

PREPOJENOSŤ VÝBERU UČEBNÝCH OBSAHOV, ZISŤOVANIA VÝKONOV ŽIAKOV A PREDSTÁV UČITEĽOV. VÝZNAM EMPIRICKÝCH VÝSLEDKOV VÝSKUMU DIDAKTIKY BIOLÓGIE NA PRÍKLADE VYUČOVANIA EVOLÚCIE

Patrícia Jelemenská

Anotácia: *Približne od 90-tych rokov sa v súvislosti s konštruktivistickými prístupmi k vyučovaniu v českej a slovenskej pedagogickej literatúre začínajú dostávať do pozornosti výskumy zamerané na predstavy žiakov, či učiteľov. Transformácia vzdelávania je jednou z možností reálneho presadenia konštruktivistických prístupov do školskej praxe. Na základe empirických výsledkov výskumu didaktiky biológie je v príspevku tematizovaná zmysluplnosť zohľadnenia takýchto prístupov vo vzdelávaní.*

Vyučovanie je komplexný proces. V tejto sieti vzťahov je potrebné zmysluplne identifikovať také prvky, ktoré sú pre úspešnosť vyučovania kľúčové. Príspevok sa venuje výskumu a významu zakomponovania jeho výsledkov do procesu vzdelávania na rôznej úrovni vzdelávacieho systému, t.j. dôležitosti zohľadnenia výsledkov výskumu pri výbere učebných obsahov, či zisťovaní výkonov žiakov ako i zohľadnenia týchto aspektov predovšetkým pri vzdelávaní študentov učiteľstva. Tieto aspekty sú predstavené ako integrálna súčasť výskumného rámca Modelu didaktickej rekonštrukcie.

Kľúčové slová: *model didaktickej rekonštrukcie, výskum predstáv žiakov, vzdelávanie budúcich učiteľov, PCK, tvorba zmysluplného učebného prostredia, konštruktivizmus, koncepčná rekonštrukcia, evolution.*

Key words: *model of educational reconstruction, investigation of student conceptions, preservice-teacher education, pedagogical content knowledge, constructivism, conceptual reconstruction, evolution.*

1. Úvod

Niektoré z dôvodov, ktoré vedú k reforme vzdelávania v Slovenskej a Českej republike, či v medzinárodnom rozsahu zdôrazňuje nasledovný úryvok zo životných príbehov fyzika Roberta P. Feynmana (Leighton 1990). Predtým ako bola Robertovi P. Feynmanovi udelená Nobelova cena (1965), absolvoval prednáškový pobyt v Brazílii. Na konci jeho prednáškovej činnosti bol požiadaný o zhrnutie svojich skúseností zo

spôsobu vyučovania v tejto krajine. Feynman doslova šokuje poslucháčov, keď vyhlási, že v Brazílii sa žiadna veda na školách, či univerzitách nevyučuje. Problém podľa neho je v tom, že učenie žiakov, či študentov spočíva v memorovaní poznatkov, pričom ľudia sa učia robiť len skúšky. To, že dané slová skutočne aj niečo znamenajú, si pri učení a pri výuke málokto uvedomuje. R. P. Feynman podkladá svoje tvrdenie prehodnotením učebných textov v učebniciach, pričom kriti-

zuje ich výstavbu založenú len na definíciách a na zjednodušenom, často až nesprávnom podaní poznatkov. Učebný text vedie k abstrakcii javu a nie k jeho pochopeniu, resp. znázorneniu problému na konkrétnom príklade, ktorý žiak, či študent môže ľahko realizovať, či pozorovať v každodennom živote. Feynman sa v nasledovnom snaží odľahčiť danú kritiku a ako príklad toho, že aj cez takýto vzdelávací systém je možné sa prehrýzť, poukazuje na dvoch študentov majúcich iný prístup k učeniu a na jedného profesora. Avšak študenti vyhlásili, že doteraz študovali v Európe a spomínaný profesor síce vyšťudoval v Brazílii, ale počas vojny sa všetko musel naučiť sám. Úryvok na jednej strane naznačuje dôležitosť prvkov vzdelávacieho systému pre výsledky vzdelávania, na strane druhej poukazuje na význam individuálnych prístupov a predstáv ako predpokladov učenia.

Vo všeobecnosti sa (aj v súčasnosti) pri kurikulárnej reforme zdôrazňuje, že každé učenie, či inštitucionalizované vzdelávanie je predovšetkým výsledkom vzájomnej prepojenosti troch prvkov – výberu a štruktúrovania obsahov vzdelávania (kurikula), tvorby prostredia výuky učiteľom a evaluácie výsledkom vzdelávania (Osborne 2007). Niektoré štúdie naznačujú, že kurikulárna reforma nevedie jednoznačne k zvyšovaniu záujmu, resp. k angažovanosti žiakov v prírodovedných predmetoch. Zdá sa, že najdôležitejšou determinantou, ktorá vedie k angažovanosti žiaka, je kvalita výuky spojená s kvalitou učiteľa (Osborne et al. 2003). Tento aspekt sa dostáva čoraz viac do centra pozornosti aj na Slovensku, či v Čechách (pozri napr. Gavora 2008, Janík et al. 2007).

Príspevok má charakter prehľadovej štúdie prác vychádzajúcich z teoretického pozadia Modelu didaktickej rekonštrukcie (Kattmann et al. 1997). Náročnosť tvorby prostredia vyučovania učiteľom je zdôraznená

na základe prehodnotenia problémov s výberom a štruktúrovania učebných obsahov pre učenie, či evaluáciou výsledkov vzdelávania. V tejto súvislosti sú v závere naznačené možnosti ďalšieho vzdelávania učiteľov (či vzdelávania študentov učiteľstva).

2. Predmet výskumu odborových didaktík

2.1 Komunikatívne poňatie odborových didaktík

V súvislosti s výskumom odborových didaktík sa v českých odborných kruhoch stále viac podrobnejšie rozoberá problematika ich predmetu výskumu. Viacerými autormi je zdôrazňovaná komunikácia odboru, t.j. výskum procesu sprostredkovania poznania v odbore k jeho užívateľom (napr. Brockmeyerová-Fenclová; Čapek; Kotásek 2000, Slavík; Janík 2006). Jednou zo základných otázok je, akým spôsobom je možné čo najoptimálnejšie komunikovať, resp. sprostredkovať príslušné vedecké alebo iné poznanie. Podľa Tomáša Janíka a Jána Slavíka (pozri napr. v tomto čísle) úloha odborových didaktík spočíva v analýze didaktickej **transformácie obsahu**. Podľa uvedených autorov je dôležité vysvetľovať a zdôvodňovať správnosť a prínos danej transformácie, a to v súvislosti s faktami výučby ako i faktom prípravy na výučbu. Didaktickú transformáciu obsahu zdôrazňujú na princípe prechodu od extenzionálneho k intenzionálnemu významu slova, pričom tento prechod je jedným zo základných prvkov výučby, keďže predstavuje „poznávací skok“ pri snahe porozumieť významovej konštrukcii poznania.

Autori dokumentujú tento poznatok exemplárne na základe analýzy práce učiteľa vo videoštúdií TIMSS. Žiaci sú postavení pred problém zistiť obvod kruhu, pričom poznajú konštrukciu pre ob-

vod pravidelného n -uholníka. Jednou z možností pre výučbu je poukázať na to, že obvod rôznych pravidelných n -uholníkov s rovnakým obvodom sa rovná obvodu kruhu. Objavenie princípu transformácie pravidelného n -uholníka (intenzionálnemu významu) je pritom poznávacím skokom pri hľadaní obvodu kruhu oproti vnímaniu uholníka len ako uholníka s bližšie určeným počtom zadáných strán (extenzionálny význam). Predpokladané znalosti žiaka o vzťahu dĺžky strany n -uholníka a výpočtom jeho obvodu sú východiskom k objaveniu zovšeobecňujúceho princípu. Obsahová transformácia na tomto príklade znamená prechod od žiakovi blízkej výrazovej štruktúry k štruktúre vzdialenejšej. Podľa Jána Slavíka a Tomáša Janíka objavovanie obvodu kruhu na základe poznatkov o n -uholníku je možné chápať ako analogickú situáciu pri poznávaní vedca a žiaka: jednanie žiaka a experta v analogickej situácii musí mať didakticky prijateľnú a preukázateľnú zhodu vo význame.

Autori poukazujú na niekoľko styčných bodov komunikatívneho poňatia odborných didaktík s Modelom didaktickej rekonštrukcie. Avšak vychádzajúc z rozdielov pri skúmaní poznávania v jednotlivých prístupoch, je potrebné poukázať na rozdiel medzi

pojмами **transformácia** a **rekonštrukcia** poznávania. Pri didaktickej rekonštrukcii ide o rekonštrukciu spôsobu poznávania, resp. učenia individuálnych prestáv žiakov a vedcov. V priebehu výskumu je dôležité zamerať sa na získanie a prehodnotenie kontextov, ktoré vedú žiakov k tzv. AHA-efektu. V týchto súvislostiach sú rekonštruované kontinuálne „cesty učenia“ žiakov (Lernwege, pozri napr. Riemer 2005). *Tieto sú len určitým priblížením sa k vedeckým spôsobom poznávania, keďže predstavujú rekonštrukciu v nových zmyslových súvislostiach* (pozri odsek 3.1).

