

# Valós és virtuális interaktív modellek a biológia oktatásában<sup>1</sup>

*Nagy Melinda – Dancsa Daniel*

*– Poráčová Janka – Bernátová Renáta*

## Real and Virtual Interactive Models in Biology Education

### Abstract

Models have long been used in science education. The models used in the teaching process, whatever their type, always promote understanding. The aim of this work is to demonstrate the use of a real interactive model in teaching biology in upper primary school and to investigate the feasibility of further models in the teaching process. Soil erosion in education was modelled using a real interactive model. Our model was created in the courtyard of a selected Hungarian primary school in Slovakia, where a sufficient amount of sand was available for the students to build relief shapes (hill and mountain). They watered the landscapes from a watering can with a rose, observing how the irrigation water, which was used to illustrate rainwater, eroded the soil surface. The modelling was used to investigate the results of applying 'anti-erosion' solutions to the landform. This was compared with how it looks when its free, uncovered surface is washed by rainwater. Our experience shows that the children, eager to engage in the modelling, took it as a game, and learned and experienced an important ecological phenomenon through play.

**Keywords:** Biology education; models; soil erosion

**Kulcsszavak:** biológiaoktatás; modellek; talajerózió

**Subject-Affiliation in New CEEOL:** Social Sciences – Education – School Education

**DOI:** 10.36007/eruedu.2021.4.5-17

## 1. A modellek és a modellalkotás elmélete

Annak ellenére, hogy régóta használnak modelleket a természettudományok oktatásában, a modellnek sokféle értelmezése van a tudományban és a közéletben egyaránt, ezért a modellezést mint iskolai tevékenységet nem egyszerű definiálni.

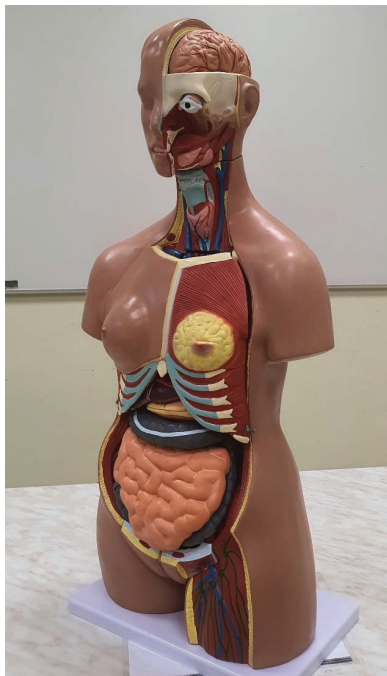
A modell a szakirodalom szerint a valóság kisebb-nagyobb részletének ideális képe, de egy törvény vagy egy koncepció is lehet modell. Ugyanakkor a modelleket leghatékonyabban a rendszer működésének a leírására, elemzésére és megmagyarázására használjuk. A modellezés tehát a megértést (a rendszer megértését) segíti elő (Chorley és Haggett 1967; Kirkby 1987; Makádi és mts. 2013).

<sup>1</sup> A tanulmány létrejöttét a 002PU-4/2021-es számú KEGA projekt „Univerzitná výučba genetiky inovovanými formami a metódami” támogatta.

Makádi és munkatársai (2013) szerint a modellek négy típusát különböztetjük meg:

- Statikus modellek
- Interaktív modellek
- Virtuális modellek
- Mentális modellek

A biológiatanítás elsősorban valóság helyettesítő technikaként alkalmazza a modelleket. Ezeknek korábban a leegyszerűsítés volt a meghatározó eleme és célja, valamint hogy kisebb vagy nagyobb méretben tárja a tanulók elé a természeti struktúrákat. Ez történik a statikus modellek használata során az oktatásban – amikor például az emberi szervek modellje (1. ábra), vagy egy konkrét szerv (pl. a hallócsontocskák) válnak megfoghatóvá. Ezek a statikus modellek azonban nem érzékeltetik a jelenség működését.



