

Educational and Didactic Communication

2007, Vol. 1. – Theory

Vzdelávacia a didaktická komunikácia

2007, 1. diel – teória

Summary - Abstrakt

The monograph Educational and Didactic Communication 2007⁴ is a follow-up to earlier ones of authors P. Tarábek and P. Záškodný oriented to the development of didactic communication of physics, that is based on the Brockmeyer's communicative conception of physics education theory. The monograph has three volumes. The volume 1 deals with theory of didactic communication of physics, the second one describes some new methods of curriculum design and the third one involves applications of theory and methods in the science education. In the first paper of the monograph (see page 3) communicative conception of science education theory is presented.

The new results in the framework of didactic communication theory of physics are advanced:

1. In addition to sequence of transformations T1 – T5, that lead to phases F1 – F5 of didactic communication of physics, the sequence of didactic transformations of physical knowledge DT1 – DT5 was described and a terminology of didactic communication was completed.
2. A curricular process as sequence of variant forms of curriculum mutually interconnected by the transformations CT1 – CT5 was described.
3. A comparison between the first transformation sequence and the second one found out the correspondence between the transformations of didactic communication and the transformations in curricular process.

Monografie „Educational and Didactic Communication 2007“ navazuje na předcházející monografie autorů P. Tarábka a P. Záškodného zaměřené na rozvíjení komunikačního pojetí didaktiky fyziky. Za vydatné pomoci dalších spolupracovníků (Adamčíková, Adler, Budinský, Haiduwa, Halásková, Hyka, Kohutová, Kuna, Mlčák, Möller, Navrátil, Paulín, Pavlát, Petr, Pospíšil, Procházka, Schneiderová, Singer, Stach, Šimoník, Škrabánková, Šlapák, Tesar, Van Deursen, Záškodná) se formovalo také komunikační pojetí oborových didaktik. První díl monografie se zabývá teorií didaktické komunikace, druhý díl metodami strukturace variantních forem kurikula a třetí díl praktickými aplikacemi teorie a metod v předmětových didaktikách.

Autoři předkládají v rámci didaktické komunikace fyziky tyto nové výsledky:

1. Kromě sledu transformací T1 až T5, jež vedou na přesně rozlišitelné fáze F1 až F5 didaktické komunikace fyziky, byla popsána posloupnost didaktických transformací fyzikálních poznatků DT1 až DT5 a detailně dopracována terminologie didaktické komunikace.
2. Na základě studia různých typů a forem kurikula v angloamerické literatuře byl popsán kurikulární proces fyziky jako sled variantních forem kurikula propojených kurikulárními transformacemi.
3. Komparací obou výše jmenovaných transformačních procesů byla zjištěna pozoruhodná shoda mezi transformacemi didaktické komunikace a transformacemi variantních forem kurikula.

Autoři se rovněž domnívají, že takto pojatou teorii didaktické komunikace fyziky lze využít i v předmětových didaktikách dalších vědních oborů.

Výše uvedené výsledky jsou popsány v článcích 4, 6 a 8 (viz obsah). V úvodu monografie je přehled dosažených výsledků s návazností na aplikaci v reformách školského vzdělávání v České a Slovenské republice (článek č. 1). Přehled výsledků dosažených v teorii didaktické komunikace fyziky do poloviny roku 2007 předkládá článek č. 3. Mezi terminologické a rešeršní patří články č. 2, 5 a 9. Vybrané metody transformací didaktické komunikace a kurikulárního procesu popisuje článek 7. Autoři omlouvají za nedostatky, jež se mohou vyskytnout a uvítají připomínky k terminologii, obsahu a také jakékoliv návrhy k dopracování teorie nebo i k zásadnějším změnám.

Autoři jsou toho názoru, že profesorka Jitka Fenclová-Brockmeyerová svými vědeckými pracemi, jež publikovala před více než dvaceti léty, položila základ koncepčně koherentní teorie didaktické komunikace fyziky, kterou lze aplikovat i na další předmětové didaktiky. Shoda teorie didaktické komunikace s koncepcí kurikulárního procesu, která byla v této studii vytvořená komparací angloamerických forem kurikula, ukazuje, že paní profesorka předběhla svou dobu. Proto autoři věnují monografii profesorce Jitce Fenclové-Brockmeyerové jako poctu jejímu celoživotnímu dílu.

Content – Obsah

| | |
|---|-----|
| 1. Didactic Communication in Theory of Education. Authors: V.Adamčíková, P.Tarábek ----- | 3 |
| 2. Educational Science and Subject Didactics. Authors: P.Záškodný, O.Strnadová, P.Procházka ----- | 12 |
| 3. Theoretical Conception in Physics Education. Authors: J.Brockmeyerová, P.Tarábek----- | 18 |
| 4. Didactic Communication of Physics and its Structure. Author: P.Tarábek ----- | 35 |
| 5. Variant Forms of Curriculum in Publications. Authors: P.Záškodný, O.Strnadová, P.Procházka ----- | 57 |
| 6. Didactic Communication of Physics and Curricular Process. Author: P.Záškodný----- | 65 |
| 7. Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum. Author: P.Záškodný----- | 85 |
| 8. Structural Conception in Physics Education. Authors: P.Záškodný, J.Brockmeyerová ----- | 104 |
| 9. Cognitive Terms in Didactic Communication of Science. Author: P. Tarábek ----- | 112 |

| | |
|--|-----|
| 1. Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách, autori: V.Adamčíková, P.Tarábek ----- | 3 |
| 2. Pedagogika a predmetová didaktika, autoři: P.Záškodný, O.Strnadová, P.Procházka ----- | 12 |
| 3. Teoretická koncepcie didaktiky fyziky, autoři: J.Brockmeyerová, P.Tarábek ----- | 18 |
| 4. Didaktická komunikace fyziky a její struktura, autor: P.Tarábek ----- | 35 |
| 5. Variantní formy kurikula v publikacích, autoři: P.Záškodný, O.Strnadová, P.Procházka ----- | 57 |
| 6. Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces, autor: P.Záškodný ----- | 65 |
| 7. Metody strukturace variantních forem kurikula, autor: P.Záškodný ----- | 85 |
| 8. Strukturální koncepcie didaktiky fyziky, autoři: P.Záškodný, J.Brockmeyerová ----- | 104 |
| 9. Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied, autor: P.Tarábek ----- | 112 |

Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 2 – Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007, 2. diel

Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 2. – Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007, 3. diel

Názov: Educational and Didactic Communication 2007 – Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007

Vydavateľ: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, s. r. o., 811 04 Bratislava, Hýrošova 4, www.didaktis.sk
člen European Educational Publishers Group, www.eepg.org

Rok vydania: 2007

© Pedagogické vydavateľstvo Didaktis s. r. o., Bratislava, Hýrošova 4

Autori: Ing. Pavol Tarábek Ph.D., Doc. RNDr. Přemysl Záškodný, CSc. a kol.

Recenzenti: Doc. Ing. Vladislav Pavlát, CSc., Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic
PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D., Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, Czech Republic

Zodpovedný redaktor: Pavol Tarábek

Všetky práva vyhradené: Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováaná, ukladaná do informačných systémov alebo rozširovaná akýmkoľvek spôsobom elektronicky, mechanicky, fotografickou reprodukciovou bez písomného súhlasu majiteľa práv.

ISBN: 987– 80–89160–56–3

didaktis

Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách

Didactic Communication in Theory of Education

Veronika Adamčíková, Pavol Tarábek

Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, e-mail: v.adamcikova@didaktis.sk didaktis@t-zones.sk

Kľúčové slová: didaktická komunikácia, metodické, aplikačné, integračné a komunikačné poňatie predmetových didaktík, didaktický most, etapy didaktickej komunikácie, didaktické transformácie, kurikulumny proces, kurikulumne transformácie, pojmovno-poznatkový systém, variantné formy kurikula

Key words: conceptual knowledge system, didactic communication, didactic bridge, didactic transformation, curricular proces, curriculum transformation, stages of didactic communication, variant forms of curriculum

Abstrakt: Práca ukazuje zjednodušený náčrt teórie didaktickej komunikácie prírodovedných odborov a matematiky a jej možné využitie pri reforme školského vzdelávania.

Abstract: In the paper a review of the conception named „didactic communication of natural sciences” and possible using in a reconstruction of school education is presented.

1. Didaktická komunikácia

Didaktická komunikácia (didaktische Kommunikation) je chápaná ako obojsmerná komunikácia medzi učiteľom a žiakom/študentom (edukantom), ktorá zahŕňa všetky zložky optimálneho vyučovacieho procesu (motiváciu, prenos informácie, učebné metódy z hľadiska cieľov, permanentnú analýzu, diagnostikovanie, vyhodnocovanie činnosti a výkonu edukanta atď.) [25].

Didaktická komunikácia vo vyučovacom procese znamená aj to,

- 1) že vyučujúci prispôbuje svoj jazyk a vyjadrovanie kognitívnej úrovni edukanta;
- 2) vyučujúci využíva všetky možnosti, aby porozumel tomu, čo edukant hovorí, t.j. usiluje sa zistiť, ako vyzerajú mentálne reprezentácie pojmov a poznatkov príslušnej vednej disciplíny v mysli edukanta.

Didaktická komunikácia v predmetovej didaktike, pedagogike alebo v akomkoľvek interdisciplinárnom odbore nastáva vtedy, ak sa odborníci z rôznych odborov vyjadrujú tak, aby si navzájom porozumeli.

Didaktická komunikácia daného odboru (v rámci predmetovej didaktiky) je proces sprostredkovania a odovzdávania výsledkov a metód aktuálneho poznania v danom odbore do vedomia jednotlivcov, ktorí sa na vzniku poznania nepodieľali.

2. Metodické, aplikačné, integračné a komunikačné poňatie predmetových didaktík

V rokoch 1979 – 84 publikovala profesorka Brockmeyerová práce [5 – 7], v ktorých rozvinula **komunikačné poňatie didaktiky fyziky**. Predmetom didaktiky fyziky v komunikačnom poňaní je **didaktická komunikácia fyziky**. V rokoch 2000 až 2007 bolo formované **komunikačné poňatie predmetových didaktík** predovšetkým v didaktikách prírodovedných predmetov, matematiky a ekonomiky (Adamčíková, Brockmeyerová, Kotásek, Šimoník, Škrabánková, Pavlát, Tarábek, Záškodný, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). V roku 2006 a 2007 bolo komunikačné poňatie dopracované do štrukturálnej podoby (Brockmeyerová, Tarábek, Záškodný 2006, 2007).

V prácach [5, 6] boli rozlíšené štyri poňatia didaktiky fyziky, ktoré možno rozpoznať aj v iných predmetových didaktikách: 1. metodické, 2. aplikačné, 3. integračné, 4. komunikačné.

Pri **metodickom poňaní** predmetovej didaktiky je jej hlavnou náplňou zameranie na formy, metódy a prostriedky výučby; obsah učiva je daný osnovami a didaktika sa ním prakticky nezaobera.

Pri **aplikačnom poňaní** vychádza predmetová didaktika z obecnej didaktiky, ktorou je metodika ovplyvnená, pričom sa stanovujú ciele a koncepcia vzdelávania z hľadiska pedagogických taxonómií. V tomto poňaní bola odborová didaktika chápaná ako špeciálna pedagogická disciplína. Do obsahu vzdelávania určeného osnovami a učebnými plánmi didaktika takmer nezasahovala.

Integračné poňatie predmetovej didaktiky sa konštituovalo na základe poznania, že výučba a vzdelávanie je zložitý proces, ktorý možno postihnúť len štúdiom a zapojením poznatkov viacerých vied (nielen pedagogiky, psychológie a daného odboru, ale aj histórie, sociológie, kybernetiky, matematiky, štatistiky, teórie systémov, kognitívnych vied atď.). Predmetová didaktika má teda **interdisciplinárny charakter** a **integračnú funkciu**, pretože musí integrovať do jedného systému poznatky viacerých vedných disciplín. Predmet tejto didaktiky však zostal obmedzený hranicami školskej sústavy a obsahom vzdelávania sa predmetová didaktika zaoberala len okrajovo.

V **komunikačnom poňatí** (ktoré zahrňuje aj metodiku, aplikačné a integračné aspekty) sa predmetom didaktiky príslušného vedeckého odboru stáva celý súvislý proces odovzdávania výsledkov a metód matematického resp. prírodovedného poznania do vedomia jednotlivcov, ktorí sa na vzniku poznania nepodieľali, a tým aj do spoločenského vedomia. Tento proces sa nazýva **didaktická komunikácia** daného odboru, je konaný rôznymi aktérmi so vzdelávacou intenciou a ide pri ňom nielen o prenos informácie ale aj o vyučovanie, učenie, zisťovanie a hodnotenie výsledkov výučby, tvorbu osnov, učebných plánov, rôznych pedagogických dokumentov, tvorbu učebníc a ďalších prostriedkov výučby a tiež o výchovu a vzdelávanie učiteľov.

3. Didaktická komunikácia prírodných vied a matematiky

Didaktická komunikácia (DK) prírodovedného odboru a matematiky vytvára **didaktický most** medzi vedeckými/odbornými poznatkami a ich mentálnymi reprezentáciami v myslení edukantov. Teória didaktickej komunikácie vychádza z moderných teórií učenia (kognitivismus, konštruktivismus, sociokulturálna teória založená na prácach Vygotského a iné, Wellington, 2005), ktorých didaktickú podstatu možno zjednodušene charakterizovať takto:

1. Žiaka alebo študenta nemožno pokladať za prázdnu nádobu, do ktorej sa nalievajú vedomosti. Učiteľ nesmie byť iba „poštárom“, ktorý „doručuje“ kurikulum jeho adresátom – žiakom a študentom (pozri dodatok 1) .
2. Učenie je efektívne a zmysluplné iba vtedy, ak vytvára nové pojmy a buduje nové poznatky ako nadstavbu existujúcich pojmov a poznatkov, pričom sa využívajú vlastné skúsenosti edukanta.
3. Učenie je efektívne a zmysluplné iba vtedy, ak je učivo dôsledne prispôbené kognitívnej úrovni edukanta, t.j. kognitívnej úrovni jeho pojmov, poznatkov a myslenia. Pojmy, ktoré túto podmienku nespĺňajú, sú v mysli žiaka vybudované len formálne, bez porozumenia (dodatok 1 a 2). Učenie musí rešpektovať kognitívnu úroveň edukanta a zónu jeho najbližšieho vývoja. Učiteľ mu musí poskytovať takú podporu, aby dosiahol ďalšiu úroveň svojho vývoja čo najefektívnejšie (scaffolding instruction, scaffolding teaching strategy).
4. Učenie v škole má prebiehať v sociálnom kontexte. Znamená to, že žiaci či študenti si pri učení pomáhajú vzájomnou komunikáciou, spoločným riešením úloh a problémov – učitelia ich učenie usmerňujú a podporujú poskytovaním vhodných informácií, usporiadaním a štruktúrovaním učiva.
5. Učenie prebieha oveľa lepšie vtedy, a) ak sa žiak/študent chce učiť, b) uvedomuje si, ako sa učí a prečo sa učí.
 - a) Škola by mala podporovať prirodzenú motiváciu k učeniu vyvolanú zvedavosťou, potrebou poznávať a radosťou z poznávania.
 - b) Edukant by si mal v priebehu vzdelávania čo najskôr vytvoriť „metakognitívnu kompetenciu“ – schopnosť rozmyšľať o svojom myslení a učení i o dôvodoch, prečo sa učiť.

Didaktika matematiky, fyziky, chémie, biológie i ďalších vedeckých či odborných disciplín, ktoré sú predmetom vzdelávania, sa v procese didaktickej komunikácie zaoberá **vedeckým systémom danej vedy/odboru**, ktorý je tvorený jej/jeho **pojmovo-poznatkovým systémom** (PPS), poznávacími metódami, postupmi ako aj prístupmi k poznávanej realite.

Pojmovo-poznatkový systém príslušného odboru nadobúda v priebehu didaktickej komunikácie (DK) niekoľko odlišných **foriem** a prechádza niekoľkými výraznými transformáciami – nazývame ich **didaktické transformácie**. Sled didaktických transformácií pojmov resp. poznatkov v priebehu didaktickej komunikácie nazývame termínmi **didaktická komunikácia pojmov** resp. **didaktická komunikácia poznatkov**.

Predmetová didaktika musí sledovať celú cestu transformácií poznatkov príslušnej vedy/odboru, pričom formám pojmovo-poznatkového systému odpovedajú kvalitatívne odlišné **fázy didaktickej komunikácie**. V súlade s didaktickými transformáciami PPS rozlišujeme aj **transformácie v didaktickej komunikácii** príslušnej vednej či odbornej disciplíny.

Fázy a transformácie v DK tvoria **etapy** didaktickej komunikácie danej vedy/odboru. S fázami a transformáciami v didaktickej komunikácii súvisia odlišné oblasti myslenia, skúmania a vyjadrovania, ktoré tvoria **základné problémové oblasti predmetovej didaktiky** (pozri tab. 1, viac v Brockmeyerová, Tarábek, 2007).

| Tab. 1: Etapy didaktickej komunikácie, formy pojmovno-poznatkového systému, didaktické transformácie, základné problémové oblasti predmetovej didaktiky | | | |
|---|---------------------------|--|--|
| Etapy didaktickej komunikácie (DK) vedného odboru | | Formy pojmovno-poznatkových systémov (PPS) | Didaktické transformácie PPS |
| Fázy DK | Transformácie v DK | | |
| F0: vedecký systém vedného odboru (VS) | | vedecký pojmovno-poznatkový systém (VPPS) daného odboru | |
| | T1: tvorba KM | | DT1: komunikačná transformácia |
| F1: kognitívny model vedného odboru (KM) | | komunikatívny model VPPS *1 | |
| | T2: vytváranie DS | | DT2: obsahová transformácia |
| F2: didaktický systém vedného odboru (DS) | | obsah vzdelávania prispôsobený kognitívnej úrovni edukantov | |
| | T3: projektovanie VP | | DT3: kurikulárna transformácia |
| F3: vzdelávací projekt vedného odboru (VP) | | učivo (kurikulum) – obsah výuky konkretizovaný v osnovách, učebných plánoch, v učebniciach | |
| | T4: edukačný proces | | DT4: učenie |
| F4: výstupy vzdelávania | | vedomosti a znalosti edukantov | |
| | T5: prax | | DT5: aplikačná transformácia |
| F5: aplikovateľné výsledky edukácie | | vedomosti a znalosti edukantov aplikovateľné v praxi | |
| Základné problémové oblasti predmetovej didaktiky sú: – vedecký systém príslušnej vedy – odpovedá fáze F0 – kognitívny model danej vedy – odpovedá fáze F1 a zahŕňa tiež transformáciu T1 – didaktický systém – odpovedá fáze F2 a zahŕňa tiež transformáciu T2 – vzdelávací projekt – odpovedá fáze F3 a zahŕňa tiež transformáciu T3 – edukačný proces – transformácia T4 – výsledky výučby a ich hodnotenie – odpovedá fáze F4 – spoločenské uplatnenie vzdelania – odpovedá fázam F5 a F6 | | | Prierezové oblasti predmetovej didaktiky , ktoré sa týkajú viacerých etáp didaktickej komunikácie, sú: – príprava a vzdelávanie učiteľov, – metodológia predmetovej didaktiky. |
| Do transformácií T1 až T4 v didaktickej komunikácii vstupujú niektoré faktory – vstupné prvky ; obsah a pôsobenie týchto faktorov predmetová didaktika taktiež študuje. Sú to: – alternatívne východiskové koncepcie vzdelávania v príslušnom predmete, – koncepcia a všeobecné ciele vzdelávania, – metodika výučby, – príprava, vzdelávanie a kvalifikácia učiteľov, – stav vzdelávacej sústavy vrátane kvality didaktických prostriedkov, – kognitívna úroveň edukantov a ich vstupné znalosti, – výstupné znalosti edukantov. | | | V súvislosti s faktormi, ktoré vstupujú do didaktických transformácií, skúma predmetová didaktika aj kritériá efektívnosti vzdelávania z hľadiska jeho zmysluplného uplatnenia v spoločnosti. |
| Transformačné metódy sa používajú pri didaktických transformáciách pojmovno-poznatkových systémov a možno ich deliť na dve skupiny *2: 1. štruktúrne-obsahové metódy, 2. štruktúrne-didaktické metódy. | | Obsahové metódy analyzujú štruktúru pojmovno-poznatkových systémov a vytvárajú štruktúrované kognitívne modely. Tieto metódy sa používajú aj pri vytváraní obsahu vzdelávania a kurikula. Didaktické metódy vytvárajú štruktúry prvkov (napr. pojmov a poznatkov) obsahu vzdelávania a učiva prispôbené kognitívnej úrovni edukantov. | |
| *1 Komunikatívny model VPPS (communicative model) je model VPPS usporiadaný z hľadiska didaktickej komunikácie. | | | |
| *2 Podrobnejší popis transformačných metód (Brockmeyerová, Tarábek, Záškodný, 2007). | | | |

4. Didaktická komunikácia a variantné formy kurikula

V rámci **didaktickej komunikácie** prírodných vied a matematiky prebieha transformačný proces charakterizovaný sledom **transformácií** T1, T2, T3, T4, T5, ktoré postupujú od fázy F0 až k fáze F5.

Fázou F0 je vedecký systém (VS) daného odboru.

T1 = VS → kognitívny model (F1)

Fázou F1 je kognitívny model – model daného odboru usporiadaný z hľadiska didaktickej komunikácie.

T2 = kognitívny model (F1) → didaktický systém (F2)

Fázou F2 je didaktický systém – obsah vzdelávania prispôbený kognitívnej úrovni edukantov z hľadiska koncepcie a cieľov vzdelávania, kvalifikácie edukátorov a stavu vzdelávacej sústavy.

T3 = didaktický systém (F2) → výukový projekt (F3)

Fázou F3 je výukový projekt – učivo konkretizované v osnovách, učebných plánoch, učebniciach so zreteľom na koncepciu a ciele vzdelávania.

T4 = edukačný proces = výukový projekt (F3) → výstupy edukačného procesu (F4)

Fázou F4 sú vedomosti, znalosti, kompetencie edukantov zistené školskými metódami a formami hodnotenia, ale aj tie, ktoré školské metódy hodnotenia nezisťujú.

T5 = výstupy edukačného procesu (F4) → aplikovateľné vedomosti, znalosti a kompetencie edukantov (F5)

Fázou F5 sú vedomosti, znalosti a kompetencie edukantov aplikovateľné v praxi.

Kurikulárny proces je postupnosť transformačne na seba nadväzujúcich **variantných foriem kurikula**, kde prvým a jediným „nekurikulárnym“ členom tejto postupnosti je vedecký systém:

CT1 = vedecký systém → konceptuálne kurikulum (conceptual curriculum),

CT2 = konceptuálne kurikulum → zamýšľané kurikulum (intended curriculum),

CT3 = zamýšľané kurikulum → projektové kurikulum (project curriculum) a implementované kurikulum 1,

CT4 = projektové kurikulum a implementované kurikulum 1 → implementované kurikulum 2 (implemented curriculum),

CT5 = implementované kurikulum 2 → dosiahnuté kurikulum (attained curriculum),

kde CT1 až CT5 sú kurikulárne transformácie (curriculum transformation). Táto definícia a sled kurikulárnych transformácií je prevzatý z práce (Záškodný, 2007). Implementované kurikulum 1 je forma projektového kurikulumu tak, ako ho chápe a ako si ho osvojil edukátor *3. Implementovanému kurikulumu 2 zodpovedá učivo osvojené edukantmi.

Pozoruhodné je, že v teórii kurikula boli nájdené také formy kurikula (Průcha, 2002, Maňák, 2005 a ďalšie citácie v práci Záškodný, 2007), ktoré sa dajú usporiadať do kurikulárnej nadväznosti rovnako, ako sú fázy F0 až F5 didaktickej komunikácie prepojené transformáciami T1 až T5. V odbornej literatúre sa uvádzajú aj iné formy kurikula, ako napr. kurikulum formálne, národné, predpísané, realizačné, skryté, podporné, osvojené atď. Tento stav reflektuje komplexnosť a zložitosť školského vzdelávania. Kurikulárny proces, ktorý spája logicky nadväzujúce formy kurikula, vytvára v tejto zložitosti ústrednú líniu.

Koncepcia variantných foriem kurikula vytvorená na báze anglo-amerických teórií kurikula (Záškodný 2007) zodpovedá teórii didaktickej komunikácie, takže môžeme variantné formy kurikula a fázy didaktickej komunikácie používať ako zástupné termíny okrem dvoch výnimiek:

1. Užšie chápaný termín „kurikulum“ a jeho variantné formy zodpovedajú formám pojmovo-poznatkových systémov, ktoré sú výsledkami didaktických transformácií DT1 až DT5.
2. Didaktickej a kognitívnej analýze podrobujeme pojmovo-poznatkové systémy a ich prvky: pojmy, poznatky deklarativne aj operačné. Termín „kurikulum“ sa v tomto zmysle zatiaľ nepoužíva.

Teória didaktickej komunikácie sa oproti teórii kurikulárneho procesu javí viac prepracovaná a tvorí v rámci komunikačnej koncepcie predmetových didaktík komplexný systémový model. Naproti tomu v teórii kurikula je lepšie prepracovaný obsah rôznych foriem kurikula, terminológia je viac zaužívaná a lepšie vystihuje popisované edukačné univerzum. Obe koncepcie sa dopĺňajú a ich prepojenie môže byť veľmi účinným nástrojom efektívnych zmien a reforiem školského vzdelávania.

*3 V literatúre sa používa aj termín „realizačné kurikulum“ (operational curriculum), ktorý zodpovedá tomu, čo edukátor v priebehu vyučovania skutočne realizuje, teda mohla by to byť istá forma implementovaného kurikulumu 1.

5. Teória didaktickej komunikácie a reformy vzdelávania

Teória didaktickej komunikácie spolu s koncepciou **variantných foriem kurikula** sa javí ako najvhodnejší štruktúrálnej rámec (structural framework) pre komplexné poňatie **školskej reformy**, ktorej príprava na Slovensku prebieha [32] a v Českej republike je v štádiu realizácie. Hlavným dôvodom je skutočnosť, že táto teoretická koncepcia postihuje všetky stránky školského vzdelávacieho procesu v celej jeho zložitosti pomerne jednoduchou a zrozumiteľnou procesuálnou líniou vytvárajúcou **didaktický most** medzi vedeckými/odbornými/praktickými poznatkami a ich mentálnymi reprezentáciami v mysli akceptantov vzdelávania. Z tejto línie, jej etáp a prvkov vyplývajú základné a prierezové problémové oblasti, ktoré musia byť nevyhnutnou súčasťou reformy a žiadnu z nich nemožno opomenúť.

Autori zborníka si uvedomujú nutnosť dopracovania prvkov koncepcie didaktickej komunikácie s variantnými formami kurikula. Mnohé príspevky k školskej reforme ako aj iné tvorivo poňaté návrhy zmien vzdelávania (Adamčíková, 2006, 2007, Bagalová, Butaš, 2007, Škrabánková, 2008, Tarábek, 2005, Turek, 2005, Záškodný, 2005, 2007 [2, 3, 4, 18, 20, 22, 28, 31, 32, 33, 34, 35]) do tejto koncepcie veľmi dobre zapadajú. Napriek tomu existuje ešte mnoho oblastí, ktoré nie sú dopracované, predovšetkým z hľadiska potrieb znalostne orientovanej ekonomiky.

Jednou z nich je koncepcia vzdelávania poňatá z hľadiska ekonomicko-spoločenských vstupov a výstupov.

Vzdelávací priemysel (education industry) je oblasť, do ktorej idú relatívne veľké spoločenské a ekonomické vstupy – finančné zdroje spoločnosti, osobnostné a intelektuálne vstupy edukantov (vrátane rôznych foriem ich nadania), osobnostné a intelektuálne vstupy edukátorov. Neexistujú však dostatočne prepracované **kritériá efektívnosti** *4 produktov vzdelávacieho priemyslu podobne, ako je tomu v iných priemyselných odvetviach, (v ktorých je nemysliteľné, aby sa vyrábali produkty, o ktoré spoločnosť reprezentovaná cieľovými skupinami zákazníkov nemá záujem). Odberateľom „produktov“ školského vzdelávacieho priemyslu je spoločnosť reprezentovaná z väčšej časti zamestnávateľmi. Existuje však množstvo týchto „produktov“, o ktoré nie je záujem, pretože ich vzdelanie, znalosti, kompetencie sú v praxi nepoužiteľné. Ak nebudú finančné zdroje „vzdelávacích firiem“ závisieť aj od úspešnosti uplatnenia ich absolventov, ťažko možno očakávať zmenu k lepšiemu.

Iným vážnym problémom je skutočnosť, že didaktika sa len málo zaoberá **mentálnymi reprezentáciami pojmovopoznatkových systémov** a ich prepojením na externé prejavy edukantov. Ciele vzdelávania sú formulované jazykom popisujúcim externé aktivity – prejavy vedomostí, znalostí, spôsobilostí, kompetencií [4, 28, 36], pričom evaluačnými nástrojmi sú externé prejavy merané bez znalosti toho, k akým prvkom interných pojmovopoznatkových systémov sa vzťahujú. Rozsiahle a desaťročia prebiehajúce prieskumy formálnych vedomostí [2, 21] a tzv. prekonceptií a miskoncepcií (preconceptions, misconceptions, Čáp, Mareš, 2001, Novak, 2007, [14, 38, 39, 40], pozri aj dodatok 2) ukazujú, že „obvyklé“ školské vyučovanie je z hľadiska dobre vytvorených pojmov a poznatkov, ako aj trvalých a správnych znalostí natoľko neúčinné, že možno pochybovať o jeho zmysluplnosti – je teda nevyhnutné riešiť problém zmysluplného vzdelávania a jeho obsahu (Čáp, Mareš, 2001, Novak, [37]).

Učebnice s kvalitným a zmysluplným obsahom sú ďalším veľkým problémom školskej vzdelávacej sústavy na Slovensku. Z mnohými aj novými vydania učebníc sú učitelia nespokojní, ich obsah nezodpovedá kognitívnej úrovni žiakov, obrázky a používanie farieb má mnohokrát nulovú informačnú hodnotu, atď. Domnievame sa, že príčinou nie je len prehustenie osnov ale aj nesprávna politika vydávania učebníc. Komparáciou rôznych spôsobov tvorby a vydávania učebníc z hľadiska ich kvality v jednotlivých európskych krajinách sa zaoberala štúdia EEPG (European Educational Publishers Group). Výsledky komparácie ukazuje tabuľka 1 prevzatá z práce [2]. V závere štúdie sú ako hlavné výhody voľného trhu učebníc uvedené tieto konštatovania:

- učitelia a používatelia majú slobodnú možnosť voľby – môžu si vybrať učebnice z viacerých vydavateľstiev, čo umožňuje potrebnú diferenciaciu vzdelávania podľa potrieb žiakov;
- väčšia konkurencia pri tvorbe učebníc má pozitívny vplyv na zvyšovanie ich kvality;
- zodpovednosť škôl za nákup učebníc vedie k efektívnejšiemu využívaniu finančných zdrojov (napr. odbúraním korupcie a tlakom na znižovanie cien).

