (Stevens, Sutherland, & Krajcik, 2009). Technický a technologický charakter problematiky nanotechnológií však prirodzene otvára priestor na prepojenie aj na kurikulum technických predmetov v podmienkach ZŠ a SŠ, pričom ako inšpirácia môže poslúžiť kurikulum projektu NanoWOW a projektu Nano in My Life, určené pre druhý stupeň základnej školy.

2 Metódy

Pri spracovaní tejto štúdie sme vychádzali z obsahovej analýzy národných a medzinárodných kurikulumných dokumentov a výsledkov výskumných projektov zameraných na problematiku nanoedukácie na základných a stredných školách, najmä európskych projektov NANOYOU, Seeing Nano, NanoWOW, pri ktorých sme sa zamerali na selekciu dostupných materiálov vhodných jednak pre druhý stupeň základných škôl (v prepojení na tematické celky predmetu Technika), jednak pre stredné školy (v prepojení na odborné technické predmety).

3 Prepojenie výučby nanotechnológií na kurikulum technických predmetov

Na Slovensku vzdelávací štandard predmetu Technika na základnej škole (Štátny pedagogický ústav, 2014) v tematickom okruhu Technika zahŕňa tematické celky Človek a technika, Technické materiály a pracovné postupy ich spracovania a Technická elektronika, obsah ktorých je možné modernizovať zavedením niektorých špecifických tém z nanokurikula.

V tematickom celku Človek a technika je riešený vzťah medzi technickým, prírodným a spoločenským prostredím, ako aj otázky ochrany prírody a pozitívnych/negatívnych vplyvov techniky, čo je v nanokurikulu zastrešené problematikou ELSA (etické, legálne a sociálne aspekty využívania nanotechnológií). Využiť môžeme rôzne voľne dostupné videá na internete (napr. oficiálne video NanoInLife, <http://goo.gl/DSKZ4n>) alebo viacero metódik z projektu NANOYOU k rolovým hrám (<http://goo.gl/35Ctti>) zameraným na formovanie postojov k novým technológiám v spoločnosti a zvažovanie ich benefitov a prípadných rizík.

V tematickom celku Technické materiály a pracovné postupy ich spracovania je vhodné zaradiť do výučby ukážky niektorých nových typov inteligentných (SMART) materiálov (napr. magnetické kvapaliny, zliatiny s tvarovou pamäťou alebo elektricky vodivé polyméry), ktoré je možné zakúpiť prostredníctvom internetu jednak ako demonštračné pomôcky, jednak na tvorivé aktivity žiakov do ich vlastných projektov. Pri technických materiáloch sa spomínajú aj možnosti povrchových úprav, čo predstavuje priestor na ukážku alebo priame žiacke experimenty s nanomateriálmi v podobe rôznych druhov komerčne dostupných nanolakov, napr. odolných voči vode, špine, oderu, ohňu alebo meniacich farbu.

Tematický celok Technická elektronika ponúka priestor na začlenenie tém venovaných nanoelektronike s ohľadom na perspektívy vývoja nových elektronických zariadení (zobrazovacie jednotky, procesory, pamäťové zariadenia, inteligentné nositeľné elektronické zariadenia, nové druhy solárnych článkov, tlačaná elektronika a pod.).

Z pohľadu odborného technického a technologického vzdelávania na stredných školách sú možnosti integrácie nanokurikula do odborných predmetov bohatšie, keďže nanotechnológie nachádzajú v súčasnosti uplatnenie v mnohých oblastiach. Prirodzený priestor pre túto problematiku sa otvára v predmetoch venovaných materiálom a technológiám alebo fyzikálnym základom technických disciplín v elektrotechnických, strojárskych, energetických alebo chemických odboroch. V optimálnom prípade je možné nanokurikulum rozdeliť postupne do viacerých na seba nadväzujúcich predmetov tak, aby si študent postupne rozširoval vedomosti a prepájal ich s obsahom základných predmetov. Iný prístup predstavuje vytvorenie samostatného tematického celku v kurikulu vhodného odborného predmetu. Školy môžu zväziť aj ponúknutie samostatného voliteľného predmetu s kompletným nanokurikulom v rámci svojich školských vzdelávacích programov, čo je vhodné realizovať napr. pri školách elektrotechnického zamerania.