Nosnú myšlienku *Modelu didaktickej rekonštrukcie* (pozri odsek 2.2), učebné obsahy jednotlivých predmetov rekonštruovať pre zámary učenia a vyučovania, je možné rozšíriť o ďalšie predmety výskumu (pozri tabuľka 1). V tejto súvislosti je Model didaktickej rekonštrukcie rozpracovávaný napríklad do podoby *Modelu didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie študentov učiteľstva* (pozri odsek 2.3). Ďalšími ťažiskami

Tab. 1: **Prehľad ťažísk výskumu vybraných štúdií k didaktickej rekonštrukcii**

Ťažisko výskumu	Autor	Téma
Opodstatnenie výberu učebných obsahov pre výučbu a tvorbu pilotného dizajnu učebného prostredia	W. Baalman (1998)	<i>procesy evolúcie</i>
	V. Frerichs (1999)	<i>gény a genetické procesy</i>
	H. Gropengießer (2001)	<i>videnie</i>
	C. Hilge (1999)	<i>mikroorganizmy</i>
	P. Jelemenská (2006)	<i>ekologická jednota</i>
	U. Kattmann (2001)	<i>usporiadanie živočíchov</i>
a jeho vyhodnotenie	E. Sander (2003)	<i>porozumenie prírode</i>
	T. Riemer (2005)	<i>teória bunky</i>
	H. Weitzel (2006)	<i>prispôsobenie</i>
Obsahová analýza učebníc	P. Jelemenská (2008)	<i>ekológia</i>
Obsahová analýza testových úloh	P. Jelemenská (2007)	<i>ekológia (Analýza testových úloh TIMSS a reanalýza odpovedí žiakov)</i>
Opodstatnenie výberu učebných obsahov pre vzdelávanie študentov učiteľstva	A. Janßen-Bartels (2003)	<i>ľudské rasy</i>
	E. van Dijk, U. Kattmann (2007), E. van Dijk (2009)	<i>evolúcia</i>

výskumu, ktoré sú len rozpracovávané do podoby komplexnejších modelov, sú napríklad obsahová analýza učebníc, či obsahová analýza testových úloh. V nasledovnom budú stručne predstavené *Model didaktickej rekonštrukcie* a *Model didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie študentov učiteľstva*.

2.2 Model didaktickej rekonštrukcie

Model didaktickej rekonštrukcie vychádza z kritiky *didaktickej redukcie*, ktorá vedie k chápaniu pojmov učenie a vyučovanie v zmysle odovzdávania, resp. prenosu poznatkov. Ako východisko pre skvalitnenie vyučovania model ponúka empiricky podložený výber a štruktúrovanie učebných obsahov na základe integrácie troch základných oblastí: a) Výskumu predstav žiakov; b) Objasnenia vedeckých predstáv z odborovo didaktického pohľadu a c) Štruktúrovania učebného prostredia (Kattmann et al. 1997; pozri kapitola 2.3 obrázok 1, hrubo vytlačená časť)¹. Termín rekonštrukcia zdôrazňuje, že problémy, ktoré sa stratili v procese formovania vedeckých poznatkov je potrebné rekonštruovať v tom zmysle, aby vedecký pohľad na vysvetlenie daných fenoménov v prírode bol pre žiaka zrozumiteľný a zmysuplný.

Pre tvorbu výskumného procesu a tým aj pre jeho výsledky, t.j. pre zmysuplnosť úvah pre vyučovanie je ťažiskové porozumenie pojmu predstava. Pre plánovanie vyučovania majú predstavy vedcov ako i predstavy žiakov rovnakú hodnotu. Hodnotu predstav zdôrazňuje ich viabilita (životašchopnosť) v individuálnych a socio-kultúrnych kontextoch. Viabilita predstav v didaktickej rekonštrukcii je podložená *Teóriou porozumenia založeného na skúsenosti* (Gropengießer 1999; 2006). Táto teória vychádza zo vzťahu

medzi skúsenosťou, rečou a myslením. V tejto súvislosti je prijaté východisko, že naše pojmy sa vyvíjajú na základe interakcie s fyzickým a sociálnym prostredím. Táto interakcia je nazývaná skúsenosťou a teória je označovaná ako *experimentálny realizmus* (Lakoff v Gropengießerovi 2007). Skúsenosť je prepojením alebo interaktívnou koordináciou organizmu a prostredia. Pojmy nemôžu byť abstraktné, nepoškvrnené skúsenosťou. Pojmy vznikajú jednak na základe štruktúry a činnosti nášho tela a mozgu ako aj na základe toho, ako interagujeme s fyzickým a sociálnym prostredím a ako je toto štruktúrované. Na základe druhu a spôsobu, akým zaobchádzame s našim telom v našom prostredí, sa vyvíja náš mentálny systém a generuje zmysuplné pojmy. Z tohto dôvodu sú nazývané tieto pojmy ako stelesnené (verkörpert, embodied) (Gropengießer 2007, 111 f).

Myslenie je imaginatívne: Pojmom ako „pred“ a „za“ môžeme porozumieť bezprostredne, keďže naše telo má prednú a zadnú stranu. Zvyčajne ideme dopredu, pozeráme sa dopredu a zaobráame sa s predmetmi pred nami. Na tieto predmety, napr. na auto alebo domy projektujeme tiež prednú a zadnú stranu. Naše stelesnené pojmy rozumieme bezprostredne. Z týchto stelesnených predstáv vychádzame pri porozumení všetkých ostatných oblastí (ako napr. prírodných, či spoločenských vied). To znamená, že na základe myšlienkového štruktúry relatívne konkrétnej oblasti porozumíme relatívne abstraktnej oblasti. Pôvodnú pojmovú štruktúru prenášame na cieľovú oblasť. V tomto zmysle sú pojmy tvorené na základe každodennej skúsenosti, a vedecké pojmy sú imaginatívne porozumiteľné oblasti. Naše myslenie a naša reč sú podľa tohto metaforicky štruktúrované. Porozumenie je metaforicky ukotvené (Gropengießer 2007, 2006).

Teória porozumenia založeného na skúsenosti o.i. zdôrazňuje náročnosť spojenú so zmenou každodenných predstáv. Tým, že predstavy sa zakladajú na každodenných skúsenostiach,

¹ Pozri tiež Jelemenská; Sander; Kattmann 2003, Jelemenská 2007, Jelemenská 2008, Kattmann 2009.

nemôžu byť vo vyučovaní jednoducho nahradené, resp. vymenené za iné. Učenie, resp. poznávanie je možné chápať ak dlhodobý proces založený na reflexii porozumenia založeného na každodenných skúsenostiach. Dôležité je vytvoriť také kontexty pre vyučovanie, na základe ktorých je možné vlastným predstavám porozumieť a reflektovať ich nosnosť. Predstavám vychádzajúcim z každodenných skúseností je však treba najprv *porozumieť*, aby na ne bolo možné pri vyučovaní nadviazať (Kattmann 2007). Prepojenie komponentov Modelu – Objasnenie odborných predstáv, Výskum predstáv žiakov a Štrukturovanie učebného prostredia – napomáha vedome sa zamerať na skvalitnenie vyučovania. Predovšetkým kontrastujúce porovnávanie predstáv žiakov s vedeckými predstavami – historickými a aktuálnymi – môže napomôcť porozumieť obom pohľadom a na tomto základe overiť pre vyučovanie zmysluplné kontexty (Gropengießer 2001). Dôležité v tejto súvislosti sú kontroverzné predstavy vo vede a paralely k protichodným, či protirečivým predstavám žiakov. Jadrom modelu je, že napomáha riešiť problémy medzi výskumom a vytváraním argumentov zdôvodňujúcich vyučovanie (Kattmann 2007).

2.2.1 Prístupy k analýze predstáv

Z odbornovo-didaktického hľadiska sa ponúka viacero prístupov pre analýzu predstáv vedcov a žiakov. V rámci didaktickej rekonštrukcie je možné nájsť tiež niekoľko spôsobov:

Kognitívno-lingvistickej analýzy. Výsledky kognitívno-lingvistickej analýzy sú požívané ako nástroj k zvýrazneniu predstáv každodenného života (napr. Weitzela 2006, pozri nižšie). Ak však výsledky týchto analýz poukazujú aj na protichodnosť predstáv každodenného života pri chápaní javov, sú dôležitým základom pre tvorbu kontextov

pre vyučovanie (delenie bunky pozri Riemer 2005, v češtine Jelemenská 2009).