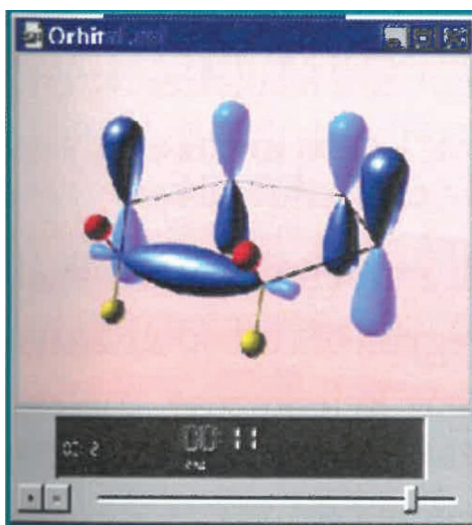
1. ábra: Statikus modell: Emberi szervek

Az interaktív modellek már működő struktúrák, amelyek a tanuló vagy tanár aktív részvételét igénylik. A jelenség változásait vagy a jelenség részeinek egymásra való hatását tudják bemutatni, mint például pálinka előállítására alkalmas kicsinyített modell, amely elfér egy asztalon (Csémi 2014), vagy az egyetemi oktatás céljaira készült laboratóriumi sörfőző berendezés segítségével (2. ábra). A tanuló ezeknél a modelleknél tevélegesen vesz részt a jelenség létrehozásában.



2. ábra: Interaktív modell: Sörfőző a Sapiaientia – EMTE Csíkszeredai Karán  
(fotó: Nagy M. 2021)

A virtuális modellezés előnye, hogy olyan jelenségeket is szemléltetni tudunk segítségével, amelyek a valóságban iskolai körülmények között nem lennének megfigyelhetők. A virtuális modellek a méretüknél fogva nem befogatható jelenségek szemléltetési módjai a virtuális térben – segítségükkel modellezhetünk nagyméretű komplex jelenségeket és folyamatokat, amelyek méretük vagy időtartamuk miatt nem figyelhetők meg a valóságban teljes folyamatukban (például az üvegházhatás kialakulása – 4. ábra), vagy egészen apró, szemmel nem látható jelenségeket, például molekulákat, azok egymásra hatását, kémiai reakcióit (3. ábra) stb. (Juhász 2011, 2016; Juhász et al. 2006).



3. ábra: Virtuális modell: Az electrociklusos reakció animációja (Juhász és Matulík 1999)

A negyedik típusú modell, a mentális modellezés a gondolati modellek felállítását feltételezi, például amikor gondolat kísérletet végzünk, s ahhoz modellezzük az idealizált külső környezeti körülményeket – például a bioritmusból adódó testhőmérséklet-változásokat 24 óra alatt, miközben a modellben kizárunk minden zavaró körülményt (a környezet hőmérsékletváltozását, a hirtelen fizikai terhelésből származó hőtermelést, a más személyekkel való konfliktusból származó stresszreakciót stb.). Ennek használata az oktatásban ritka jelenség, nemcsak az általános és középiskolában, hanem az egyetemi képzésben is.

## 2. Valós és virtuális modellek a természettudományokban

A valós modellek régóta használatosak a természettudományok oktatásában. Ezek lehetnek olyan artefaktumok, amelyeket kifejezetten oktatási céllal állítanak elő (például egy szilikon vagy modell, amelyik a szívet formálja meg), vagy olyan objektumok, amelyek természeti eredetűek (például a marokkövek a kőzettan oktatásához, vagy egy eredeti teknőspáncél).

A valós modellek hátránya, hogy annyi példányra van szükség belőlük, ahány helyszínen szeretnénk őket bemutatni.

A virtuális modell ezzel szemben könnyen multiplikálható, de informatikai eszközök alkalmazását feltételezi, hiszen ezek a modellek, miközben megfelelnek a modellekkel szemben támasztott követelményeknek, egy virtuális térben jönnek létre. Az iskolák napjainkban fel vannak szerelve alapvető informatikai eszközökkel, és általában számíthatunk arra is, hogy a tanulók otthonában is megtalálhatóak azok az eszközök, amelyek a virtuális modellek megtekintéséhez szükségesek.

Ezek a modellek a virtualitást kihasználva azért nagyon jól alkalmazhatóak a közoktatásban a természettudományi tárgyak tanítására, mert általuk megszűnik minden korlátozás: egy virtuális modell képes ábrázolni egy nanorészecskét, de akár egy több millió fényév átmérőjű csillagászati objektumot is, vagy képes néhány perc alatt bemutatni több milliárd évnyi történetet, de a másodperc törtrészét is le tudja lassítani akár több perces filmre. További előny, hogy ugyanazt a modellt számos tanuló tudja egyszerre használni anélkül, hogy ebben egymást korlátoznák.