*4 Isté neformálne kritériá efektívnosti existujú, napr. úspešnosť uplatnenia absolventov, kvalita výsledkov práce absolventov počas ich profesionálnej kariéry „meraná“ počtom patentov, ocenení, dosiahnutej pozície v zamestnaní atď. (Tarábek, 2007). Kritériá efektívnosti školského systému vzdelávania nemožno však zamieňať s hodnotením školských vedomostí a znalostí meraných testami – ako je napr. monitor, maturity, štátnice, a pod.

| Tabuľka 2: Porovnanie voľného trhu učebníc a centrálne riadeného vydávania učebníc v európskych krajinách | |
|---|--|
| Voľný trh učebníc | Centrálne riadený trh učebníc |
| vydavateľstvo v spolupráci s autorom vytvorí učebnicu v súlade s požiadavkami učebných plánov a osnov | MŠ vypíše konkurz na učebnicu (MŠ – ministerstvo školstva) |
| učebnicu podá na MŠ na schválenie | konkurzu sa môžu zúčastniť autori v spolupráci s vydavateľstvom |
| MŠ po posúdení učebnice môže alebo nemusí udeliť tzv. schvaľovaciu doložku | MŠ po posúdení prihlášok určí víťaznú učebnicu |
| vydavateľstvo učebnicu vydá na vlastné náklady a ponúka ju školám | MŠ zaplatí vydanie učebnice |
| školy si po zvážení ponuky učebnicu môžu priamo zakúpiť | MŠ prostredníctvom svojej distribučnej agentúry dodáva učebnice školám |
| distribúcia učebníc na školy cez vydavateľstvá, kníhkupcov alebo distribučné siete | |
| | |
| Európske krajiny s voľným trhom učebníc | Európske krajiny s centrálne riadeným trhom učebníc |
| Anglicko, Bulharsko (do r. 2002), Česká republika, Estónsko, Fínsko, Maďarsko, Nemecko, Litva (dve učebnice na predmet), Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Slovinsko, Švajčiarsko, Švédsko, Taliansko | Bulharsko (od r. 2003), Grécko, Slovensko |

Dodatok 1

„Poštársky model vyučovania“ (Wellington, 2005) sa vzťahuje na situáciu, keď vyučujúci podobne ako poštár iba „doručuje“ poznatky adresátom – žiakom a študentom. Obvykle je založený na postupe „vysvetlenie učiva, učenie, skúšanie“, pričom je neuveriteľné, že tento model vyučovania sa v našej školskej sústave drží tak húževnato napriek mnohým reformným aktivitám vyučujúcich, pedagógov a didaktikov i napriek tlaku rodičov. Jeho dôsledkom sú formálne vedomosti, miskoncepce a v konečnom dôsledku taký „vedomostný systém“, ktorý je často iba mozaikou jednotlivých „vedomostných kamienkov“, pričom väčšina z nich z tejto „mozaiky“ rýchlo vypadáva (Brockmeyer, Tarábek, 2007 [24]).

Dodatok 2

Prekoncepce (preconceptions) sú primárne empirické poznatky detí získané obvykle vlastným poznávaním založeným na pozorovaní reality a preto niekedy nesprávne. **Miskoncepce** (misconceptions, student's frameworks) sú nesprávne a formálne poznatky žiakov, študentov a dospelých, pričom ide o chybné utvorené pojmy, mylné koncepce zákonov a pravidiel, nesprávne vysvetľovanie faktov. Problém, na ktorý mnohí autori upozorňujú, spočíva v tom, mnohé prekoncepce a miskoncepce sú v myslení žiakov a študentov hlboko zakorenené, na vytváraní miskonceptí sa podieľa aj škola a pretrvávajú až do dospelosti (Čáp, Mareš, 2001). Podieľajú sa na tom svojou chybovosťou učebnice (výskumy miskonceptí v učebniciach [40]), nesprávne nastavené osnovy (výskumy náročnosti pojmov a poznatkov vzhľadom na kognitívnu úroveň žiaka, nutná redukcia učiva, Brockmeyerová, Tarábek, 2007), formálne vedené vyučovanie (výskumy vplyvu metodiky vyučovania na vytváranie miskonceptí, Sharma, 2007 [38]), atď. Vedie to k otázke: Aký zmysel má vlastne školské vzdelávanie? Tento problém začal riešiť Ausubel (Čáp, Mareš, 2001) a v súčasnosti sa ním dlhodobo zaoberá napr. The Meaningful Learning Research Group [37].

Príklady na prekonceptie a miskonceptie

- Výsledky orientačnej skúšky poslucháčov úvodného kurzu geofyziky Univerzity of Illinois uverejnené v r.1998 v časopise Americkéj geofyzikálnej únie [21]:
 - 18 percent študentov tvrdilo, že Slnko obieha okolo Zeme. Temer pätina poslucháčov vysokoškolského kurzu geofyziky vstupovala doňho s presvedčením, že Zem je dynamicky nadradená Slnku. Koperníkovo meno pozná snáď každý, ale nie každý vie, čo vlastne Koperník vykonal.
 - 50 percent študentov malo názor, že zdrojom slnečného žiarenia sú chemické reakcie. Inak povedané, polovica nevedela o existencii termonukleárných reakcií, a tým ani o princípe vodíkových zbraní – pol storočia od konštrukcie prvej vodíkovej bomby.
 - 83 percent poslucháčov nevedelo, že sklon zemskej osi je príčinou striedania ročných období. V tejto súvislosti sa autori štúdie odvolali na skoršiu štúdiu, podľa ktorej novoprijatí študenti Harvardskej univerzity považovali ročné obdobia za následok premenlivej vzdialenosti Slnko - Zem.
 - 55 percent bolo presvedčených, že biliardová guľa a kolkárska guľa, obe vypustené z rovnakej výšky naraz, nedopadnú na Zem naraz. Fakt, že Galileo vyriešil túto úlohu pred štyrmi storočiami a že jeho riešenie viedlo k formulácii modernej dynamiky, nebol viac než polovici skúšaných študentov známy.
- Výsledky prieskumov vykonaných na Slovensku a uverejnených v [19], v ktorých bol skúmaný vývoj úrovne poznatkov žiakov ZŠ a študentov SŠ vo fyzike, priniesli zistenie, že vedomosti, ktoré žiaci a študenti získavajú v škole, síce narastajú, ale rastie objem nielen správnych znalostí ale aj nesprávnych znalostí – miskonceptií.

| Na ilustráciu uvedieme iba odpovede na otázku „Ako pôsobí sila na telesá?“ | | | |
|--|-----------------------------|---|---|
| | nulová / nezmyselná odpoveď | odpoveď na Aristotelovskej úrovni – miskonceptia | správna odpoveď na Newtonovskej úrovni |
| Žiaci 6. ročníka ZŠ | 51 % | 37 % | 12 % |
| Žiaci 8. ročníka ZŠ | 19 % | 46 % | 30 % |
| Študenti 1. ročníka gymnázia | 10 % | 54 % | 32 % |
| Študenti 4. ročníka gymnázia | 5 % | 65 % | 28 % |
| Nesprávne znalosti – miskonceptie sú reprezentované Aristotelovskou úrovňou fyzikálneho myslenia, ktorá zodpovedá primitívne-empirickej úrovni pojmovopoznatkových systémov. Správne znalosti sú reprezentované Newtonovskou úrovňou, ktorá zodpovedá vedecko-empirickej až parametrickej úrovni pojmovopoznatkových systémov. | | | |
| | | Aristotelovská úroveň (odpoveď vyplývajúca zo skúsenosti) je reprezentovaná odpoveďou: „Sila spôsobuje pohyb telies.“ alebo jej variantami s rovnakým zmyslom | Newtonovská úroveň (správna odpoveď): „Sila spôsobuje zmenu pohybu telies, t.j. urýchľuje alebo spomaľuje pohyb, resp. zakrivuje dráhu telies.“ |
| Podobné výsledky boli získané aj pri zisťovaní úrovne iných fyzikálnych pojmov a poznatkov. | | | |

- Mareš, J., Čáp, J. Psychologie pro učitele [14], príklady na miskonceptie:

Teplo a teplota je to vlastne isté. Teplo súvisí s vyššími teplotami.

Ťažšie telesá vytláčajú viac tekutiny než ľahšie telesá.

Teleso ponorené do kvapaliny sa bráni proti utopeniu tým, že pláva.

Energia je schopnosť telesa konať prácu.

Zvuk sa šíri rýchlejšie než svetlo. Vždy keď zapneme televíziu, najprv počujeme zvuk a až potom sa objaví obraz.

Kráľovský dvor je záhrada okolo hradu.

Robota – to sú ľudia, ktorí museli pracovať na pánov.

- [39] Student Misconceptions. (2007). <http://www.darvylscience.com/Misconceptions.htm>.

The sun rises exactly in the East and sets exactly in the West everyday.

The sun is directly overhead at 12:00 NOON.

The earth is the center of our solar system.

The moon is only visible at night.

A white light source produces light of only one color - white.

The primary colors are red, yellow, and blue.

Black is a color.

Positively charged objects have gained protons.

A charged object can only attract other charged objects.

Gravitational forces are stronger than electrostatic forces.

Batteries have electricity inside them.

Gravitational potential energy depends only on the height of the object.
Doubling the speed of an object doubles its kinetic energy.
Doubling the speed of a car doubles its stopping distance.
There is no relationship between matter and energy.
Energy is not conserved! Because we are running out of it.
If an object is at rest, no forces act on it.
Large objects exert a greater force than smaller objects.
A force is needed to keep an object moving.
Wood floats and metal sinks.
Pressure and force are the same.
Heat and cold are different things.
Rocks must be heavy.
All metals are attracted to a magnet.
All magnets are made of iron.

Literatúra

- [1] Adamčíková, V., Adler, A. L., Brockmeyerová, J., Halásková, R., Kohutová, R., Mlčák, Z., Paulín, R., Pavlát, V., Pospíšil, P., Procházka, P., Schneiderová, A., Singer, J., Škrabánková, J., Tarábek, J., Tarábek, P., Van Deursen, J., Zášková, H., Zášková, P. (2006). Educational and Didactic Communication, sborník internetové konferencie. Bratislava, Frankfurt a.M.: Educational Publisher Didaktis.
- [2] Adamčíková, V., Tarábek, P. (2006). Obsah vzdelávania, kvalita učebníc, porozumenie učiva – Didaktická komunikácia odboru ako určujúci faktor tvorby obsahu vzdelávania a kvalitných učebníc. *V zborníku konferencie Inovácie v škole 2006*, Podbanské. Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [3] Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007). The Conceptual Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. EEPG – European Educational Publishers Group, *Science and Math Network meeting in Warsaw*, 19 – 20. April 2007.
- [4] Bagalová, L. (2007). Kľúčové kompetencie, príprava pre život. ŠPÚ – školská reforma.
Butaš, J. (2007). Nový prístup k tvorbe vzdelávacích štandardov na základe kompetencií. ŠPÚ – školská reforma.
Butaš, J. (2007). Národné merania a obsahová prestavba. ŠPÚ – školská reforma.
http://www.statpedu.sk/buxus/generate_page.php?page_id=1221
- [5] Brockmeyerová-Fenclová, J., Kotásek, J. (1979). Příspěvek k vymezení předmětu a problémové struktury didaktiky fyziky jako vědní disciplíny. V sborníku konference *K otázkám vědecké práce v didaktice fyziky*, MFF UK: Praha.
- [6] Brockmeyerová-Fenclová, J. (1982). Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. SPN: Praha.
- [7] Brockmeyerová-Fenclová, J., Bednařík, M., Půlpán, Z., Svoboda, E. (1984). K perspektívám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. Praha: Academia.
- [8] Brockmeyer, J. (1984). Gegenstand und Hauptproblembereiche der Physikdidaktik. In: *Didaktik der Physik, Physikertagung*. Münster: Deutsche Physikalische Gesellschaft.
- [9] Brockmeyer, J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In: *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences)*, sborník internetové konferencie. Bratislava, New York: Educational Publisher Didaktis.
- [10] Brockmeyer, J., Pavlát, V., Škrabánková, J., Tarábek, P., Van Deursen, J., Zášková, H., Zášková, P. (2003 March). Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis), sborník internetové konferencie. Bratislava, London: Educational Publisher Didaktis.
- [11] Brockmeyer, J., Haiduwa, P., J., Pavlát, V., Stach, V., Škrabánková, J., Tarábek, P., Tesar, J., Zášková, H., Zášková, P.: (2003 December) Structure, Formation and Design of Textbook (volume 2: Theory and practice), sborník internetové konferencie. Bratislava, London: Educational Publisher Didaktis.
- [12] Brockmeyer, J., Hyka, J., Pavlát, V., Schneiderová, A., Škrabánková, J., Šlapák, P., Tarábek, P., Zášková, H., Zášková, P. (2004). Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems), sborník internetové konferencie. Bratislava, Frankfurt a.M.: Educational Publisher Didaktis
- [13] Brockmeyer, J., Mlčák, Z., Pavlát, V., Schneiderová, A., Šimoník, O., Škrabánková, J., Tarábek, P., Zášková, H., Zášková, P. (2005). Modern Science and Textbook Creation (volume 2: Modern tendencies in textbook creation), sborník internetové konferencie. Bratislava, Frankfurt a.M.: Educational Publisher Didaktis
- [14] Čáp, J., Mareš, J. (2001). Psychologie pro učitele. Praha: Portál s. r. o.
- [15] Kotásek, J. (2004). Domácí a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik. Sborník konference *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu* konané 13.-14. září 2004 na Pedagogické fakultě MU v Brně.

- [16] Maňák, J. (2005). K problematice výzkumu kurikula. Bulletin Centra pedagogického výzkumu. Brno: Masarykova univerzita.
- [17] Průcha, J. (2002). Moderní pedagogika. Praha: Portál.
- [18] Škrabánková, J. (2008). Aktuální trendy v pregraduální přípravě učitelů základních a středních škol. Brno: Ediční centrum Masarykovy univerzity.
- [19] Tarábek, P. (2002). Level of the Internal Concept Knowledge Systems. In Brochure of Conference *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, New York, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [20] Tarábek, P. (2004). Štruktúry pojmov a poznatkov – aplikácie vo vyučovaní. V *zborníku konferencie Inovácie v škole 2004*, Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [21] Tarábek, P. (2005) Zmysel školského vzdelávania v informačnej spoločnosti s dominantnou znalostnou ekonomikou. V *zborníku konferencie Inovácie v škole 2005*. Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [22] Tarábek, P., Záškodný, P. (2005). Metody didaktické a vzdelávacie komunikácie ako nástroj tvorby rámcových učebných plánů. V *zborníku konferencie Inovácie v škole 2005*, Podbanské. Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávanie.
- [23] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006). Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika, fyzika, informatika* 3/2006, str. 146 – 157, 4/2006 str. 224 –227.
- [24] Brockmeyer, J., Tarábek, P. (2007). Teoretická koncepcie didaktiky fyziky. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [25] Tarábek, P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a její struktura. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [26] Tarábek, P. (2007). Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [27] Tarábek, P. (2007). Kognitívna analýza pojmov formovaných vo vyučovacím procese. V *zborníku konferencie Inovácie v škole 2007*, Podbanské. Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávanie.
- [28] Turek, I. (2005): Inovácie v didaktike. Príspevok k realizácii projektu Milénium vo vyučovacom procese na základných a stredných školách. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum.
- [29] Wellington, J. (2005). Children's learning and teaching. – A rough guide to learning theories. *Into Teaching: Practical support through teacher training and into school, 2005, Introduction to the strands – part 1*. London: Optimus Publishing; Learning theory (education). (2007). [http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_\(education\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_theory_(education))
- [30] Záškodný, P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [31] Záškodný, P. (2007). Metody strukturace variantních forem kurikula. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [32] ŠPÚ – školská reforma. (2007). http://www.statpedu.sk/buxus/generate_page.php?page_id=1221
- [33] Zborník konferencie: Inovácie v škole 2006. (2006). Bratislava, Dolný Kubín, Prešov, Topoľčany: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [34] Zborník vedecko-odbornej konferencie: Inovácia v matematickej príprave žiakov na 1. stupni ZŠ. (2007). Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity
- [35] Zborník vedeckej konferencie: Oborové didaktiky v pregraduálnom učiteľskom studiu. (2004). Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity.
- [36] Doporučení Evropského parlamentu a rady o kľúčových kompetenciách pro celoživotní vzdelávání, Brusel, 30.11.2005.
- [37] The Meaningful Learning Research Group, direktor Dr. Joseph Novak, Misconceptions Proceedings (1983 – 2007). <http://www2.ucsc.edu/mlrg/mlrghome.html>;
- [38] Sharma, S. V., Sharma, K. C. (2007). Concepts of force and frictional force: the influence of preconceptions on learning. *Physics Education*, Vol. 42. 5/2007. Bristol: IOP Publishing.
- [39] Student Misconceptions. (2007). <http://www.darylsience.com/Misconceptions.htm>.
- [40] Science Myths" in K-6 Textbooks. (2007). <http://amasci.com/miscon/miscon.html>;
Maths misconceptions. (2007). <http://www.teachernet.gov.uk/teachers/issue42/primary/features/Mathsmisconceptions/>
Tarábek, P. (2007). Fyzikálne miskoncepce. *Educational & Didactic Communication 2007, Volume.2*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis

Educational Science and Subject Didactics

Pedagogika a předmětová didaktika

Doc.RNDr. Premysl Zaskodny, CSc.

University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Mgr. Olga Strnadova

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Bc. Petr Prochazka

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Key Words, Abstracts of Individual Chapter

a) Investigated Scientific Branches and Their Definition (the 1. chapter)

Subject Didactics – Subject Education, Didactics of Physics – Physics Education, Educational Science – Pedagogy, Educational Reality and Definition of Educational Science, Didactic Communication and Definition of Subject Didactics

b) Educational Process (Education) and Its Structure (the 2. chapter)

Structure of Educational Process – Educator, Educant, Learning, Instruction like Teaching and Learning, Determinants of Educational Process

Structure of Educational Process – Content of Education and Curriculum (Educational Construct, Various Forms of Curricula and Educational Constructs), Endogenous Side of Education, Exogenous Side of Education, Interaction of Endogenous and Exogenous Sides on the Basis of Curriculum

c) Physical Schooling as Educational Process of Physics in School (the 2. chapter)

School Instruction of Physics as Teaching Physics and Learning about Physics (Physical Schooling), Teacher of Physics, Addressees of Physical Schooling, Various Forms of Curricula in Physics

d) Structure of Educational Science at Canadian and American Universities (the 3. chapter)

Curriculum Studies (Content of Education), Educational Administration (Exogenous Side of Education), Educational Psychology & Special Education (Endogenous Side of Education), Educational Foundations (Structure of Education)

Klíčová slova, Abstrakty jednotlivých kapitol

a) Zkoumané vědecké obry a jejich definice (1. kapitola)

Předmětová didaktika, Didaktika fyziky, Edukační věda – pedagogika, Edukační realita a definice edukační vědy, Didaktická komunikace a definice předmětové didaktiky

b) Edukační proces (edukace) a jeho struktura (2. kapitola)

Struktura edukačního procesu – Edukátor, Edukant, Učení, Výuka jako vyučování a učení, Determinanty edukačního procesu

Struktura edukačního procesu – Obsah edukace a kurikulum (Edukační konstrukt, různé formy kurikulí a edukační konstrukty), Endogenní stránka edukačního procesu, Exogenní stránka edukačního procesu, Interakce endogenní a exogenní stránky na základě kurikula

c) Školní edukace fyziky jako edukační proces fyziky ve škole (2. kapitola)

Školní výuka fyziky jako vyučování fyziky a učení se fyziky (Školní edukace fyziky), Učitel fyziky, Adresáti školní edukace fyziky, Různé formy kurikulí ve fyzice

d) Struktura edukační vědy na kanadských a amerických univerzitách (3. kapitola)

Curriculum Studies – Obsah edukace, Kurikulární studia

Educational Administration – Vazba na exogenní stránku edukačního procesu,

Educational Psychology & Special Education – Vazba na endogenní stránku edukačního procesu,

Educational Foundations – Základy a struktura edukačního procesu

CONTENT

1. Subject Didactics Place within Educational Science

2. Basic Educational Science Terms and Subject Didactics Terminology

3. Educational Science and Subject Didactics

a) University of Saskatchewan

b) University of Manitoba

c) University of British Columbia

d) University of Virginia

e) University of Delaware

f) University of Washington

Bibliography

1. Subject Didactics Place within Educational Science

Subject didactics (for illustration didactics of physics – physics education – is used) is part of the educational science – pedagogy (Prucha, 2005). Subject didactics research far exceeds that of educational science (both general pedagogy and general didactics). For example, from the point of view of the didactics of physics the research field includes all the physical knowledge as a complex of physical knowledge pieces and methods of physical knowledge (Fenclova-Brockmeyerova, 1982). Educational science itself is considered to be one of the social sciences. Modern educational science, like each developing scientific branch, is considered to be explanatory and exploratory.

2. Basic Educational Science Terms and Subject Didactics Terminology

Basic educational terms are determined, for educational dimension requirements of subject didactics, according to J.Prucha (2005). Other sources are will be quoted on an ongoing basis.

1. Educational Process, Education

Educational process is any activity which an educator (teacher or educational activity) teaches and an educant (student) learns. In education there is always learning.

Example of educational process: School instruction like teaching and learning

Examples of educants: Learners, students, addressees of educational activities

Examples of educators: A teacher , a person who teaches

2. Educational Process, Structure

- participants of educational process (educators, educants)

- introductory determinants of an educational process

a) characteristics of an educant (e.g. cognitive, affective, physical, social and socio-cultural)

b) characteristics of an educator (personal and professional)

c) characteristics of educational construct (e.g. characteristic features of various existence forms of curricula)

d) characteristics of schools

- context of educational process (determinants outside of an educational process, but affecting the educational process)
- content (contents and progress) of education (especially curriculum and its various forms)
- outcomes resulting as products of an educational process

3. Learning

Learning means getting experience, forming and changing educants during their lives. Through learning a person achieves the abilities for active participation in natural and social environments.

Learning can be verbal cognitive (mastering results and methods through languages), social (mastering values, standards, attitudes, communicative abilities) and motor-sensory (acquiring motor skills).

According to intentionality rate (conscious purpose) learning can be unconscious, purposeful and determined.

Learning is an active process through which people construct their knowledge and in its essence it means solving problems (Biggs, Moore, 1993). It is a process of processing new information and creating new knowing networks on the basis of previously processed information (Biggs, Moore, 2003).

4. Educational Science Definition based on the terms “Educational Process” and “Learning”

Educational science (pedagogy) is the science (theory and research) whose subject is educational processes containing intentional learning. Analytical-synthetic model (Tarabek, Zaskodny, 2006) of educational process as an interaction of its exogenous and endogenous sides based on its contents is presented by O. Simonik and J. Skrabankova (2005).

5. Educational construct

Educational constructs are all the theoretic works which, in a particular way, determine and affect a real educational process.

Some examples: compiled or modelled various components of various forms of curriculum (e.g. educational programmes, learning schedules, textbooks, school certificates).

6. Educational reality

Educational reality is all the realities where some educational process is taking place and where educational constructs are used.

Some examples: external educational environment (school and family surroundings) and all the educational activities taking place, internal psycho-social environment (learning climate) and all the activities connected with it. Changeable internal psycho-social environment (e.g. learning atmosphere) and all the activities connected with it.

7. Educational Science Definition based on the term “Educational Reality”

The subject of modern educational science (pedagogy) is educational reality as a whole.

8. Some terms of Educational Dimension of Subject Didactics based on an Example of Didactics of Physics

educational process: school instruction of physics as teaching physics and learning about physics

educant: student learning physics, addressees of physical schooling

educator: physics teacher

educational construct: compiled or modelled various components of various forms of curriculum.

9. The Definition of Didactics of Physics based on Communicative Interpretation of this Subject Didactics

The didactics of physics is a science (theory and research) whose subject is the continuous process of the passing on and mediation of results and methods of physical knowledge into the consciousness of individuals who played no part in creating it, and so is passed into social consciousness. During this influenceable process, which can be called a didactic communication of physics, not only information is passed on but also learning takes place. A physical knowledge goes through several significant transformations during didactic communications (Fenclova - Brockmayerova, 1982).

3. Educational Science and Subject Didactics at several Canadian and American Universities

a) University of Saskatchewan (www.usask.ca, 2007)

The College of Education at this university has the following departments (list is incomplete):

- Department of Curriculum Studies
- Department of Educational Administration
- Department of Educational Psychology & Special Education
- Department of Educational Foundations

In the structure of the departments a connection with the explanation of educational process content as well as of its exogenous and endogenous sides can be seen (Simonik, Skrabankova, 2006), as can the connection to the explanation of the educational process as a whole.

The study programs linked to the College of Education show significant co-operation with other faculties (especially in curriculum studies). They include:

- Curriculum Studies
- Educational Administration
- Educational Psychology & Special Education
- Educational Foundations
- Educational Communications and Technology

For example, in the study program “Curriculum Studies” the following required courses for MEd degree can be found:

- Principles and Practices of Curriculum Construction in Curriculum Studies
- Research Methods: Introductory
- Seminar in Curriculum Research Science

Elective courses for MEd degree of this study program include:

- Trends and Issues in Mathematics Education
- Trends and Issues in the Study of Writing
- Trends and Issues in Social Studies
- Introduction to Graduate Studies in Science Education
- Reading Process and Practice

In this partial list of elective courses we can find the didactics of physics (Physics Education) especially from the point of view of Science Education.

b) University of Manitoba (www.umanitoba.ca, 2007)

The Faculty of Education at this smaller university is divided into the following departments (list is incomplete):

- Department of Curriculum, Teaching and Learning
- Department of Educational Administration, Foundations and Psychology

In the structure of the departments a connection with the explanation of educational process content as well as of its exogenous and endogenous sides can be seen again (Simonik, Skrabankova, 2006), as can the connection to the explanation of the educational process as a whole.

Among the members of staff at this faculty there are two significant academic workers dealing with the didactics of physics as it is interpreted from the Czech point of view. The first is a professor of the didactics of science (Science Education) specialized in physics, similarly the second professor - Dean Emeritus.

c) University of British Columbia (www.ubc.ca, 2007)

The Faculty of Education at one of the biggest universities in Canada is divided into the following departments and fields (list is incomplete):

- Department of Curriculum Studies -Department of Educational Studies
- Department of Educational and Counselling Psychology and Special Education
- Department of Language and Literacy Education
- Teacher Education

In the structure of the departments a connection with the explanation of educational process content as well as of its exogenous and endogenous sides can be seen again (Simonik, Skrabankova, 2006), as can the connection to the explanation of the educational process as a whole.

The study programs linked to the Faculty of Education show significant co-operation with other faculties (especially in curriculum studies). They include:

- Curriculum Studies
- Curriculum Studies & Educational Administration & Leadership
- Mathematics Education
- Science Education
- Social Studies Education
- Technology Studies Education

In this partial list, a study program “Science Education”, which is a study program of science didactics (and so directly of the didactics of physics – of the Physics Education) stands alongside Curriculum Studies (with links to creating the science curriculum).

In the introduction of the Curriculum Studies it is said: “Students learn about issues around curriculum planning and development, implementation and evaluation”.

This quotation indicates the approach to a curriculum as a variant phenomenon (Prucha, 2005) as well as studying different forms of curriculum.

In the description of programs for Curriculum Studies (Course Description: Course Leadership) the following disciplines are listed:

- Curriculum and Instruction in Applied Studies in Mathematics, Science and Technology
- Curriculum and Instruction in Health Studies

In the first listed discipline a connection to Science Education and so to the didactics of physics (to the Physics Education), appears again.

d) University of Virginia (www.virginia.edu, 2007)

The Curry School of Education at this university is divided into the following departments (list is incomplete):

- Department of Curriculum, Instruction, and Special Education
- Department of Human Services
- Department of Leadership, Foundations, and Policy

In the structure of the departments a connection with the explanation of educational process content as well as of its exogenous and endogenous sides can be seen (Simonik, Skrabankova, 2006), as can the connection to the explanation of the educational process as a whole.

Study programs connected with the Curry School of Education show significant cooperation with other faculties (especially in Curriculum Studies). They include:

- Curriculum and Instructions
- Administration and Supervision
- Educational Psychology
- Educational Research, Statistics, and Evaluation
- Instructional Technology
- Teacher Education

For example in the study program “Curriculum and Instructions” we can find the following required courses for MEd degree:

- Models of Instruction
- Fundamentals of Curriculum
- Evaluation of Teaching

e) University of Delaware (www.udel.edu, 2007)

Study programs connected with the School of Education show significant cooperation with other faculties (especially in Curriculum Studies). They include:

- Curriculum and Instruction
- Educational Leadership
- Educational Technology

For example, in the study program “Curriculum and Instruction” the following required courses for MEd degree can be found:

- Research (Teacher as researcher, Educational Research Procedures, Applied Educational Measurement)
- Curriculum Theory (Introduction to Curriculum)
- Concentrations (Social Studies, Science Education, Math Education, Secondary Math Education)

- Elective Programs of Concentrations (Math Education, Curriculum, Social Studies, Educational Technology)
- Non-Thesis and Thesis Issues

In this partial list of disciplines there is didactics of physics (Physics Education as part of Science Education) and didactics of mathematics (Math Education). Curriculum process is also probably represented in other subject didactics.

f) University of Washington (www.washington.edu, 2007)

Study programs connected with the College of Education show significant cooperation with other faculties (especially in Curriculum Studies). They include:

- Curriculum and Instruction
- Educational Psychology
- Educational Leadership and Policy Studies
- Special Education

For example, in the study program “Curriculum and Instruction” and its specialisation “Educational Communication and Technology” the following required courses for MEd degree can be found:

- Introduction to Educational Communication and Technology
- Seminar to Educational Communication and Technology

In this program and its specialisation the following required courses for MEd degree from given module can be found:

- Management of Educational Technology Programs
- Design of Computer Based Training
- Seminar to Instructional Systems Development

In this program and its specialisation elective courses for MEd degree can be found:

- Library and Information Science
- Computer Science
- Psychology
- Business
- Engineering
- Curriculum Foundations
- Research Foundations
- Communications

In this partial list curriculum processes are also probably represented in subject didactics.

Bibliography

- Fenclova Brockmeyerova, J. (1982) - Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky (Introduction to Theory and Methodology of Didactics of Physics), Prague, Czech Republic: SPN
- Prucha, J. (2005) - Modern Educational Science (Moderni pedagogika), Prague, Czech Republic: Portal
- Biggs, J.B., Moore, P.J. (1993, 2003) - The process of learning, New York: Prentice-Hall
- Simonik, O., Skrabankova, J. (2005) - Model of the Logical Structure of the Educational Process. In Tarabek, P., Zaskodny, P. Modern Tendencies in Textbook Creation, Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- Tarabek, P., Zaskodny, P. (2006) - Educational and Didactic Communication - Progression, Frankfurt a. M, Bratislava (Slovak Republic): Educational Publisher Didaktis
- University of Saskatchewan (www.usask.ca, 2007)
- University of British Columbia (www.ubc.ca, 2007)
- University of Manitoba (www.umanitoba.ca, 2007)
- University of Virginia (www.virginia.edu, 2007)
- University of Washington (www.washington.edu, 2007)
- University of Delaware (www.udel.edu, 2007)

Teoretická koncepce didaktiky fyziky

Jitka Brockmeyerová, Pavol Tarábek

Teoretická koncepce české a slovenské didaktiky fyziky má své kořeny v druhé polovině 20. století. Tomu předcházela rozvoj výuky fyziky na středních školách v období mezi dvěma světovými válkami, jenž přinesl řadu metodických problémů, s kterými se musela školní praxe vyrovnat. Docházelo k zobecnování prvních zkušeností z výuky fyziky, objevovaly se první metodické příručky, začala tovární výroba demonstračních fyzikálních pomůcek a vzrostla kvantita i kvalita prací, které se týkaly výuky fyziky. Bylo vydáno několik metodických příruček pro učitele fyziky měšťanských a středních škol a také několik metodik fyziky pro učitelské ústavy, speciální typ středních škol. Na univerzitách, které připravovaly středoškolské profesory fyziky, nebylo pro didaktiku fyziky až do 50. let minulého století místo. Didaktická literatura z fyziky se vyznačovala tím, že sloužila přímo praxi a bez vědeckého přístupu řešila relativně úzkou problematiku. Největší pozornost byla věnována vybavování fyzikálních učeben, vedení fyzikálních praktik, demonstračním fyzikálním pokusům, popřípadě i výkladu obtížných partií fyziky. Teoretické statí se vázaly většinou na literaturu německou, v níž existovaly již učebnice metodiky fyziky. Tato činnost, směřující převážně ke zlepšení metod výuky, byla nazývána **metodikou výuky fyziky**.