4 Požiadavky na materiálne, metodické a personálne zabezpečenie implementácie nanotechnológií do vyučovacieho procesu technických predmetov

Na podporu efektívnej implementácie nanotechnológií do vyučovania je nevyhnutné zabezpečiť vhodnú materiálnu a metodickú podporu vyučovacieho procesu, ako aj odbornú prípravu učiteľov.

Napriek prvotnému dojmu, že výučba nanotechnológií je v podmienkach bežnej triedy len ťažko realizovateľná, na trhu s učebnými pomôckami sú v súčasnosti k dispozícii ako jednotlivé pomôcky pre demonštračné, či experimentálne aktivity s konkrétnymi nanomateriálmi, tak aj komplexné riešenia formou tzv. nanokitov, edukačných sád pokrývajúcich systematicky celú oblasť nanokurikula, napr. NanoSchoolBox (<http://www.nanoschoolbox.de/>).

Metodickú podporu môžu učitelia čerpať z materiálov, ktoré vznikli ako súčasť riešenia medzinárodných nanoedukačných projektov, ktoré boli spracované aj do podoby rozsiahleho kompendia pre učiteľov (Filipponi & Sutherland, 2012); napriek tomu, že väčšina týchto materiálov je dostupná v anglickom jazyku, niektoré projekty priniesli výstupy dostupné aj v slovenskom alebo českom jazyku (napr. projekty NANOYOU a Seeing Nano). Vďaka rozmanitosti spracovaných materiálov získajú učitelia inšpirácie, ako vyučovať problematiku nanovedy a nanotechnológií pútavou a atraktívnou formou s využitím hier, pokusov, či multimédií aj bez nárokov na špeciálne materiálne a finančne náročné vybavenie.

V posledných rokoch sa začalo aj s odbornou prípravou učiteľov na vyučovanie nanotechnológií. Univerzitné a výskumné pracoviská na Slovensku ponúkajú tematické workshopy a prednášky pre učiteľov spojené s exkurziami do svojich laboratórií. Komplexný 60-hodinový akreditovaný program inovačného vzdelávania Základy nanovedy a nanotechnológií (Metodicko-pedagogické centrum, n.d.) ponúka pre učiteľov prírodovedných a technických predmetov na ZŠ a SŠ Metodicko-pedagogické centrum. Aj vďaka tejto iniciatíve sa postupne na Slovensku rozrastá sieť základných škôl, gymnázií aj SOŠ, ktoré zaradili nanotechnológie do kurikula svojich predmetov.

5 Diskusia

Prezentované možnosti modernizácie kurikula technických predmetov včleňovaním problematiky nanotechnológií rešpektujú súčasné požiadavky na technické vzdelávanie rozšírením tried techniky a technológií týkajúcich sa rozsiahlych skupín užívateľov, prirodzene reflektujú záujmy dnešných žiakov ako užívateľov týchto technológií a so zreteľom aj na širšie uplatňovanie postupov hodnotenia techniky a následkov jej využívania v spoločnosti (Serafin et al., 2016).

Nanotechnológie môžu pre nezainteresovaných predstavovať veľmi abstraktnú a odborne i technicky náročnú problematiku, ktorou by nemali byť žiaci základných škôl zaťažovaní. Tento prístup môže komplikovať implementáciu do kurikula na národnej alebo školskej úrovni. Avšak bohaté skúsenosti zo zahraničia poukazujú na pozitívne ohlasy a výsledky zo školskej praxe a aktuálne sa pracuje na nových edukačných projektoch, ktoré majú sprístupniť nanoproblematiku veku primeraným spôsobom deťom už vo veku 5-13 rokov.