Kroky kognitívno-lingvistickej analýzy budú následne v krátkosti predstavené na základe práce Holgera Weitzela (2006), pričom autor využíva výsledky analýzy predovšetkým pre zdôraznenie predstáv každodenného života (pozri tiež odsek 3.1). Štúdia sa vzťahovala k problematike porozumenia pojmu **prispôsobenie** (*adaptácia*). Najskôr predstavíme každodenné slovné spojenia, v ktorých hrá úlohu „prispôsobenie“:

1. Podkova je prispôbovaná kopytu koňa.
2. Spotrebu energie a surovín je potrebné znížiť na základe postupného prispôbovania cien.
3. Spoluobčania cudzieho pôvodu sa musia prispôbiť Holandsku.
4. Dávam pozor, aby som prispôbil jazdu zimnému počasiu.
5. Divadelná hra musí byť viac prispôbovaná potrebám divákov.

V daných slovných spojeniach je výraz „prispôsobenie“ použitý v 5-tich činnostiach, ktoré sú rozdielneho druhu, komplexnosti, abstraktnosti a trvania. Prvé slovné spojenie, ktorým sa budeme ďalej zaoberať, je možné opísať nasledovne: Kováč rozžeraví podkovu a prostredníctvom kladiva prispôbi jej formu tak, aby pasovala na kopyto koňa. V tejto situácii je predstava k pojmu prispôsobenie štrukturovaná prostredníctvom 4 prvkov (*úmysel/zámer, niečo, rozmer, konanie*). V situácii sú opísané dva objekty – kopyto a podkova, ktoré sú dávané do vzájomnej súvislosti. Podkova je *niečo*, čo je potrebné prispôbiť, pričom kopyto udáva potrebný *rozmer* pre podkovu. Je potrebné *konať*, pričom konanie je viazané na určitého aktéra. Konanie je podmienené *zámerom*: Kôň potrebuje podkovu, lebo pri trvalejšom zatažení by mohlo prísť k poškodeniu kopyta. Podkutie je proces, ktorý má niekoľko fáz, ale prebieha za pochopiteľným cieľom, ktorý je podmienený zámerom: Kopyto a podkova musia sedieť. Zámer a konanie podmieňujú prítomnosť aktéra, takže nie je potrebné, aby

bol aktér vnímaný ako samostatne štrukturujúci prvok základnej logiky, z ktorej vychádza porozumenie prispôsobenia.

V časovej perspektíve je možné dané elementy ďalej vysvetliť. Nesprávna veľkosť, či miera je *príčinou spustenia* danej udalosti (podkutie koňa). Nasledujúce konanie sa zameriava na odstránenie daných rozdielov, pričom rozmer podkovy je možné zvoliť z daných foriem, či postupným upravovaním vyformovať a na základe neustáleho skúšania docieľiť cieľovú formu. Konanie sleduje daný zámer (intencionalita). Tento východisko má nasledovnú ontológiu. Má určité východisko (*niečo nesedí*), rozdielne dlhý počet fáz konania (prepracovanie niečoho) a konečný stav (*niečo sedí* na daný rozmer). Daný scenár vychádza zo schémy cesty ako názorného obrazu, pričom východisko je štartom, konečný stav je cieľom a fázy spracovania sú cestou medzi štartom a cieľom. Všetky vyššie uvedené každodenné slovné spojenia používané v každodennom živote sa správajú podľa danej ontológie.

Táto logika zodpovedá situáciám v každodennom živote a je v nich upevňovaná. Typickým príkladom sú napr. skúsenosti z hry puzzle, alebo hra s drevenými skladačkami, ktoré je potrebné poskladať, či vložiť na základe zapadnutia jednotlivých častí. V rannom detstve konanie nemusí byť vnímané ako zámerné. So zvyšujúcim sa vekom je však zámernosť konania stále vedomejšia (pozri bližšie Weitzel 2006).

*Reifikácia a reflexia*². Jazyk nie je ontologicky neutrálny a jazykové štruktúry môžu umocňovať ontologicko-reálny charakter chápania pojmov, podobne ako i príslušné skúsenosti v každodennom živote. Z tohto dôvodu je pri výskume potrebné zohľadniť,

ako sa základný epistemologický postoj premieta do porozumenia pojmom. To je možné len vtedy, ak je pri výbere vedeckých predstáv zohľadnená epistemologická pozícia. Túto súvislosť je možné sledovať obzvlášť vtedy, ak rozlišujeme medzi predmetovo-reálnym (reifikovaným) poznávaním a vedomým mentálne konštruovaným (reflektovaným) porozumením pojmov. Tento prístup bol rozpracovaný v didaktickej rekonštrukcii ekologických pojmov (Jelemenská; Kattmann 2006, Jelemenská 2006).

V súvislosti s evolúciou o reifikovanom poznávaní napr. pojmu prispôsobenie je možné hovoriť vtedy, ak jeho porozumenie vychádza z vyššie uvedenej logiky každodenného života, tzn. prispôsobenie je chápané ako účelový proces. Táto účelovosť procesov je vnímaná ako niečo reálne. Základom poznávania skutočnosti je samozrejmosť s akou je vnímaná.

Na základe analýzy protikladných epistemologických vedeckých pozícií sú koncipované kontexty pre interview so žiakmi. Do akej miery žiaci dokážu vnímať vlastné protiklady, či protirečenia v predstavách, je predmetom výskumu predstáv žiakov a tým i úvah pre vyučovanie (pozri odsek 3.1., konceptuálna rekonštrukcia).

Protikladom reifikovaného poznávania je reflektované poznávanie, ktoré zahŕňa zohľadnenie metodologických predpokladov a konštrukcií nášho myslenia. Reflektované porozumenie pojmov znamená uvedomovanie si uhlov pohľadu, predpokladov a hraníc poznania. Reflektované poznanie je definované ako myšlienkovovo vedomé (reflektované) oddelenie poznávania a skutočnosti. Takéto poznatky je možné dosiahnuť, ak je reifikované porozumenie dostatočne reflektované (pozri napr. odsek 3.2. P. R. Grant).

² V tejto súvislosti je dôležité k akému poznaniu – akej zhode vo význame – vedie spôsob poznávania vedca a žiaka. Určitý spôsob poznávania – reifikácia alebo reflexia – vedie k rozličnému poznaniu reality („Wirklichkeit“).

2.3 Model didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie študentov učiteľstva

Na obrázku 1 je znázornený Model didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie študentov učiteľstva (Educational Reconstruction for Teacher Education/ERTE pozri van Dijk; Kattmann 2007, Kattmann 2009). V modeli ERTE sú integrované tri oblasti: (1) Štrukturovanie učebného prostredia, (2) Výskum predstáv učiteľov (výskumy PCK) a (3) Konceptie vzdelávania učiteľov. Nadviazanie modelu ERTE na Model didaktickej rekonštrukcie poukazuje na to, že vyučovacie predmety je potrebné pre účely vyučovania a učenia najprv rekonštruovať. To je možné predovšetkým na základe porozumenia predstavám žiakov a tým aj predpokladom pre koncipovanie vyučovania.

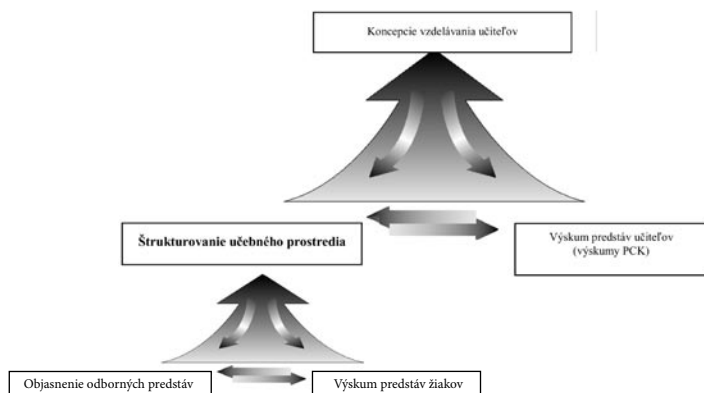
Špecifickým znakom tohto modelu je, že predstavy učiteľov a koncepcia učiteľského vzdelávania sú podstatnými prvkami výs-

kumného procesu a nie len sekundárnymi dôsledkami. Model prepája dve tradície pedagogického výskumu: americkú tradíciu kurikulárneho výskumu a nemeckú tradíciu didaktiky, resp. odborovej didaktiky (van Dijk; Kattmann 2007). Pojmom pedagogical content knowledge (PCK) sú označované predstavy (poznatky, rutiny, postoje), ktoré si učiteľ v určitej špecifickej oblasti osvojil a ktorými disponuje. Dôležitými otázkami pri výskume učiteľových predstáv je:

1. Aké predstavy majú učitelia k určitému učivu?
2. Aké predstavy majú učitelia o každodenných predstavách žiakov o určitom učive?
3. Aké predstavy majú učitelia o tom, ako a kedy by malo byť určité učivo vyučované?

Skúmanie týchto troch otázok v rámci modelu nám umožňuje posúdiť, ako učiteľ dáva do vzťahu svoje odborné znalosti a znalosti o žiackych predstavách pri koncipovaní vyučovania (pozri bližšie v češtine Kattmann 2009).