1. Aplikační, integrační a komunikační pojetí didaktiky fyziky

Nová struktura školství, rozšíření vzdělanosti a změny obsahu i pojetí vzdělávání po roce 1950 vyvolaly nutnost změn. Začala se u nás konstituovat didaktika fyziky a byla relativně rychle uznána jako samostatná vědní disciplína. Jako nová věda navázala na tradiční metodiku fyziky a zpočátku viděla svou úlohu v hledání efektivních metod a prostředků, které by učitelům usnadňovaly sdělovat žákům fyzikální učivo určené učebními osnovami.

Toto metodické pojetí didaktiky fyziky bylo postupně nahrazováno jiným přístupem, a to aplikací obecných výchovně vzdělávacích cílů a didaktických principů na tradiční učivo fyziky. Didaktice fyziky byla přisuzována funkce aplikační. Didaktika fyziky v **aplikačním pojetí** se teoreticky odvozovala z obecné didaktiky a vymezovala svůj předmět jako zvláštní případ obecného, tj. školní výuky chápané převážně jen pomocí obecných didaktických kategorií. Teoretickým těžištěm didaktiky fyziky v aplikačním pojetí bylo stanovení optimálních vyučovacích postupů, zejména se zřetelem k potřebě učitele jako nosného činitele vyučovacího procesu. V tomto pojetí pak byla speciální pedagogickou (resp. didaktickou) disciplínou a vztahovala k výukovému předmětu fyzika, primárně konstituovanému učebním plánem základních a středních škol. Primární věda se zde uplatňovala teprve sekundárně. Takto chápaná didaktika fyziky se zaměřovala na vzdělávací a výchovné cíle, na vzdělávací a výchovný proces (včetně jeho gnoseologických, psychologických a logických základů) pojaté z hlediska vyučování fyziky a na vzdělávání učitelů fyziky. Její součástí zůstávala i původní **metodika výuky fyziky** zaměřená na plánování, obsah, metody, organizační formy a materiální prostředky vyučování, jenž se kromě toho zabývala i diagnostickými metodami, zvláštnostmi vyučování fyzice a vzájemnými vztahy mezi vyučováním na různých stupních a druzích škol apod. Aplikační resp. aplikačně-metodické pojetí didaktiky fyziky bylo prezentováno např. v [1, 2, 3].

Aplikační pojetí nepostačovalo na řešení problémů a úloh vlastních didaktice fyziky. Byl to v první řadě požadavek výuky moderní fyziky na středních školách, který přinesl řadu problémů vyžadujících vědecké zpracování v rámci didaktiky. Ukázalo se přitom, že výuka fyziky je velice složitý proces, který lze postihnout jen studiem mnoha oblastí a za přispění řady věd, a to nejen fyziky a pedagogiky, nýbrž i psychologie, filozofie, historie, sociologie, kybernetiky, techniky, matematiky, statistiky a dalších. Žádná z těchto věd nemohla vyřešit samostatně specifickou problematiku moderního vzdělávání ve fyzice. Byla proto zdůrazňována **integrační funkce** didaktiky fyziky a její **interdisciplinární charakter** [4 – 8]. Metodologie didaktiky fyziky se začala odvozovat z uvedeného spektra věd, někdy dokonce jen proto, že v pedagogice nebyly k dispozici dostačující metody výzkumu. Toto **integrační ponětí** přineslo mnoho nových podnětů k pochopení podmíněnosti výuky společenskými činiteli a vývojem fyziky jako vědy, k pochopení významu fyziky jako předmětu výuky mezi ostatními obory a také k vystižení aspektů fyziky v procesu vyučování a učení fyzice. **Aplikačně-integrační** pojetí umožnilo konkrétní vystižení předmětu zkoumání v didaktice fyziky, jímž byla výuka fyziky na všech stupních vzdělávání a formulaci úkolů vědecké práce v tomto oboru. Vedlo to následně k pracím na teorii vyučování a učení, k tvoření, zkoušení a vyhodnocování modelů fyzikální výuky (v návaznosti na výzkumy týkající se kvality vědomostí studentů, např. [9 – 14]), k efektivnějšímu vzdělávání učitelů a následně k změnám v obsahu, organizaci a metodice vyučování fyzice. Předmět didaktiky fyziky zůstal však omezen hranicemi školské soustavy, zejména pak na základní a střední školy, s převažující orientací na problematiku výukového procesu.

Integrace a aplikace jsou velmi důležitými postupy didaktiky fyziky, nemohou však být považovány za vyčerpávající charakteristiku její metodologie. Didaktika fyziky nezkoumala jen průnik sfér dvou společenských procesů: sféry fyzikálního poznání a sféry výchovně-vzdělávací, ale musela reagovat také na rychlý rozvoj moderní fyziky a na nové fyzikální poznatky, které byly aplikovány v elektronice, informatice a dalších oborech lidské činnosti. Bylo nutné zaměřit se na uspořádání nově získávaných informací a celý souvislý proces jejich předávání a osvojování v různých úrovních a fázích, proto bylo formulováno **komunikační pojetí** didaktiky fyziky [4, 6, 15] a následně i oborových didaktik [17, 18].

V **komunikačním pojetí** (které zahrnuje také aplikační a integrační aspekty) se **předmětem didaktiky fyziky** (jako samostatné vědecké disciplíny hraničního charakteru) stává celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí. Tento ovlivnitelný proces, který nazýváme **didaktickou komunikací fyziky**, je konán různými aktéry se vzdělávací intencí a jde při něm nejen o přenos informace, nýbrž i o vyučování, učení, zjišťování a hodnocení výsledků výuky, tvorbu učebních plánů, osnov a jiných pedagogických dokumentů, tvorbu učebnic a dalších prostředků výuky a také o výchovu a vzdělávání učitelů [4, 6, 16, 19]. Proto má vedle funkce informativní také významnou funkci kognitivně formativní a výchovnou.

Tuto didaktickou komunikaci odlišujeme od komunikace fyziky s uživateli, při níž fyzikální poznání vstupuje do společnosti prostřednictvím své aplikace v technických vědách a ve výrobní praxi. Odlišujeme ji také od komunikace informačních databází fyziky se společností, jež je charakterizována shromažďováním, uschováváním, tříděním a zpětným vyhledáváním informací. Didaktickou komunikaci fyziky rovněž nelze zaměňovat s německým termínem „**didaktická komunikace**“ (didaktische Kommunikation), který znamená komplexní interakci a komunikaci mezi učitelem a žákem/studentem zahrnující všechny složky optimálního vyučovacího procesu (motivaci, přenos informace, učební aktivity z hlediska cílů, permanentní analýzu, diagnostikování, vyhodnocování činnosti a výkonu žáka/studenta atd.), více v [20, 21, 22].

Teorie didaktické komunikace fyziky byla v dalších letech akceptována jako teorie a metodologie didaktiky fyziky [23, 24], zvláště pak ve výchově a vzdělávání učitelů fyziky a dále v oblasti rozvoje organizačních forem, výukových metod a prostředků předávání fyzikálního poznání [25 – 31]. Na základě integračně komunikačního pojetí didaktiky fyziky se v rámci didaktické komunikace fyziky rozvíjely metody modelování a strukturování fyzikálního poznání i jeho přenosu ke konečným příjemcům [32 – 60]. Teorie didaktické komunikace fyziky se ukázala jako podnětná koncepce i v dalších oborových didaktikách a v průběhu let 1990 – 2006 se formovalo **komunikační pojetí oborových didaktik** [17, 18, 56], které bylo jako alternativní vědecký postup aplikováno také v didaktice chemie, matematiky, ekonomie a v některých společenských vědách [61 – 67].

| Vývoj aplikačního, integračního a komunikačního pojetí didaktiky fyziky | | |
|--|---|---|
| časová škála | pojetí didaktiky fyziky | charakteristický atribut didaktiky fyziky v uvedeném pojetí |
| přibližně do 1950 | metodické pojetí | zaměření na metody a prostředky výuky fyziky z hlediska praxe |
| vyvíjelo se v r. 1950 – 1977 | aplikační pojetí | didaktika fyziky vychází z obecné didaktiky, metodika je ovlivněna také obecnou didaktikou |
| první publikace v r. 1978 – 1980 | integrační pojetí | interdisciplinární charakter didaktiky fyziky jako hraniční vědecké disciplíny |
| první publikace v r. 1980, stěžejní v r. 1981 – 1984 | komunikační pojetí | didaktická komunikace fyziky – souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli |
| Další rozvoj komunikačního pojetí didaktiky fyziky | | |
| Vzhledem na významný podíl výsledků jiných vědních oborů (kromě již výše jmenovaných zejména teorie systémů, kognitivní vědy a statistiky) a jejich integraci do teorie didaktické komunikace můžeme mluvit o integračně-komunikačním pojetí didaktiky fyziky a následně i oborových didaktik. | | |
| a) od r. 1984 b) od r. 1985 c) od r. 2002 | integračně-komunikační pojetí fyziky a oborových didaktik | a) organizační formy, metody a prostředky výuky, vzdělávání učitelů b) strukturální a kognitivní analýza pojmů a poznatků fyziky i příjemců fyzikálního poznání c) aplikace v oborových didaktikách |

2. Didaktická komunikace fyziky

2.1 Předmět didaktiky fyziky

Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí (které zahrnuje také metodické, integrační a aplikační pojetí) je didaktická komunikace fyziky.

Didaktická komunikace fyziky je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí. Tento proces je konán různými aktéry se vzdělávací intencí a zahrnuje nejen vzdělávání a výuku na všech úrovních školské soustavy, nýbrž i celoživotní vzdělávání realizované institucionálně a také přenos informace z fyzikálních věd směrem do společnosti.

2.2 Fáze a transformace didaktické komunikace fyziky

Fyzikální pojmově-poznatkové systémy procházejí během didaktické komunikace fyziky několika **formami** a prodělávají několik výrazných transformací – nazýváme je **didaktické transformace**. Formám fyzikálních pojmově-poznatkových systémů odpovídají **fáze** didaktické komunikace fyziky. Didaktickým transformacím odpovídají **transformace didaktické komunikace fyziky** (viz obr. 1).

Výchozí fáze F0

Výchozí fází didaktické komunikace je **vědecký systém fyziky (VSF)**, který zahrnuje současné poznání ve fyzice, tj. komplexní systémy teoretických poznatků i experimentálních/empirických faktů, metody, postupy a sekvence fyzikálního poznávání, jakož i vědecké přístupy ke zkoumanému univerzu [6, 89]. Z hlediska didaktické komunikace fyziky studuje didaktika fyziky vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky a zabývá se také prognostickými výhledy vývoje fyziky. **Vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky (VPPS fyziky)** [55, 90] je systémem fyzikálních pojmů a poznatků (včetně jejich historie a vývoje *1), vědeckých teorií (současných i starších), aplikací a interpretací teorie v daném stavu vývoje fyziky, fyzikálních obrazů světa v jejich historickém vývoji.

Vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky je obvykle plně srozumitelný pouze fyzikům z několika důvodů:

1. Fyzikální poznatky teoretického charakteru jsou vysoce abstraktní, vyžadují teoreticky fundované myšlení a dobrou matematickou průpravu.
2. Fyzikální pojmy a poznatky moderní fyziky (tj. fyziky od objevu Maxe Plancka v roce 1900, který položil základy kvantové teorie) se neopírají o představy vycházející z empirické zkušenosti člověka a jsou srozumitelné pouze jako prvky systému dané teorie, tj. v kontextu ostatních pojmů a zákonů teorie.
3. Fyzikální poznatky jsou formulovány slovně, matematicky nebo graficky, s komentáři o experimentech a experimentálních postupech, o metodách dedukce, matematického modelování, numerických postupech, přičemž mnohá vyjádření jsou obsahují symboly, jejichž význam není dostatečně popsán, deduktivní postupy obsahují logické skoky, popis experimentálních postupů je mnohdy zkratkovitý a pod.
4. Každý VPPS fyziky má jako systém svou vnitřní strukturu danou nejenom logickou strukturou teorie ale také všemi ostatními vztahy mezi jednotlivými prvky, jejich interpretacemi do reality, fyzikálními modely a představami, fyzikálním obrazem světa, vědeckými metodami, přičemž tato struktura je obvykle intuitivně zakódovaná v myslích teoretických i experimentálních fyziků a nemusí být zřejmá navenek.

Didaktika fyziky proto zkoumá vědecký systém fyziky z hlediska možností přenosu k adresátům, přičemž využívá všechny prostředky didaktické komunikace i analyticko-syntetické metody na pochopení prvků VSF a na zviditelnění jeho vnitřní struktury. Východiskem pro toto studium je vnější publikovaná forma vědeckého systému fyziky, která se nachází ve vědeckých člancích, monografiích, v přednáškách na konferencích, v interních sděleních atd. Části VSF jsou souborně zpracovány ve vysokoškolských učebnicích, jež mají různé koncepce, které pro účely středoškolského vzdělávání a výuky na základní škole mohou nebo také nemusí být vhodné.

*1 VPPS fyziky se vývojem mění kvalitativně i kvantitativně a z času na čas dochází k zásadním kvalitativním změnám, jako např. při nástupu newtonovské mechaniky, Maxwellovy elektrodynamiky, kvantové teorie nebo teorie relativity.

Transformace T1: studium a modelování vědeckého systému fyziky; vědecký systém fyziky (VSF) → vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti

První etapou transformace T1 je studium vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky a metod fyzikálního poznávání, přičemž se obvykle vychází z publikací souborného charakteru (monografií, učebnic fyziky) doplněných o konkrétní informace (z odborných článků, internetu, konferencí, z osobních sdělení, konzultací s odborníky a pod.). Vymezení předmětu fyziky a vědecké metody fyzikálního poznávání jsou obvykle popsány v učebnicích fyziky a didaktiky fyziky (např. [6, 27]). Z hlediska přizpůsobení učiva adresátům při tvorbě didaktického systému a výukového projektu je důležité i studium historických etap a linií vývoje fyziky.

Další etapou by mělo být zkoumání struktury VPPS fyziky, při které je vybraná část VPPS nebo VPPS jako celek podroben **strukturální analýze a syntéze** [56]. **Strukturální analýza** rozčleňuje zkoumaný systém na strukturální prvky a určuje vzájemné vztahy mezi nimi. V této etapě obvykle vstupují do procesu analýzy **východiskové koncepce vzdělávání** jako determinanty, které určují charakter výukového projektu. Tyto východiskové koncepce mohou být různé: vzdělávání zaměřené na předmět nebo orientované na metody poznávání [27 str. 13]; nebo v jiném smyslu fenomenologická, historická, systémová či výběrová koncepce (viz dále fáze F1). Volba koncepce ovlivňuje výběr prvků VPPS, které **strukturální syntéza** uspořádá do systému. Vzniká tak **model vědeckého pojmově-poznatkového systému a poznávacích metod fyziky** neboli **vědecký systém fyziky transformovaný z hlediska jeho sdělitelnosti** [6, 55], který je sdělitelný tvůrcům didaktického systému přístupnější formou a umožňuje v dalších etapách didaktické komunikace optimální výběr a systematické uspořádání učiva bez zbytečné redundance se zřetelem na koncepci určenou smyslem, pojetím a cíly vzdělávání dané skupiny příjemců, pro které je obsah vzdělávání připravován *2.

Fáze F1: vědecký systém fyziky transformovaný z hlediska jeho sdělitelnosti

Výsledkem transformace T0 je model vědeckého pojmově-poznatkového systému daného oboru a jeho poznávacích metod, který má jistou strukturu a koncepci a je sdělitelný širšímu okruhu odborně fundovaných příjemců (i mimo okruh odborníků daného oboru) – **vědecký systém fyziky (VSF) transformovaný z hlediska jeho sdělitelnosti** *2. Koncepce modelu VSF může být stanovena se zřetelem na smysl, pojetí a cíle vzdělávání dané skupiny příjemců, pro které je vzdělávání připravováno a vychází z **východiskové koncepce** fyzikálního vzdělávání. Východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání mohou být různé:

Klasická **fenomenologická koncepce** fyzikálního vzdělávání [6] představuje rozdělení na klasické disciplíny, popis fyzikálních jevů a jejich zákonitostí na základě makroskopických znaků – takto byly zpracovány učebnice v nedávné minulosti [68].

Historická koncepce sleduje vývojové linie poznávání, umožňuje studentům a žákům v procesu poznávání rozvoj kognitivních schopností – takto je částečně zpracována moderní fyzika v [69].

Systémová koncepce je založena na systémovém přístupu [4] a vnímá VPPS nebo jeho vybranou část jako strukturu s vnitřními souvislostmi, jež se pak promítá i do rámcových plánů, osnov a učebnic. Takto jsou zpracovány některé projekty komplexních moderních učebních plánů a osnov.

Výběrová koncepce vybírá pouze některé poznatky, např.:

- z hlediska jejich použitelnosti např. v integrovaném vyučování, jež integruje přírodní vědy do jednoho předmětu (science education),
- pro vyučování zaměřené na rozvoj klíčových kompetencí a dovedností [83],
- z hlediska aplikace fyzikálních poznatků v technice a praxi a pod.

*2 Při zaměření na vybranou část vědeckého systému fyziky vzniká model vybrané části vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky a odpovídajících metod fyzikálního poznávání, tedy vědecký systém vybrané části fyziky nebo vybrané fyzikální disciplíny transformovaný z hlediska jeho sdělitelnosti.

Transformace T2: vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti → didaktický systém fyziky (DSF)

Fyzikální poznatky jsou transformovány do didaktického systému fyziky vzhledem k cílům a adresátům, kterým má systém sloužit. **Východiska DSF a vstupní prvky**, které vstupují do transformace T2 jsou:

1. model vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky sdělitelný širšímu okruhu odborně fundovaných příjemců (i mimo okruh odborníků daného oboru),
2. koncepce vzdělávání včetně jeho pojetí a výchovně-vzdělávacích cílů [4, 6, 27], v čemž jsou zahrnuty i otázky smyslu a pojetí fyziky jako předmětu výuky a ve vzdělání vůbec, struktura obecných a specifických cílů výuky fyziky, problematika obsahu výuky fyziky se zřetelem potřeby znalostní společnosti v informačním věku,
3. kognitivní úroveň pojmů a poznatků adresátů edukace,
4. stav vzdělávací soustavy včetně právní situace, organizace a řízení, ekonomických možností, přičemž je nutno zkoumat vazby k všem prvkům edukační sféry s určením jejich vstupních hodnot,
5. kvalifikace aktérů vzdělávání, zejména učitelů.

Tvorba **didaktického systému fyziky** předpokládá vyjasnění povahy fyzikálních poznatků z hlediska náročnosti jejich osvojování. Uspořádaný vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky se proto stane nejprve předmětem **didaktické analýzy**. V první etapě didaktické analýzy je vytvořen **vstupní soubor** prvků jako výběr klíčových pojmů, poznatků, dovedností a kompetencí (např. z hlediska koncepce a cílů vzdělávání v daném předmětu), které ve výukovém projektu budou tvořit prvky systému učiva. Tento vstupní soubor je dále podroben **kognitivní analýze a syntéze**, která je založená na poznacích kognitivních věd a kognitivní psychologie [70 – 75]. Kognitivní analýza pojmů a poznatků zjistí jejich strukturu, vzájemné vazby [51, 67, 77] a kognitivní úroveň z hlediska přiměřenosti úrovni poznání a myšlení příjemců vzdělání [36, 42, 76, 78]. Následuje kognitivní syntéza, která vytvoří malé strukturální celky reprezentující vybrané klíčové pojmy a poznatky (včetně jejich struktury), jež odpovídají kognitivní úrovni adresátů vzdělání. Tyto malé **strukturální celky** nebo **strukturální jednotky** odpovídají jednotkám učiva ve výukovém projektu a mohou být prezentovány formou síťových grafů nebo strukturovaných matic s komentářem. Pro praktické použití mohou být vyjádřeny také odpovídající formou pojmových a poznatkových map [77]. V druhé etapě **didaktické analýzy** následuje výběr, hodnocení a adaptace strukturálních jednotek z hlediska koncepce vzdělávání, jeho pojetí a cílů – tzv. **edukační adaptace**, přičemž se obvykle bere do úvahy i stav vzdělávací soustavy a kvalifikace učitelů. V procesu **didaktické strukturální syntézy** jsou vybrané strukturální celky uspořádány do komplexního systému – **didaktického pojmově-poznatkového systému fyziky**, který je součástí **didaktického systému fyziky** a je základem pro tvorbu kurikula.

Jako **doplňující komponent východisek DSF** se mohou studovat a analyzovat také jiné výukové projekty z různých zemí, zejména takové, jejichž efektivnost z hlediska efektů fyzikální edukace byla testována a prověřena. Nutno ovšem mít na zřeteli, že starší výukové projekty nemusí být v souladu s očekávaným a prognózovaným vývoje společnosti v budoucnosti.

V některých případech, zejména v základních vysokoškolských kurzech a kurzech vzdělávání pro dospělé, lze provést zjednodušenou transformaci T2 bez kognitivní analýzy a syntézy. Zjednodušená transformace T2 používá pouze didaktickou analýzu a syntézu, jež je založena na pedagogických znalostech a dlouholetých zkušenostech pedagoga, který intuitivně používá vhodné didaktické postupy pro přizpůsobení vědeckého systému fyziky vstupním znalostem a úrovni příjemců.

Výsledkem transformace T2 je **didaktický systém fyziky (DSF)**, který je tvořen didaktickým pojmově-poznatkovým systémem daného oboru nebo jeho části, systémem modelů poznávacích metod fyziky a soustavou obecných cílů vzdělávání. **Didaktický systém fyziky** respektuje úroveň poznání a myšlení příjemců a je podkladem pro tvorbu výukového projektu fyziky, vzdělávacího kurikula, osnov, učebních plánů, učebnic atd.

Fáze F2: didaktický systém fyziky (DSF)

Didaktický systém fyziky je kromě soustavy cílů vzdělávání tvořen **didaktickým pojmově-poznatkovým systémem fyziky (DPPF)**, tj. systémem vybraných a do struktury uspořádaných pojmových a poznatkových jednotek vyjádřených jazykem fyziky, kognitivní psychologie a kognitivních věd s určujícími determinanty přizpůsobení kognitivní úrovni adresátů. Prvky tohoto systému byly vybrány z hlediska koncepce a cílů vzdělávání eventuelně se zřetelem na další faktory (viz T2 – vstupní prvky). Součástí DSF je také systém modelů poznávacích metod fyziky přizpůsobený kognitivní úrovni adresátů edukace. K těmto jednotkám DSF byly v procesu **edukační adaptace** připojeny pedagogické a didaktické komentáře určující jejich váhu a důležitost z hlediska koncepce a cílů vzdělávání a vyjadřující metodické aspekty se zřetelem na možnosti škol a kvalifikaci učitelů. Při reformě vzdělávání jsou podle potřeby připojeny také úlohy a náměty související se změnami vzdělávací soustavy a změnami kvalifikace učitelů.

Didaktický systém fyziky je klíčovou otázkou didaktiky fyziky. Od volby příslušného modelu DSF závisí celý další přenos fyzikálního poznání v procesu didaktické komunikace. V tomto procesu je tvorba DSF nejobtížnějším problémem, protože právě zde didaktika fyziky překračuje hranici fyziky i pedagogiky a má výrazně interdisciplinární charakter, jež zahrnuje také využití poznatků psychologie, kognitivní vědy, matematiky, teorie systémů, informatiky a počítačových technologií. Kromě toho právě při vytváření DSF se musí hledat logický, strukturální, gnoseologický a metodologický vztah vědeckého systému fyziky k DSF a následně k výukovému projektu se zřetelem na koncepci vzdělávání a stav vzdělávací soustavy.

Transformace T3: didaktický systém fyziky (DSF) → výukový projekt fyziky (VPF).

K další transformaci v procesu didaktické komunikace fyziky dochází při didaktickém vyjádření poznatků a prvků DSF v reálném výukovém projektu. Didaktický systém fyziky vyjadřuje pouze základ učiva. V průběhu transformace T3 je dopracován a doplněn podle potřeby dalšími **vstupními prvky** z hlediska koncepce a cílů vzdělávání, např. dovednostmi, kompetencemi, myšlenkovými a manuálními postupy, které má žák/student zvládnout na dané úrovni vzdělání. Následně je DSF konkretizován ve formě **kurikula** – ve vzdělávacích programech, učebních plánech, osnovách, standardech na různých úrovních vzdělávací soustavy. Dále vstupuje do procesu transformace **metodika výuky fyziky**, která určuje optimální výukové metody a organizační formy. V této etapě se opět dají účinně používat metody **didaktické strukturální analýzy a syntézy** [55, 80, 81], které analyzují východiska a vstupní prvky transformace T3 (prvky DSF, cíle, metody atd.) a následnou syntézou zajistí vytvoření VPF jako systému s logickou strukturou.

V další etapě následuje tvorba učebnic a doplňujících učebních materiálů, výběr a navrhování didaktických prostředků (DP) včetně jejich kombinací – předpokládá se využití již existujících DP nebo také návrhy a konstrukce nových DP. Předmětem didaktiky fyziky je tedy i teorie tvorby těchto materiálů a pomůcek, hledání jejich vzájemných vztahů, jejich funkce a účinnosti v procesu výuky.

Problematika výukových projektů fyziky se nevztahuje jen ke školní výuce dětí a mládeže, ale rovněž k vysokoškolskému studiu (zejména při přípravě učitelů) a k různým formám výchovy a vzdělávání dospělých.

Fáze F3: výukový projekt fyziky (VPF)

Výsledkem transformace T3 je **výukový projekt fyziky**, v němž je obsah výuky prezentován formou **kurikula** – pedagogickými dokumenty, vzdělávacími programy a plány, osnovami, standardy se zřetelem na koncepci a cíle vzdělávání. Obsah výuky je vyjádřen konečnými komponenty VPF: konkretizovaným kurikulem, učebnicemi, doporučenými metodickými postupy, didaktickými prostředky atd.

Transformace T4: výukový projekt fyziky (VPF) → výstupy výuky fyziky (VVF)

Transformace T4 nastává v **edukačním procesu fyziky (EPF)** tj. v procesu vyučování a učení. Jeho **východiskem** jsou konečné komponenty VPF (koncretizované kurikulum, učebnice, didaktické metody a prostředky). **Vstupními prvky edukačního procesu** jsou vstupní znalosti, dovednosti a kompetence edukantů i kvalifikační kompetence učitelů. Na konci transformace T4 jsou výstupy výukového procesu, tj. výsledky výuky fyziky v myslích učících se, proto je součástí T4 také hodnocení výsledků výuky.

Transformace T4 se vztahuje k danému typu školy a může být **cyklická**, tj. poznatky mohou být předávány postupně a ve svém obsahu obohacovány. Dále může být tato transformace **vícenásobná**, tj. poznatky jsou na dalším stupni školské soustavy a na vysoké škole rozšiřovány a prohlubovány, až vedou k odbornému vzdělání ve fyzice na zvolené úrovni.

Edukační proces fyziky je specificky uzpůsobený pro komunikaci fyzikálních poznatků a v moderním pojetí didaktiky probíhá jako interakce mezi vyučujícími a edukanty. Tato interakce je nazývána **didaktickou komunikací** mezi učitelem a edukantem (viz str. 2). EPF se týká se všech forem výuky, výchovy mimo výuku i sebevzdělávání ve fyzice.

Edukační proces fyziky je klasickým didaktickým problémem, při němž nejde jen o statický popis a metodické návody, ale také o soubor strukturálních vztahů mezi cíli, obsahy, organizací, prostředky a metodami výuky v konkrétně podmíněných výukových situacích, chápaných jako interakce.

Fáze F4: výstupy výuky fyziky (VVF) – výsledky výuky fyziky v myslích edukantů

Výstupy výuky fyziky (VVF) jsou výsledky výuky fyziky v myslích edukantů v důsledku výukového procesu. Jsou to vědomosti, dovednosti, kompetence edukantů po ukončení dané etapy školní výuky, přičemž rozlišujeme výsledky vzhledem k danému ročníku, při ukončení školy, při odborném vzdělání, při ukončení vysoké školy, resp. doktorského studia.

Objektivně prokazatelné výsledky výuky fyziky dosahované v prostředí školní výuky jsou vyučujícími identifikovatelné a s jistou mírou přesnosti měřitelné příslušnými evaluačními nástroji (zkoušky, testy apod.), lze je tedy vyhodnotit [82]. Kromě toho se v myslích edukantů v důsledku vzdělávání vytvářejí také jiné výsledky výuky fyziky, které v rámci školského systému obvykle hodnocené nejsou. *3.

Dále lze rozlišovat ty výsledky výuky, které mají krátkodobý charakter a další studium i životní dráhu edukantů neovlivní (obvykle se rychle zapomínají) a výsledky, které mají dlouhodobé trvání a obvykle také vliv na životní kariéru a praxi.

Z hlediska úspěšnosti výukového projektu fyziky v dlouhodobém horizontu je důležité též nezávislé hodnocení jeho výsledků, zejména po jakémkoliv reformě nebo zásadní změně.

*3 Zde možno poukázat na rozpor mezi školským hodnocením vědomostí edukantů, které bývá poněkud povrchní z hlediska neformálních a dlouhodobých poznatků a zjišťováním jejich skutečných a hlubších vědomostí různými didaktickými výzkumy. Tato skutečnost je známa desítky let (viz publikace [9] z r. 1970). V práci [11] se např. konstatuje, že „přibližně 50% maturantů nemá o fyzikálních pojmech vytvořené dostatečně jasné představy, studenti nejsou schopni dílčí poznatky spojovat... a jejich znalosti, projevují-li se vůbec, jsou převážně formální.“ V jiné práci [8] se konstatuje, že „se nepodařilo překonat tolikrát kritizovaný encyklopedismus, který vyžaduje převážně paměťové dispozice žáka“. V práci [76, 78] průzkum znalostí žáků od 6. třídy základní školy až po 4. ročník gymnázia zjistil, že „úroveň formálních poznatků s věkem respondentů roste, kdežto schopnost aplikace poznatků roste mnohem pomaleji dokonce i někdy klesá.“ Známa práce [12] konstatuje fyzikální poznatky žáků na úrovni před-newtonovské fyziky. Na ni navazovala práce [13], která potvrdila tyto výsledky u českých žáků. Práce podobného charakteru (založené na analýze struktury fyzikálních pojmů vycházející z Vygotského [70]) konstatují, že původní fyzikální pojmy na prvotní aristotelovské úrovni se u značné části žáků ZŠ, studentů gymnázia (dokonce i studentů učitelství na MFF) v procesu výuky dále nevyvíjejí – newtonovské úrovně pochopení pojmu síla dosáhlo v daném průzkumu pouze kolem 25 – 30 % studentů gymnázia. Podobné výsledky byly zjištěny i u dalších fyzikálních pojmů [32, 34, 39, 76, 88]. V novějších publikacích byly znalosti na úrovni před-newtonovské fyziky potvrzeny např. v úvodním kurzu geofyziky u amerických studentů (viz dodatek 1 v [79]). Tato situace se nezmění, budou-li osnovy přepřehovány vkládáním více a více znalostních prvků a posouváním abstraktních prvků učiva z vyšších ročníků do nižších (zejména na základní škole). Učivo je pak přepřehně množstvím faktů a požadavky na jejich pamatování vedou k situaci, kdy žáci a studenti mají v paměti pouze verbální výroky, symbolické vzorce a algoritmy bez jejich hlubšího pochopení. Pojmy jsou vybudovány na nízké úrovni (nejenom na před-newtonovské, ale často jenom na úrovni předpojmů nebo komplexů – v terminologii Vygotského [70]). Systém pojmů a poznatků netvoří v mozcích žáků a studentů strukturu, ale pouze mozaiku jednotlivých paměťových prvků, mezi nimiž nejsou souvislosti. Tento způsob vzdělávání je neefektivní v období masového rozšíření informačních technologií a rychle se měnícího světa. Nutně musí vést k zaostávání našich absolventů v mezinárodní soutěži, k jejich neschopnosti vyvíjet nové moderní technologie, které jsou základem znalostní ekonomiky – motoru ekonomického vývoje vyspělých zemí OECD [56].