Pri zavádzaní nanotechnológií do vyučovania je potrebná intenzívnejšia spolupráca s vysokými školami a výskumnými centrami, ktoré by mali aktívne participovať pri príprave učiteľov a učebných materiálov, realizácii odborných exkurzií a podpore žiakov pri realizácii ich vlastných výskumných a technických projektov. Priame prepojenie na regionálne výskumné a inovačné centrá zvyšuje atraktivitu problematiky nanotechnológií, čo ovplyvňuje motiváciu žiakov a ich ďalšie smerovanie k štúdiu technických disciplín a odborov.

6 Záver

Prebiehajúca reforma vzdelávania v základných a stredných školách umožňuje školám a učiteľom upravovať a prispôbovať vzdelávací obsah aj formy jeho sprístupňovania. Dostupné materiály, ale aj skúsenosti z realizovaných medzinárodných nanoedukačných projektov poskytujú konkrétne námety a inšpirácie, ako včleniť najnovšie poznatky vedy a techniky do vyučovania nenásilnou a pútavou formou. V súčasnej situácii pri klesajúcom záujme o technické štúdium tak môžu nanotechnológie ponúknuť perspektívny prístup k modernizácii ponúkaného technického kurikula na ZŠ a SŠ.

7 Literatúra

- Bonazzi, M., & Palumbo, J. (Eds.) (2007). Communication Outreach in Nanotechnology: from recommendations to action [Report from the Workshop, Brussels, 24-25 October, 2007]. *European Commission*. Dostupné z: http://cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanoo Outreach_action_final_mar_08.doc
- European SchoolNet (2010). *NANOYOU in School: Communicating NANotechnology to European YOUTH – Lesson modules*. Brusel: European SchoolNet. Dostupné z: http://nanoyou.eu/attachments/613_Nanoyou%20teacher%20guide.pdf
- Filipponi, L., & Sutherland, D. (2012). *Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities. A compendium for educators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kaza, N., & Karatas, H. (2016). Nanotechnology in the Curriculum: a Review of the Literature. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*, 8(2), 49-58. doi: 10.12973/ejpc.2016.00005a

Metodicko-pedagogické centrum (n.d.). *Program kontinuálneho vzdelávania: Základy nanovedy a nanotechnológií*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum. Dostupné z: http://www.mpc-edu.sk/library/files/zakl_nanovedy_a_nanotechnologii.pdf

Serafin, Č. et al. (2016). *Proměna kurikula technické výchovy v České a Slovenské republice po roce 1989*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science & engineering: a guidebook for secondary teachers*. Arlington, Virginia: NSTA Press.

Štátny pedagogický ústav (2014). *Vzdelávací štandard predmetu Technika – nižšie stredné vzdelávanie*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. Dostupné z:

http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/technika_nsv_2014.pdf

Tkáčová, Z., & Lavický, T. (2014). *Základy nanovedy a nanotechnológií pre učiteľov*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave.

Prehľad odkazov na nanoedukačné projekty a materiály:

Projekt Time for Nano (<http://www.timefornano.eu/>)

Projekt NANOYOU (Nanotechnology for Youth, <http://nanoyou.eu/>)

Projekt Nanochannels (<http://www.nanochannelsfp7.eu>)

Projekt Seeing Nano (<http://www.seeingnano.eu/>)

Projekt NanoWOW (<http://www.crann.tcd.ie/Education-Outreach/NanoWOW.aspx>)

Projekt Nano in My Life (<http://www.crann.tcd.ie/Education-Outreach/School-s-Programme/Nano-in-My-Life.aspx>)

Video NanoInLife, <http://goo.gl/DSKZ4n>)

Metodiky z projektu NANOYOU k rolovým hrám (<http://goo.gl/35Ctti>)

Edukačná sada NanoSchoolBox (<http://www.nanoschoolbox.de/>)