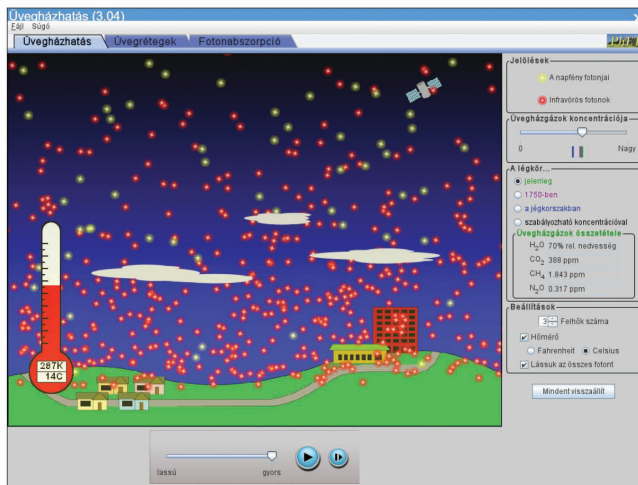
A közoktatásban ezeket a modelleket jellemzően a természettudományi tantárgyak támogatására használják, azokból is a legelterjedtebbek a fizikaoktatásban, kémiaoktatásban, de előfordulnak a biológia- és a földrajztanításban is. Magyar nyelven is elérhető szimulációkat találunk például a University of Colorado Boulder „Interaktív szimulációk matematikához és természettudományokhoz” c. weblapján (<https://phet.colorado.edu/hu/>). A PhET szórakoztató, interaktív és kutatáson alapuló ingyenes szimulációkat ajánl fel fizikai jelenségekről. Hitvallásuk szerint a kutatáson alapuló megközelítésük – amely mások korábbi eredményeit és a saját új kutatásaikat egyaránt tartalmazza – segíti a diákokat abban, hogy kapcsolatot találjanak a hétköznapi jelenségek és a mögöttes tudomány között, elmélyítve a fizikai világ megértését és értékelését.

### 3. Virtuális modellek a biológiában

A biológiaoktatásban a virtuális modellezés leginkább animációkkal és szimulációkkal valósul meg.

A biológiatanítás számára jelenleg rendelkezésre álló animációk döntő többsége a mozgófilmet helyettesíti. Ha párhuzamot vonunk az animáció és a videofilm között, az animáció előnye, hogy azoknál élni lehet a részletek kiemelésével vagy éppen eltompításával, így a tanuló nem veszik el a sok kis részletben, azonnal látathatóvá válik, mi a fontos.

A szimulációk előnye, hogy lehetővé teszik a tanulói beavatkozást, tehát a szempontszerű vizsgálódást is – például az üvegházhatás kialakulását bemutató szimuláció esetében (4. ábra) módosíthatóak bizonyos paraméterek – az üvegházhatásért felelős gázok koncentrációja, a felhők száma, illetve az antropogén eredetű objektumok száma a tájban.



4. ábra: Az üvegházhatás folyamata (Adams et al. 2021)

### 4. Célkitűzések

A munka célja bemutatni egy valós interaktív modell felhasználását a biológiaoktatásban az alapiskola felső tagozatán, valamint megvizsgálni a további modellek felhasználhatóságát az oktatási folyamatban.

## 5. Anyag és módszerek

Az oktatásban a talajeróziót modelleztük valós interaktív modell segítségével. A modell megalkotásának a helyszíne egy kiválasztott szlovákiai magyar alapiskola udvara volt, ahol rendelkezésre állt a kellő mennyiségű homok, amelyből a tanulók domborzati formákat (hegyet és dombot) építettek (5. ábra).



5. ábra: Homokhegy az első fázisban (fotó: Dancsa D. 2021)

## 6. Valós interaktív modell alkalmazásának eredményei a biológiaórán

A domborzati formákat ezután rózsával ellátott öntözőkannából vízzel locsolták (6. ábra), megfigyelve, hogyan erodálja a csapadékvíz szemléltető öntözővíz a talajfelszínt annak függvényében, milyen lejtőszöget sikerült kialakítani (7. ábra).

A domborzati formák egy részénél „eróziógátló” megoldásokat alkalmaztunk. Ilyen lehet a valóságban a növényzet gyökere, vagy más mesterséges megoldások, például az autópályák mellett gyakran alkalmazott fűhálók vagy rekeszek kihelyezése, amelyek megfognak a talajt a meredek lejtőn, amíg a növényzet gyökere át nem szövi azt. Homokozói modellünkben megvizsgáltuk, milyen eredményre vezet, ha a domborzati forma felszínét fűcsomókkal borítjuk, összevetve azzal, ha szabad növénytakaró nélküli felszínét mossa a csapadékvíz.