Transformace T5: výstupy výuky fyziky (VVF) → aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF)

V další transformaci T5 se poznatky získávané v procesu výuky fyziky dotvářejí, vyvíjejí a začleňují do systému trvalého vzdělání člověka v průběhu jeho dalšího studia i v praktické činnosti. Vznikají tak **aplikovatelné výsledky výuky**, které jsou schopné uplatnění v oboru mimo vzdělávací sféru. Aplikovatelné výsledky výuky jsou obvykle používány v reálném životě člověka a v jeho profesionální praxi. První etapa transformace T5 – vytváření aplikovatelných výsledků výuky – může probíhat již v rámci výukového procesu, tj. v průběhu transformace T4 – za podmínky že edukační proces fyziky je efektivní.

Fáze 5: aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF)

Aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVVF) jsou výsledky výuky, které se v procesu transformace T5 dotvářejí, podstupují změny a vyvíjejí se, a pak jsou schopné uplatnění v oboru mimo vzdělávací sféru, především v reálném životě člověka, v jeho dalším studiu a v profesionální praxi.

Transformace T6: aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF) → efekty fyzikální edukace

Transformace T6 spočívá ve využití aplikovatelných fyzikálních vědomostí, dovedností a kompetencí edukantů v jejich profesionální praxi i v osobním životě, čímž vyvolávají důsledky a účinky v celé společnosti, které podle Průchu [82] budeme označovat jako **efekty fyzikální edukace**.

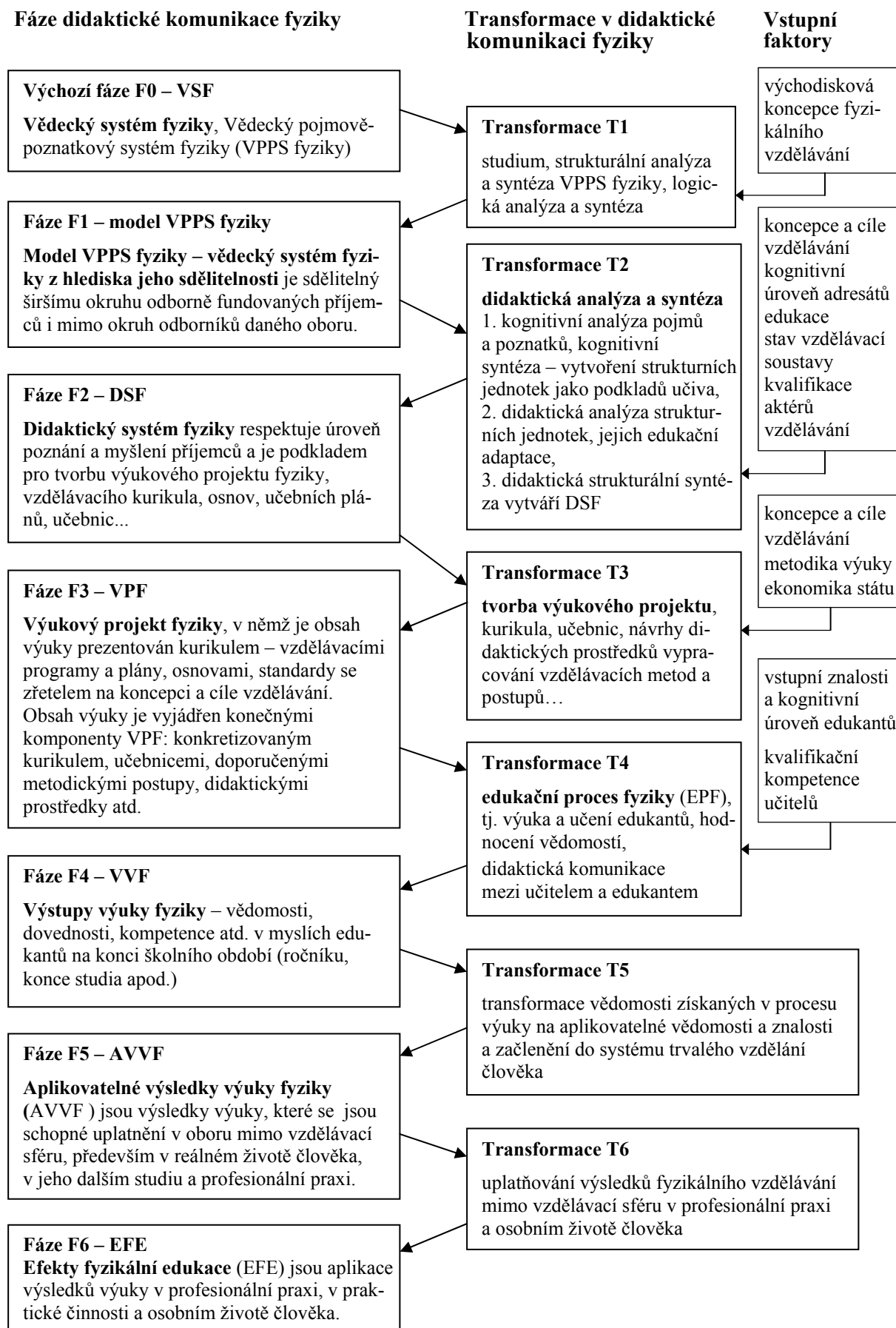
Efekty edukace mají na rozdíl od výsledků výuky dlouhodobý charakter a lze je obtížněji zjišťovat a měřit exaktním způsobem. V takové demokratické společnosti, která své finanční a materiální zdroje přerozděluje a používá efektivně, ovšem existují jistá **kriteria efektivnosti edukačního procesu**, která „měří“ efekty edukace (především výstupy vysokoškolské výuky). Tato kriteria jsou např. úspěšnost absolventů v jejich profesionální kariéře, významné objevy, Nobelovy ceny a jiná prestižní ocenění, celosvětový řebříček univerzit apod.

Absolventi fyzikálního studia využívají aplikovatelné výsledky výuky přímo ve fyzice, čímž se podílejí na jejím dalším rozvoji. Toto uplatnění AVF ve fyzice nazýváme **efekty fyzikální edukace ve fyzice**. Tato transformace není předmětem studia didaktiky fyziky, vede ovšem na fázi F0, čímž se cyklus didaktických transformací uzavírá (viz obr. 2).

Fáze F6: efekty fyzikální edukace (EFE)

Efekty fyzikální edukace vznikají využíváním výsledků edukačního procesu v profesionální praxi, v praktické činnosti a osobním životě člověka.

Obr.1: Fáze didaktické komunikace fyziky a transformace v DKF



Obr. 2: Cyklický charakter didaktické komunikace

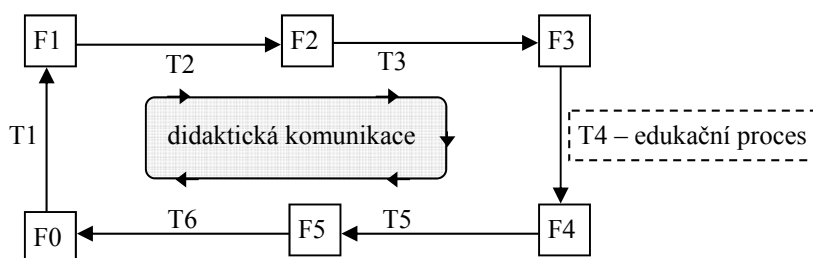
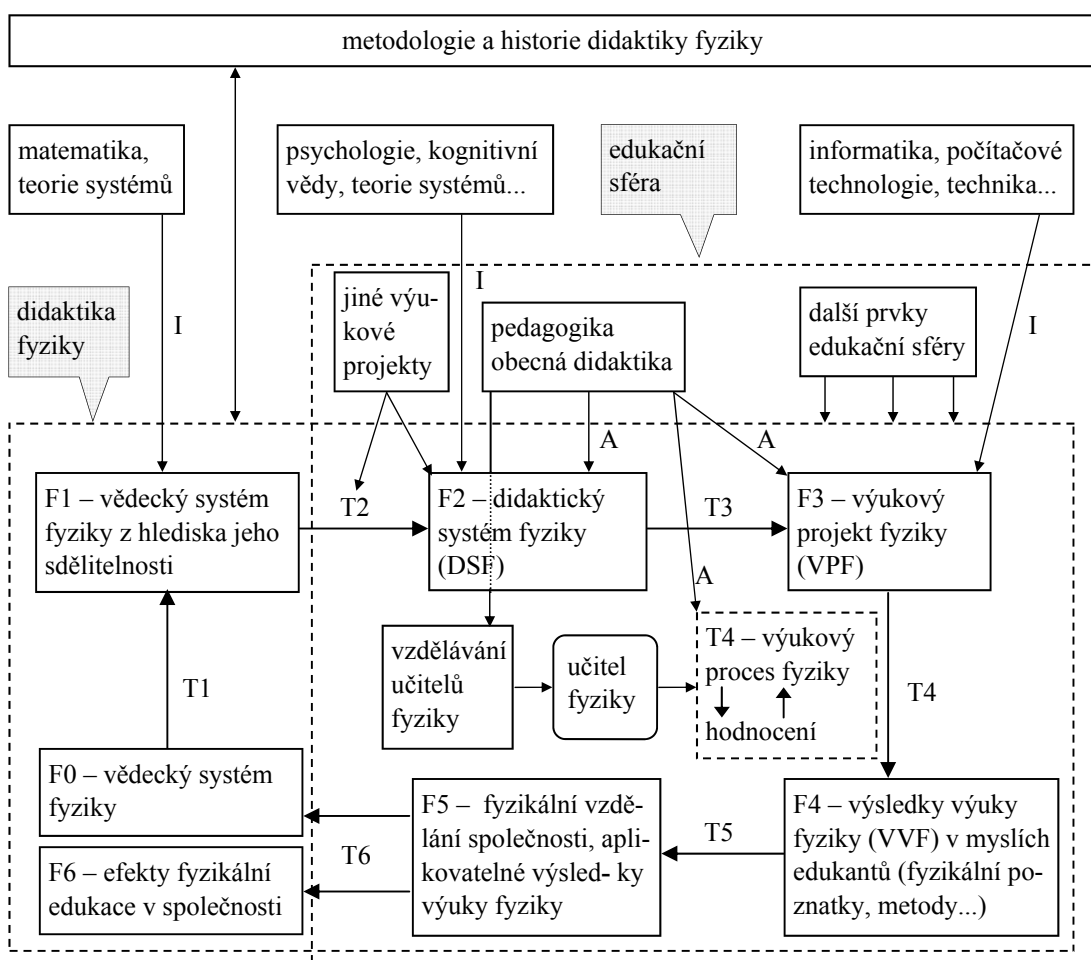
Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí je didaktická komunikace fyziky vyjádřena fázemi F0 až F5 a didaktickými transformacemi T1 až T5, které spolu s transformací T6 tvoří uzavřený cyklus. Součástí komunikačního pojetí je také aplikační a integrační pojetí.

Aplikační pojetí znázorňují šipky A, které vyjadřují využití poznatků pedagogiky a obecné didaktiky při tvorbě DSF a VPF jakož i při transformaci T4 – výukovém procesu.

Integrační pojetí znázorňují šipky I, které vyjadřují využití poznatků matematiky, teorie systémů, kognitivní psychologie a kognitivní vědy, informatiky atd. při tvorbě DSF a VPF.

Vstupní faktory didaktických transformací jsou vyznačeny na obr. 1.

Vztah předmětu didaktiky fyziky a edukační sféry je vyjádřen průnikem panelů označených jako „didaktika fyziky“ a „edukační sféra“.



3. Komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky

Teoretická koncepce didaktiky fyziky je obecně založena na systémovém přístupu k předmětu didaktiky fyziky. **Systémový přístup** se používá na takové zkoumané univerzum, o němž se předpokládá nebo ví, že je systémem tvořeným prvky a vazbami mezi prvky. Univerzum, kterým se didaktika fyziky zabývá, je natolik složitým systémem, že v rámci teoretické koncepce musí být reprezentováno zjednodušeným modelem nebo i více modely podobně jako je tomu u jiných společenských věd. V společenských vědách existuje synchronně vedle sebe více paradigmat [82], čemuž odpovídá obvykle více souběžně existujících modelů zkoumaného společenského univerza. **Didaktická komunikace fyziky** je modelem reprezentujícím předmět didaktiky fyziky v komunikačním pojetí. Komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky v komunikačním pojetí jsou:

- **didaktická komunikace**, její fáze F0 až F5 a **didaktické transformace** T1 až T5,
 - **vstupní faktory** didaktických transformací,
 - **vstupní prvky** edukačního procesu,
 - **výstupy edukačního procesu** a jejich **hodnocení** nejen z hlediska úspěšnosti uvnitř školské soustavy ale také z hlediska uplatnění mimo sféru vzdělávání,
 - **kriteria efektivnosti edukace** (i celé školské soustavy) umožňující objektivní hodnocení efektů edukace,
 - **hodnocení výsledků výukového projektu** odvozené z kritérií efektivnosti edukace.
- Tyto komponenty současně vytvářejí **základní problémové oblasti didaktiky fyziky**.

3.1 Vstupní faktory didaktických transformací

Do procesu didaktických transformací vstupují některé faktory, jejichž působení didaktika fyziky také studuje. Jsou to východiskové koncepce v transformaci T1 (viz fáze 1), vstupní prvky v transformacích T2 až T4 (viz také vstupní faktory v T2, T3, T4 na obr. 1).

Vstupní faktory didaktických transformací jsou:

- východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání,
- koncepce a cíle vzdělávání,
- metodika výuky,
- kvalifikace aktérů vzdělávání,
- kognitivní úroveň edukantů, vstupní a výstupní znalosti edukantů.

Východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání vstupují do transformace T1 a určují koncepci uspořádaného vědeckého pojmově-poznatkového systému daného oboru z hlediska fyzikálního vzdělávání (viz Fáze 1 a [76]). Východiskové koncepce mohou být různé:

Klasická fenomenologická koncepce ve fyzice představuje rozdělení na klasické disciplíny, popis fyzikálních jevů a jejich zákonitostí na základě makroskopických znaků.

Historická koncepce sleduje vývojové linie poznávání, podporuje rozvoj kognitivních schopností a umožňuje studentům a žákům vnímat fyziku jako dobrodružství poznávání.

Systémová koncepce je založena na systémovém přístupu [4] a vnímá VPPS nebo jeho vybranou část jako strukturu s vnitřními souvislostmi, která se pak promítá i do rámcových plánů, osnov a učebnic.

Výběrová koncepce vybírá pouze některé poznatky např.:

- z hlediska jejich použitelnosti např. v integrovaném vyučování (science education),
- ty, jenž jsou zaměřené na rozvoj klíčových kompetencí (např. kognitivních [83]) ve vyučování,
- z hlediska aplikace fyzikálních poznatků v technice a praxi atd.

Koncepce a cíle vzdělávání vstupují do transformací T2 a T3 a určují koncepční charakter jak didaktického systému fyziky tak i výukového projektu fyziky. Cíli výuky se obvykle rozumějí zamýšlené, plánované výsledky, k nimž má výuka dospět a mají prognostický, intencionální a finální charakter. Taxonomie a klasifikace cílů jako výsledek didaktické analyticko-syntetické metody je abstraktní logickou konstrukcí s pedagogickou a psychologickou intencí a je dána specifickou kvalitou fyzikálního poznání. Je obecným modelem, který teprve ve spojení s obsahem může vést ke konkrétnímu rozpracování učiva a dílčích cílů. Přesně formulované cíle skýtají možnost hodnotit jejich dosažitelnost a výsledky výuky nejen ve finálním stadiu ale také v průběhu výuky. Soustava cílů je tedy konkrétním vyjádřením smyslu a koncepce vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky. Soustava cílů ve fyzikálním vzdělávání je dobře rozpracovaná (viz taxonomie cílů v [4, 6, 27]), potřebuje ovšem doplnit o cíle související s klíčovými kompetencemi, které jsou využitelné v reálném životě člověka v rychle měnící se informační společnosti se znalostní ekonomikou [79, 83, 87]).

Metodika výuky vstupuje do transformace T3, přičemž vytváří, zkoumá a následně vybírá vyučovací formy, metody, postupy a didaktické prostředky používané ve výukovém procesu. Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky [4, 6, 25, 26, 27, 28]. Poněkud ovšem zaostává v oblasti takových metod a forem výuky, které jsou zaměřeny na dosahování cílů souvisejících s efekty edukace v společnosti.

Kvalifikace aktérů vzdělávání je vstupním prvkem transformace T2 – při tvorbě DSF je nutno počítat také se znalostmi a pedagogickými kompetencemi učitelů, jinak je DSF nereálný. Současně je učitel se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu, tj. transformace T4 [4, 6, 25 – 28].

Kognitivní úroveň edukantů je determinujícím vstupním prvkem transformace T2, v níž je nutno přizpůsobit strukturální jednotky (odpovídající jednotkám učiva ve výukovém projektu) úrovni poznání a myšlení příjemců vzdělání (pomocí kognitivní analýzy a syntézy) [32, 35, 39, 48, 51, 55, 56, 76]. Kognitivní úroveň edukantů by měla být respektována také ve výukovém procesu T4, v kterém by měla být větší pozornost věnována postupnému budování pojmů se zřetelem na etapy pojmově-poznávacího procesu [76, 78]. V opačném případě dochází k vytváření nedokonalých forem pojmů, mnohdy formálně vybudovaných, což znemožňuje porozumění učiva v další výuce edukantů.

Vstupní a výstupní znalosti edukantů

Předpokládané vstupní a výstupní znalosti, které jsou určené cíly edukačního procesu, vstupují jako determinující vstupní faktory do transformací T2 a T3. Vstupují také do transformace T4, přičemž vstupní znalosti jsou na začátku transformace, dosahované výstupní znalosti jsou jejím výsledkem. Didaktický systém, výukový projekt i vlastní proces výuky jsou charakterizovány soustavou vytyčených cílů s přihlédnutím na adresáty edukace. Veškeré snažení směřuje k tomu, aby u žáků/studentů výuka vyvolala určité změny jejich vědomostí a dovedností, poznávacích schopností a myšlení, představ, názorů, zájmů a postojů. Pouze tyto hodnoty jsou mírou kvality celé didaktické komunikace, přičemž jsou také mírou efektivnosti výuky ve vztahu k vynaložené energii a času studujících i k celkovým nákladům. Chceme-li vědecky zkoumat proces předávání fyzikálního poznání, musíme nutně znát a hodnotit jeho konečné výsledky i výsledky kterékoli jeho fáze v porovnání se vstupními znalostmi. Exaktní zjišťování výsledků výuky je dosud značně složitým teoretickým i praktickým problémem, v němž jde o to, jak tyto vzdělávací výsledky pojmově vyjadřovat a jakými objektivními postupy je měřit. V oblasti poznání se relativně lehce zjišťují osvojené informace reproduktivního charakteru. Obtížnější je zjišťování výsledků v oblasti kvality vybudovaných pojmů a hloubky získaných vědomostí, zejména jde-li o porozumění fyzikálním poznatkům. Ještě obtížnější je hodnocení výsledků v oblasti operačních cílů a poměrně málo jsou rozvinuty metody hodnocení v oblasti hodnotových cílů [4, 6, 27, 28, 35, 82, 83]. Pokroku v oblasti hodnocení operačních cílů bylo dosaženo v programu PISA [84, 85, 86]. Nejobtížnější je hodnocení výsledků edukačního procesu vycházející z kritérií **efektivnosti edukace**.

3.2 Kriteria efektivnosti vzdělávání a klíčové kompetence

Vytvoření kritérií efektivnosti edukace by mělo být součástí transformace T2 při tvorbě didaktického systému fyziky. Tato úloha je ale značně složitá, obtížná a v současnosti je řešena postulováním **klíčových kompetencí** (dovedností, schopností). Evropský parlament např. přijal v roce 2005 Doporučení o klíčových kompetencích (dovednostech) pro celoživotní vzdělávání v znalostní společnosti, které obsahuje návrh těchto kompetencí: komunikace v mateřinském jazyce, komunikace v cizích jazycích, matematické dovednosti a základné dovednosti v oblasti vědy a technologie, digitální kompetence, učení jak se učit, mezilidská, mezikulturní, společenská a občanská kompetence, kompetence k podnikání, kulturní vnímavost [87].

Klíčové kompetence podle [83] jsou informační kompetence (informační a počítačová gramotnost), učebné kompetence (motivace ke vzdělávání a sebezvzdělávání, znalost svého preferovaného učebního stylu, uplatňování přístupu k učení, který jde do hloubky, uplatňování metakognice – vím jak poznávám), kognitivní kompetence (řešení problémů, kritické myšlení, tvořivé myšlení), komunikační, interpersonální (sociální) a personální kompetence. Klíčové kompetence jsou využitelné ve většině povolání (i dosud neexistujících) a umožní jednotlivcovi zastávat celou řadu pracovních pozic a funkcí, vykonávat různá povolání. Jsou vhodné na řešení problémů předem nepředvídatelných a umožňují člověku úspěšně se vyrovnat s rychlými změnami v práci, osobním i společenském životě. Většina expertů v oblasti vzdělávání se shoduje na tom, že dobré všeobecné vzdělání (obsahující také základy techniky, technologií a ekonomiky) je lepší než odborné středoškolské vzdělání, protože umožňuje člověku lépe se adaptovat na neustálé změny v informační znalostní společnosti. Specializovaná příprava na povolání se pak přesouvá na období po ukončení střední školy a stává se také součástí celoživotního vzdělávání [83].

3.3 Základní problémové oblasti didaktiky fyziky

Didaktika fyziky musí sledovat celou cestu předávání fyzikálního poznání, a prochází tak zcela odlišnými oblastmi myšlení, zkoumání a vyjadřování. Základní problémové oblasti didaktiky fyziky, které vyžadují specifické postupy a metody bádání, lze vyvodit z didaktických fází F0 až F5 a transformací fyzikálního poznání T1 až T5 v procesu jeho předávání a ze vstupních faktorů didaktických transformací. Základní problémové oblasti didaktiky fyziky tedy jsou: vědecký systém fyziky, didaktický systém fyziky, výukový projekt, edukační proces – proces výuky, výsledky výuky a jejich hodnocení, společenské uplatnění fyzikálního vzdělání. K nim patří také příprava učitelů fyziky a metodologie didaktiky fyziky. Didaktické fáze a didaktické transformace tedy vymezují tyto základní problémové oblasti didaktiky fyziky:

1. **Vědecký systém fyziky (VSF)** z hlediska didaktické komunikace fyzikálního poznání. Zahrnuje poznání ve fyzice, jeho systém, metody, historii i současné a prognostické pojetí. Toto poznání zkoumá didaktika fyziky v procesu transformace T1 z hlediska jeho sdělitelnosti a možností přenosu.
2. **Didaktický systém fyziky (DSF)** ve své vědecké, společenské a pedagogicko-psychologické podmíněnosti. DSF je v současnosti vzhledem k rychlým změnám ve společnosti a vzdělávání klíčovým problémovým okruhem didaktiky fyziky. Do DSF patří otázky smyslu a pojetí fyziky jako předmětu výuky a ve vzdělání vůbec, struktura obecných a specifických cílů výuky, problematika obsahu výuky fyziky. Tvorba didaktického systému předpokládá:
 - vyjasnění povahy fyzikálních poznatků z hlediska náročnosti jejich osvojování a kognitivní úrovně adresátů, včetně didaktické analýzy a syntézy zahrnující také kognitivní analyticko-syntetické postupy,
 - zkoumání vazeb k dalším prvkům výchovně-vzdělávací sféry s určením jejich vstupních hodnot,
 - zkoumání vazeb směrem mimo edukační sféru se zřetelem na efekty fyzikální výuky v společnosti.
3. **Výukový projekt fyziky (VPF)** a jeho prostředky ve vztahu ke všem prvkům výchovné sféry. Výukový projekt má být konkretizací didaktického systému fyziky v učebních plánech, osnovách, učebnicích, pomůckách i jejich kombinacích, v metodických postupech a organizačních formách výuky. Předmětem didaktiky fyziky je tedy i teorie tvorby učebnic, ostatních didaktických materiálů a pomůcek, hledání jejich vzájemných vztahů a jejich funkce a účinnosti v procesu výuky. Dále je předmětem didaktiky fyziky také metodik a výuky v propojení na koncepci a cíle edukace, jakož i na osnovy, učební plány a didaktické prostředky. Problematika výukových projektů fyziky se nevztahuje jen ke školní výuce dětí a mládeže, ale rovněž k vysokoškolskému studiu a k různým formám výchovy a vzdělávání dospělých.
4. **Edukační proces fyziky (EPF) – výukový proces fyziky** jako interakce mezi vyučujícími a učiteli se. Výukový proces fyziky specificky uzpůsobený pro komunikaci fyzikálních poznatků je jedním z nestarších a původně nejvýznamnějších problémů didaktiky fyziky. Týká se všech forem výuky, výchovy mimo výuku i sebevzdělávání ve fyzice. Při tomto klasickém didaktickém problému nejde již jen o statický popis a metodické návody, ale o soubor strukturálních vztahů mezi cíli, obsahy, organizací, prostředky a metodami výuky v konkrétně podmíněných výukových situacích, chápaných jako interakce.
5. **Výsledky výuky fyziky a jejich hodnocení**
Jde o objektivní zjišťování a hodnocení výsledků výuky v kterékoli její fázi i výsledků konečných, výsledků příslušného didaktického systému a projektu. Používané metody mohou být současně metodami, které užívá didaktika fyziky k hodnocení výsledků své práce.
6. **Fyzikální vzdělání a jeho uplatnění**
Sem spadá také problematika fyzikálního vzdělání veřejnosti, přínos fyziky k rozmanitým potřebám jednotlivce i společnosti a vliv fyziky na vědecké nazírání okolního světa. Didaktika fyziky v této souvislosti zkoumá celkové uplatnění fyzikálního vzdělání mimo vlastní sféru výchovy a vzdělávání.
7. **Výchova a vzdělávání učitelů fyziky**
Činností učitele je proces výuky výrazně ovlivněn, proto je třeba zkoumat jeho kompetence, přípravu a další vzdělávání, a to zejména vzhledem k jeho činnostem i celkovým cílům výuky. V tom je zahrnuta také nutná modernizace vzdělávání učitelů vzhledem k potřebám informační společnosti a znalostní ekonomiky.
8. **Metodologie a historie didaktiky fyziky**
Vědecká disciplína musí současně s řešením jednotlivých problémů vytvářet svoji metodologii, kontinuálně vymezovat předmět svého bádání i zdokonalovat své metody. Musí si být také vědoma historické kontinuity a vztahů ke společnosti, aby byla s to chápat výsledky svých bádání v širších souvislostech.

3.4 Didaktická komunikace a formy kurikula

Průcha [82] rozlišuje 5 forem existence obsahu vzdělávání – kurikula:

- koncepční forma,
- projektová forma – vzdělávací programy, učební plány, osnovy, standardy,
- realizační forma – konkrétní akty prezentace učiva v procesu výuky,
- výsledková forma – vzdělávací výsledky (osvojené učivo),
- efektoivá forma – efekty obsahu vzdělávání v profesní kariéře lidí, jejich politických postojích apod.

Těmto formám kurikula odpovídají fáze a transformace didaktické komunikace:

- fázi F2 (didaktický systém fyziky) odpovídá přibližně koncepční forma kurikula,
- fázi F3 (výukový projekt fyziky) odpovídá projektová forma kurikula,
- v transformaci T4 (výukový proces) je prezentována realizační forma kurikula,
- fázi F4 (výsledky výuky fyziky) odpovídá výsledková forma kurikula,
- fázi F5 (efekty fyzikální edukace) odpovídá efektoivá forma kurikula.

Tato skutečnost ukazuje, že teorie didaktické komunikace oboru v předmětových didaktikách je procesuálním vyjádřením teorii kurikula. Přínosem teorie didaktické komunikace pro teorie kurikula může být detailně rozpracovaný proces vytváření fází didaktické komunikace a forem pojmově-poznatkových systémů propojených transformacemi T1 až T5.

Literatura:

- [1] Kašpar,E., Hnilčková-Fenclová,J., Lepil,O., Skalický,V., Vachek,J., Vlach,B. (1978). Didaktika fyziky – obecné otázky. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- [2] Kašpar,E. (1971). Kritéria vědeckosti prací z teorie vyučování fyzice. *Pokroky matematiky, fyziky, astronomie*, XVI.
- [3] Fuka,J. (1975). Současný stav a perspektivy vědecké práce v didaktice fyziky. V sborníku konference *Současný stav a perspektivy rozvoje vědecké práce v didaktice fyziky*. Olomouc: UP.
- [4] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1982). Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN.
- [5] Fenclová-Brockmeyerová,J., Kotásek,J. (1979). Příspěvek k vymezení předmětu a problémové struktury didaktiky fyziky jako vědní disciplíny. V sborníku konference: *K otázkám vědecké práce v didaktice fyziky*. Praha: MFF UK.
- [6] Fenclová-Brockmeyerová,J., Bednařík,M., Půlpán,Z., Svoboda,E. (1984). K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. Praha: Academia.
- [7] Nachtigal, D. (1978). Schwierigkeiten der Physikdidaktiker, Plenarvortrag auf der Jahrestagung des Fachausschusses Fachdidaktik der Physik vom 15. -17. 3.1978 in Giessen, Dortmund.
- [8] Lepil,O. (1983). Problémy komplexní realizace výukového projektu fyziky na gymnáziu. Sborník konference DIDFYZ, Račková dolina.
- [9] Hnilčková,J. (1970) Výzkum formalismu ve znalosti fyzikálního zákona. Praha: Academia.
- [10] Skatkin, M., N. (1971). Formalismus ve vědomostech žáků a jeho překonání. Praha: SPN.
- [11] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980). Fyzikální vědomosti našich studentů. Praha: Academia.
- [12] Nachtigall, D. (1981). The pre-Newtonian Concept of Motion in the Minds of Students. Referát na konferenci Methods of Teaching Physics, Thailand: Khon Kaen University.
- [13] Hejnová, D. (1984). Představy studentů o základních vlastnostech pohybu makroskopických těles. Diplomová práce. Praha: MFF UK.
- [14] Kolářová,R. (1986). Obtížnost fyzikálních pojmů z pohledu žáka, seminář Učebnice fyziky na základní škole, Boží Dar
- [15] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980). K perspektivám didaktického systému fyziky. V sborníku ze semináře řešitelů badatelského úkolu VIII-5-4/2, Štířín.
- [16] Fenclová-Brockmeyer,J. (1984). Gegenstand und Hauptproblembereiche der Physikdidaktik. In: Deutsche Physikalische Gesellschaft, Didaktik der Physik. Physikertagung, Münster, S.173-178.
- [17] Brockmeyerová,J., Čapek,V., Kotásek,J. (2000). Oborové didaktiky jako samostatné vědní disciplíny. *Pedagogika* XLX.