Obr. 1: Model didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie učiteľov (van Dijk & Kattmann 2007)



3. Empirické zistenia

Význam prístupu didaktickej rekonštrukcie bude v nasledovnom zdôraznený na základe výsledkov výskumu v troch oblastiach výskumu: opodstatnenie výberu a štruktúracie učebných obsahov pre tvorbu ponúk pre vyučovanie, zisťovanie výkonov žiakov a tvorby vyučovacieho prostredia učiteľom.

3.1 Opodstatnenie výberu a štruktúracie učebných obsahov pre vyučovanie (úvahy k štruktúrovaniu učebného prostredia)

Zdôraznením životaschopnosti predstáv v každodenných skúsenostiach je zdôraznená náročnosť ich zmeny. V prácach k didaktickej rekonštrukcii v oblasti didaktiky biológie boli skúmané predstavy k dôležitým prírodovedným pojmom napr. z fyziológie, evolúcie, genetiky a ekológie (pozri vyššie tabuľka 1). Prístupy k zmene predstáv žiakov sa v jednotlivých prácach (prirodzene) čiastočne odlišujú. V nasledovnom predstavíme jeden z prístupov zdôrazňujúci aktivizujúcu funkciu výberu učebných obsahov a ich štruktúrovania. Problematika bude predstavená k téme evolúcia. Evolúcia bola v učebných osnovách základných škôl pre Prírodopis SR, ako i je v súčasnom Štátnom vzdelávacom programe redukovaná len na niekoľko základných pojmov. Tieto sú rozpracované v nasledovnej časti.

Konceptuálna rekonštrukcia. V rámci didaktickej rekonštrukcie nie je učenie vnímané ako nahradenie predstáv žiakov získaných pred vyučovaním, ale skôr ako ich modifikácia, obohatenie a diferenciácia. Proces učenia nie je preto vhodný opísať len prostredníctvom pojmu „konceptnej zmeny“ či „rastu“. Termín „konceptuálna rekonštrukcia“ vystihuje lepšie spôsob, na základe ktorého

je možné aktivizovať myslenie žiaka a tým aj proces učenia (Kattmann 2005).

Vo výskumoch realizovaných podľa výskumného rámca Modelu didaktickej rekonštrukcie v rôznych obsahových oblastiach sa ukázalo, že predstavy žiakov a vedecké predstavy vykazujú spoločné charakteristiky. Tieto však nie sú vzťahované len na zjednodušovanú paralelnosť historických predstáv a predstáv žiakov.

V odbornodidaktickej literatúre pri vyučovaní pojmu prispôsobenie sa často poukazuje na paralelnosť medzi historickými predstavami k prispôsobeniu (napríklad Jean Baptiste de Lamarck, začiatok 19. storočia) a predstavami žiakov. Lamarckova argumentácia je však postavená na mechanicko-fyziologických argumentoch a nie je zámerná ani finalistická. Podobnosť medzi predstavami žiakov a Lamarckom je možné najšť predovšetkým v adaptívnej telesnej zmene. Návrhy na vyučovanie vychádzajúce len z určitých spoločných aspektov redukujú a zjednodušujú komplexnosť Lamarckovej teórie (pozri bližšie napr. Baalmann et al. 2004, Weitzel 2006).

Dôležité z hľadiska didaktickej rekonštrukcie je, že v predstavách žiakov sa ukazujú protiklady alebo protirečenia, ktoré zrkadlia kontroverzné poňatia vo vede. Taktiež sa ukazuje, že predstavy žiakov sú špecifické vzhľadom k určitým kontextom (Gropengießer; Kattmann 1993, Gropengießer 2001). Predstavy sú z tohto pohľadu vnímané ako doménovo špecifické implicitné teórie. Vzťahujú sa k určitej oblasti skutočnosti, tzn. môžu byť v kontradikcii k predstavám, ktoré si tá istá osoba vytvorila k iným oblastiam (Kattmann; Schmidt 1996, Baalmann et al. 2005, Sander et al. 2006). Protirečenia, či protiklady sú dôležitým vstupom pre vyučovanie, keďže ich úlohou je aktivizovať žiaka. Z tohto pohľadu sú robené úvahy pre vyučovanie.

Napríklad v evolúcii je charakteristickou vlastnosťou predstáv žiakov (napr. 11.–13. trieda) vnímanie prispôsobenia ako *účelového* procesu

(Baalmann et al. 2004). V kontexte evolúcie chápu žiaci evolučnú zmenu ako organizmom spôsobenú zmenu genetického materiálu za účelom výhodného prispôsobenia sa prostrediu. Gény majú za úlohu vytvoriť organizmy, ktoré sú vhodné pre určité prostredie. Taktiež gény, ktoré sú nositeľom určitej dedičnej informácie sa môžu na základe nezvyčajných vplyvov prostredia meniť (napr. znečistenie životného prostredia). Takýto spôsob uvažovania je označovaný ako „*Zámerná transmutácia*“. V oblasti genetiky sa však odpo-vede žiakov môžu odlišovať od výpovedí žiakov v oblasti evolúcie. Dôležitým predpokladom nie je mutácia, ktorá je *zámerná*, ale mutácia ako *náhodný* jav. O náhodnej mutácii žiaci hovoria predovšetkým vtedy, ak majú objasniť napr. nezvyčajné znaky (napr. gorila-albín). Takéto gény spolu s inými génmi sú odovzdávané ďalšej generácii, kde sa môžu i nemusia nečakane objaviť. Tento spôsob myslenia je označený ako „*Prečkanie génov a znakov*“. V predstavách žiakov sú v rozličných kontextoch identifikované dva spôsoby myslenia: „*Zámerná transmutácia*“ ako spôsob vysvetlenia prispôsobenia organizmov v kontexte evolúcie a „*Prečkanie génov a znakov*“ ako spôsob vysvetlenia evolučnej zmeny v kontexte genetiky.

Vo vyučovaní nie je jednoduché vyvrátiť každodenné predstavy žiakov napr. o dedičnosti vlastností získaných v rámci ontogenézy. Predovšetkým v interview ku genetike sa ukazuje, že žiaci majú problém akceptovať tvrdenie odlišné od ich každodenných predstáv. Keďže v predstavách žiakov hrá dôležitú úlohu nevyhnutnosť získaných vlastností pre prežitie organizmu (*Prispôsobenie ako nevyhnutnosť*), je pre žiakov ťažko pochopiteľné, že napr. tréňované svaly športovca nebudú dedené na jeho deti (porovnaj 3.3). Jednou z možností zmysluplného vyučovania je integrácia tém z genetiky s témami k evolúcii. Predstavy ku konštantnosti génov a k intencionalne podloženému prispôsobeniu je potrebné konfrontovať navzájom ako aj s vedecky objasnenými predstavami k cieľným mutáciám a selekcií. *Takýmto spôsobom je možné povzbudiť žiakov, aby svoje vlastné*

predstavy v oboch tematických oblastiach postavili oproti sebe, aby prišlo k ich vzájomnej reflexii a pritom k primeranému porozumeniu ako dedičnosti, tak i evolučnej zmeny. Až na základe vedomého porozumenia vedeckého významu pojmu, resp. pri riešení daného problému – vysporiadaní sa s protirečieniami alebo protikladmi v predstavách – sa predpokladá vyvolanie záujmu žiaka o danú odbornú problematiku (porovnaj Baalmann et al. 2005). V stručnosti predstavíme tieto úvahy konkrétne na návrhu pre vyučovanie „Prípád piadivky brezovej“ (Baalmann; Kattmann 2000, pozri tiež Kattmann 2009).

Priebeh vyučovacej hodiny „Prípád piadivky brezovej“ (Baalmann & Kattmann 2000, Baalmann et al. 2005) je postavený na dvoch častiach: 1. časť „Dôvod pre stmavnutie piadivky brezovej“ a 2. časť „Dôvody pre zvyšovanie počtosti“. Na začiatku vyučovania 1. časti sú žiaci informovaní o náleze zberateľa hmyzu, ktorý v roku 1848 prvýkrát objavil tmavú piadivku brezovú. V tejto súvislosti žiaci vyjadrovali každodenné predstavy k dôvodom pre stmavnutie: [Nájdená piadivka bola tmavá, lebo...] napr. „...pri svetle piadivke boli už tieto dedičné znaky prítomné a neskôr sa pri tmavej piadivke len lepšie prejavili“ (skryté gény, „*Prečkanie génov a znakov*“). Keďže prípad piadivky brezovej je spojený s industrializáciou, žiaci argumentovali aj v zmysle zámernej zmeny farby: „...lebo sa prispôbila prostrediu, t.j. zmenila farbu, aby bola lepšie maskovaná“ („*Zámerná transmutácia*“), (pozri bližšie Baalmann & Kattmann 2000). Predstavy žiakov týkajúce sa skrytých génov („*Prečkanie génov a znakov*“) sú v nasledovnej časti hodiny ďalej diferencované a to v zmysle dedičnosti dominantných a recesívnych znakov. Pre objasnenie dôvodov pre sfarbenie piadivky, či základov dedičnosti pre vysvetlenie prítomnosti alely pre tmavú farbu sú pre vyučovanie dôležité témy ako vzťah enzým, gén a mutácia. Na tomto základe je možné zosilniť odborne primerané pochopenie významu „prispôsobenie“. Pre pochopenie tohto pojmu je taktiež dôležitá reflexia argumentácie „*Zámerná transmutácia*“. Argumenty pre reflexiu tejto argumentácie sú rozpracovávané aj v druhej časti hodiny, kde je tematizovaná zmena v populáciách, tzn.

sú artikulované dôvody (napr. správanie, predácia) dôležité pre zvyšovanie početnosti tmavých piadiev. Reflexia účelovosti v argumentácii (zámerné prispôbenie sa prostrediu) v predchádzajúcej časti hodiny ako aj diferenciácia poznatkov sú väčším predpokladom k tomu, že prispôbenie v kontexte evolúcie nebude v konečnom dôsledku artikulované účelovo. Argumentácia vychádzajúca z účelovosti môže byť tak reflektovaná v rozdielnych kontextoch.