6. ábra: A homokhegy öntözése (fotó: Dancsa D. 2021)

A gyerekek nagyon szemléletesnek találták, hogy bármit tettek a felszínre (gyökérzet, szúnyogháló, géz, fásli, moha, kavics), az megakadályozta vagy csökkentette a talajeróziót a szabadon hagyott felszínhez képest (8. ábra).



7. ábra: Eróziós folyamatok szemléltetése homokhegyen (fotó: Dancsa D. 2021)

Az eróziós valós interaktív modellnek az alkalmazása nemcsak terepen vagy udvaron lehetséges, hanem bent az osztályteremben is, homokasztal, vagy egy nagy tálca segítségével. A modell használata nem jelent nagy kihívást, az eszközök olcsón beszerezhetőek, nem is különösebben időigényes az előkészítése. A legnagyobb „veszélyt” a benti alkalmazás során az jelenti, ha a gyerekek belelendülve a modellezésbe nem ügyelnek a tisztaságra, és a homok egy része a padlóra kerül.



8. ábra: Eróziós folyamatok gátlásának szemléltetése (fotó: Dancsa D. 2021)

Tapasztalataink azt mutatják, hogy a gyerekek (de a tanítóképzős egyetemisták is) szívesen bekapcsolódtak a modellezésbe, játéknak vették, és játszva tanultak, szereztek tapasztalatokat egy fontos ökológia jelenséggel kapcsolatban.

## 7. 3D-s virtuális modellek a biológiatanításban

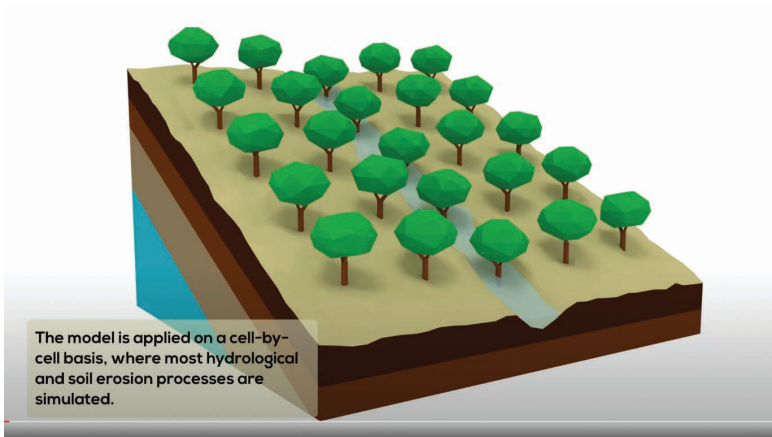
A virtuális modellek speciális formáját jelentik a 3D-modellek. Ebbe a kategóriába sorolhatók azok a 3D-modellek, amelyek természeti struktúrák térbeli forgatását, különböző irányból történő megtekintését, szétszedését, összerakását, valamint különböző folyamatok tanulmányozását teszik lehetővé.

Például egy 3D rovar-modell előnye a valóssal szemben abban áll, hogy felnyitva ábrázolja a rovarot. Ha párhuzamot vonunk az animáció és a videófilm között, azok különbségeihez hasonlóan a 3D-modelleknél is élni lehet a részletek kiemelésével vagy éppen eltompításával, így a tanuló nem veszik el a sok kis részletben, azonnal láthatóvá válik, mi a fontos. Ráadásul itt a valóság lefilmezésével ellentétben lehetőség van kiemelni bizonyos jelenségeket, struktúrákat, a kevésbé fontosakat pedig elnyomni, vagy nem ábrázolni. Nem utolsó szempont az sem, hogy ezzel a módszerrel megelőzhető az élőlények pusztítása is, hiszen egy rovarból készült modell sok helyen egyszerre és hosszú időn keresztül lesz használható az oktatásban.

A felvázoltakkal ellentétben azonban a talajerózió valós szemléltetése nem jár élőlények pusztulásával. Viszont lehetnek helyzetek, körülmények, amikor minden előnye ellenére ez a valós eróziós modell nem lesz alkalmazható. Ilyen esetben javasoljuk az eróziót szemléltető virtuális modelleket, melyekből több is elérhető az interneten, általában angol nyelvű változatban.

Egyik példa erre Eekhout és de Vente (2018) „SPHY-MMF – Coupled Hydrology-Soil Erosion Model”-je, amely videó formájában érhető el az online térben (9. ábra).