- [18] Kotásek, J. (2004). Domáci a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik, Úvodní referát na konferenci *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu* konané 13.-14. září 2004 na Pedagogické fakultě MU v Brně, sborník konference.
- [19] Brockmeyerová, J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. Sborník z internetové konference *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, Volume 2: *Didactic communication and educational sciences*, New York. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [20] Klingberg, L. (1989). Lehrende und Lernende im Unterricht zu didaktischen Aspekten ihrer Positionen im Unterrichtsprozess. Berlin: Volk und Wissen Verlag.
- [21] Euler, D., Hahn, A. (2004). *Wirtschaftsdidaktik*, Stuttgart: UTB für Wissenschaft.
- [22] Sloane, P., Hertle, E. (2003). Lehrerhandlungsfelder als Ausgangspunkt für ein ausbildungsfeldorientiertes Lehrerausbildungscurriculum, Institut für Wirtschaftspädagogik, Universität Paderborn, , wiwiweb.upb.de/id/.
- [23] Záškodný, P. (1983). Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Ostrava: *Kandidátská dizertační práce*.
- [24] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006). Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika, fyzika, informatika* 3/2006, str. 146 – 157, 4/2006 str. 224 – 227.
- [25] Fenclová-Brockmeyerová, J. (1984). Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. Praha: SPN.
- [26] Janovič, J., Koubek, V., Pecho, A. (1990). *Didaktika fyziky*. Bratislava: MFF UK.
- [27] Janovič, J., Koubek, V., Pecan, I. (1999). *Vybrané kapitoly z didaktiky fyziky*. Bratislava: MFF UK.
- [28] Svoboda, E., Kolářová, R. (2006). *Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly*. Praha: Univerzita Karlova.
- [29] Lepil, O. (1998). Aktuální problémy fyzikálního vzdělávání na střední škole - Celostátní konference o výuce fyziky na středních školách, Olomouc 15. až 17. října 1998.
- [30] Lepil, O. (2004). K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky - Mezinárodní konference DIDFYZ '04, Račkova dolina 13. - 16. října 2004.
- [31] Klivanec, D., Rakovská M., Morvay L., Zelenický L., Keckés A. (2005). *Kreatívne poznávanie vo fyzike - konkrétna didaktika fyziky*. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Fiklozofa.
- [32] Tarábek, P. (1985). Vývoj základných fyzikálnych pojmov v ontogenéze žiaka v porovnaní s historickým vývojom so zameraním na efektívnosť pedagogickej komunikácie vo výučbe fyziky. Bratislava: MFF UK.
- [33] Tarábek, P. (1985). The Structure of Empirical Physic's Knowledge and the Teaching Physics, *Zborník 8. konferencie československých fyzikov*.
- [34] Tarábek, P. (1986). Nízka úroveň vytvárení základních fyzikálních pojmu u žáků ZŠ, seminář *Učebnice fyziky na základní škole*, Boží Dar.
- [35] Brockmeyer, H., Brockmeyerová, J., Fajkus, B., Koubek, V., Kučírek, J., Kulič, V., Kuřina, F., Lustigová, Z., Půlpán, Z., Šedivý, J., Tarábek, P., Vantuch, J., Záškodný, P.: *Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky. Sborník zo seminára pracovnej skupiny pre obecné otázky odborových didaktík matematiky a prírodovedných predmetov v rámci DÚ ŠPZV IX-10-2/2.*(1988). Bratislava: ÚÚVU.
- [36] Tarábek, P. (1989). Developmental Levels of the Natural Science Knowledge, *Miscellanies of the European Regional Workshop*. Prague: UNESCO.
- [37] Konferencia DIDFYZ (1989). *Didaktické modelovanie poznávania vo fyzike*. Račkova dolina.
- [38] Van Deursen, J., Záškodný, P. (2002). Role of analytical-syntactical modeling in education. In [61].
- [39] Tarábek, P. (2002). Levels of internal concept knowledge system. In [61].
- [40] Škrabánková, J. (2002). Didactic projection of theory of homopolar bond into a level of grammar school. In [61].
- [41] Záškodný, P. (2002). Cognitive structure of Physics. In [61].
- [42] Tarábek, P. (2002). Developmental Levels of the Natural Science Knowledge. In [61].
- [43] Škrabánková, J. (2003). Basic of quantum chemistry through cognitive structure of quantum mechanics. In [62].
- [44] Záškodný, P. (2003). Analytical-synthetic model of physics cognitive structure. In [63].
- [45] Haiduwa, P. (2003). Standard Model of Fundamental Particles from the Standpoint of Examination and Treatment Methods in Radiological Medicine. In [63].

- [46] Škrabánková,J.(2003). Theories of Didactic and Education Communication and Quantum Mechanics Cognitive Structures. In [63].
- [47] Tesař,J. (2003). Harmonic Oscillator – Didactic Transformation into Subject Matter of Physics at the Primary and Secondary School. In [63].
- [48] Tarábek,P. (2003). Aplikácia princípov didaktického modelovania na učivo fyziky strednej školy. In [63].
- [49] Záškodný,P. (2004). Textbook Survey of Principles of Theoretical Physics. In [64].
- [50] Tarábek, P. (2004). Concept's Structure – Improvement of Education Process. In [64].
- [51] Tarábek,P. (2004). Štruktúry pojmov a poznatkov – aplikácie vo vyučovaní. Zborník konferencie *Inovácie v škole 2004*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [52] Šimoník,O., Škrabánková,J.(2005). Model logické štruktúry edukačného procesu. In [65].
- [53] Záškodný,P.(2005). Modeling of Structure of Physics. In [65].
- [54] Tarábek,P. (2005). Concept's Networking Based on the Triangular Model Concept's Structure. In [65].
- [55] Adamčíková,V., Tarábek,P., Záškodný,P. (2006). Didactic Phases of Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. In [66].
- [56] Adamčíková,V., Tarábek,P. (2006). Obsah vzdelávania, kvalita učebníc, porozumenie učiva: Didaktická komunikácia odboru ako určujúci faktor tvorby obsahu vzdelávania a kvalitných učebníc. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2006*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [57] Singer,J, Záškodný,P.:(2003). Model of Structure of Statistical Physics and its Description, In [63].
- [58] Záškodný,P. (2003). Model of Structure of Non-statistical Physics and its Description, In [63].
- [59] Kohutová,R. (2003). Complementary and Uncertainty Principle in the Light of Didactic Communication, In [63].
- [60] Tarábek,P. (2003). Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept's Structure, In [63].
- [61] Brockmeyerová,J., Budinský,P., Kuna,P., Möller,P., Navrátil,L., Pavlát,V., Petr,P., Škrabánková,J., Tarábek,P., Van Deursen,J., Záškodná,H., Záškodný,P.: Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences), sborník internetové konferencie, New York, 2002. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [62] Brockmeyerová,J., Pavlát,V., Škrabánková,J., Tarábek,P., Van Deursen,J., Záškodná,H., Záškodný,P.: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis). Sborník internetové konferencie. London, March 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [63] Brockmeyerová,J., Haiduwa,P., J.,Pavlát,V., Stach,V., Škrabánková,J., Tarábek,P., Tesar,J., Záškodná,H., Záškodný,P.: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 2: Theory and practice). Sborník internetové konferencie. London, December 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [64] Brockmeyerová,J., Hyka,J., Pavlát,V., Schneiderová,A., Škrabánková,J., Šlapák,P., Tarábek,P., Záškodná,H., Záškodný,P.: Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems). Sborník internetové konferencie, Frankfurt a.M., 2004. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [65] Brockmeyerová,J., Mlčák,Z., Pavlát,V., Schneiderová,A., Šimoník,O., Škrabánková,J., Tarábek,P., Záškodná,H., Záškodný,P.: Modern Science and Textbook Creation (volume 2: Modern tendencies in textbook creation). Sborník internetové konferencie, Frankfurt a.M., 2005. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [66] Adamčíková,V., Adler,A.L., Brockmeyerová,J., Halásková,R., Kohutová,R., Mlčák,Z., Paulín,R., Pavlát,V., Pospíšil,P., Procházka,P., Schneiderová,A., Singer,J., Škrabánková,J., Tarábek,J., Tarábek,P., Van Deursen,J., Záškodná,H., Záškodný,P.: Educational and Didactic Communication. Sborník internetové konferencie, Frankfurt a.M., 2006. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [67] Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007), The Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. Science and Math Network meeting in Warsaw, April 2007. European Educational Publishers Group – EEPG.
- [68] Bednařík,M., Šíroká,M.,Bujok,P.: Fyzika pro gymnázia – mechanika, Prometheus, 1997
Bartuška,K., Svoboda,E.: Fyzika pro gymnázia – molekulová fyzika a termika, Prometheus, 1993, 2000,
Lepil,O.: Fyzika pro gymnázia – mechanické kmitání a vlnění, Prometheus, Praha, 1994,
Lepil,O., Šedivý,P.: Fyzika pro gymnázia – elektřina a magnetismus 1992, 2000,
Lepil,O., Kupka,Z.: Fyzika pro gymnázia – optika, Prometheus, Praha, 1993,
Bartuška,K.: Fyzika pro gymnázia – speciální teorie relativity, Prometheus, Praha, 1993,
Macháček,M.: Fyzika pro gymnázia – astrofyzika, Prometheus, Praha, 1998,
Štoll,I.: Fyzika pro gymnázia – fyzika mikrosvěta, Prometheus, Praha, 1993.

- [69] Tarábek, P. (2004). Odmaturuj z fyziky. Průvodce středoškolským učivem fyziky. Brno: Didaktis, (2006“). Zmaturuj z fyziky. Bratislava: Didaktis.
- [70] Vygotskij, L.S. (1970, 2004) Myšlení a řeč. Praha: SPN, Portál.
- [71] Linhart, J. (1976). Činnost a poznávání, Praha: Academia.
- [72] Thagard, P. (2001). Úvod do kognitivní vědy - mysl a myšlení, Praha: Portál.
- [73] Sternberg, R.J. (2002). Kognitivní psychologie. Praha: Portál.
- [74] Berk, L.E. and Winsler, A. (2002). Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education. Washington DC: National Association for the Education of Young Children.
- [75] Kieran, E. (1997). The educated mind: how cognitive tools shape our understanding, Chicago & London: The University of Chicago Press.
- [76] Tarábek, P. (1988). Model poznávacieho procesu fyziky a štruktúra fyzikálnych pojmov. V zborníku *Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky zo seminára pracovnej skupiny pre obecné otázky odborových didaktík matematiky a prírodovedných predmetov* v rámci DÚ ŠPZV IX-10-2/2, Bratislava: ÚÚVU.
- [77] Tarábek, P. (2005). The Concept and Knowledge Charts. In: *Modern Science and Textbook Creation* (volume 2: *Modern tendencies in textbook creation*). Sborník internetové konferencie, Frankfurt a. M. Bratislava: Didaktis.
- [78] Tarábek, P. (2002). Level of the Internal Concept Knowledge Systems. In Brochure of Conference *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, New York. Bratislava: Didaktis.
- [79] Tarábek, P. (2005) Zmysel školského vzdelávania v informačnej spoločnosti s dominantnou znalostnou ekonomikou. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2005*, Podbanské, Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [80] Tarábek, P., Záškodný, P.: Educational and Didactic Communication – Progression – Fundamental questions of educational and didactic transformation, In [66].
- [81] Tarábek, P., Záškodný, P. (2005) Metody didaktické a vzdelávacie komunikácie jako nástroj tvorby rámcových učebních plánů. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2005*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [82] Průcha, J. (2002). Moderní pedagogika. Praha: Portál.
- [83] Turek, I. (2005). Inovácie v didaktike. Príspevok k realizácii projektu Milénium vo vyučovanom procese na základných a stredných školách. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum.
- [84] Pilava, J. (2006). PISA-Test. Mnichov: Mentor Verlag GmbH.
- [85] PISA Brochure 2006, Test Questions PISA 2003: <http://www.pisa.oecd.org/>.
- [86] Správa o výsledkoch testov PISA na Slovensku, Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2003, 2004.
- [87] Doporučení Evropského parlamentu a rady o klíčových kompetencích pro celoživotní vzdělávání, Brusel, 30.11.2005.
- [88] Tarábek, P. (1986). Fyzikálno-historické prvky vo vyučovaní fyziky. *Pedagogicko-fyzikálni dialogy*, sborník konferencie str. 233, Skalský dvůr, Brno: Pedagogická fyzika FVD JČSMF, Katedra fyziky UJEP.
- [89] Tarábek, P. (2003) Cognitive Process of Physics. In *Structure, Formation and Design of Textbook* (vol. 1: *Theoretical basis*), sborník internetové konferencie, London, March 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [90] Tarábek, P. (2007). Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. V monografii *Educational and Didactic Communication 2007*. Bratislava: Didaktis

Didaktická komunikace fyziky a její struktura

Didactic Communication of Physics

Pavol Tarábek

Didaktis s.r.o., 81104 Bratislava, Slovakia, didaktis@t-zones.sk

Klíčová slova: didaktická komunikace fyziky, historický vývoj didaktiky fyziky, didaktický most, metodika výuky fyziky, aplikační pojetí didaktiky fyziky, integrační pojetí didaktiky fyziky, komunikační pojetí didaktiky fyziky, problémové oblasti didaktiky fyziky, etapy didaktické komunikace fyziky, fáze didaktické komunikace fyziky, transformace v didaktické komunikaci fyziky, formy pojmově-poznatkových systémů, didaktické transformace pojmově-poznatkových systémů, komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky, vědecký systém fyziky, kognitivní („komunikační“) model fyziky, didaktický systém fyziky, výukový projekt fyziky, fyzikální edukace, výstupy výuky fyziky, aplikovatelné výsledky výuky fyziky, efekty fyzikální edukace.

Key words: didactic communication of physics, didactic bridge, historical development of physics education, methods of physics instruction, application conception of physics education, integrative conception of physics education, communicative conception of physics education, areas of physics education, stages of didactic communication of physics, phases of didactic communication of physics, transformations in didactic communication of physics, forms of conceptual knowledge systems, didactic transformations of conceptual knowledge systems, components of theoretical conception of physics education, physics science system, cognitive (communicative) model of physics, didactic system of physics, physics educational project, physics teaching, results of physics teaching, applicable results of physics teaching, effects of physics teaching.

Abstrakt

V první části práce je obecně definován termín „didaktická komunikace“. Dále je v druhé kapitole popsána česko-slovenská cesta budování didaktiky fyziky jako svébytného vědeckého oboru v kapitole „Metodické, aplikační, integrační a komunikační pojetí didaktiky fyziky“. Tato cesta, na jejímž počátku stojí metodika výuky fyziky a která vede přes aplikační a integrační pojetí didaktiky fyziky, ústí v současnosti do komunikačního pojetí didaktiky fyziky. Komunikační pojetí obsahuje ve svých jednotlivých částech problematiku zkoumanou jak metodikou výuky fyziky, tak i aplikační a integrační aspekty didaktiky fyziky. Komunikační pojetí didaktiky fyziky bylo formulováno J. Brockmeyerovou a zaměřilo se na uspořádání nově získávaných informací o výsledcích a metodách fyzikálního poznání a na celý souvislý proces jejich předávání do vědomí adresátů fyzikální edukace.

Ve třetí části je krátce popsána struktura didaktické komunikace fyziky. Ve čtvrté kapitole je didaktická komunikace fyziky postulována jako předmět didaktiky fyziky v komunikačním pojetí. Didaktická komunikace fyziky je definována jako celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli a tím tvoří didaktický most mezi vědeckými poznatky a jejich mentálními reprezentacemi v myslích edukantů. Fyzikální pojmově-poznatkové systémy prodělávají během didaktické komunikace několik výrazných transformací.

V páté kapitole s názvem „Fáze a transformace v didaktické komunikaci fyziky...“ jsou popsány jednotlivé transformace T1 až T5 v didaktické komunikaci fyziky, včetně jejich transformačních vstupů a výstupů – fází F0 až F5. Jednotlivým fázím F0 až F5 didaktické komunikace odpovídají různé formy pojmově-poznatkových systémů (PPS). Transformace a fáze tvoří etapy didaktické komunikace. Přehled transformací, fází a etap didaktické komunikace, jakož i forem PPS je uveden v tabulce 2 a na obrázcích obr. 1 a obr. 2.

V šesté kapitole s názvem „Komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky v komunikačním pojetí“ je uveden výčet komponent teoretické koncepce didaktiky fyziky, přičemž jako základní vědecký přístup k předmětu didaktiky fyziky je uveden systémový přístup. Hlavní komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky jsou: a) fáze F1 až F5 a transformace T1 až T5 v didaktické komunikaci fyziky, b) formy existence fyzikálních

pojmově-poznatkových systémů odpovídající fázím F1 až F5 a jejich spojení s variantními formami existence kurikula v angloamerickém pojetí, c) didaktické transformace fyzikálních poznatků, d) metody jednotlivých transformací, e) vstupní faktory transformací v didaktické komunikaci fyziky, f) výstupy edukačního procesu – výsledky vzdělávání ve fyzice, g) kriteria efektivnosti edukace.

Posléze následuje popis základních problémových oblastí didaktiky fyziky jako odraz jednotlivých transformací didaktické komunikace fyziky. Základní problémové oblasti didaktiky fyziky jsou: vědecký systém fyziky (fáze F0), kognitivní model fyziky (fáze F1), didaktický systém fyziky (fáze F2), výukový projekt (fáze F3), edukační proces – proces výuky (transformace T4), výsledky výuky a jejich hodnocení (fáze F4), společenské uplatnění fyzikálního vzdělání (fáze F5 a F6). K nim patří průřezové problémové oblasti, a to příprava učitelů fyziky a metodologie didaktiky fyziky. Jednotlivým fázím didaktické komunikace F1 až F5 odpovídají variantní formy kurikula rozlišované v angloamerické „theory of education“ – konceptuální, zamýšlené, projektové, implementované a dosažené kurikulum.

Abstract

In the first part of the paper different forms of the didactic communication are described. In the second part a Czech-Slovak way of formation of physics education theory is described. The methods of physics instruction were standing at the beginning of this way. Then this way was leading over the application and integration conception to the communicative conception of physics education at the present time. The communicative conception of physics education contains not only the methods of physics instruction but the application and integrating aspects too. The communicative conception of physics education was formulated by J. Brockmeyer and it was aimed 1) at arrangement of new knowledge and methods of physics and 2) at continuous process of knowledge transfer into the mind of learners.

In the third part is shortly structure of didactic communication described. In the fourth part of the paper the didactic communication of physics as subject of physics education is earliest specified. The didactic communication of physics as subject of physics education is the total continuous process of transfer and mediation of physical knowledge and methods into the minds of learners. Then the didactic communication of physics creates a didactic bridge between the physical knowledge system and his mental representations in the brains. In the course of didactic communication the physical conceptual knowledge system is undergoing several didactic transformations.

In the fifth chapter single transformations T0, T1, T2, T3, T4, T5 in the didactic communication of physics are described, including their transformational inputs and outputs – phases F0, F1, F2, F3, F4, F5. The phases and transformations compose stages of didactic communication of physics. The phases F0 – F5 are connected with various forms of conceptual knowledge systems (CKS). The survey of phases of didactic communication, didactic transformations, and CKS-forms are presented in the table 2 and on the figures Fig.1 and Fig.2.

In the sixth chapter of the paper main components of theoretical conception of physics education are presented:

- a) the phases F1 – F5 and transformations T1 – T5 in the didactic communication of physics,
- b) the forms of physical conceptual knowledge systems, which correspond to the phases F1 – F5,
- c) the didactic transformations of physical conceptual knowledge system,
- d) the methods of single transformations,
- e) the input factors of transformation in the didactic communication of physics,
- f) the outputs of education – results of instruction and their evaluation,
- g) the effectiveness criteria of education.

Finally, the survey of basic areas of physics education follows as a reflection of the single transformations. The basic areas of physics education are as follows: physics science system (phase F0), cognitive/communicative system of physics (phase F1), didactic system of physics (phase F2), physics educational project (phase F3), educational process/instruction process – physics teaching (transformation T4), results of instruction and their evaluation – results of physics teaching (phase F4), the effects of education (phase F5 and F6).

To them, training physics teachers and methodology of physics education are also belonging like complex areas of physics education theory. To the single phases in didactic communication correspond variant forms of curriculum – conceptual, intended, project, implemented, attained curriculum.

1. Didaktická komunikace

Didaktická komunikace (didaktische Kommunikation) – obousměrná komunikace mezi učitelem a žákem/studentem zahrnující všechny složky optimálního vyučovacího procesu – motivaci, přenos informace, učební metody z hlediska cílů, permanentní analýzu, diagnostikování, vyhodnocování činnosti a výkonu žáka/studenta atd. [20, 21, 22].

Didaktická komunikace ve výuce znamená, že vyučující přizpůsobuje svůj jazyk a vyjadřování kognitivní úrovni edukanta a naopak – rozumí tomu, co ve skutečnosti edukant hovoří.

Didaktická komunikace v didaktice (pedagogice nebo v jakémkoliv interdisciplinárním oboru) znamená, že odborníci z různých oborů se vyjadřují tak, aby si navzájem porozuměli a usilují se porozumět tomu, co hovoří v rámci diskuse partner z jiného oboru.

Didaktická komunikace daného vědního oboru (v rámci předmětové didaktiky) je proces předávání a zprostředkování výsledků a metod vědeckého/odborného poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí [4, 6, 16, 19].

Poznámka: Tato práce je založena na výsledcích práce Teoretická koncepce didaktiky fyziky (autoři Jitka Brockmeyerová a Pavol Tarábek), která je publikována v monografii Educational and Didactic Communication 2007.

2. Metodické, aplikační, integrační a komunikační pojetí didaktiky fyziky

V průběhu let 1979 – 84 publikovala profesorka Brockmeyerová práce [4 – 6], v nichž rozvinula **komunikační pojetí didaktiky** fyziky, kde předmětem didaktiky fyziky je didaktická komunikace fyziky. V r. 2000 až 2006 bylo formováno **komunikační pojetí předmětových didaktik** především v didaktikách přírodovědných předmětů, matematiky a ekonomiky [56, 61 – 66]. V pracích [4, 6] byla rozlišena čtyři pojetí didaktiky fyziky, která možno rozpoznat také v jiných předmětových didaktikách. Jsou to tato pojetí:

1. metodické,
2. aplikační,
3. integrační,
4. komunikační.

Didaktika fyziky v **metodickém pojetí** byla zaměřena především na formy, metody a prostředky výuky. Obsah učiva byl dán osnovami a didaktika se jím prakticky nezabývala. Toto pojetí v didaktice fyziky přetrvávalo přibližně do roku 1950.

Didaktika fyziky v **aplikačním pojetí** se teoreticky odvozovala z obecné didaktiky a vymezovala svůj předmět jako zvláštní případ obecného, tj. školní výuky chápané převážně jen pomocí obecných didaktických kategorií. Teoretickým těžištěm didaktiky fyziky v aplikačním pojetí bylo stanovení optimálních vyučovacích postupů, zejména se zřetelem k potřebě učitele jako nosného činitele vyučovacího procesu. V tomto pojetí pak byla speciální pedagogickou (resp. didaktickou) disciplínou a vztahovala se k výukovému předmětu fyzika, primárně konstituovanému učebním plánem základních a středních škol. Fyzikální věda se zde uplatňovala teprve sekundárně. Takto chápaná didaktika fyziky se zaměřovala na vzdělávací a výchovné cíle, na vzdělávací a výchovný proces (včetně jeho gnoseologických, psychologických a logických základů) pojaté z hlediska vyučování fyziky a na vzdělávání učitelů fyziky. Její součástí zůstávala i původní **metodika výuky fyziky** zaměřená na plánování, obsah, metody, organizační formy a materiální prostředky vyučování, jenž se kromě toho zabývala i diagnostickými metodami a vzájemnými vztahy mezi vyučováním na různých stupních a druzích škol apod. Aplikační resp. aplikačně-metodické pojetí didaktiky fyziky bylo prezentováno např. v [1, 2, 3].

Integrační pojetí didaktiky fyziky se konstituovalo na základě poznání, že výuka fyziky je velice složitý proces, který lze postihnout jen studiem mnoha oblastí a za přispění řady věd, a to nejen fyziky a pedagogiky, nýbrž i psychologie, filozofie, historie, sociologie, kybernetiky, techniky, matematiky, statistiky a dalších. Žádná z těchto věd nemohla vyřešit samostatně specifickou problematiku moderního vzdělávání ve fyzice. Byla proto zdůrazňována **integrační funkce** didaktiky fyziky a její **interdisciplinární charakter** [4 – 8]. Předmět didaktiky fyziky zůstal omezen hranicemi školské soustavy, zejména pak na základní a střední školy, s převládající orientací na problematiku výukového procesu a pouze v ojedinělých případech se didaktika zabývala také tvorbou kurikula.

V **komunikačním pojetí** (které zahrnuje také aplikační a integrační aspekty) se **předmětem didaktiky fyziky** (jako samostatné vědecké disciplíny hraničního charakteru) stává celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí. Tento proces, který nazýváme **didaktickou komunikací fyziky**, je konán různými aktéry se vzdělávací intencí a jde při něm nejen o přenos informace, nýbrž i o vyučování, učení, zjišťování a hodnocení výsledků výuky, tvorbu učebních plánů, osnov a jiných pedagogických dokumentů, tvorbu učebnic a dalších prostředků výuky a také o výchovu a vzdělávání učitelů [4, 6, 16, 18, 19]. Konstituování komunikačního pojetí bylo reakcí na rychlý rozvoj moderní fyziky a na nové fyzikální poznatky, které byly aplikovány v elektronice, informatice a dalších oborech lidské činnosti. Bylo nutné zaměřit se na uspořádání nově získávaných informací a celý souvislý proces jejich předávání a osvojování v různých úrovních a fázích.

Teorie didaktické komunikace fyziky byla v dalších letech akceptována jako teorie a metodologie didaktiky fyziky [23, 24], zvláště pak ve výchově a vzdělávání učitelů fyziky a dále v oblasti rozvoje organizačních forem, výukových metod a prostředků předávání fyzikálního poznání [25 – 31]. Na základě integračně-komunikačního pojetí didaktiky fyziky (a také chemie) se v rámci didaktické komunikace rozvíjely metody modelování a strukturování fyzikálního a chemického poznání i jeho přenosu ke konečným příjemcům [32 – 60]. Teorie didaktické komunikace fyziky se ukázala jako podnětná koncepce i v dalších oborových didaktikách a v průběhu let 1990 – 2006 se formovalo **komunikační pojetí oborových didaktik** [17, 18, 56], které bylo jako alternativní vědecký postup aplikováno také v didaktice chemie, matematiky, ekonomie a v některých společenských vědách [61 – 67].

| Tab. 1: Vývoj aplikačního, integračního a komunikačního pojetí didaktiky fyziky | | |
|--|---|---|
| časová škála | pojetí didaktiky fyziky | charakteristický atribut didaktiky fyziky v uvedeném pojetí |
| přibližně do 1950 | metodické pojetí | zaměření na metody a prostředky výuky fyziky z hlediska praxe |
| vyvíjelo se v r. 1950 – 1977 | aplikační pojetí | didaktika fyziky vychází z obecné didaktiky, metodika je ovlivněna také obecnou didaktikou |
| první publikace v r. 1978 – 1980 | integrační pojetí | interdisciplinární charakter didaktiky fyziky jako hraniční vědecké disciplíny |
| první publikace v r. 1980, stěžejní v r. 1981 – 1984 | komunikační pojetí | didaktická komunikace fyziky – souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli |
| <u>Další rozvoj komunikačního pojetí didaktiky fyziky</u> | | |
| Vzhledem na významný podíl výsledků jiných vědních oborů (kromě již výše jmenovaných zejména teorie systémů, kognitivní vědy a statistiky) a jejich integraci do teorie didaktické komunikace můžeme mluvit o integračně-komunikačním pojetí didaktiky fyziky a následně i oborových didaktik. | | |
| a) od r. 1984 b) od r. 1985 c) od r. 2002 | integračně-komunikační pojetí fyziky a oborových didaktik | a) organizační formy, metody a prostředky výuky, vzdělávání učitelů b) strukturální a kognitivní analýza pojmů a poznatků fyziky i příjemců fyzikálního poznání c) aplikace v oborových didaktikách |
| Tabulka je převzata z práce Brockmeyerová, J., Tarábek, P.: Teoretická koncepce didaktiky fyziky [90]. | | |

3. Struktura didaktické komunikace fyziky

Struktura didaktické komunikace fyziky je popsána pomocí tabulky 2 a schémat na obrázcích 1, 2 a 3. Během didaktické komunikace fyziky probíhají dva souběžné didaktické procesy. Prvním z nich je sled **didaktických transformací** DT1 až DT5 pojmově-poznatkových systémů fyziky. Druhým procesem je sled **transformací** T1 až T5 didaktické komunikace fyziky. Proto jsou rozlišovány také **fáze** didaktické komunikace fyziky F0 až F5 od **forem** pojmově-poznatkových systémů fyziky.

4. Předmět didaktiky fyziky

Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí (které zahrnuje také metodické, integrační a aplikační pojetí) je didaktická komunikace fyziky.

Didaktická komunikace fyziky (DKF) je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli. Tento proces je konán různými aktéry se vzdělávací intencí a zahrnuje nejen vzdělávání a výuku na všech úrovních školské soustavy, nýbrž i celoživotní vzdělávání realizované institucionálně a také přenos informace z fyzikálních věd směrem do společnosti [90]. Didaktická komunikace fyziky tvoří **didaktický most** mezi vědeckými poznatky a jejich **mentálními reprezentacemi** v myslích edukantů (viz obr. 1, 2, 3).

Didaktika fyziky se v procesu didaktické komunikace zabývá **vědeckým systémem fyziky**, který je tvořen **pojmově-poznatkovým systémem fyziky (PPS)** a poznávacími metodami fyziky. Pojmově-poznatkový systém fyziky nabývá během didaktické komunikace několik odlišných **forem** a prodělává několik výrazných transformací – nazýváme je **didaktické transformace** (viz obr. 2). Didaktika fyziky musí sledovat celou cestu předávání fyzikálního poznání, přičemž formám pojmově-poznatkového systému fyziky odpovídají kvalitativně odlišné **fáze didaktické komunikace**. V souladu s didaktickými transformacemi PPS fyziky rozlišujeme také **transformace v didaktické komunikaci fyziky**. Fáze a transformace v DKF tvoří **etapy** didaktické komunikace fyziky, přičemž první etapa je F0 – T1 – F1, druhá etapa je F1 – T2 – F2, třetí etapa je F2 – T3 – F3 (obr. 1) atd. S fázemi a transformacemi v didaktické komunikaci fyziky souvisí zcela odlišné oblasti myšlení, zkoumání a vyjadřování, které tvoří **základní problémové oblasti didaktiky fyziky**.

Tab. 2: Etapy didaktické komunikace fyziky, formy pojmově-poznatkového systému fyziky,

| Etapy didaktické komunikace fyziky (DKF) | | Formy pojmově-poznatkového systému (formy PPS) | Didaktické transformace PPS (DT PPS) |
|--|----------------------|---|--------------------------------------|
| Fáze DKF | Transformace v DKF | | |
| F0: vědecký systém fyziky (VSF) | | vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky (VPPSF) | |
| | T1: tvorba KMF | | DT1: komunikační transformace |
| F1: kognitivní model fyziky (KMF) | | model VPPSF uspořádaný z hlediska didaktické komunikace | |
| | T2: vytváření DSF | | DT2: obsahová transformace |
| F2: didaktický systém fyziky (DSF) | | obsah výuky – přizpůsobený kognitivní úrovni edukantů | |
| | T3: projektování VPF | | DT3: kurikulární transformace |
| F3: výukový projekt fyziky (VPF) | | učivo (kurikulum) – obsah výuky konkretizovaný v osnovách, učebních plánech, učebnicích | |
| | T4: edukační proces | | DT4: učení |
| F4: výstupy výuky fyziky | | vědomosti a znalosti edukantů | |
| | T5: praxe | | DT5: aplikační transformace |
| F5: aplikovatelné výsledky výuky | | vědomosti a znalosti edukantů aplikovatelné v praktické činnosti | |

Základní problémové oblasti didaktiky fyziky jsou:

- vědecký systém fyziky – odpovídá fázi F0
- kognitivní model fyziky – odpovídá fázi F1 a zahrnuje také transformaci T1
- didaktický systém fyziky – odpovídá fázi F2 a zahrnuje také transformaci T2
- výukový projekt fyziky – odpovídá fázi F3 a zahrnuje také transformaci T3
- edukační proces – transformace T4
- výsledky výuky a jejich hodnocení – odpovídá fázi F4
- společenské uplatnění fyzikálního vzdělávání – odpovídá fázi F5 a F6

Průřezové oblasti didaktiky fyziky, jež se týkají více etap didaktické komunikace fyziky, jsou:

- příprava a vzdělávání učitelů fyziky,
- metodologie a historie didaktiky fyziky.