Predstavy žiakov vytvorené na základe každodenných skúseností nemajú byť vnímané ako prekážky pre učenie odborne primeraných pojmov, ale ako predpoklady učenia, a tým ako potencionálna pomoc pre plánovanie vyučovania. Z hľadiska štruktúrácie sa ako významné ukazujú prepojenie tým z oblasti evolúcia a genetika (pozri bližšie Baalman et al. 2005).

3.2 Zisťovanie výkonov žiakov

Dôležitosť úvah k opodstatneniu výberu a štruktúracii učebných obsahov sa ukazuje aj v kontexte testovania a to s koncepciou testových úloh. Zadanie úloh, ak nie je dostatočne reflektované, môže do značnej miery ovplyvniť odpovede žiakov, resp. do kódovania správnych odpovedí žiakov pri úlohách s voľnou tvorbou odpovede môžu implicitne vstupovať aj predstavy žiakov vychádzajúce z každodenných skúseností. V tejto súvislosti boli analyzované pre verejnosť uvoľnené testové úlohy k témam z ekológie. Výsledky ukazujú, že pri kódovaní odpovedí žiakov k daným testovým úlohám je náročné odlišiť vedecky primerané odpovede žiakov od antropomorfných. Testové úlohy k pojmu ekosystém pre žiakov 8. ročníka sú orientované na vysvetlenie stability a zmien ekologických systémov v zmysle ekologickej rovnováhy. Úlohy sú tak orientované na *reifikovanú definíciu* ekosystému (Jelemenská 2007). V súvislosti s meraním TIMSS je potrebné zdôrazniť, že výber testov-

vých úloh vychádza zo zamýšľaného kurikula (niektorých zúčastnených krajín).

V nasledovnom bude v stručnosti zdôraznený tento problém na príklade testových úloh s voľnou tvorbou odpovede k téme evolúcia. V testových úlohách TIMSS 2003 S032706A, S032706B, S032707 sú položené otázky k Darwinovým pinkám (pozri príloha).

Analýza zadania úlohy. V prvej úlohe S032706A sú znázornené dva grafy, pričom v každom z grafov je zobrazená variabla výšky zobákov v populácii druhu 1 a druhu 2. Úloha tematizuje rozlišnosti v zložení populácie daného druhu. V úlohe S032706B sa jedná o porovnanie výšky zobáka piniek žijúcich na rozdielnych ostrovoch s veľkosťou potravy, ktorou sa pinky môžu na príslušnom ostrove živiť. V poslednej úlohe S032707 majú žiaci za úlohu vybrať z dvoch grafov ten, ktorý predstavuje, že dva druhy piniek by na základe rozdielov vo výške zobákov prežili na **tom istom** ostrove. A graf – predstavuje rozdiely v rozptätí variability výšky zobákov dvoch druhov, B graf – predstavuje tú istú variabilitu vo výške zobákov u dvoch druhov. Úloha zisťuje poznatky k účelovej selekcii. Úloha poukazuje na diferenciáciu potravných ník ako výsledku zníženia konkurencie medzi druhmi. V úlohách je vedecká práca redukovaná len na interpretáciu grafických zobrazení (pozri tiež nižšie reanalýza odpovedí žiakov).

Analýza vedeckých predstáv. Jeden z prvých, kto sa systematicky podieľal na výskume Darwinových piniek, bol David Lack. Dôležité pre formuláciu hypotéz súvisiacich s vysvetlením vývoja druhov bolo zistenie rozličných morfológických rozdielov medzi populáciami, či druhmi vyskytujúcimi sa na tom istom, či na odlišných ostrovoch Galapág. Lack (1947 v Grantovi 1986) vysvetlil rozdiel vo veľkosti zobákov ako evolučný výsledok prirodzeného výberu na základe konkurencie druhov v minulosti. Túto hypotézu potvrdil až neskôr na základe vyhodnotenia variance veľkosti zobákov u troch druhov. Na ostrovoch, kde sa vyskytovali vedľa seba tri druhy piniek, ukázali veľkosti zobákov viditeľné rozdelenie rozloženia medzi tromi druhmi. Ak chýba jeden druh, tak jeden z dvoch druhov ukazuje omnoho väčšiu šírku variance.

Na ostrovoch, kde sa vyskytuje len jeden druh, leží rozloženie veľkosti zobáka medzi veľkosťou oboch konkurujúcich druhov. Z rozloženia veľkosti zobákov vychádza, že rozličné veľkosti zobákov môžu konkurenciu medzi druhmi znížiť (Kattmann 1984, Grant 1986). Tento vzťah nebol však skutočne skúmaný, potrava jednotlivých druhov bola odvodená na základe veľkosti zobáka. Predpokladalo sa, že druhy sa nemôžu navzájom páriť. Pojem druh bol vnímaný ako reálny (reifikácia) (pozri Grant 1986).

V súčasnosti je zastávaný empiricky podložený názor, že procesy, na základe ktorých je možné vysvetliť rozdiely vo veľkosti zobákov prebiehajú omnoho rýchlejšie a za rozdiely v populáciách je zodpovedné (aj) párenie jedincov medzi jednotlivými druhmi (občasná introgresia). Dôležité v tejto súvislosti sú fluktuujúce podmienky životného prostredia (Grant 1986). V dlhých časových úsekoch nie je evolúcia predpovedateľná, keďže prostredie, ktoré determinuje smer a význam koeficientov selekcie, sa neustále mení (Grant & Grant 2002). Spôsob, resp. priebeh výskumu sa podieľa na porozumení pojmu druh. Medzidruhové párenie nie je z výskumu vylúčené.

Porovnaním výsledkov analýzy odborných predstáv k zadaniam testových úloh k téme evolúcia TIMSS 2003 je možné zdôrazniť, že úlohy sú orientované na historicky prekonaný opis príčin variancie výšky zobákov v populácii jednotlivých druhov piniek (D. Lack). To, že takéto zadanie úloh nereflektuje antropomorfné vnímanie konkurencie žiakmi, bude naznačené v nasledovnom.

Reanalýza odpovedí žiakov na testové úlohy. Úlohy TIMSS 2003 k evolúcii sú zamerané na interpretáciu grafov ako i na pochopenie základných pojmov ako napríklad adaptácia a prirodzený výber. V prvej úlohe S032706A je kódovanie správnych odpovedí žiakov zamerané (len) na precíznosť pri čítaní grafov pri opise populácie jednotlivého druhu. Ako správne sú kódované na-

príklad nasledovné odpovede žiakov: „*Sú podobné, pretože oba majú najviac takých piniek, u ktorých výška zobáka predstavuje 11 mm*“ (kód 10). Tiež ako správne sú kódované aj nie celkom presné odpovede žiakov: „*Druh 2 má väčšie rozpätie šírky ako druh 1*“ (kód 11). Z inej odpovede: „*Druh 1 je o niečo kratší ako druh 2*“ (kód 11), nie je možné celkom jednoznačne odvodiť, či žiak pod „druhom“ rozumie súbor odlišných organizmov alebo je druhom jedinec.

Úloha S032706B nadväzuje na odpovede úlohy S032706A, pričom úlohou žiakov je na základe veľkosti zobáka usudzovať potravu: „*Ak majú dva druhy tú istú alebo podobnú veľkosť zobáka, tak tieto dva druhy sa živia tým istým (podobným) typom semien*“ (kód 10) alebo „*Vtáky (pinky) s väčšími zobákmiedia väčšie semená*“ a pod. Pre záver je dôležité len zovšeobecnenie (zjednotenie individuálnych vlastností k „vlastným danému druhu“), pričom význam variability populácie zostáva vynechaný. V úlohe je testovaný len každodenný vzťah: pinky s určitou veľkosťou zobáka sa živia semenami s príslušnou veľkosťou³. Táto informácia je okrem toho obsiahnutá aj v zadaní úlohy (S032706A): „*Niektoré druhy piniek sa živia určitým typom semien a to v závislosti do veľkosti ich zobáka*“.