9. ábra: 3D virtuális modell a talajerosió szemléltetésére (Eekhout és Vente 2018)

## 8. Megvitatás

Az oktatás minőségének biztosítása érdekében, hogy a tanítási folyamat a mindenkori elvárásokhoz és lehetőségekhez igazodjon, új módszerek és oktatási formák alkalmazására van szükség (Zahatňanská et al. 2019).

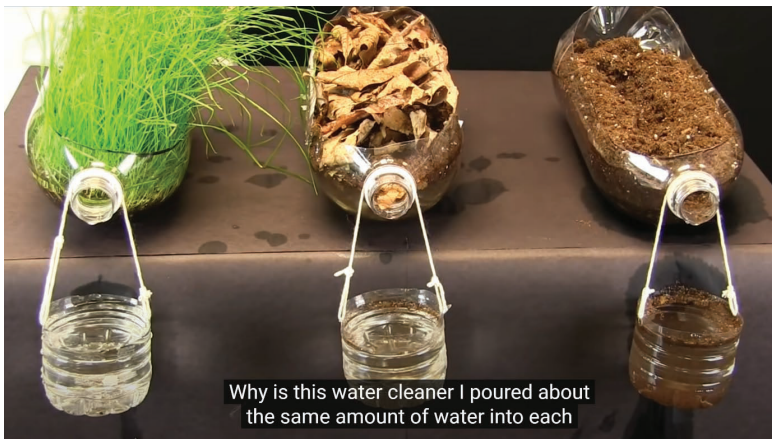
A Selye János Egyetem Tanárképző Kara Biológia Tanszéke az Eperjesi Egyetem Humán és Természettudományi Tárgyak Kara, valamint Tanítóképző Kara munkatársaival évek óta együttműködve folytat kutatásokat a tantárgypedagógia területén, valamint a biológia és természetismeret tanításának módszertanában. Eddigi eredményeink tudományos folyóiratokban (Bernátová et al. 2019, 2020) és tankönyvekben jelentek meg (Poráčová et al. 2014a, 2014b, 2015, 2021).

A cikkünkben említett valós és virtuális modelleken kívül is célszerű további újszerű oktatási módszereket alkalmazni az oktatásban. Elvárható például a webes alkalmazások oktatási folyamatba történő integrálása (Czakóová 2016; Czakóová és Szőköl 2012; Puskás 2018a), az információs és kommunikációs technológiák és speciális szoftverek (Czakóová és Stoffová 2020; Kiss és Árki 2016; Puskás 2018b; Mydlár et al. 2008; Poráčová et al. 2008; Bernátová et al. 2020) használata, különösen a világjárvány miatt online megvalósuló oktatás esetén.

A motivációs stratégiák alkalmazása és a tanulók kreativitását támogató megoldások (Puskás 2017, 2019) is rendkívül fontosak ilyenkor. A tanárképzésnek feladata, hogy a leendő pedagógusokat felkészítse ezekre a kihívásokra. A tanítási módszerek és a különféle munkaformák sokszínűsége enyhíti az egyhangúságot, és az aktivizáló módszerek is effektíven növelik a tanítási folyamat hatékonyságát (Zahatňanská és Kušnírová 2017).

A talajerosiót bemutató valós interaktív modell mellett a világhálón hozzáférhetőek további virtuális modellek, amelyek előkészítése a miénknél időigényesebb lehet, de videón történő bemutatásuk jól kiegészítheti saját valós modellünk magyarázatát. Ilyen lehet például Hottenstein (2015) „Erosion and Soil” című videója

(10. ábra), ahol részletesen bemutatásra kerül a növényi gyökerek megkötő ereje.



10. ábra: „Erózió és talaj” virtuális modell – Hottenstein (2015)

A Selye János Egyetem Gazdaságtudományi és Informatikai Kara Informatika Tan-  
székének munkatársai modellezéssel is foglalkoznak. Elsősorban a kulturális örök-  
ség artefaktumainak megőrzését célozták meg, a komáromi Lapidárium kőtár-  
gyainak 3D-s megjelenítését, de további épületek külső és belső architektúráját is  
sikerrel modellezték már (Czakóová és Takác 2020; Fröhlich et al. 2020; Gubo  
et al. 2020; Takác 2017, 2020; Takác és Végh 2021a, 2021b). Ezek a modellek  
felhasználhatók a biológiatanár-képzés antropológia tantárgyában, de még érté-  
kesebbek azok a tapasztalatok, melyek alapján biológiai objektumok modellezé-  
se is megvalósítható. Tervezett közös kutatásunk valószínűleg újszerűen hat majd,  
hiszen eddig 3D-modelleket az oktatásban elenyésző mértékben használtak. Az  
általunk előállítandó modellek közelebb hozhatják a diákok számára azt a világot  
és annak felépítését, amelyet nem minden nap látunk. Az oktatás ismételt online  
keretek közé szorulása esetén pedig gyakorlatilag egyedüli eszköz lehet arra,  
hogy a pedagógus helyettesítse a közös terepi vagy laboratóriumi bemutatót. Vár-  
ható eredményeinket valószínűleg nem csupán az oktatás üdvözlőné, hiszen egy  
3D-modell raktározása is sokkal könnyebb, így a szaktanterek és esetleg a mú-  
zeumok is felhasználhatják azokat. Természetesen a legnagyobb jelentőséggel az  
oktatásba történő beemelésük bírhat.