5. Fáze a transformace v didaktické komunikaci fyziky, formy pojmově-poznatkových systémů fyziky, didaktické transformace

Výchozí fáze F0

Výchozí fází didaktické komunikace je **vědecký systém fyziky (VSF)**, který zahrnuje současné poznání ve fyzice, jež tvoří komplexní systémy teoretických poznatků i experimentálních/empirických faktů – **vědecké pojmově-poznatkové systémy (VPPS)**, dále fyzikální poznávací postupy, metody a sekvence, poznávací přístupy ke zkoumané realitě, fyzikální obraz světa, jakož i metajazyk popisující fyzikální poznání a poznávání (Tarábek, 2003 [93]).

Úplný okruh všech fyzikálních poznatků v daném čase je jako celek tvořen nejen obecnými fyzikálními teoriemi, empirickými a experimentálními fakty ale také konkrétnějšími teoriemi resp. teoretickými, empirickými a experimentálními poznatky jednotlivých fyzikálních disciplín, které ovládá pouze nejbližší okruh fyziků-specialistů. Každý fyzik ovšem musí mít určité základní znalosti v celém oboru fyziky, které obvykle nabývá na vysoké škole a dále rozšiřuje o nové poznatky v celoživotním vzdělávání. Tento soubor pojmů a poznatků můžeme označit jako **základní vědecký systém fyziky (ZVS fyziky)**.

Vědecký systém fyziky je obvykle plně srozumitelný pouze fyzikům z několika důvodů:

1. Fyzikální poznatky teoretického charakteru jsou vysoce abstraktní, vyžadují teoreticky fundované myšlení a dobrou matematickou průpravu.
2. Fyzikální pojmy a poznatky moderní fyziky (tj. fyziky od objevu Maxe Plancka, který položil základy kvantové teorie v roce 1900) se neopírají o představy vycházející z empirické zkušenosti člověka a jsou srozumitelné pouze jako prvky systému dané teorie, tj. v kontextu ostatních pojmů a zákonů teorie.
3. Každý VPPS fyziky má svou vnitřní strukturu danou nejenom logickou strukturou teorie ale také všemi ostatními vztahy mezi jednotlivými prvky, jejich interpretacemi do reality, fyzikálními modely a představami, fyzikálním obrazem světa, vědeckými metodami, přičemž tato struktura je obvykle intuitivně zakódovaná v myslích teoretických i experimentálních fyziků a nemusí být zřejmá navenek.

Didaktika fyziky proto zkoumá vědecký systém fyziky z hlediska možností přenosu k adresátům, přičemž využívá všechny prostředky didaktické komunikace i analyticko-syntetické metody na pochopení prvků VSF a na zviditelnění jeho vnitřní struktury. Východiskem pro toto studium je vnější publikovaná forma vědeckého systému fyziky, která se nachází ve vědeckých člancích, monografiích, v přednáškách na konferencích, v interních sděleních atd. Části VSF jsou souborně zpracovány ve vysokoškolských učebnicích, jež mají různé koncepce, které pro účely středoškolského vzdělávání a výuky na základní škole mohou nebo také nemusí být vhodné.

Transformace T1: studium a analýza vědeckého systému fyziky; vědecký systém fyziky (VSF) → kognitivní model fyziky (KMF)

Z hlediska didaktické komunikace fyzikálního poznání se didaktika fyziky zabývá vědeckým systémem fyziky z kognitivního hlediska, tj. studuje vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky, vědecké metody, postupy a sekvence fyzikálního poznávání, vědecké přístupy ke zkoumanému univerzu (Fenclová, 1984 [4], Tarábek, 2003 [93]) **Vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky (VPPS fyziky)** [55] je systém fyzikálních pojmů a poznatků tvořících vědecké teorie a jejich aplikace nebo interpretace v daném stavu vývoje fyziky (včetně jejich historie a vývoje *1). Jeho součástí jsou i fyzikální obrazy světa v jejich historickém vývoji. Při studiu VSF se obvykle vychází z publikací souborného charakteru (monografií, učebnic fyziky) doplněných o konkrétní informace (z odborných článků, internetu, konferencí, z osobních sdělení, konzultací s odborníky a pod.). Vymezení předmětu fyziky a vědecké metody fyzikálního poznávání jsou obvykle popsány v učebnicích fyziky a didaktiky fyziky (např. [6, 27]). Z hlediska přizpůsobení učiva adresátům při tvorbě didaktického systému a výukového projektu je důležité i studium historických etap a linií vývoje fyziky.

*1 VPPS fyziky se vývojem mění kvalitativně i kvantitativně a z času na čas dochází k zásadním kvalitativním změnám, jako např. při nástupu newtonovské mechaniky, Maxwellovy elektrodynamiky, kvantové teorie nebo teorie relativity.

Východiskem první transformace T1 v rámci didaktické komunikace se zaměřením pro výuku na střední a základní škole (resp. v základním kurzu vysoké školy s nefyzikálním zaměřením) může být základní vědecký systém fyziky. Jde-li o výuku na středních odborných školách (nebo v základních kurzech vysoké školy s fyzikálním zaměřením), mohou být jako východisko zvoleny specializované vědecké systémy konkrétních fyzikálních disciplín.

Vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky (nebo jeho vybraná část) je podroben **strukturální analýze a syntéze** [55]. **Strukturální analýza** rozčleňuje zkoumaný systém na strukturální prvky a určuje vzájemné vztahy mezi nimi. V této etapě obvykle dochází k redukci prvků VPPS fyziky, protože do procesu analýzy vstupují **východiskové koncepty vzdělávání** jako determinanty určující charakter didaktického systému a výukového projektu.

Volba konceptu ovlivňuje výběr těch prvků VSF, které **strukturální syntéza** uspořádá do systému. Vzniká **kognitivní model fyziky** (KMF), který je tvořen komunikativním modelem vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky uspořádaného z hlediska didaktické komunikace a sdělitelnosti pro tvůrce didaktického systému a výukového projektu fyziky, k němuž je přiřčen systémový model poznávacích metod, postupů a sekvencí fyziky, jakož i poznávacích přístupů k zkoumané realitě.

Vědecký pojmově-poznatkový systém fyziky je tedy transformován na **kommunikativní model vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky**, který je uspořádaný z hlediska didaktické komunikace a je sdělitelný širšímu okruhu odborně fundovaných příjemců (i mimo okruh odborníků daného oboru *2). Proto tuto transformaci vědeckého pojmově-poznatkového systému nazýváme **kommunikační transformace**. **Kognitivní model fyziky** charakterizuje **vědecký systém fyziky z hlediska didaktické komunikace** [6, 55] a umožňuje v dalších etapách didaktické komunikace optimální výběr a systematické uspořádání učiva bez zbytečné redundance se zřetelem na koncepci určenou smyslem, pojetím a cíly vzdělávání dané skupiny příjemců, pro které je obsah vzdělávání připravován.

Transformace T1 byla v průběhu celé historie vzdělávání mladé generace prováděna průběžně a nyní je učivo pro výukové projekty k dispozici v mnoha formách v různých zemích na celém světě.

Transformaci T1 je ovšem nutné provádět v těchto případech:

1. Do učiva se musí zapracovat nové poznatky. Je nesprávné nové poznatky pouze připojovat k starému učivu a starší poznatky posouvat do nižších ročníků, zejména děje-li se to dlouhodobě.
2. Při reformě obsahu školského vzdělávání, kdy se obvykle volí nová koncepte a cíle, což je aktuální zejména v současnosti, kdy poznatky narůstají geometrickým tempem a dosavadní systém vzdělávání je naprosto nevyhovující.
3. Pro tvorbu obsahu učiva v nových předmětech. Je jedno, jde-li o předměty zahrnující učivo nových vědních a technických oborů, nebo nové předměty kombinující učivo stávajících předmětů.

Fáze F1: Kognitivní model fyziky (KMF)

Výsledkem transformace T1 je **kognitivní model fyziky** (nebo vybrané fyzikální disciplíny), který je tvořen **kommunikativním modelem vědeckého-pojmově poznatkového systému fyziky**, tj. systémem vybraných strukturálně uspořádaných fyzikálních pojmů, poznatků, k němuž je přiřčen komunikativní systémový model poznávacích metod, postupů a sekvencí včetně poznávacích přístupů k fyzikálnímu univerzu. Z kognitivního modelu se v dalších etapách didaktické komunikace tvoří soustava učiva. Koncepte vytvořeného KMF vychází z **východiskové koncepte** fyzikálního vzdělávání a je stanovena se zřetelem na smysl, pojetí a cíle vzdělávání dané skupiny příjemců, pro které je vzdělávání připravováno. **Východiskové koncepte** fyzikálního vzdělávání mohou být různé: vzdělávání zaměřené na předmět nebo orientované na metody poznávání [27 str. 13]; nebo v jiném smyslu fenomenologická, historická, systémová či výběrová koncepte:

Klasická **fenomenologická koncepte** fyzikálního vzdělávání [6] představuje rozdělení na klasické disciplíny, popis fyzikálních jevů a jejich zákonitostí na základě makroskopických znaků – takto byly zpracovány učebnice v nedávné minulosti [68].

*2 Model VPPS fyziky je sdělitelný tvůrcům didaktického systému fyziky přístupnější formou – nejlépe formou síťového grafu s komentářem (viz např. model kognitivní struktury fyziky v [24]), přičemž může obsahovat i komponenty přibližující význam náročnějších teoretických pojmů a poznatků názornou formou.

Historická koncepce sleduje vývojové linie poznávání, umožňuje studentům a žákům v procesu poznávání rozvoj kognitivních schopností – takto je částečně zpracována moderní fyzika v [69].

Systémová koncepce je založena na systémovém přístupu [4] a vnímá VPPS nebo jeho vybranou část jako strukturu s vnitřními souvislostmi, jež se pak promítá i do rámcových plánů, osnov a učebnic. Takto jsou zpracovány některé projekty komplexních moderních učebních plánů a osnov.

Výběrová koncepce vybírá pouze některé poznatky, např.:

- z hlediska jejich použitelnosti např. v integrovaném vyučování, jež integruje přírodní vědy do jednoho předmětu (science education),
- pro vyučování zaměřené na rozvoj klíčových kompetencí a dovedností [83, 94, 95],
- z hlediska aplikace fyzikálních poznatků v technice a praxi a pod.

Transformace T2: kognitivní model fyziky → didaktický systém fyziky (DSF)

Kognitivní model fyziky je transformován do didaktického systému fyziky vzhledem k cílům a adresátům, kterým má systém sloužit. **Východiska DSF a vstupní prvky**, které vstupují do transformace T2 jsou:

1. kognitivní model fyziky – komunikativní model vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky včetně poznávacích metod a postupů fyziky uspořádaný z hlediska didaktické komunikace,
2. koncepce vzdělávání včetně jeho pojetí a výchovně-vzdělávacích cílů [4, 6, 27], v čemž jsou zahrnuty obecné a specifické cíle výuky fyziky i problematika obsahu výuky fyziky se zřetelem potřeby znalostní společnosti v informačním věku,
3. kognitivní úroveň pojmů a poznatků adresátů edukace,
4. stav vzdělávací soustavy včetně právní situace, organizace a řízení, ekonomických možností, přičemž je nutno zkoumat vazby k všem prvkům edukační sféry s určením jejich vstupních hodnot,
5. kvalifikace aktérů vzdělávání, zejména učitelů.

Tvorba **didaktického systému fyziky** předpokládá vyjasnění povahy fyzikálních poznatků z hlediska náročnosti jejich osvojování. Model vědeckého pojmově-poznatkového systému fyziky se proto stane nejprve předmětem **didaktické analýzy**. V první etapě didaktické analýzy je vytvořen **vstupní soubor** prvků jako výběr klíčových pojmů, poznatků, dovedností a kompetencí (např. z hlediska koncepce a cílů vzdělávání v daném předmětu), které ve výukovém projektu budou tvořit prvky systému učiva. Tento vstupní soubor je dále podroben **kognitivní analýze** a **syntéze**, která je založená na poznacích kognitivních věd a kognitivní psychologie [70 – 75]. Kognitivní analýza pojmů a poznatků zjistí jejich strukturu, vzájemné vazby [51, 67, 77] a kognitivní úroveň z hlediska přiměřenosti úrovni poznání a myšlení příjemců vzdělání [36, 42, 76, 79, 90]. Následuje kognitivní syntéza, která vytvoří malé strukturální celky reprezentující vybrané klíčové pojmy a poznatky (včetně jejich struktury), jež odpovídají kognitivní úrovni adresátů vzdělání. Tyto malé **strukturální celky** nebo **strukturální jednotky** odpovídají jednotkám učiva ve výukovém projektu a mohou být prezentovány formou síťových grafů nebo strukturovaných matic s komentářem. Pro praktické použití mohou být vyjádřeny také odpovídající formou pojmových a poznatkových map [77].

V druhé etapě **didaktické analýzy** následuje výběr, hodnocení a adaptace strukturálních jednotek z hlediska koncepce vzdělávání, jeho pojetí a cílů – tzv. **edukační adaptace**, přičemž se obvykle bere do úvahy i stav vzdělávací soustavy a kvalifikace učitelů.

V procesu **didaktické strukturální syntézy** jsou vybrané strukturální celky uspořádány do komplexního systému – **didaktického pojmově-poznatkového systému fyziky (DPPS fyziky)**, který pak tvoří podstatnou část **obsahu výuky** a respektuje úroveň poznání a myšlení příjemců vzdělání. Proto lze didaktickou transformaci modelu VPPS fyziky na DPPS fyziky nazvat **obsahovou transformací**.

Jako **doplňující komponent východisek DSF** se mohou studovat a analyzovat také jiné výukové projekty z různých zemí, zejména takové, jejichž efektivnost z hlediska efektů fyzikální edukace byla testována a prověřena. Nutno ovšem mít na zřeteli, že starší výukové projekty nemusí být v souladu s očekávaným a prognózovaným vývoje společnosti v budoucnosti.

V některých případech, zejména v základních vysokoškolských kurzech a kurzech vzdělávání pro dospělé, lze provést zjednodušenou transformaci T2 bez kognitivní analýzy a syntézy. Zjednodušená transformace T2 používá pouze didaktickou analýzu a syntézu, jež je založena na pedagogických znalostech a dlouholetých zkušenostech pedagoga, který intuitivně používá vhodné didaktické postupy pro přizpůsobení vědeckého systému fyziky vstupním znalostem a úrovni příjemců.

Fáze F2: didaktický systém fyziky (DSF)

Výsledkem transformace T2 je **didaktický systém fyziky (DSF)**, který je tvořen především **didaktickým pojmově-poznatkovým systémem fyziky (DPPS fyziky)**, tj. systémem vybraných a do struktury uspořádaných pojmových a poznatkových jednotek vyjádřených jazykem fyziky, kognitivní psychologie a kognitivních věd s určujícími determinanty přízpusobení kognitivní úrovni adresátů. Prvky tohoto systému byly vybrány z hlediska koncepce a cílů vzdělávání se zřetelem na vstupní prvky transformace T2.

Součástí DPPS fyziky je také didaktický model poznávacích metod a postupů fyziky. V procesu didaktické komunikace je didaktický pojmově-poznatkový systém prvním modelem reprezentujícím **obsah fyzikální výuky**. Důležitou součástí didaktického systému fyziky je také koncepce a soustava cílů vzdělávání.

K pojmovým a poznatkovým jednotkám DPPS fyziky byly v procesu **edukační adaptace** připojeny také pedagogické a didaktické komentáře určující jejich váhu a důležitost z hlediska koncepce a cílů vzdělávání a vyjadřující metodické aspekty se zřetelem na možnosti škol a kvalifikaci učitelů. Při reformě vzdělávání jsou podle potřeby připojeny také úlohy a náměty související se změnami vzdělávací soustavy a změnami kvalifikace učitelů.

Didaktický systém fyziky respektuje úroveň poznání a myšlení příjemců a je podkladem pro tvorbu výukového projektu fyziky, vzdělávacího kurikula, osnov, učebních plánů, učebnic atd.

Transformace T3: didaktický systém fyziky (DSF) → výukový projekt fyziky (VPF).

K další transformaci v procesu didaktické komunikace fyziky dochází při didaktickém vyjádření poznatků a prvků didaktického systému fyziky v reálném výukovém projektu. Didaktický pojmově-poznatkový systém fyziky vyjadřuje pouze obsah fyzikální výuky. V průběhu transformace T3 je dopracován a doplněn podle potřeby dalšími **vstupními prvky** z hlediska koncepce a cílů vzdělávání, z hlediska optimální metody a organizačních forem výuky fyziky atd. Následně je DSF konkretizován ve formě **kurikula** – ve vzdělávacích programech, učebních plánech, osnovách, standardech na různých úrovních vzdělávací soustavy. Proto lze didaktickou transformaci obsahu výuky na fyzikální učivo nazvat také **kurikulární transformací**. V této etapě se opět dají účinně používat metody **didaktické strukturální analýzy a syntézy** [80, 81], které analyzují východiska a vstupní prvky transformace T3 (prvky DSF, cíle, metody atd.) a následnou syntézou zajistí vytvoření VPF jako systému s logickou strukturou.

V další etapě následuje tvorba učebnic a doplňujících učebních materiálů, výběr a navrhování didaktických prostředků (DP) včetně jejich kombinací – předpokládá se využití již existujících DP nebo také návrhy a konstrukce nových DP. Předmětem didaktiky fyziky je tedy i teorie tvorby těchto materiálů a pomůcek, hledání jejich vzájemných vztahů, jejich funkce a účinnosti v procesu výuky.

Problematika výukových projektů fyziky se nevztahuje jen ke školní výuce dětí a mládeže, ale rovněž k vysokoškolskému studiu (zejména při přípravě učitelů) a k různým formám výchovy a vzdělávání dospělých.

Fáze F3: výukový projekt fyziky (VPF)

Výsledkem transformace T3 je **výukový projekt fyziky**, v němž je **fyzikální učivo** prezentováno formou **kurikula** – pedagogickými dokumenty, vzdělávacími programy a plány, osnovami, standardy a pod. se zřetelem na koncepci a cíle vzdělávání. Konečné vyjádření fyzikálního učiva se nachází v učebnicích, v doplňujících učebních materiálech a také v tematických přípravách učitelů na vyučování. Konečnými komponenty VPF jsou také doporučené metodické postupy, didaktické prostředky, formy výuky atd.

Transformace T4: výukový projekt fyziky (VPF) → výstupy výuky fyziky (VVF)

Transformace T4 nastává v **edukačním procesu fyziky (EPF)** tj. v procesu vyučování a učení, přičemž je **externí pojmově-poznatkový systém** fyziky vyjádřený učivem transformován na **interní pojmově-poznatkové systémy** v myslích edukantů, tj. na vytvořené pojmy, poznatky, vědomosti a znalosti deklarativní i operační (procedurální).

Východiskem edukačního procesu jsou konečné komponenty VPF (konkretizované kurikulum, učebnicemi, didaktickými metodami a prostředky). **Vstupními prvky edukačního procesu** jsou vstupní znalosti, dovednosti a kompetence edukantů i kvalifikační kompetence učitelů. Na konci transformace T4 jsou výstupy výukového procesu, tj. výsledky výuky fyziky v myslích učících se, proto je součástí T4 také hodnocení výsledků výuky.

Transformace T4 se vztahuje k danému typu školy a může být **cyklická**, tj. poznatky mohou být předávány postupně a ve svém obsahu obohacovány. Dále může být tato transformace **vícenásobná**, tj. poznatky jsou na dalším stupni školské soustavy a na vysoké škole rozšiřovány a prohlubovány, až vedou k odbornému vzdělání ve fyzice na zvolené úrovni.

Edukační proces fyziky je specificky uzpůsobený pro komunikaci fyzikálních poznatků a v moderním pojetí didaktiky probíhá jako interakce mezi vyučujícími a edukanty. Tato interakce je nazývána **didaktickou komunikací** mezi učitelem a edukantem (viz str. 3).

Fáze F4: výstupy výuky fyziky (VVF)

Výstupy výuky fyziky (VVF) jsou výsledky výuky fyziky v myslích edukantů v důsledku výukového procesu. Jsou to **interní pojmově-poznatkové systémy edukantů** (pojmy, poznatky, vědomosti, znalosti deklarativní i operační/procedurální), jakož i dovednosti a kompetence edukantů po ukončení dané etapy školní výuky, přičemž rozlišujeme výsledky vzhledem k danému ročníku, při ukončení školy, při odborném vzdělání, při ukončení vysoké školy, resp. doktorského studia.

Objektivně prokazatelné výsledky výuky fyziky dosahované v prostředí školní výuky jsou vyučujícími identifikovatelné a s jistou mírou přesnosti měřitelné příslušnými evaluačními nástroji (zkoušky, testy apod.), lze je tedy vyhodnotit [82]. Kromě toho se v myslích edukantů v důsledku vzdělávání vytvářejí také jiné výsledky výuky fyziky, které v rámci školského systému obvykle hodnocené nejsou *3.

Dále lze rozlišovat ty výsledky výuky, které mají krátkodobý charakter a další studium i životní dráhu edukantů neovlivní (obvykle se rychle zapomínají) a výsledky, které mají dlouhodobé trvání a obvykle také vliv na životní kariéru a praxi *3.

Z hlediska úspěšnosti výukového projektu fyziky v dlouhodobém horizontu je důležité též nezávislé hodnocení jeho výsledků, zejména po jakémkoliv reformě nebo zásadní změně.

*3 Zde možno poukázat na rozpor mezi školským hodnocením vědomostí edukantů, které bývá poněkud povrchní z hlediska neformálních a dlouhodobých poznatků a zjišťováním jejich skutečných a hlubších vědomostí různými didaktickými výzkumy. Tato skutečnost je známa desítky let (viz publikace [9] z r. 1970). V práci [11] se např. konstatuje, že „přibližně 50% maturantů nemá o fyzikálních pojmech vytvořené dostatečně jasné představy, studenti nejsou schopni dílčí poznatky spojovat... a jejich znalosti, projevují-li se vůbec, jsou převážně formální.“ V jiné práci [8] se konstatuje, že „se nepodařilo překonat tolikrát kritizovaný encyklopedismus, který vyžaduje převážně paměťové dispozice žáka“. V práci [76, 78] průzkum znalostí žáků od 6. třídy základní školy až po 4. ročník gymnázia zjistil, že „úroveň formálních poznatků s věkem respondentů roste, kdežto schopnost aplikace poznatků roste mnohem pomaleji dokonce i někdy klesá.“ Známa práce [12] konstatovala fyzikální poznatky žáků na úrovni před-newtonovské fyziky. Na ni navazovala práce [13], která potvrdila tyto výsledky u českých žáků. Práce podobného charakteru (založené na analýze struktury fyzikálních pojmů vycházející z Vygotského [70]) konstatují, že původní fyzikální pojmy na prvotní aristotelovské úrovni se u značné části žáků ZŠ, studentů gymnázia (dokonce i studentů učitelství na MFF) v procesu výuky dále nevyvíjejí – newtonovské úrovně pochopení pojmu síla dosáhlo v daném průzkumu pouze kolem 25 – 30 % studentů gymnázia. Podobné výsledky byly zjištěny i u dalších fyzikálních pojmů [32, 34, 39, 76, 88].

V novějších publikacích byly znalosti na úrovni před-newtonovské fyziky potvrzeny např. v úvodním kurzu geofyziky u amerických studentů (viz dodatek 1 v [79]). Tato situace se nezmění, budou-li osnovy přepřínovány vkládáním více a více znalostních prvků a posouváním abstraktních prvků učiva v vyšších ročníků do nižších (zejména na základní škole). Učivo je pak přeplněno množstvím faktů a požadavky na jejich pamatování vedou k situaci, kdy žáci a studenti mají v paměti pouze verbální výroky, symbolické vzorce a algoritmy bez jejich hlubšího pochopení. Pojmy jsou vybudovány na nízké úrovni (nejenom na před-newtonovské, ale často jenom na úrovni předpojmů nebo komplexů – v terminologii Vygotského [70]). Systém pojmů a poznatků netvoří v mozcích žáků a studentů strukturu, ale pouze mozaiku jednotlivých paměťových prvků, mezi nimiž nejsou souvislosti. Tento způsob vzdělávání je neefektivní v období masového rozšíření informačních technologií a rychle se měnícího světa. Nutně musí vést k zaostávání našich absolventů v mezinárodní soutěži, k jejich neschopnosti vyvíjet nové moderní technologie, které jsou základem znalostní ekonomiky – motoru ekonomického vývoje vyspělých zemí OECD [56].

(Tato poznámka byla převzata z práce Brockmeyerová, J., Tarábek, P.: Teoretická koncepce didaktiky fyziky [90].).

Transformace T5: výstupy výuky fyziky (VVF) → aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF)

V další transformaci T5 se poznatky získávané v procesu výuky fyziky dotvářejí, vyvíjejí a začleňují do systému trvalého vzdělání člověka v průběhu jeho dalšího studia i v praktické činnosti. Vznikají tak **aplikovatelné výsledky výuky**, které jsou schopné uplatnění v oboru mimo vzdělávací sféru. Proto lze didaktickou transformaci interních pojmově-poznatkových systémů vytvořených edukací na aplikovatelné znalosti nazvat také **aplikační transformací**. Aplikovatelné výsledky výuky jsou obvykle používány v reálném životě člověka a v jeho profesionální praxi. První etapa transformace T5 – vytváření aplikovatelných výsledků výuky – může probíhat již v rámci výukového procesu, tj. v průběhu transformace T4 – za podmínky, že edukační proces fyziky je efektivní.

Fáze 5: aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF)

Aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVVF) jsou výsledky výuky, které se v procesu transformace T5 dotvářejí, podstupují změny a vyvíjejí se, a pak jsou schopné uplatnění v oboru mimo vzdělávací sféru, především v reálném životě člověka, v jeho dalším studiu a v profesionální praxi.

Transformace T6: aplikovatelné výsledky výuky fyziky (AVF) → efekty fyzikální edukace

Transformace T6 spočívá ve využití získaných fyzikálních vědomostí, dovedností a kompetencí absolventů v jejich profesionální praxi a v osobním životě, čímž vyvolávají důsledky a účinky v celé společnosti, které podle Průchu [82] budeme označovat jako **efekty fyzikální edukace**.

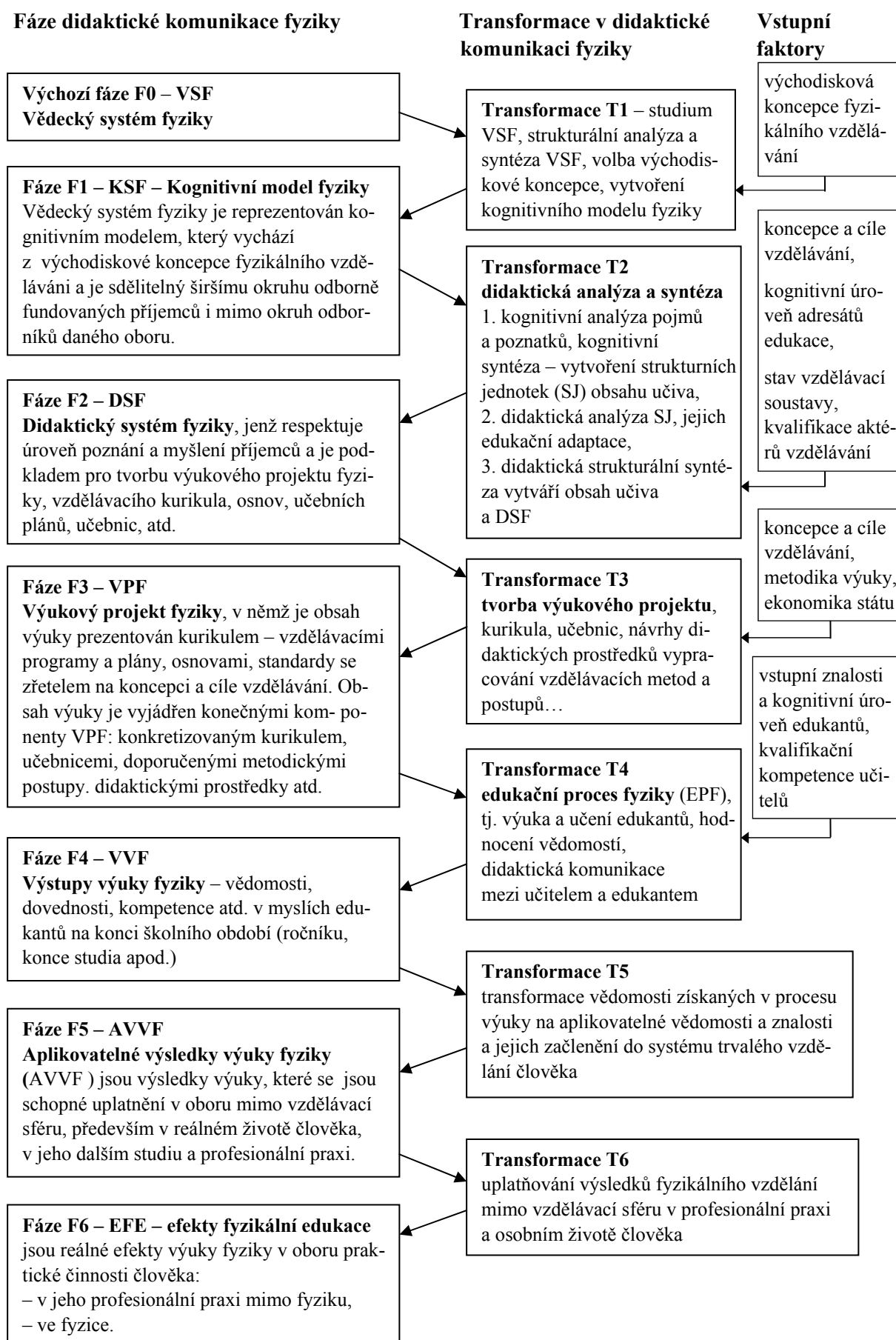
Absolventi fyzikálního studia využívající výsledky výuky fyziky přímo ve fyzice se podílejí na jejím dalším rozvoji. Toto uplatnění AVF ve fyzice nazýváme **efekty fyzikální edukace ve fyzice**. Tato transformace není předmětem studia didaktiky fyziky, vede ovšem na fázi F0, čímž se cyklus didaktických transformací uzavírá (viz obr. 4).