V poslednej úlohe S032707 je pre správnu odpoveď dôležitá identifikácia A s vysvetlením založeným na redukcii konkurencie o jedlo ako výsledku rozdielov vo veľkosti zobáka. V úlohe S032707 je kódovaný len výsledok selekcie, pričom majú žiaci vysvetliť len spolužitie druhov na jednom ostrove. Kódované odpovede nevychádzajú z myslenia založenom na populáciách, ale druhy môžu byť chápané aj ako jedinci, čo je tiež čiastočne implikované v predchádzajúcej úlohe (alebo v následnosti úloh). Ako správna odpoveď je kódované zníženie konkurencie alebo žiadna konkurencia medzi druhmi: „*Medzi druhmi by nebola žiadna konkurencia, ak by jedli rozdielne semená*“ (kód 10). Taktiež je možné predpokladať, že argumentáciu je potrebné hľadať v antropomorfných predstavách žiakov. Žiaci personifikujú vzťahy a vychádzajú z harmonického spolužitia: „*So zobákmi s rozdi-*

³ Zjednodušené znázornenie mechanizmov selekcie na Darwinových pinkách vo výučbe, ktoré vedie k upevňovaniu skôr vedomostí každodenného života je predmetom kritiky zo strany didaktikov biológie (napr. Nieder 2006).

elnou veľkou by sa nemuseli deliť o potravu“, alebo „*Jeden druh bude jesť malé semená a druhý veľké*“, alebo „*Každý z nich by mal svoj vlastný zdroj potravy*“ (správne odpovede, kód 10).

Vychádzajúc aj z formulácii odpovedí žiakov je zrejmé, že žiaci nezodpovedajú otázku na základe pojmov selekcia a adaptácia ako sa očakáva. Pri kódovaní správnych odpovedí žiakov nie je možné rozlíšiť medzi vedeckými primeranými odpoveďami a antropomorfnými odpoveďami žiakov.

Analýza úloh a reanalýza odpovedí z evolúcie na danom súbore úloh naznačuje podobné výsledky, ako sú výsledky k testovým úlohám TIMSS 1995, 2003 a odpovediam žiakov k témam z ekológie. Úlohy sú koncipované na základe historických vedeckých predstáv. Pre žiakov sú síce dôležité rozdiely vo veľkosti, či výške zobákov, tieto nie sú ale výsledkom selekcie (ako pri Lackovi), ale predpokladom pre prežitie druhov/jedincov v pokojnom spolunažívaní (harmónia v prírode pozri tiež Sander; Jelemenská; Kattmann 2006). K téme evolúcia môže byť síce zisťovaná schopnosť žiakov interpretovať grafy, avšak je možné predpokladať, že i keď žiaci majú antropomorfné predstavy, tieto sú hodnotené ako správne.

3.3 Tvorba učebného prostredia učiteľom

Učitelia hrajú kľúčovú úlohu pri plánovaní vyučovania. Snažia sa o reprezentáciu učiva pre žiakov spôsobom, na základe ktorého by mali žiaci učivu porozumieť. Učitelia by mali mať vyvinuté poznatky o učive v súvislosti s vyučovaním, ktoré ho robia schopným sledovať rozmyšľanie žiakov a analyzovať reprezentácie učiva. Mali by mať poznatky o predstavách žiakov, a to v súvislosti s pochopením problémov, ktoré sa môžu vyskytnúť pri vyučovaní ako i poznatky o reprezentáciách učiva, aby predišli takýmto ťažkostiam vo vyučovaní. Model ERTE

môže byť využitý pre vysvetlenie: (1) poznatkov a postojov k predstavám žiakov, (2) poznatkom a postojom k reprezentáciám predmetu vyučovania a (3) pedagogických znalostí obsahu v súvislosti s (a) dizajnom učebného prostredia alebo sekvencií vyučovania, (b) štúdiu predstáv žiakov, a vo vzťahu k (c) analýze predmetu vyučovania. Význam tohto prepojenia spočíva v tom, že ak sú si učitelia vedomí pojmových ťažkostí svojich žiakov, ale nie sú schopní na tieto problémy adekvátne reagovať, môže integrácia vyššie uvedených oblastí pomôcť učiteľom pri riešení daného problému (pozri bližšie van Dijk; Kattmann 2007). V nasledovnom budú stručne predstavené niektoré z výsledkov výskumu k predstavám učiteľov k vyčovaniu predmetu biológia (pozri bližšie van Dijk 2009). Výskum k predstavám učiteľov bol realizovaný prostredníctvom pološtruktúrovaného interview u 9 skúsených učiteľov biológie (Fachleiter).

Učiteľom bol položený súbor otázok k téme vývoja určitých znakov, napr. akým spôsobom sa vyvíjala u gepardov schopnosť rýchlo bežať, alebo ako sa vyvinuli salamandre žijúce v jaskyni zo salamandrov schopných vidieť. Učitelia v súvislosti s predstavami žiakov očakávali, že žiaci budú vychádzať z efektov získaných na základe tréningu, nepoužívania orgánov, či naopak z individuálnych potrieb. Ako bolo naznačené vyššie, žiaci často argumentujú teleologicky (účelovo), ak majú vysvetliť prispôbenie (gepard beží rýchlo, aby získal potravu). Predstavy učiteľov sa zhodujú s predstavami empirických zistení. Rozdiel je však oproti návrhom didaktickej rekonštrukcie (pozri návrh na vyučovanie odsek 3.1) v tom, akým spôsobom zohľadniť pri vyučovaní predstavy žiakov. Jedna z reakcií učiteľov v interview k otázke k zmene predstáv žiakov vo vyučovaní bolo využitie analógií. Pri vyučovaní by sa učitelia snažili poukázať na to, že individuálne získané znaky nie sú dedičné. Tzn. pri vyučovaní by boli tematizované otázky, ako napr. ak muž posilňuje, zdedí jeho novonarodené dieťa tiež dobre vyvinuté svaly? Alebo, ak by sme

žili dlhší čas v jaskyni bez prístupu svetla, prečo by sme nestratili zrak? To znamená, že žiakom by bola odovzdaná určitá informácia (získané znaky nie sú dedičné), ale na základe týchto analógií by nebolo tematizované účelové vnímanie. Takéto analógie môžu predovšetkým podporiť predstavy žiakov, keďže žiaci používajú termín prispôbenie v zmysle skúsenosti z každodenného života (napr. „Zámerná transmutácia“).

Výskumy k predstavám žiakov ukazujú, že žiaci nerozlišujú medzi jednotlivými organizačnými úrovňami, t.j. často chápú druh a individuum synonymne. Tento problém sa vyskytol aj v interview s učiteľmi v súvislosti s témou selekcia. V tejto súvislosti učitelia diskutovali o viacerých problémoch a navrhli riešenia. Jedným z problémov, ktoré učitelia tematizovali bolo, že žiaci myslia len v termínoch „živý“ alebo „mŕtvý“: žiaci nemyslia v termínoch proporcií organizmov s určitými znakmi, ktoré kolíšu v populácii v závislosti od určitých podmienok prostredia. V tejto súvislosti učitelia tematizujú Galapágove pinky ako príklad konkurencie o potravu. Podľa učiteľov je dôležité zdôrazniť, že sa jedná o vnútrodrohovú konkurenciu a o uprednostňovanie určitých typov organizmov, ktoré dokážu šikovnejšie otvoriť semená a tým majú určitú výhodu pri získavaní potravy. Výsledkom je vytvorenie ekologických ník jednotlivých druhov. Pri takejto koncepcii vyučovania nie je zohľadnené, že žiaci môžu vnímať prirodzený výber ako účelový proces, ktorého cieľom je keoxistencia jednotlivých druhov (pozri kapitola 3.2 analýza úlohy TIMSS 2003 *Darwinove pinky*).

Súhrne možno povedať, že učitelia na základe skúsenosti z praxe evidujú predstavy žiakov, ktoré sú odlišné od predstáv, ktoré majú žiaci nadobudnúť na vyučovaní. Avšak tieto predstavy sú len veľmi sporadicky zohľadňované pri výbere a štrukturácii vyučovania. Učitelia sa snažia vyučováním nahradiť, či opraviť predstavy žiakov (koncepčná zmena). Návrhy vyučovania v súvislosti s reflexiou predstáv žiakov, t.j. porozumenia fenoménov v prírode a reflexia spôsobov pri skúmaní prírody sa vyskytujú skôr sporadicky.

4. Niekoľko poznámok záverom

4.1 Zhrnutie empirických výsledkov výskumu

Na začiatku príspevku bola formulovaná otázka vzájomného prepojenia troch oblastí – výberu a štrukturovania obsahov vzdelávania, tvorby prostredia vyučovania učiteľom a hodnotenia výkonov žiakov – ako predpokladu pre možné zhodnotenie úspešnosti školskej reformy, resp. zhodnotenie kvality vzdelávania. Ak zhrnieme výsledky k týmto oblastiam (predovšetkým) na základe empirických výsledkov výskumu didaktickej rekonštrukcie, ukazuje sa nasledovný obraz.