## 9. Összegzés

A tanulmány a valós és virtuális modellek alkalmazási területeit vizsgálja a biológia  
tanításában egy konkrét valós interaktív modellre fókuszálva, amely a talajerózió  
működését modellezi: a gyerekek a homokból létrehozott domborzati formákat ró-  
zsával ellátott öntözőkannából vízzel locsolva figyelték meg, hogyan erodálja a csa-  
padékvíz a talajfelszínt annak függvényében, milyen lejtőszöveget sikerült kialakítani,

vagy milyen eróziógátló található a felületen vagy a talajban. Tapasztalataink azt mutatják, hogy a gyerekek (de a tanítóképzős hallgatók is) szívesen bekapcsolódtak a modellezésbe, játszva tanultak, szereztek tapasztalatokat egy fontos ökológia jelenséggel kapcsolatban. Tapasztalataink alapján tovább folytatjuk a virtuális és valós modellek integrálását a biológiaoktatásba.

## Irodalom

Adams, W – Blanco, J. – Lancaster, K – LeMaster, R. – Loeblein, T. – Parson, R. – Perkins, K., – Wieman, C. (2021): Üvegházhatás Verzió 3.04. PhET Interactiv simulations. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/hu/simulations/greenhouse/credits> (Leoltve 2021. május 31.).

Bernátová, R. – Bernát, M. – Poráčová, J. – Nagy, M. – Sedlák, V. – Sepešiová, M. – Vadašová, B. (2019): Visualization of the logical structure of biologically and ecologically oriented curriculum and its application in teaching to increase the level of understanding of causality (Coherence of cause and effectin) in the curriculum. *Journal of Science Education* = Revista de Educacion en Ciencias = Revista de Educacion en Ciencias. Vol. 20, no. 2 (2019), p. 54–75. SCOPUS. ISSN 0124-5481.

Bernátová, R. – Bernát, M. – Poráčová, J. – Nagy, M. (2020): Teaching of the thematic unit photosynthesis in the natural sciences with didactics for teacher training programmers in primary education with the support of the interactive whiteboard. *Journal of Science Education* = Revista de Educacion en Ciencias. Vol. 21, no. 2 (2020), p. [1–10]. ISSN 0124-5481.

Chorley, R. J. – Haggett, P. (1967): *Models in geography*. London: Methuen, 816 p.

Czakóová, K. – Szőköl, I. (2012): Alkalmazásfejlesztés a leendő tanítók részére Imagine programkörnyezetben. In: *New technologies in research, science and education*. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2012, p. 139–144. ISBN 978-80-8122-063-0.

Czakóová, K. (2016): Tvorba vlastných aplikácií v Imagine. In: *Úvod do programovania v prostredí mikrosvetov*. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2016, p. 34–55. ISBN 978-80-8122-170-5.

Czakóová K. – Stoffová V. (2020): Tanárjelöltek tanítási gyakorlatának jelenlegi kérdései, a tanárképzés digitális átalakítása. In: *InfoDidact 2020: 13. Informatikai Szakmódszertani Konferencia*. Budapest: Webdidaktika Alapítvány, 2020, p. 215–222. ISBN 978-615-80608-4-4.

Czakóová, K. – Takáč, O. (2020): Tvorba realistického modelu v rámci obsahu predmetu stredoškolskej informatiky. In: *Proceedings of 33. DidMatTEech 2020 Conference: New methods and technologies in education, research and practice : New methods and technologies in education, research and practice*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2020, p. 14–21. ISBN 978-963-489-244-1.

Csémi J. (2014): *A pálinka előállítás és minőségi mutatóinak elemzése*. Záródolgozat (Témavezető: Gyepes, R.). Komárom: Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Biológia Tanszék.