Fáze 6: efekty fyzikální edukace

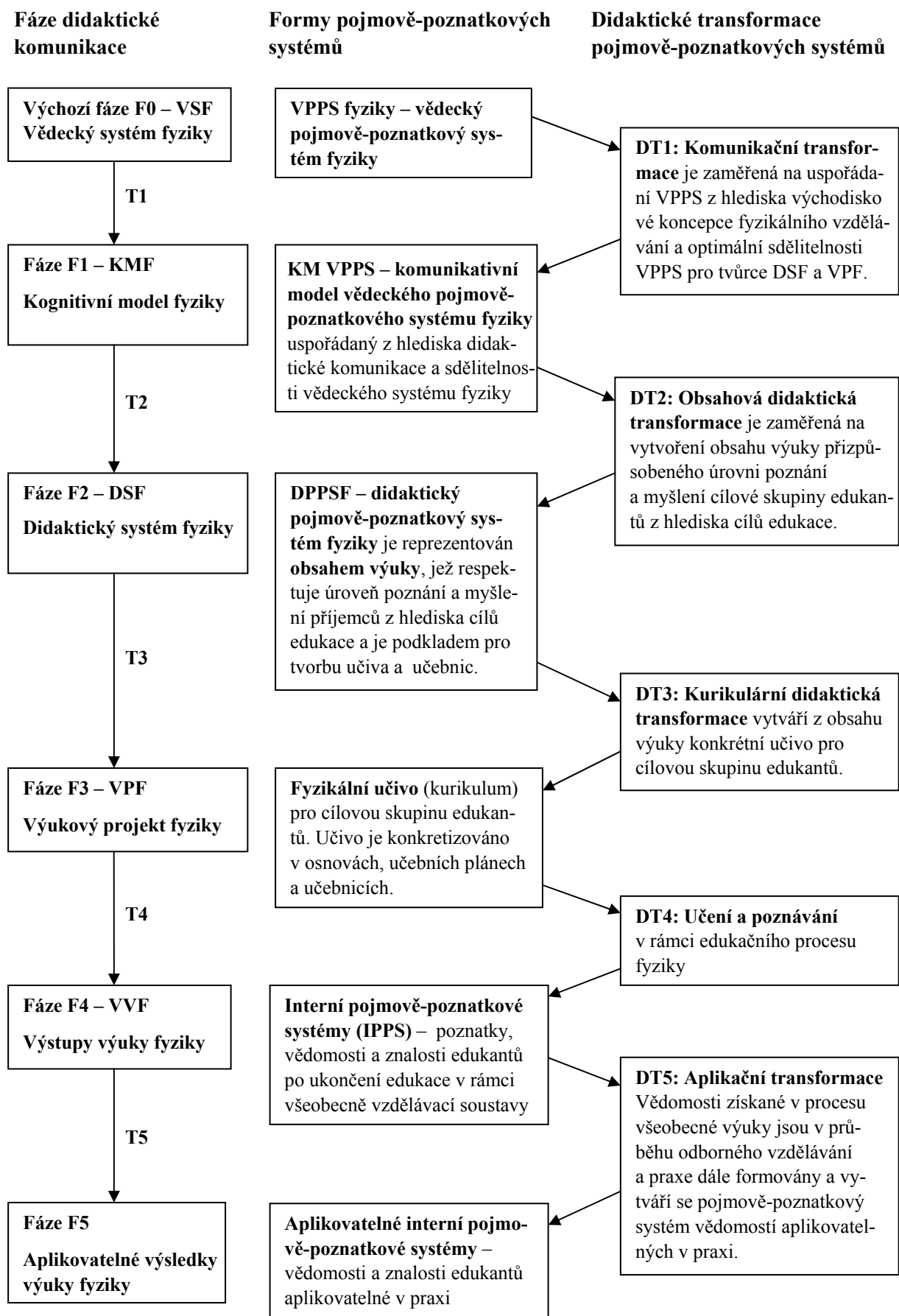
Efekty fyzikální edukace vznikají využíváním výsledků edukačního procesu v profesionální praxi, v praktické činnosti a v osobním životě člověka.

Efekty edukace mají na rozdíl od výsledků výuky dlouhodobý charakter a lze je obtížněji zjišťovat a měřit exaktním způsobem. V takové demokratické společnosti, která své finanční a materiální zdroje přerozděluje a používá efektivně, ovšem existují jistá **kriteria efektivnosti edukačního procesu**, která „měří“ efekty edukace (především výstupy vysokoškolské výuky). Tato kriteria jsou např. úspěšnost absolventů v jejich profesionální kariéře, významné objevy, Nobelovy ceny a jiná prestižní ocenění, celosvětový řebříček univerzit a pod.

Obr. 1: Etapy didaktické komunikace fyziky



Obr. 2: Formy pojmově-poznatkových systémů a jejich didaktické transformace

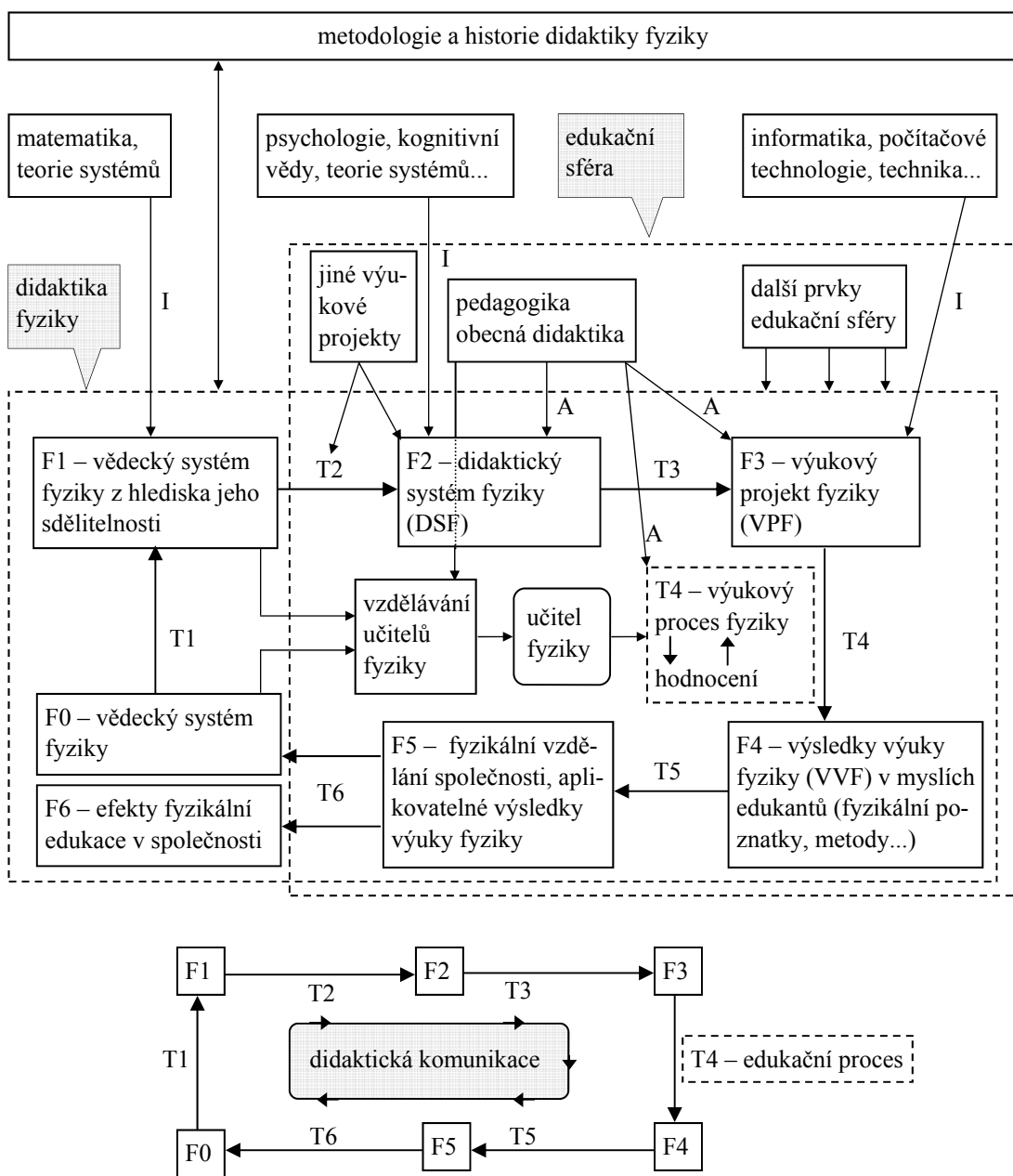


Obr. 3: Cyklický charakter didaktické komunikace a propojení na jiné vědní disciplíny

Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí je didaktická komunikace fyziky vyjádřena fázemi F0 až F5 a transformacemi T1 až T5, které spolu s transformací T6 tvoří uzavřený cyklus. Součástí komunikačního pojetí je také aplikační a integrační pojetí. Didaktická komunikace fyziky tvoří **didaktický most** mezi vědeckými poznatky a jejich **mentálními reprezentacemi** v myslích edukantů *4.

Aplikační pojetí znázorňují šipky A, které vyjadřují využití poznatků pedagogiky a obecné didaktiky při tvorbě DSF a VPF jakož i při transformaci T4 – výukovém procesu. Integrační pojetí znázorňují šipky I, které vyjadřují využití poznatků matematiky, teorie systémů, kognitivní psychologie a kognitivní vědy, informatiky atd. při tvorbě DSF a VPF. Vstupní faktory didaktických transformací jsou vyznačeny na obr. 1.

Vztah předmětu didaktiky fyziky a edukační sféry je vyjádřen průnikem panelů označených jako „didaktika fyziky“ a „edukační sféra“. Schéma je převzata z práce [90] a doplněna.



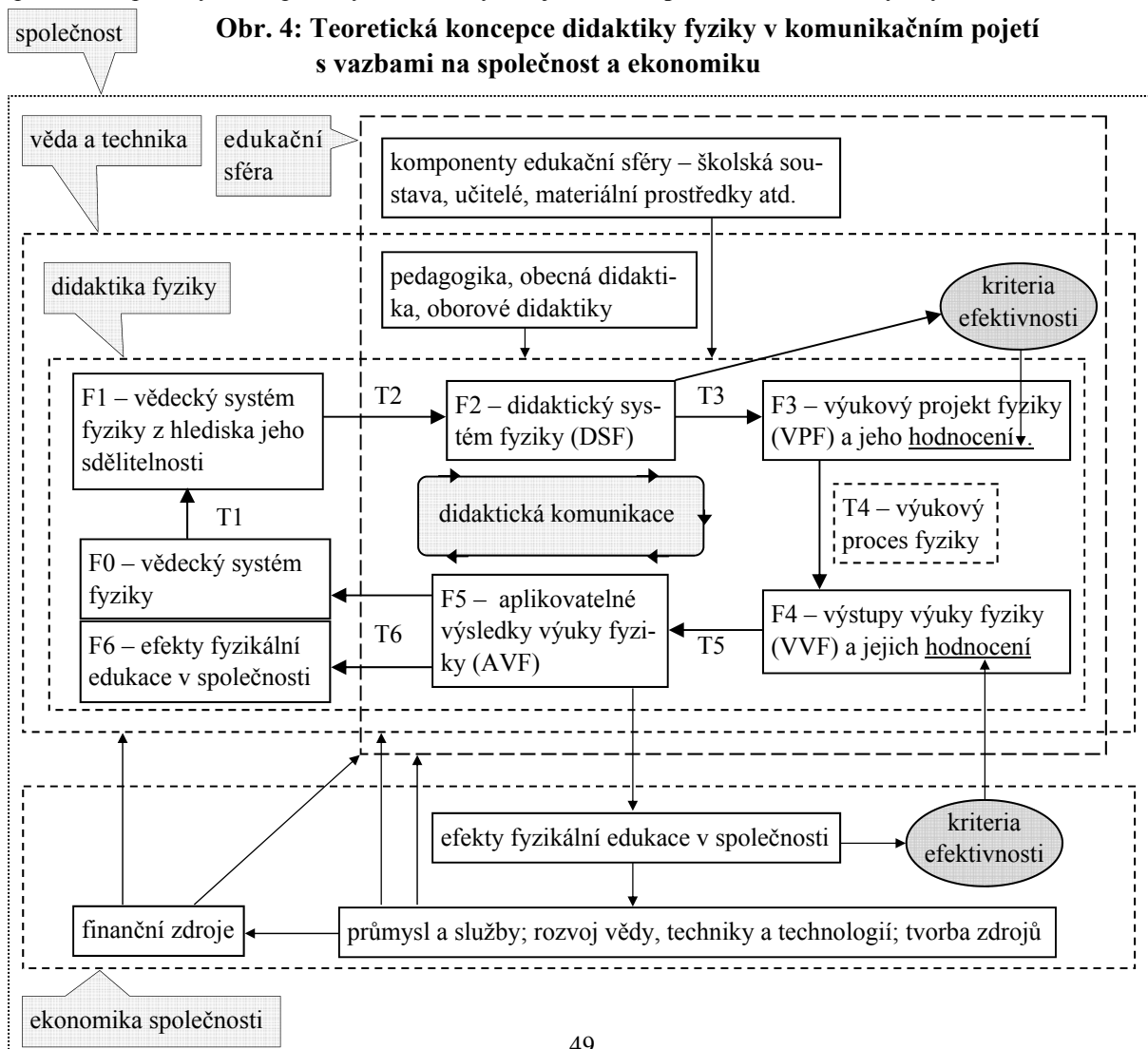
*4 **Mentální reprezentace** vědeckého pojmově poznatkového systému fyziky jsou interní pojmově-poznatkové systémy jako výsledky edukačního procesu v myslích edukantů.

6. Komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky v komunikačním pojetí

Teoretická koncepce didaktiky fyziky je obecně založena na systémovém přístupu. **Systémový přístup** se používá na zkoumání takového univerza, o němž se předpokládá nebo ví, že je systémem se strukturou tvořenou prvky a vazbami mezi prvky. Univerzum, kterým se didaktika fyziky zabývá, je natolik složitým systémem, že v rámci teoretické koncepce musí být reprezentováno zjednodušeným modelem nebo i více modely podobně jako je tomu u jiných společenských věd. V společenských vědách existuje synchronně vedle sebe více paradigmat [82], čemuž odpovídá obvykle více souběžně existujících modelů zkoumaného společenského univerza. **Didaktická komunikace fyziky (DKF)** je modelem reprezentujícím předmět didaktiky fyziky v komunikačním pojetí. Komponenty teoretické koncepce didaktiky fyziky v komunikačním pojetí jsou:

- **didaktická komunikace**, její fáze F0 až F5 a **transformace v didaktické komunikaci fyziky** T1 až T5,
- **formy** pojmově-poznatkových procesů (PPS) fyziky a **didaktické transformace PPS**,
- **vstupní faktory** transformací DKF,
- **vstupní prvky edukačního procesu**,
- **výstupy edukačního procesu** a jejich **hodnocení** nejen z hlediska úspěšnosti uvnitř školské soustavy ale také z hlediska uplatnění mimo sféru vzdělávání,
- **kriteria efektivnosti edukace** (i celé školské soustavy) umožňující objektivní hodnocení efektů edukace,
- **hodnocení výsledků výukového projektu** odvozené z kritérií efektivnosti edukace.

Tyto komponenty jsou schematicky znázorněny **strukturními schématy** na obr. 1 až 4 i s vazbami mimo didaktiku fyziky. Silnější šipky znázorňují procesy a slabší šipky vazby typu „prvek/komponent A působí na prvek/komponent B“, „změna stavu prvku A vyvolává změnu stavu prvku B“, „z prvku A je odvozen obsah prvku B“ a pod. Tyto komponenty současně vytvářejí **základní problémové oblasti fyziky**.



6.1 Vstupní faktory didaktických transformací

Do procesu didaktických transformací vstupují některé faktory, jejichž působení didaktika fyziky také studuje. Jsou to východiskové koncepce v transformaci T1 a vstupní prvky v transformacích T2 až T4.

Vstupní faktory didaktických transformací jsou:

- východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání,
- koncepce a cíle vzdělávání,
- metodika výuky,
- kvalifikace aktérů vzdělávání,
- kognitivní úroveň edukantů, vstupní a výstupní znalosti edukantů.

Východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání vstupují do transformace T1 a určují koncepci uspořádaného vědeckého pojmově-poznatkového systému daného oboru z hlediska fyzikálního vzdělávání (viz Fáze 1 a [76]). Východiskové koncepce mohou být různé:

Klasická fenomenologická koncepce ve fyzice představuje rozdělení na klasické disciplíny, popis fyzikálních jevů a jejich zákonitostí na základě makroskopických znaků.

Historická koncepce sleduje vývojové linie poznávání, podporuje rozvoj kognitivních schopností a umožňuje studentům a žákům vnímat fyziku jako dobrodružství poznávání.

Systémová koncepce je založena na systémovém přístupu [4] a vnímá VPPS nebo jeho vybranou část jako strukturu s vnitřními souvislostmi, která se pak promítá i do rámcových plánů, osnov a učebnic.

Výběrová koncepce vybírá pouze některé poznatky např.:

- z hlediska jejich použitelnosti např. v integrovaném vyučování (science education),
- ty, jež jsou zaměřené na rozvoj klíčových kompetencí (např. kognitivních [83]) ve vyučování,
- z hlediska aplikace fyzikálních poznatků v technice a praxi atd.

Koncepce a cíle vzdělávání vstupují do transformací T2 a T3 a určují koncepční charakter jak didaktického systému fyziky tak i výukového projektu fyziky. Cíli výuky se obvykle rozumějí zamýšlené, plánované výsledky, k nimž má výuka dospět a mají prognostický, intencionální a finální charakter. Taxonomie a klasifikace cílů jako výsledek didaktické analyticko-syntetické metody je abstraktní logickou konstrukcí s pedagogickou a psychologickou intencí a je dána specifickou kvalitou fyzikálního poznání. Je obecným modelem, který teprve ve spojení s obsahem může vést ke konkrétnímu rozpracování učiva a dílčích cílů. Přesně formulované cíle skýtají možnost hodnotit jejich dosažitelnost a výsledky výuky nejen ve finálním stadiu ale také v průběhu výuky. Soustava cílů je tedy konkrétním vyjádřením smyslu a koncepce vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky. Soustava cílů ve fyzikálním vzdělávání je dobře rozpracovaná (viz taxonomie cílů v [4, 6, 27]), potřebuje ovšem doplnit o cíle související s klíčovými kompetencemi, které jsou využitelné v reálném životě člověka v rychle měnící se informační společnosti se znalostní ekonomikou [79, 83, 87].

Metodika výuky vstupuje do transformace T3, přičemž vytváří, zkoumá a následně vybírá vyučovací formy, metody, postupy a didaktické prostředky používané ve výukovém procesu. Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky [4, 6, 25, 26, 27, 28]. Poněkud ovšem zaostává v oblasti takových metod a forem výuky, které jsou zaměřeny na dosahování cílů souvisejících s efekty edukace v společnosti.

Kvalifikace aktérů vzdělávání je vstupním prvkem transformace T2 – při tvorbě DSF je nutno počítat také se znalostmi a pedagogickými kompetencemi učitelů, jinak je DSF nereálný. Současně je učitel se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu, tj. transformace T4 [4, 6, 25 – 28].

Kognitivní úroveň edukantů je determinujícím vstupním prvkem transformace T2, v níž je nutno přizpůsobit strukturální jednotky (odpovídající jednotkám učiva ve výukovém projektu) úrovni poznání a myšlení příjemců vzdělání (pomocí kognitivní analýzy a syntézy) [32, 35, 39, 48, 51, 55, 56, 76]. Kognitivní úroveň edukantů musí být respektována také ve výukovém procesu T4, v kterém by měla být větší pozornost věnována postupnému budování pojmů se zřetelem na etapy pojmově-poznávacího procesu [55, 56, 76]. V opačném případě dochází k vytváření nedokonalých forem pojmů, mnohdy formálně vybudovaných, což zneumožňuje porozumění učiva v další výuce edukantů.

Vstupní a výstupní znalosti edukantů

Předpokládané vstupní a výstupní znalosti, které jsou určené cíly edukačního procesu, vstupují jako determinující vstupní faktory do transformací T2 a T3. Vstupují také do transformace T4, přičemž vstupní znalosti jsou na začátku transformace, dosahované výstupní znalosti jsou jejím výsledkem.

Didaktický systém, výukový projekt i vlastní proces výuky jsou charakterizovány soustavou vytyčených cílů s přihlédnutím na adresáty edukace. Veškeré snažení směřuje k tomu, aby u žáků/studentů výuka vyvolala určité změny jejich vědomostí a dovedností, poznávacích schopností a myšlení, představ, názorů, zájmů a postojů. Pouze tyto hodnoty jsou mírou kvality celé didaktické komunikace, přičemž jsou také mírou efektivnosti výuky ve vztahu k vynaložené energii a času studujících i k celkovým nákladům.

Chceme-li vědecky zkoumat proces předávání fyzikálního poznání, musíme nutně znát a hodnotit jeho konečné výsledky i výsledky kterékoli jeho fáze v porovnání se vstupními znalostmi. Exaktní zjišťování výsledků výuky je dosud značně složitým teoretickým i praktickým problémem, v němž jde o to, jak tyto vzdělávací výsledky pojmově vyjadřovat a jakými objektivními postupy je měřit. V oblasti poznání se relativně lehce zjišťují osvojené informace reproduktivního charakteru. Obtížnější je zjišťování výsledků v oblasti kvality vybudovaných pojmů a hloubky získaných vědomostí, zejména jde-li o porozumění fyzikálním poznatkům. Ještě obtížnější je hodnocení výsledků v oblasti operačních cílů a poměrně málo jsou rozvinuty metody hodnocení v oblasti hodnotových cílů [4, 6, 25, 27, 28, 35, 82, 83]. Pokroku v oblasti hodnocení operačních cílů bylo dosaženo v programu PISA [84, 85, 86]. Nejobtížnější je hodnocení výsledků edukačního procesu vycházející z kritérií **efektivnosti edukace**.

(Podkapitola „Vstupní faktory...“ byla převzata z práce Brockmeyerová, J., Tarábek, P.: Teoretická koncepce didaktiky fyziky [90].)

6.2 Kritéria efektivnosti edukace a klíčové kompetence

Vytvoření kritérií efektivnosti edukace by mělo být součástí transformace T2 při tvorbě didaktického systému fyziky. Tato úloha je ale značně složitá, obtížná a v současnosti je řešena postulováním **klíčových kompetencí** (dovedností, schopností). Evropský parlament např. přijal v roce 2005 Doporučení o klíčových kompetencích (dovednostech) pro celoživotní vzdělávání v znalostní společnosti, které obsahuje návrh těchto kompetencí: komunikace v mateřinském jazyce, komunikace v cizích jazycích, matematické dovednosti a základné dovednosti v oblasti vědy a technologie, digitální kompetence, učení jak se učit, mezilidská, mezikulturní, společenská a občanská kompetence, kompetence k podnikání, kulturní vnímavost [87].

Klíčové kompetence podle [83] jsou:

- informační kompetence (informační a počítačová gramotnost),
- učební kompetence (motivace ke vzdělávání a sebevzdělávání, znalost svého preferovaného učebního stylu, uplatňování přístupu k učení, který jde do hloubky, uplatňování metakognice – vím jak poznávám),
- kognitivní kompetence (řešení problémů, kritické myšlení, tvořivé myšlení),
- komunikační, interpersonální (sociální) a personální kompetence.

Klíčové kompetence jsou využitelné ve většině povolání (i dosud neexistujících) a umožní jednotlivcovi zastávat celou řadu pracovních pozic a funkcí, vykonávat různá povolání. Jsou vhodné na řešení problémů předem nepředvídatelných a umožňují člověku úspěšně se vyrovnat s rychlými změnami v práci, osobním i společenském životě. Většina expertů v oblasti vzdělávání se shoduje na tom, že dobré všeobecné vzdělání (obsahující také základy techniky, technologií a ekonomiky) je lepší než odborné středoškolské vzdělání, protože umožňuje člověku lépe se adaptovat na neustálé změny v informační znalostní společnosti. Specializovaná příprava na povolání se pak přesouvá na období po ukončení střední školy a stává se také součástí celoživotního vzdělávání [83].

(Podkapitola „Kritéria efektivnosti...“ byla převzata z práce Brockmeyerová, J., Tarábek, P.: Teoretická koncepce didaktiky fyziky [90].)

6.3 Základní problémové oblasti didaktiky fyziky v komunikačním pojetí a variantní formy kurikula

Základní problémové oblasti didaktiky fyziky v komunikačním pojetí odpovídají fázím a transformacím didaktické komunikace fyziky, jimž korespondují variantní formy kurikula detailně popsané v práci [91]. Základní problémové oblasti didaktiky fyziky tedy jsou:

- **vědecký systém fyziky** – odpovídá fázi F0;
- **kognitivní model fyziky** – odpovídá fázi F1 (výsledek transformace T1) – součástí fáze F1 je **konceptuální kurikulum** neboli konceptuální forma kurikula (**conceptual curriculum**);
- **didaktický systém fyziky** – odpovídá fázi F2 (výsledek transformace T2) – součástí fáze F2 je **zamýšlené kurikulum (intended curriculum)**;
- **výukový projekt fyziky** – odpovídá fázi F3 (výsledek transformace T3) – součástí fáze F3 je **projektové kurikulum** neboli projektová forma kurikula (**project curriculum**);
- **edukační proces** – transformace T4, tj. přechod z fáze F3 do F4 – v průběhu transformace T4 je edukantům prezentována konkrétní **realizační forma kurikula (operational curriculum, realized curriculum)**;
- **výsledky výuky fyziky** a jejich hodnocení – odpovídá fázi F4 (výsledek transformace T4) – součástí fáze F4 je **implementované kurikulum** neboli výsledková forma kurikula (**implemented curriculum**);
- **aplikovatelné výsledky výuky fyziky** a jejich hodnocení nejen z hlediska úspěšnosti uvnitř školské soustavy ale také z hlediska uplatnění mimo sféru vzdělávání – odpovídá fázi F5 (výsledek T5) – součástí fáze F5 je **dosážené kurikulum** neboli efekťová forma kurikula (**attained curriculum**);
- **efekty fyzikální edukace** – jsou dány společenským uplatněním fyzikálního vzdělávání v profesionální praxi a životě člověka – odpovídají transformaci T6 a fázi F6.

Průřezové oblasti didaktiky fyziky, jež se týkají více etap didaktické komunikace fyziky, jsou:

- příprava a vzdělávání učitelů fyziky,
- metodologie a historie didaktiky fyziky.

Detailní popis základních problémových oblastí didaktiky fyziky, jež odpovídají fázím didaktické komunikace, je v části „Fáze a transformace didaktické komunikace fyziky...“ této práce. Popis základních a průřezových oblastí didaktiky fyziky je také v práci [90], detailní popis variantních forem kurikula a jejich srovnání s fázemi didaktické komunikace fyziky podává práce [91].

Literatura

- [1] Kašpar,E., Hniličková-Fenclová,J., Lepil,O., Skalický,V., Vachek,J., Vlach,B. (1978). Didaktika fyziky – obecné otázky. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- [2] Kašpar,E. (1971). Kritéria vědeckosti prací z teorie vyučování fyzice. *Pokroky matematiky, fyziky, astronomie*, XVI.
- [3] Fuka,J. (1975). Současný stav a perspektivy vědecké práce v didaktice fyziky. V sborníku konference *Současný stav a perspektivy rozvoje vědecké práce v didaktice fyziky*. Olomouc: UP.
- [4] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1982). Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN.
- [5] Fenclová-Brockmeyerová,J., Kotásek,J. (1979). Příspěvek k vymezení předmětu a problémové struktury didaktiky fyziky jako vědní disciplíny. V sborníku konference: *K otázkám vědecké práce v didaktice fyziky*. Praha: MFF UK.
- [6] Fenclová-Brockmeyerová,J., Bednařík,M., Půlpán,Z., Svoboda,E. (1984). K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. Praha: Academia.
- [7] Nachtigal, D. (1978). Schwierigkeiten der Physikdidaktiker, Plenarvortrag auf der Jahrestagung des Fachausschusses Fachdidaktik der Physik vom 15. -17. 3.1978 in Giessen, Dortmund.
- [8] Lepil,O. (1983). Problémy komplexní realizace výukového projektu fyziky na gymnáziu. Sborník konference DID-FYZ, Račková dolina.
- [9] Hniličková,J. (1970) Výzkum formalismu ve znalosti fyzikálního zákona. Praha: Academia.
- [10] Skatkin, M., N. (1971). Formalismus ve vědomostech žáků a jeho překonání. Praha: SPN.
- [11] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980). Fyzikální vědomosti našich studentů. Praha: Academia.
- [12] Nachtigall, D. (1981). The pre-Newtonian Concept of Motion in the Minds of Students. Referát na konferenci *Methods of Teaching Physics*, Thailand: Khon Kaen University.
- [13] Hejnová, D. (1984). Představy studentů o základních vlastnostech pohybu makroskopických těles. Diplomová práce. Praha: MFF UK.
- [14] Kolářová,R. (1986). Obtížnost fyzikálních pojmů z pohledu žáka, seminář Učebnice fyziky na základní škole, Boží Dar
- [15] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980). K perspektivám didaktického systému fyziky. V sborníku ze semináře řešitelů badatelského úkolu VIII-5-4/2, Štířín.
- [16] Fenclová-Brockmeyer,J. (1984). Gegenstand und Hauptproblembereiche der Physikdidaktik. In: Deutsche Physikalische Gesellschaft, *Didaktik der Physik*. Physikertagung, Münster, S.173-178.
- [17] Brockmeyerová,J., Čapek,V., Kotásek,J. (2000). Oborové didaktiky jako samostatné vědní disciplíny. *Pedagogika XLX*.
- [18] Kotásek, J. (2004). Domácí a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik, Úvodní referát na konferenci *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu* konané 13.-14. září 2004 na Pedagogické fakultě MU v Brně, sborník konference.
- [19] Brockmeyerová,J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. Sborník z internetové konference *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, Volume 2: *Didactic communication and educational sciences*, New York. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [20] Klingberg, L. (1989). Lehrende und Lernende im Unterricht zu didaktischen Aspekten ihrer Positionen im Unterrichtsprozess. Berlin: Volk und Wissen Verlag.
- [21] Euler, D., Hahn, A. (2004). *Wirtschaftsdidaktik*, Stuttgart: UTB für Wissenschaft.
- [22] Sloane, P., Hertle, E. (2003). Lehrerhandlungsfelder als Ausgangspunkt für ein ausbildungsfeldorientiertes Lehrerausbildungscurriculum, Institut für Wirtschaftspädagogik, Universität Paderborn, , wiwiweb.upb.de/id/.
- [23] Záškodný,P. (1983). Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Ostrava: *Kandidátská dizertační práce*.
- [24] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006). Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika, fyzika, informatika* 3/2006, str. 146 – 157, 4/2006 str. 224 –227.
- [25] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1984). Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. Praha: SPN.
- [26] Janovič,J., Koubek,V., Pecho,A.(1990). Didaktika fyziky. Bratislava: MFF UK.
- [27] Janovič,J., Koubek,V., Pecen,I. (1999). Vybrané kapitoly z didaktiky fyziky. Bratislava: MFF UK.