Úvahy k výberu a štrukturovaniu obsahov vzdelávania didaktickej rekonštrukcie vychádzajú zo skutočnosti, že výber učebných obsahov nezohľadňuje predstavy žiakov a je často zameraný na prekonané vedecké pozície, pričom štrukturovanie učebných obsahov sleduje často jednotlivé vedecké disciplíny. Úvahy k štrukturovaniu učebného prostredia vychádzajúce z výsledkov výskumu didaktickej rekonštrukcie boli predstavené ako jedna z možností pre koncipovanie zmysluplného vyučovania. Táto časť príspevku predstavuje zároveň základ pre prehodnotenie koncipovania (testových) úloh merania TIMSS a prehodnotenie úvah učiteľov ku koncipovaniu vyučovania. Výsledky analýzy testových úloh medzinárodného merania TIMSS zdôrazňujú jednak oprávnenosť východísk didaktickej rekonštrukcie, ako i dôležitosť analýzy vedeckých predstáv a predstáv žiakov v kontexte koncipovania (testových) úloh. Výsledky analýzy testových úloh zároveň naznačujú, že už zamýšľané kurikulum môže byť vystavané na reifikovaných vedeckých predstavách. Tento záver je možné podporiť aj výsledkami viacerých (predovšetkým) zahraničných štúdií

zaoberajúcich sa analýzou učebníc (pozri stručný súhrn výsledkov v napr. Jelemenská 2008). Pedagogické znalosti obsahu učiteľov sú často ovplyvňované rôznymi faktormi. Zdá sa však, že učebnice sú pri plánovaní vyučovania pre učiteľa centrálné (pozri napr. Tulip a Cook 1993). Keďže činnosť učiteľov je spojená s kurikulárnymi dokumentmi, ako napr. učebnicami či testovými úlohami, nie je prekvapivé, že výsledky k predstavám učiteľov k plánovaniu vyučovania sú s týmito viac-menej zhodné.

4.2 Konceptia vzdelávania, či ďalšieho vzdelávania učiteľov

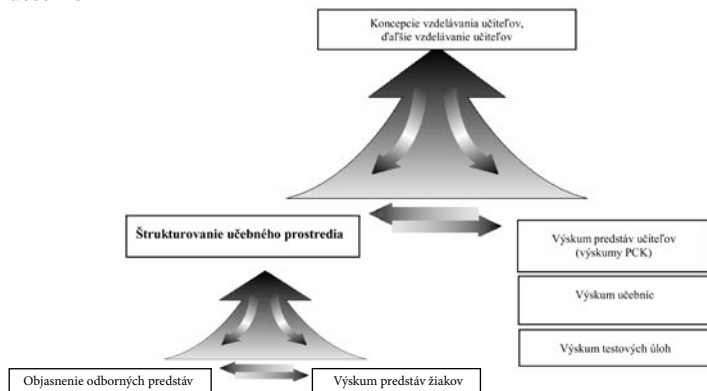
Ako pristupovať k vzdelávaniu budúcich učiteľov? V tejto súvislosti je napríklad v kontexte českej odborovej didaktiky vyzdvihovalá reflexia vlastného porozumenia odborných poznatkov, či predstáv žiakov. Dôležitosť reflexie odborných vedomostí ako jeden z predpokladov rozvoja didaktických znalostí obsahu zdôrazňuje napríklad štúdia Marie Tiché a Aleny Hošpesovej (2008) pri príprave študentov 1. stupňa pre vyučovanie matematiky. Predstavy žiakov ako jeden zo základných predpokladov zmysluplného vyučovania a tým dôležitej súčasti vzdelávania učiteľov tematizuje napríklad Michaela Dvořáková (2008) v súvislosti s poznávaním prekonceptov politologických pojmov. Na základe výsledkov výskumu sa ukazuje, že spôsob kladenia otázok študentov učiteľstva žiakom bol závislý od poznatkov, resp. uvedomenia si obsahov vyučovania.

Z nášho pohľadu je tvorba koncepcie vzdelávania zaujímavá aj v súvislosti s ďalším vzdelávaním učiteľov. Pri tvorbe modelu pre ďalšie vzdelávanie učiteľov vychádzame z doterajších empirických výsledkov z oblasti PCK (pedagogical content knowledge), predstav žiakov a pod. V súvislosti s vytvorením

zmysluplných kontextov pre ďalšie vzdelávanie učiteľov sme model ERTE doplnili o komponenty Výskum učebníc a Výskum testových úloh (pozri obrázok 2) (navrhnutá koncepcia je v súčasnosti rozpracovávaná a empiricky overovaná). Porovnanie výsledkov analýzy týchto komponentov s výsledkami z výskumov k predstavám učiteľov využívame pre úvahy k ďalšiemu vzdelávaniu učiteľov. Keďže učitelia na základe vlastnej praktickej skúsenosti vedia identifikovať každodenné predstavy žiakov, slúžia napríklad správne a antropomorfné odpovede žiakov na testové úlohy TIMSS 2003 (Darwinove pinky) ako kontexty, v ktorých učitelia na základe vlastnej kompetencie reflektovať dané problémy. Tento kontext zdôrazňuje jednak relevantnosť problematiky predstáv žiakov, zároveň však poukazuje na problém, akým spôsobom stavať na predstavách žiakov pre tvorbu zmysluplného vyučovania. To, že určité znenia (testových) úloh aj implicitne ponúkajú určité odpovede žiakov, je možné najlepšie zdôrazniť odbornou-didaktickou reflexiou rôznych vedeckých pozícií. Cieľom pri ďalšom vzdelávaní učiteľov je vytvoriť kontexty vedúce k prehodnocovaniu odbornou-didaktickej argumentácie pri výstavbe ďalšieho vzdelávania učiteľov.

Do vyučovania prírodných vied vstupujú poznatky učiteľa o učebných obsahoch, poznatky žiaka (záujem, predstavy a pod.) k prírodovedným pojmom, o hodnotení, či prehodnocovaní výsledkov vyučovania učiteľom (Park & Oliver 2008). Predchádzajúce výsledky výskumov zdôrazňujú skutočnosť, že zohľadnenie predstáv žiakov vo vyučovaní, či reflexia materiálov pre vyučovanie (učebné texty) a ich využívanie vo funkcii zmysluplného učenia predpokladá ako pre učiteľa, tak i pre tvorbu koncepcie vzdelávania študentov učiteľstva, či ďalšieho vzdelávania učiteľov náročný a dlhodobý proces.

Obr. 2: **Model didaktickej rekonštrukcie pre vzdelávanie učiteľov**
(van Dijk & Kattmann 2007) doplnený o výskum testových úloh a učebných textov učebníc



Literatúra:

- BAALMANN, W. Das Thema Evolution im Unterricht. Schülervorstellungen als Voraussetzungen und Chance. In *Bericht über die 11. Fachleitertagung für Biologie an den Seminaren für Lehrerbildung in der Bundesrepublik Deutschland*. Münster : Tippe, Schriften des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V., 1998, Heft 59, s. 85-92.
- BAALMANN, W.; FRERICHS, V. & KATTMANN, U. Genetik im Kontext von Evolution oder: Warum die Gorillas schwarz wurden. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*. 2005, 58, H. 7, s. 420-427. ISSN 0025-5866.
- BAALMANN, W.; FRERICHS, V.; WEITZEL, H.; GROPENGIESSER, H. & KATTMANN, U. Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 2004, 10, s. 7-28. ISSN 0949-1147.
- BAALMANN, W. & KATTMANN, U. Birkenspanner: Genetik im Kontext von Evolution. *Unterricht Biologie*. 2000, 24, 260, s. 32-35. ISSN 0341-5260.
- BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J.; ČAPEK, V.; KOTÁSEK, J. Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny, *Pedagogika*. 2000, 50, 1, s. 23-37. ISSN 0031-3815.
- DIJK, E.M. van. Teachers' Views on Understanding Evolutionary Theory: A PCK-Study in the Framework of the ERTE-Model. *Teaching and Teacher Education*. 2009, 25, s. 259-267. ISSN 0742-051X.
- DIJK, E.V. & KATTMANN, U. A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*. 2007, 23, 6, s. 885-897. ISSN 0742-051X.
- FRERICHS, V. *Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion*. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 1999. ISBN 3-8142-0686-X.