Eekhout, J. – de Vente, J. (2018): SPHY-MMF - Coupled Hydrology-Soil Erosion Model. Sep 3, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=yP1o5w3VEN8>

- Fröhlich R. – Kató Z. – Gubo Š. – Tamás L. – Végh L. – Takáč O. (2016): 3D-2D adatok fúziója kulturális örökségvédelmi alkalmazásban = 3D-2D Data Fusion in Cultural Heritage Applications ENELKO 2016. 17. Nemzetközi energetika-elektrotechnika konferencia: SzámOkt 2016 – 26. Nemzetközi számítástechnika és oktatás konferencia. Cluj-Napoca: EMT, 2016, p. 188-193. ISSN 1842-4546,
- Gubo, Š. – Kmeť, T. – Molnár, A. – Takáč, O. (2020): A Multi-range Approach for Cultural Heritage Survey: A Case Study of a Medieval Church in Slovakia / DOI 10.1109/SAMI48414.2020.9108724. IEEE 18th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics: proceedings, Danvers: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020, p. 117–122. SCOPUS. ISBN 978-1-7281-3149-8.
- Hottenstein, J. (2015): Erosion and Soil. Feb 28, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=im4HVXMG168>
- Ijiri T. – Todo H. – Hirabayashi A. – Kohiyama K. – Dobashi Y. (2018): Digitization of natural objects with micro CT and photographs, PLoS ONE 13(4): e0195852.DOI:10.1371/journal.pone.0195852 – 18 p.
- Juhász Gy. (2011): A számítógépes molekulamodellzés helye a kémiatanár-képzésben. In: *Természettudományok tanítása – korszerűen és vonzóan*. Budapest: ELTE, 2011, p. 573–576. ISBN 978-963-284-224-0.
- Juhász Gy. (2016): *A számítógépes molekulamodellzés és a kémiai kötés elméletének oktatása*. Győr: Palatia Nyomda és Kiadó, 2016, 116 p. ISBN 978-963-7692-78-9.
- Juhász, J. – Matulík, D. (1999): *Školské pokusy s počítačom. Aktuálne problémy vyučovania chémie na ZŠ a SŠ: Zborník z medzinárodnej konferencie*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 1999, p. 224–230. ISBN 80-85756-40-4.
- Juhász, Gy. – Kyseľ, O. – Hegedús, O. (2006): Molekulové modelovanie v príprave budúcich učiteľov. In: *Mezinárodní seminář – Soudobé trendy v chemickém vzdělávání*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2006, p. 85–89. ISBN 80-7041-560-6.
- Kirkby, M. J. (1987): *Computer simulation in Physical geography*. Chichester: Wiley, 47 p.
- Kiss, G. – Árki, Z. (2016): Comparison of the ICT literacy level of the Slovakian and Hungarian students in the higher education. DOI 10.1051/shsconf/20162601093 *ERPA International Congresses on Education*. Cedex a, France: E D P SCIENCES, 2016, Vol. 26 (2016), p. [1-9]. WoS.
- Makádi M. – Horváth G. – Farkas B. P. (2013): *Vizsgálati és bemutatósi gyakorlatok a földrajztanításban*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem. Online: [https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073\\_vizsgalati\\_bemutatasi\\_gyakorlatok\\_foldrajzitanitasban/index.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073_vizsgalati_bemutatasi_gyakorlatok_foldrajzitanitasban/index.html).
- Mydlár, J. – Mydlárová Blaščáková, M. – Poráčová, J. – Zahatňanská, M. (2008): Utilization ICT in teaching and educating. In: *Information and communication technology in natural science education – 2008*: proceedings of international scientific practical conference. Šiauliai: Šiauliai University, 2008, p. 77–78. ISBN 978-9986-38-943-9.
- Poráčová, J. – Zahatňanská, M. – Takaczova, M. – Mydlárová Blaščáková, M. (2008): Education software for biology teaching. In: *Information and communication technology in natural science education – 2008*: proceedings of international scientific practical conference. Šiauliai: Šiauliai University, 2008, p. 83–87. ISBN 978-9986-38-943-9.
- Poráčová, J. – Nagy, M. – Mydlárová Blaščáková, M. – Sedlák, V. – Vašková, J. – Kotosová, J. – Pošiváková, T. – Konečná, M. – Frimmerová, A. (2014a): *Cvičenia z fyziológie živočíchov a človeka*. Prešov: FHPV PU v Prešove, 313 p. ISBN 978-80-555-1149-8.
- Poráčová, J. – Nagy, M. – Bernátová, R. – Bernát, M. – Vaško, L. – Vašková, J. – Zahatňanská, M. – Mydlárová Blaščáková, M. – Sedlák, V. – Vadašová, B. – Kotosová, J.

– Roháčová, T. – Pošiváková, T. – Konečná, M. – Frimmerová, A. (2014b): *Fyziológia živočíchov a človeka*. Prešov: Fakulta humanitných a prírodných vied PU v Prešove, 2014, 591 p. ISBN 978-80-555-1150-4.

Poráčová, J. – Nagy, M. – Mydlárová Blaščáková, M. – Sedlák, V. – Vašková, J. – Bernátová, R. – Vadašová, B. – Kimáková, T. – Lukáč, N. – Massányi, P. – Zahatňanská, M. – Kolesárová, A. – Odlerová, E. – Pošiváková, T. – Kotosová, J. – Frimmerová, A. (2015): *Ekofyziológia živočíchov a človeka*. Prešov: Prešovská Univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, 584 p. ISBN 978-80-555-1524-3.

Poráčová, J. – Nagy, M. – Vašková, J. – Vaško, L. – Mariychuk, R. – Zahatňanská, M. – Mydlárová Blaščáková, M. – Konečná, M. – Gruľová D. – Sedlák, V. – Avuková A. – Vašková H. (2021): *General and applied biochemistry for natural sciences*. Budapest: Budapest University of Technology and Economics, 2021, 225 p. ISBN 978-963-421-847-0.

Puskás, A. (2017): Motivational Strategies in English Teacher Training. In: *Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Univerzity J. Selyeho – 2017: „Hodnota, kvalita a konkurencieschopnosť – výzvy 21. storočia”* – Sekcie pedagogických vied. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2017, CD-ROM, p. 185–192. ISBN 978-80-8122-222-1.

Puskás, A. (2018a): Webové aplikácie v príprave budúcich učiteľov cudzích jazykov. In: *Inovácie v pregraduálnej príprave učiteľov s využitím webových aplikácií*. Komárom: KOMPRESS Nyomdaipari Kft., 2018, p. 51–62. ISBN 978-615-00-2597-1.

Puskás, A. (2018b): Using Information and Communication Technology in the Training of Future English Teachers. In: *Zborník 10. medzinárodnej vedeckej konferencie Univerzity J. Selyeho – 2018*. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2018, p. 49–55., CD-ROM. ISBN 978-80-8122-251-1.

Puskás, A. (2019): Higher education challenges: Improving cooperation and creativity by using drama techniques in EFL teacher training. In: *IMCIC 19: The 10th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics*. Orlando: International Institute of Informatics and Systematics, 2019, p. 153–158. ISBN 978-1-941763-97-1. SCOPUS.

Takáč O. (2017): *Modellezés és szimuláció*. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2017, 235 p. ISBN 978-80-8122-203-0.

Takáč, O. (2020): Možnosť implementácie ochrany kultúrneho dedičstva do vyučovania informatiky. In: *The Possibility of Implementing the Protection of Cultural Heritage in the Teaching of Informatics. Didinfo 2020: medzinárodná konferencia o vyučovaní informatiky: Medzinárodná konferencia o vyučovaní informatiky*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020, p. 97-102. ISBN 978-80-7494-532-8. ISSN 2454-051X, online.

Takáč, O. – Végh, L. (2021a): Possibilities of Using Photogrammetry in the Teaching Process. 2021. In: *EDULEARN21: 13th International Conference on Education and New Learning Technologies*. 5th–6th July, 2021, p. 9237–9242. ISBN: 978-84-09-31267-2.

Takáč, O. – Végh, L. (2021b): Usage of Uavs in the Protection of Cultural Heritage in the Teaching of Computer Science. 2021. In: *INTED2021: 15th International Technology, Education and Development Conference*. 8th–9th March, 2021, p. 9987–9992. ISBN: 978-84-09-27666-0.

Zahatňanská, M. – Kušnírová, E. (2017): *Metódy podporujúce aktívne vyučovanie*. Prešov: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity, 2017, 178 p. ISBN 978-80-555-1959-3.

Zahatňanská, M. – Poráčová, J. – Roháčová, T. (2019): Požiadavky na učiteľa v informačnej spoločnosti. In: *Vysokoškolské vzdelávanie v modernej spoločnosti: Vedecký medzinárodný recenzovaný zborník* (eds. Daniela Hrehová, Gizela Brutovská, Václav Liška, Peter Gallo). Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2019, p. 169–174. ISBN 978-80-553-3517-9.