- GAVORA, P. Učiteľové vnímanie svojej profesijnej zdatnosti (self-efficacy). Prehľad problematiky. *Pedagogika*. 2008, 58, s. 223-235. ISSN 0031-3815.
- GRANT, P.R. *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*. Princeton (New Jersey) : Princeton University Press, 1986.
- GRANT, P.R. & GRANT, B.R. Unpredictable Evolution in a 30-Year Study of Darwin's Finches. *Science*. 2002, 296, s. 707-711. ISSN 1095-9203 [online].
- GROPENGIEßER, H. *Didaktische Rekonstruktion des Sehens [Educational reconstruction of the processes of seeing]. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 1*. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 2001. ISBN 978 -3-8142-0592-2.
- GROPENGIEßER, H. *Lebenswelten, Denkwelten Sprechwelten – Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 4*. 2nd ed. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 2006. ISBN 3-8142-2012-9.
- GROPENGIEßER, H. Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In KRÜGER, D.; VOIGT, H. (ed.). *Theorien in der biologischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtstudenten und Doktoranden*. Heidelberg : Springer, 2007, s. 105-115. ISBN 978-3-540-68165-6.
- GROPENGIEßER, H. Was die Sprache über unsere Vorstellungen sagt. Kognitionslinguistische Analyse als Methode zur Erfassung von Vorstellungen: Das Beispiel Sehen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 1999, 5, 2, s. 57-77. ISSN 0949-1147.
- GROPENGIEßER, H.; KATTMANN, U. Didaktische Rekonstruktion zentraler biologischer Begriffe am Beispiel „Sehen“. In KÜHNEMUND, H.; FREY, D. (ed.). *Lebenswirklichkeit und Wissenschaft 1, Erfahrungen – Wirklichkeiten – Erkenntniswege, DIFF Arbeitsberichte 15*. Tübingen : Deutsches Institut für Fernstudien, 1993, s. 60-65.
- HILGE, C. *Schülervorstellungen und fachliche Vorstellungen zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen: ein Beitrag zur didaktischen Rekonstruktion*. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 1999. ISBN 3-8142-0685-1.
- JANÍK, T., et al. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu*. Brno : Paido 2007. ISBN 978-80-7315-139-3.
- JANÍK, T.; SLAVÍK, J. Obsah, subjekt a intersubjektivita v oborových didaktikách. *Pedagogika*. 2009, 59, č. 2. s. 116-135. ISSN 0031-3815.
- JANSSEN-BARTELS, A. Schülervorstellungen zum Unterricht über „Menschenrassen“. In VOGT, H.; KRÜGER, D. & UNTERBRUNER, U. (Hrsg.). *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*. Kassel : Universität, 2003, s. 57-71.
- JELEMENSKÁ, P. *Biologie verstehen: ökologische Einheiten. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 12*. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 2006. ISBN 3-8142-2007-2.
- JELEMENSKÁ, P. Model didaktické rekonstrukce z metodologického pohledu. In JANÍKOVÁ, M.; VLČKOVÁ, K., a kol. *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. Brno : Paido, 2009, s. 145-170. ISBN 978-80-7315-180-5.
- JELEMENSKÁ, P. Môžu žiaci napredovať pri učení sa pojmu ekosystém? Obsahová analýza výkladového textu učebníc na roznom stupni škol. In KNECHT, P., JANÍK, T., a kol. (ed.). *Učebnice z pohľadu pedagogického výskumu*. Brno : Paido, 2008, s. 165-175. ISBN 978-80-7315-174-4.
- JELEMENSKÁ, P. Problém vytvorenia učebného prostredia v odborových didaktikách. Didaktika biológie z pohľadu Modelu didaktickej rekonštrukcie. *Pedagogika*. 2007, 2, s. 153-166. ISSN 0031-3815.

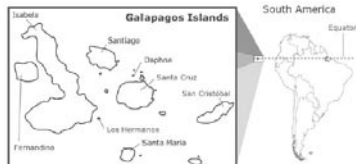
- JELEMENSKÁ, P.; KATTMANN, U. Understanding the units of nature: From reification to reflection. A contribution to Educational Reconstruction in the field of ecology. In HAMMANN, M.; REISS, M.; BOULTER, C. & TUNNICLIFFE, S.D. (ed.). *Biology in Context. Learning and teaching for the twenty-first century*. London : University of London, 2008, s. 29-39. ISBN 978 0 85473 798 7.
- JELEMENSKÁ, P.; SANDER, E.; KATTMANN, U. Model didaktickej rekonštrukcie. Impulz pre výskum v odborových didaktikách. *Pedagogika*. 2003, 2, s. 190-201. ISSN 0031-3815.
- KATTMANN, U. Annäherung an Darwin. Unterrichtsvorschlag für die Sekundarstufe II. *Unterricht Biologie*. 1984, 100, 8, s. 36-40. ISSN 0341-5260.
- KATTMANN, U. Didaktická rekonstrukce: učitelské vzdělávání a reflexe výuky. In JANÍK, T., a kol. *Možnosti rozvíjení didaktických znalostí obsahu u budoucích učitelů*. Brno : Paido, 2009. s. 17-31. ISBN 978-80-7315-176-8.
- KATTMANN, U. Didaktische Rekonstruktion. Eine praktische Theorie. In KRÜGER, D.; VOIGT, H. (ed.). *Theorien in der biologischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtstudenten und Doktoranden*. Heidelberg : Springer, 2007, s. 93-103. ISBN 978-3-540-68165-6.
- KATTMANN, U. Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? Ergebnisse der Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 2005, 11, s. 165-174. ISSN 0949-1147.
- KATTMANN, U.; DUIT, R.; GROPPENGIEßER, H.; KOMOREK, M. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein theoretischer Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 1997, 3, 3, s. 3-18. ISSN 0949-1147.
- KATTMANN, U.; SCHMITT, A. Elementares Ordnen: Wie Schüler Tiere klassifizieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 1996, 2, 2, s. 21-38. ISSN 0949-1147.
- LEIGHTON, R. *To nemyslite vážne, pán Feynman!* [literárne spracovanie]. Bratislava : Obzor, 1990.
- NIEDER, J. Die Darwinfinken von Galapagos – neue Forschungsergebnisse im Evolutionsunterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*. 2006, 59, 1, s. 42-46. ISSN 0025-5866.
- OSBORNE, J. „Science Education for the Twenty First Century.“ *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2007, 3, 3, s. 173-184. E-ISSN 1305-8223.
- OSBORNE, J.F.; SIMON, S. & COLLINS, S. Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*. 2003, 25, 9, s. 1049-1079. ISSN 1464-5289.
- PARK, S. & OLIVER, J.S. “Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals.” *Research in Science Education*. 2008, 38, 3, s. 261-284. ISSN 1573-1898.
- RIEMEIER, T. *Biologie verstehen: Die Zelltheorie. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 7*. Oldenburg (Germany) : Didaktisches Zentrum, 2005. ISBN 3-8142-0944-3.
- SANDER, E.; JELEMENSKÁ, P.; KATTMANN, U. Towards a better understanding of ecology. *Journal of Biology Education*. 2006, 40, 3, s. 119-123. ISSN 0021-9266.
- SLAVÍK, J.; JANÍK, T. Teorie, výzkum a tvorba školy. *Pedagogika*. 2006, 56, 2, s. 168-177. ISSN 0031-3815.
- TULIP, D.; COOK, A. Teacher and student usage of science textbooks. *Research in Science Education*. 1993, 23, s. 11-22.

PRÍLOHA

TIMSS-úlohy ku Galapágskym ostrovom (Darwinove pinky), (IEA TIMSS 2003,
URL: <http://.edu/timss2003i/released.html>)

Instructions: The next four questions are about the Galapagos Islands. To answer these questions, you may use any information shown on the pages in the Galapagos Islands section.

The diagram shows the Galapagos Islands, a group of volcanic islands in the Pacific Oceans about 1000 kilometers from South Africa. When these islands first formed they consisted of lava only. Eventually, living organism (plants, animals) inhabited the island. These organisms arrived long before people settled on the islands.



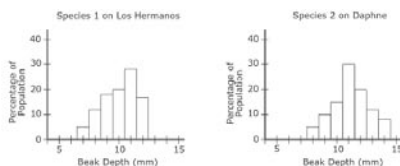
Questions of Galapagos Islands begin on the next page. ►

Cognitive Domain: Reasoning and Analysis, **Main Topic:** Diversity, adaptation, and natural selection

S032706 The Galapagos Islands contain a number of different species of finches (birds) that are thought to have developed from one species. Some species of finches eat certain types of seeds depending on their beak depth. The diagram below shows the head of one species of finch and its beak depth.



Some of islands have only one species living on them, while other islands have more than one species. Species 1 lives on Los Hermanos Island. Species 2 lives on Daphne Island. The two graphs below show the percentage of the population with different beak depths for each of the two species.



A. How do the beak depths of Species 1 and Species 2 compare?

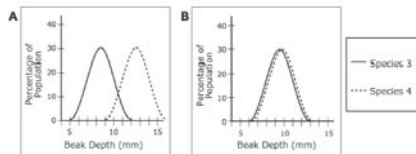
Cognitive Domain: Conceptual Understanding, **Main Topic:** Structure, function and life processes in organisms

B. A wide variety of seeds exist on the islands, and both Species 1 and Species 2 eat seeds. Based on the beak depths of the finch species, what would you conclude about the size of seeds that each species eats?

Cognitive Domain: Reasoning and Analysis, **Main Topic:** Diversity, adaptation, and natural selection

S032707 Two other species (Species 3 and Species 4) live on Santa Maria Island, which also has a range of seeds.

Which of the following graphs shows a range of beak depths for Species 3 and Species 4 that would best insure the survival of both species on Santa Maria Islands? (Circle the letter by the correct graph.)



Explain why this range of beaks depths would be the best.