- [28] Svoboda,E., Kolářová,R. (2006). Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly. Praha: Univerzita Karlova.
- [29] Lepil,O. (1998). Aktuální problémy fyzikálního vzdělávání na střední škole - Celostátní konference o výuce fyziky na středních školách, Olomouc 15. až 17. října 1998.
- [30] Lepil,O. (2004). K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky - Mezinárodní konference DIDFYZ '04, Račkova dolina 13. - 16. října 2004.
- [31] Kluvanec, D., Rakovská M., Morvay L., Zelenický L., Keckés A. (2005). Kreativne poznávanie vo fyzike - konkrétna didaktika fyziky. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Fiklozofa.
- [32] Tarábek,P. (1985). Vývoj základných fyzikálnych pojmov v ontogenéze žiaka v porovnaní s historickým vývojom so zameraním na efektívnosť pedagogickej komunikácie vo výučbe fyziky. Bratislava: MFF UK.
- [33] Tarábek,P. (1985). The Structure of Empirical Physic's Knowledge and the Teaching Physics, Zborník 8. konferencie československých fyzikov.
- [34] Tarábek,P. (1986). Nízka úroveň vytvárení základních fyzikálních pojmů u žáků ZŠ, seminář *Učebnice fyziky na základní škole*, Boží Dar.
- [35] Brockmeyer,H., Brockmeyerová,J., Fajkus,B., Koubek,V., Kučírek,J., Kulič,V., Kuřina,F., Lustigová,Z., Půlpán,Z., Šedivý,J., Tarábek,P., Vantuch,J., Záškodný,P.: Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky. Sborník zo seminára pracovnej skupiny pre obecné otázky odborových didaktík matematiky a prírodovedných predmetov v rámci DÚ ŠPZV IX-10-2/2.(1988). Bratislava: ÚÚVU.
- [36] Tarábek,P. (1989). Developmental Levels of the Natural Science Knowledge, *Miscellanies of the European Regional Workshop*. Prague: UNESCO.
- [37] Konferencia DIDFYZ. (1989). Didaktické modelovanie poznávania vo fyzike. Račkova dolina
- [38] Van Deursen,J., Záškodný,P. (2002). Role of analytical-syntactical modeling in education. In [61].
- [39] Tarábek,P. (2002). Levels of internal concept knowledge system. In [61].
- [40] Škrabánková,J. (2002). Didactic projection of theory of homopolar bond into a level of grammar school. In [61].
- [41] Záškodný,P. (2002). Cognitive structure of Physics. In [61].
- [42] Tarábek,P. (2002). Developmental Levels of the Natural Science Knowledge. In [61].
- [43] Škrabánková, J. (2003). Basic of quantum chemistry through cognitive structure of quantum mechanics. In [62].
- [44] Záškodný,P. (2003). Analytical-synthetic model of physics cognitive structure. In [63].
- [45] Haiduwa,P. (2003). Standard Model of Fundamental Particles from the Standpoint of Examination and Treatment Methods in Radiological Medicine. In [63].
- [46] Škrabánková,J.(2003). Theories of Didactic and Education Communication and Quantum Mechanics Cognitive Structures. In [63].
- [47] Tesař,J. (2003). Harmonic Oscillator – Didactic Transformation into Subject Matter of Physics at the Primary and Secondary School. In [63].
- [48] Tarábek,P. (2003). Aplikácia princípov didaktického modelovania na učivo fyziky strednej školy. In [63].
- [49] Záškodný,P. (2004). Textbook Survey of Principles of Theoretical Physics. In [64].
- [50] Tarábek, P. (2004). Concept's Structure – Improvement of Education Process. In [64].
- [51] Tarábek,P. (2004). Štruktúry pojmov a poznatkov – aplikácie vo vyučovaní. Zborník konferencie *Inovácie v škole 2004*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [52] Šimoník,O., Škrabánková,J.(2005). Model logické struktúry edukačného procesu. In [65].
- [53] Záškodný,P.(2005). Modeling of Structure of Physics. In [65].
- [54] Tarábek,P. (2005). Concept's Networking Based on the Triangular Model Concept's Structure. In [65].
- [55] Adamčíková,V., Tarábek,P., Záškodný,P. (2006). Didactic Phases of Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. In [66].
- [56] Adamčíková,V., Tarábek,P. (2006). Obsah vzdelávania, kvalita učebníc, porozumenie učiva: Didaktická komunikácia odboru ako určujúci faktor tvorby obsahu vzdelávania a kvalitných učebníc. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2006*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.

- [57] Singer, J., Záškodný, P.: (2003). Model of Structure of Statistical Physics and its Description, In [63].
- [58] Záškodný, P. (2003). Model of Structure of Non-statistical Physics and its Description, In [63].
- [59] Kohutová, R. (2003). Complementary and Uncertainty Principle in the Light of Didactic Communication, In [63].
- [60] Tarábek, P. (2003). Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept's Structure, In [63].
- [61] Brockmeyerová, J., Budinský, P., Kuna, P., Möller, P., Navrátil, L., Pavlát, V., Petr, P., Škrabánková, J., Tarábek, P., Van Deursen, J., Záškodná, H., Záškodný, P.: Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences), sborník internetové konference, New York, 2002. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [62] Brockmeyerová, J., Pavlát, V., Škrabánková, J., Tarábek, P., Van Deursen, J., Záškodná, H., Záškodný, P.: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis). Sborník internetové konference. London, March 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [63] Brockmeyerová, J., Haiduwa, P., J., Pavlát, V., Stach, V., Škrabánková, J., Tarábek, P., Tesar, J., Záškodná, H., Záškodný, P.: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 2: Theory and practice). Sborník internetové konference. London, December 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [64] Brockmeyerová, J., Hyka, J., Pavlát, V., Schneiderová, A., Škrabánková, J., Šlapák, P., Tarábek, P., Záškodná, H., Záškodný, P.: Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems). Sborník internetové konference, Frankfurt a.M., 2004. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [65] Brockmeyerová, J., Mlčák, Z., Pavlát, V., Schneiderová, A., Šimoník, O., Škrabánková, J., Tarábek, P., Záškodná, H., Záškodný, P.: Modern Science and Textbook Creation (volume 2: Modern tendencies in textbook creation). Sborník internetové konference, Frankfurt a.M., 2005. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [66] Adamčíková, V., Adler, A.L., Brockmeyerová, J., Halásková, R., Kohutová, R., Mlčák, Z., Paulín, R., Pavlát, V., Pospíšil, P., Procházka, P., Schneiderová, A., Singer, J., Škrabánková, J., Tarábek, J., Tarábek, P., Van Deursen, J., Záškodná, H., Záškodný, P.: Educational and Didactic Communication. Sborník internetové konference, Frankfurt a.M., 2006. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [67] Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007), The Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. Science and Math Network meeting in Warsaw, April 2007. European Educational Publishers Group – EEPG.
- [68] Bednařík, M., Šíroková, M., Bujok, P.: Fyzika pro gymnázia – mechanika, Prometheus, 1997
 Bartuška, K., Svoboda, E.: Fyzika pro gymnázia – molekulová fyzika a termika, Prometheus, 1993, 2000,
 Lepil, O.: Fyzika pro gymnázia – mechanické kmitání a vlnění, Prometheus, Praha, 1994,
 Lepil, O., Šedivý, P.: Fyzika pro gymnázia – elektřina a magnetismus 1992, 2000,
 Lepil, O., Kupka, Z.: Fyzika pro gymnázia – optika, Prometheus, Praha, 1993,
 Bartuška, K.: Fyzika pro gymnázia – speciální teorie relativity, Prometheus, Praha, 1993,
 Macháček, M.: Fyzika pro gymnázia – astrofyzika, Prometheus, Praha, 1998,
 Štoll, I.: Fyzika pro gymnázia – fyzika mikrosvěta, Prometheus, Praha, 1993.
- [69] Tarábek, P. (2004). Odmaturuj z fyziky. Průvodce středoškolským učivem fyziky. Brno: Didaktis, (2006). Zmaturuj z fyziky. Bratislava: Didaktis.
- [70] Vygotskij, L.S. (1970, 2004) Myšlení a řeč. Praha: SPN, Portál.
- [71] Linhart, J. (1976). Činnost a poznávání, Praha: Academia.
- [72] Thagard, P. (2001). Úvod do kognitivní vědy - mysl a myšlení, Praha: Portál.
- [73] Sternberg, R.J. (2002). Kognitivní psychologie. Praha: Portál.
- [74] Berk, L.E. and Winsler, A. (2002). Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education. Washington DC: National Association for the Education of Young Children.
- [75] Kieran, E. (1997). The educated mind: how cognitive tools shape our understanding, Chicago & London: The University of Chicago Press.
- [76] Tarábek, P. (1988). Model poznávacieho procesu fyziky a štruktúra fyzikálnych pojmov. V zborníku *Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky zo seminára pracovnej skupiny pre obecné otázky odborových didaktik matematiky a prírodovedných predmetov* v rámci DÚ ŠPZV IX-10-2/2, Bratislava: ÚÚVVU.
- [77] Tarábek, P. (2005). The Concept and Knowledge Charts. In: *Modern Science and Textbook Creation* (volume 2: *Modern tendencies in textbook creation*). Sborník internetové konference, Frankfurt a. M. Bratislava: Didaktis.
- [78] Tarábek, P. (2002). Level of the Internal Concept Knowledge Systems. In Brochure of Conference *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, New York. Bratislava: Didaktis.

- [79] Tarábek,P.(2005) Zmysel školského vzdelávania v informačnej spoločnosti s dominantnou znalostnou ekonomikou. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2005*, Podbanské, Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [80] Tarábek,P., Záškodný, P.: Educational and Didactic Communication – Progression – Fundamental questions of educational and didactic transformation, In [66].
- [81] Tarábek,P., Záškodný,P. (2005) Metody didaktické a vzdelávacie komunikace jako nástroj tvorby rámcových učebních plánů. V zborníku konferencie *Inovácie v škole 2005*, Podbanské. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [82] Průcha,J.(2002). Moderní pedagogika. Praha: Portál.
- [83] Turek,I.: Inovácie v didaktike, Príspevok k realizácii projektu Milénium vo vyučovacom procese na základných a stredných školách. Metodicko-pedagogické centrum, Bratislava, 2005.
- [84] Pilava,J. (2006). PISA-Test. Mnichov: Mentor Verlag GmbH.
- [85] PISA Brochure 2006, Test Questions PISA 2003: <http://www.pisa.oecd.org/>.
- [86] Správa o výsledkoch testov PISA na Slovensku, Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2003, 2004.
- [87] Doporučení Evropského parlamentu a rady o klíčových kompetencích pro celoživotní vzdělávání, Brusel, 30.11.2005.
- [88] Tarábek,P. (1986). Fyzikálno-historické prvky vo vyučovaní fyziky. *Pedagogicko-fyzikálne dialogy*, sborník konferencie str. 233, Skalský dvůr, Brno: Pedagogická fyzika FVD JČSMF, Katedra fyziky UJEP
- [89] Čáp,J., Mareš,J. (2001). Psychologie pro učitele. Praha: Portál.
- [90] Brockmeyerová,J., Tarábek,P. (2007). Teoretická koncepcie didaktiky fyziky. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [91] Záškodný,P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [92] Tarábek, P. (2007). Vývojové úrovne matematických pojmov pri ich formovaní. *Inovácie v matematickej príprave žiakov na 1. stupni ZŠ*. Zborník z vedecko-odbornej konferencie konanej na Pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity v Trnave 19.10.2007.
<http://pdfweb.truni.sk/konferencie/impz/uvod.pdf>, <http://pdfweb.truni.sk/konferencie/impz/jadro.pdf>
- [93] Tarábek,P. (2003) Cognitive Process of Physics. In *Structure, Formation and Design of Textbook (vol. 1: Theoretical basis)*. Sborník internetové konferencie, London, March 2003. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [94] Belz, H., Siegrist, M. (2001). Klíčové kompetence a jejich rozvíjení. Praha: Portál.
- [95] Klíčové kompetence v základním vzdělávání. (2007). Praha: VÚP

Variant Forms of Curriculum in Publications

Variantní formy kurikula v publikacích

Doc. RNDr. Premysl Zaskodny, CSc.

University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Mgr. Olga Strnadova

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Bc. Petr Prochazka

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

CONTENT

1. Didactic Communication of Physics

2. Investigation of Curriculum Variant Forms in Publications

- a) A.V.Kelly
- b) M.K.Smith
- c) J.McVittie
- d) J.Průcha
- e) J.Svoboda, R.Kolářová
- f) T.Janík
- g) J.Maňák

3. Curricular Dimension of Physics Education

References

1. Didactic Communication of Physics

The subject of physics education (Didactic Communication of Physics) does not identify with the subject of educational science. It includes the whole knowledge of physics with its ties to the physics' surroundings and also the education of physics in the society (J.Fenclova-Brockmeyerova, 1982).

The physical dimension of physics education is evident from the description of the Didactic Communication of Physics according to J.Fenclová-Brockmeyerová (1982, p.26) and P.Tarabek and P. Zaskodny (2006, p.149, 2007) - A piece of physics knowledge undergoes several distinctive transformations during the didactic communication:

1. The ascertainment of objective reality, usually made by measuring, an experiment, or mathematical deduction, must be defined in words, mathematically, or graphically in order to be publishable and thus conveyable to the widest circle of physicists, and at the same time filed into the scientific system of physics (J.Fenclová-Brockmeyerová)

Transformation T1 The system of physical theories → The scientific system of physics in the light of its communicability (P.Tarabek, P. Zaskodny)

2. Such a piece of physics knowledge is transformed to the didactic system of physics, with regard to the addressees and objectives, of which the system is to serve its purpose (J.Fenclová-Brockmeyerová).

Transformation T2 The scientific system of physics in light of its communicability → The didactic system of physics (for example, contents of instruction as a subject matter - the most precise and concise expression of the didactic system of physics) (P.Tarabek, P. Zaskodny)

3. Another transformation occurs when trying to express the piece of knowledge (usually simplified) didactically in a particular product, such as textbook (J.Fenclová-Brockmeyerová).

Transformation T3 The didactic system of physics (e.g. the subject matter) → The instruction project of physics (for example, textbook as a important part of instruction project of physics) (P.Tarabek, P. Zaskodny)

4. Another transformation occurs during the process of teaching and learning. This transformation can be multiple, the piece of knowledge can be passed on gradually and enriched in its content. The result is knowledge in the form of information (a piece of learning).

Transformation T4 The instruction project of physics, learners' initial information and experience (including common knowledge) → knowledge and additional results of physical schooling (T4 is realized through the instruction of physics at school). (P.Tarabek, P. Zaskodny)

5. Another transformation happens when incorporating the piece of knowledge into the education as a lasting value of man, in his consciousness and awareness. Another kind of transformation is the application of the physics knowledge in the real life or a production situation.

Transformation T5 The outputs of physical schooling → Permanent constituent of education and applied outputs of physical schooling (P.Tarabek, P. Zaskodny)

Transformation of the piece of physics knowledge (J.Fenclová-Brockmeyerová): The physics education must follow all the way of passing of the physical knowledge and it goes through completely different areas of thinking, research and expression, which roughly correspond with the outlined transformations. These are the basic problematical areas of physics education

Transformations in didactic communication (P.Tarabek, P. Zaskodny): Within the frame of the theory of „Didactic Communication“ is introduced a succession of **T1 to T5 transformations** in the didactic communication from the scientific language to the language of methodology, which is comprehensible enough to both teachers and students.

The physical dimension of physics education is associated with the above described succession of the transformations of the pieces of physics knowledge. **Here come up three questions associated with these transformations:**

Question One: How to create, express and display the inputs and outputs of T1 to T5 Transformations? How to create, express and display the scientific system of physics education, so that it would be communicable? How to create, express and display the didactic system of physics education, its objectives and subject matter? How to create, express and display the elements of an educational project of physics, especially the textbook? How to convey the knowledge to the students, so that it would become their knowledge (learning, information), and how to find out about, display and evaluate achieved results of teaching physics at schools? How to assess, display and evaluate the applicability of acquired physics knowledge?

Question Two: How do the educational and physical dimension of physics education relate? Suppose that the educational and physical dimension of physics education are associated with the transformations of the piece of physics knowledge, then which educational constructs to use in order to describe particular transformations?

Question Three: Can we consider the first two questions as substantial also for the field didactics of scientific disciplines, eventually also for the subject didactics of entirely different field areas?

The common answer to all of the three questions is closely related to the variant forms of curriculum existence (i. e. **the theory and practice of curriculum**), and to the ways of the expressing and constructing of these types of curricula with appropriate educational constructs (i. e. **with appropriate modeling of the contents of education in its variant forms of existence**). The succession of the variant forms of curriculum can be called as „**curricular process**“ (Maňák, 2005, Záškodný, 2007), similarly for the name of the succession of T1 to T5 transformations of physics knowledge the common term of „didactic communication of physics“ can be used.

2. Investigation of Curriculum Variant Forms in Publications

There are many definitions of curriculum. Some of them will be used, briefly discussed and only approximately applied to the results and course of T1 to T5 transformations. These applications do not aspire to becoming a comprehensive association and comparative – their goal is to show the link to the particular transformations of physics knowledge, and to try to name preliminarily this link with the help of an appropriate variant form of curriculum existence.

a) A.V.Kelly, 1999

Curriculum is all the learning which is planned and guided by the school, whether it is carried on in groups or individually, inside or outside the school. Curriculum has two basic features: learning is planned and guided, and the definition of curriculum is related to school education – **the results of T3 transformation, the course of T4 transformation**

b) M.K.Smith, 2000

In what follows we are going to look at four ways of enquiry into curriculum theory and practice:

Curriculum as a Body of Knowledge to be transmitted, Curriculum as a Syllabus to be transmitted. Such curriculum orientates itself to the canon of Western cultural heritage and is associated with systematic development of reasoning power and the communication of the canon. It should be transmitted or 'delivered' to students by the most effective methods (Blenkin, 1992) - **the results of T1 and T2 transformation**

Curriculum as Product. We think of product as specific activities that are needed for life – Bobbitt, 1918, 1928. Curriculum as product focuses on the statement of changes to take place in the students. Curriculum as product emphasizes the environment of the educational purposes, and education associated with it the rationality and relative simplicity (Tyler, 1949), and is very similar to technical or productive thinking (Taba, 1962). A feature (and perhaps an inconvenience, too) of this model is assumption, that behaviour is objectively and mechanistically measurable (Stenhouse, 1975, Cornbleth, 1990) - **the results of T4 and T5 transformation**.

Curriculum as Process emphasizes the interaction of teachers, students and knowledge, curriculum is what actually happens in the classroom and what people do to prepare and evaluate. The most significant is natural order of development in the student – curriculum is in harmony with the child's real interests, needs and learning patterns. A curriculum is rather like “a recipe in cookery”. (Stenhouse, 1975). These processes can enhance a person's learning, if they work well, or, if they go wrong, inhibit a person's learning'. By this process the learning is offered, accepted and internalized (Newman, Ingram, 1989) - **the results of T3, and the course of T4 transformation**.

Curriculum as Praxis. Curriculum as praxis is, in many respects, a development of the process model. This model brings to the centre the emphasis on collective human well-being and the emancipation of the human spirit. School is a major, perhaps the principal force for social change and social justice. The curriculum is not simply a set of plans to be implemented, but rather is constituted through an active process in which planning, acting and evaluating are all reciprocally related and integrated into the process. (Grundy, 1987) - **the course of T4 transformation, the results of T4 transformation**

c) J.McVittie, 2007 a, 2007 b

Three different kinds of curriculum will be discussed – transmissional or technical (learning exists outside the man and is objectively determined and researchable), next transactional, or practical (learning originates in interaction with other people and the world, learning is conveyed and constructed socially and personally), and transformational or emancipatory (students accept the world view of the dominant group, and this „false consciousness“ needs to be transformed in order to reach the full potential of the student).

Various educational models are associated with particular types of curriculum (conceptual – the model of information processing, behavioral – the model of direct teaching, cooperative – the model of social interaction, empirical – personal model), and learning theory (e.g. behavioral, constructivist).

For instance, with the transactional type of curriculum are linked conceptual, cooperative and empirical models of education. With these educational models go teaching methods. The empirical educational model is accompanied by the teaching methods such as excursions (field trips), guided discovery, predict-observe-explain, playing-thinking-sciencing), concept formation, concept attainment, independent research, and particular information jig saw. With cooperative educational model are associated all teaching methods associated with empirical model and also role-play and simulation. With conceptual teaching model go all teaching methods associated with cooperative and empirical educational model, and also the teaching method of concept web and concept map.

The word „curriculum“ comes from Latin and its common meaning is the course of studies. A teacher will say „curriculum“ meaning a curriculum handbook. Parents will sometimes say „curriculum“ meaning the content of the course.

For the purpose of curriculum studies at the University of Saskatchewan the word curriculum will cover all that represents „favourable conditions“ – „aspices“ – for school functioning. As part of this curriculum there can be included equipment (part of hidden curriculum), the contents of curriculum handbooks, the way we teach/manage/evaluate acts and behavior, school sponsors' activities, (part of ineffective or „nul curriculum“) etc. The curricula in according to Saskatchewan are transactional, fixed in the constructivist theory of learning and conceptually oriented. Conceptual orientation - **the results of T1 and T2 transformation**

Within the framework of core curriculum studies seven basic areas of curriculum studies are required – linguistics, mathematics, science, social studies, medical education, humanities, and physical education. The curriculum studies will be aimed at required curricular documentation that arises from SaskLearning, as well as the ways of teaching and evaluating - **the results of T3 transformation, and the course and results of T4 transformation**

d) J.Průcha, 2005

Definition of Curriculum:

- * Curriculum in the narrow sense of the word means the programme of teaching (Lawton, Gordon, 1993)
- * Curriculum in the broad sense of the word means all learning happening in schools or other institutions, both planned and not planned. (Lawton, Gordon, 1993)
- * Recently curriculum has been defined as a digest of the culture of the society, and the curriculum is created in the process of cultural analysis. (Lawton, Gordon, 1993)
- * Curriculum is the content of entire experience, that students gain at school and during activities related to school, its planning and evaluation (Průcha, Walterová, Mareš, 2001).
- * From the point of view of curriculum research and the very essence of education process curriculum is understood as the content of education, or curricular content – every educational process has two subjects and its own content (the content as curriculum is a subject matter of learning and also teaching in school environment)
- * Curriculum should be understood as a sum of all that is taught at school and what children learn (Doyle, 1992)
- * Curricular research makes it possible to define curriculum towards building the teaching material with such qualities which would respect logical and semantic structures which would make learning easier. A.M.Sochor (1974) enriched the curriculum theory by working on the problems of communicability of the subject matter, and in terms of measurable semantic networks at that. (Sochor, 1974)

Content Pedagogy Theory

- * This practical construction line in the curriculum theory represents the research of ways of transforming the contents of human learning in particular sciences (Doyle, 1992a). This is connected with Doyle's definition of curriculum.
- * Content Pedagogy Theory (postulated by Doyle) researches into particular procedures of choice, structure and organization of what is supposed to be the content of school education. Authors of curriculum try to generate the most useful forms of learning plans, educational standards and texts in order to use them immediately in school education practice (see also Sochor, 1974). This is also dealt with in more detail in J.Průcha works (1987)
- * Walter Doyle is Professor in College of Education at the University of Arizona. His other works also include, for example, W.Doyle, K.Carter (2003)

Five Curriculum Concepts (Certon, Gayle, 1991):

- * The concepts related to the structure of learning (the subject matter as a sum of knowledge items of particular sciences):

T1 and T2 Transformation, Conceptual and Intended Curriculums

- * The concepts of the development of cognitive processes (thinking is more important than the facts)

T4 Transformation, Implemented Curriculum

- * The concepts related to the technology of teaching (learning focused on the method of imparting)

T3 Transformation, Projected Curriculum

- * The concepts of child's self-fulfillment (giving the learner space to discover the world through their own activities, arising from their own interests):

T4 Transformation, Implemented Curriculum

- * Concepts of rectification of the society (solving society's abuses through education)

T5 Transformation, Attained Curriculum

According to J.Průcha (2005, p 239): „Members of particular opposing parties can hardly come to terms with the advocates of a different approach, which often leads to sectarianism and rivalry among authors of various curriculums“

Forms of Curriculums:

- * Conceptual Form (Concept of what is to be the contents of education):

T1 and T2 Transformation, Conceptual and Intended Curriculums

- * Projected Form (particularly planned projects of the contents of education):

T3 Transformation, Projected Curriculum

- * The Form of realization (the contents of education presented to the subjects of education):

T3 Transformation, Projected Curriculum and Implemented Curriculum-1

- * Result Form (the contents of education perceived by the subjects of education):

T4 Transformation, Implemented Curriculum-2

Effect Form (the contents of education functioning on the side of the subjects of education):

T5 Transformation, Attained Curriculum

The approach to curriculum as a variant phenomenon was worked out in theory as early as in 1980s (Průcha, 1987). According to J.Průcha (2005) it became the base of empirical analyses, concern of which, apart from curricular theory, was the following of practical aims: To carry through the view, that “planned contents of education is not identical with the „realized contents of education“ („there is difference between what the authors of the curriculum plan, and what pupils are able to learn“)

The notions of Intended Curriculum, Implemented Curriculum and Attained Curriculum are analyzed as 3 different levels in the following way (Straková, Tomášek, Palečková, 1996):

Intended Curriculum – intended aims and content of education explicitly defined in curricular documents (curriculum, textbooks). Three categories of content can be distinguished: the educational content itself, its operational level (the activities of students and teachers e.g. when handling appropriate types of learning tasks), and the level of prospects (planned changes of learners’ attitudes, interests and motivations)

Implemented Curriculum - the learning matter actually delivered to the students within the frame of particular school education (that is by a particular teacher in a particular school)

Attained Curriculum - the learning matter actually attained by students. One important form of the educational content is its form modified by the students based on their own, including extra-curricular experience and interests.

The mechanisms of the transfer between the forms of curriculum are described only partially. In the least way the transformations of project form of curriculum into the realisation level of curriculum (**see Transformation as a transfer from Project Curriculum and Implemented Curriculum-1 to Implemented Curriculum-2**). According to V.V.Krajevskij and I.J.Lerner (1983) important changes occur during this transformation. In the project form there are (Krajevskij, Lerner, 1983) two forms of educational content: Invariant content of education (determined by curricular documents – **Project Curriculum as a partial result of T3 Transformation**), and variant content of education (content interpreted by a particular teacher in a particular class - **Implemented Curriculum 1 as a teacher’s preparation for class and as another result of T3 Transformation**)

Levels of curriculum construction:

* Curriculum in class and at school (Doyle, 1992b), curriculum „comes to life“ only in class, when it is realised by a teacher in the process of teaching. Its part is also Projected Curriculum on the school level.

* Curriculum in educational programmes (Projected Curriculum is usually defined in curricular documents such as school curricula and educational programmes, curriculum, methodology handbooks for teachers, exam requirements, etc.), educational programme represents a kind of curricular document on the national level, and in international terminology it is associated with national curriculum (as projected curriculum guaranteed by the state), or framework curriculum.

e) J.Svoboda, R.Kolářová (2006)

Elements of Projected National Curriculum

An educational programme as Projected National Curriculum (for the educational system of the country or for a certain type of school and as a complex system of managing **the contents of school education** on the national level) usually consists of the following elements (Průcha, 2005):

- education concept
- aims of particular education
- syllabus
- subject matter (its themes) in particular subjects or integrated subject fields
- target standards as requirements of what learners are expected to learn in particular years or levels of the school
- evaluation tools for finding out about accomplishing target standards
- implementation plan, with the help of which the educational program will be implemented into educational practice

Projected Curriculum on National Level in the Czech Republic (Czech National Curriculum)

The need to develop new educational programmes for basic and middle schools in the Czech Republic emerged from the government document called „Concept of education and development of the educational system in the Czech Republic“ The principles of the formation of Czech national curriculum as project curriculum on the national level were compiled in the „National programme of the development of education in the Czech Republic

(White Book, 2002) and brought forward in the Act of Pre-school, Basic, Secondary, Tertiary Professional and Other Education (since 2005). Curricular documents of the Czech national curriculum are formed, apart from the „National Programme of the Development of Education“, by so called „Framework Educational Programme“ and „Framework Syllabus“ for pre-school, basic, gymnasium, secondary professional and other education
(T3 Transformation, Project Curriculum on national level)

The Framework Educational Programme for basic and secondary education divides its contents into 9 educational areas

Language and Language Communication
Mathematics and its Application
Man and the World
Man and Society
Man and Nature
Art and Culture
Man and Health
Man and the World of Work
Information and Communication Technology

These are made up of closely-related educational fields (field methodologies as arts that deal with particular educational fields). While forming project curricula on school level the schools can split these educational fields into subjects (subject methodologies as arts that deal with particular subjects). On the basic education level the subject of physics assumes to be included in years starting with the sixth year of Basic school and year Prima on the lower level of eight-year Gymnasium.

The Framework Syllabus for basic and secondary education determines mandatory implementing of educational areas into the basic, secondary and secondary professional education, and allocates minimum time endowment, bound dispensable time endowment, (for the 2nd level of basic school), free dispensable time endowment, and total obligatory time endowment for a particular level of education. The Framework Syllabus assesses the duty to include cross-sectional themes, and encourages creation of integrated subjects.

For instance, the educational content of physics at basic school is, according to the Framework Educational Programme made up of such cross-sectional themes like Matters and Bodies, Movements of Bodies, Forces, Mechanical Characteristics of Liquids, Energy, Sound Processes, Electromagnetic and Light Processes, and the Universe. At Gymnasium, according to the Framework Educational Programme the cross-sectional themes are Physical Values and their Measuring, Mechanics, Molecular Physics and Thermics, Electromagnetism, Optics, Physics of Microworld, and Astrophysics.

Projected Curriculum on School Level

On the basis of the Framework Educational Programme school educational programmes are being created (recently for all basic schools and for several pilot Gymnasiums in the Czech Republic), these divide the educational content into particular subjects on the basis of the Framework Educational Programme for a particular school level. **(T3 Transformation, Project Curriculum on School Level)**. The educational content specified in this way is then structured by means of curricula for particular subjects in the following way:

- name of the subject
- characteristics of the subject
- educational content of the subject (outputs from the Framework Educational Programme to years, selection and processing of the subject matter into years, and in association with expected outputs, thematic areas of cross-sectional themes, inter-subject context.

f) T.Janík (2005)

The content of education (curriculum) is not only the knowledge planned for teaching (in order to become students' knowledge), but also planned experience, skills, values, attitudes and interests, which are to be developed in students.

The pragmatic concept of curriculum in the USA - in 1950s the teaching of subjects interconnects with mother disciplines at the universities. Curricula are created, which are contentually derived from the systematics and logics of scientific disciplines **(T1 and T2 Transformations, Conceptual and Intended Curriculum)** Voices have grown stronger which point at the need to choose the core curriculum

In the structure of scientific disciplines one can distinguish the substantive structure (concepts which create the content load) and the syntax structure (ways of findings, which lead from the data through their interpretation to a conclusion) (Schwab, 1964) – **the result of T1 Transformation, Conceptual Curriculum**

In the research work on pedagogy there appears the need for a new research paradigm – the category of the content of the education should be taken seriously enough into consideration (Shulman, 1987). From there goes the research on methodological knowledge of the content targeted at inquiry into the professional knowledge of teachers. (Janík, 2004)

In recent years the methodology has come (under the influence of the constructivist theory of learning) to the search for domain specific corresponding with the particularities of the content of a specific subject (**T1 and T2 Transformation, Conceptual and Intended Curriculum**)

g) J.Maňák, 2005

Within the framework of curricular research we can distinguish

- Official Curriculum (recorded in school documentation) - T3 Transformation, Projected Curriculum
- Operational Curriculum, taught at schools - T3 Transformation, Implemented Curriculum-1 as teacher's preparation for instruction
- Hidden Curriculum (which adds information, e.g. from student's environment)
- Nul Curriculum (regards subjects not taught at the school)
- Extra-Curriculum (expected experience goes beyond the frame of the subject) (Poster, 1992).

The research also regards the following

- Curriculum as expected results (**T4 Transformation, Implemented Curriculum-2 as subject matter mastered by students**)
- Curriculum as structures of particular knowledge areas (T1 and T2 Transformation, Conceptual and Intended Curriculum)
- Influence upon human behaviour and stimuli to productive and creative thinking (**e.g. T5 Transformation, Attained Curriculum**)

The structure of educational aims has become the subject matter of theoretical analyses:

- the highest educational aims, sophisticated taxonomies for the cognitive area are available (Brunner, Bloom, Gagne), affective (Kathwohl) and psychomotoric (Harrow) – **T2 Transformation, Intended Curriculum**
- from the highest educational aims particular goals are derived as requirements of particular subjects - **T2 Transformation, Intended Curriculum**
- particular goals lead into specifying objectives, which are associated with teaching units, courses and tasks - **T3 Transformation, Projected Curriculum, Implemented Curriculum-1 as teacher's preparation for instruction.**

The expertise and research of learning texts also predicate of the concept of curriculum (**T1 and T2 Transformation, Conceptual and Intended Curriculum**) and point out at:

- the choice of the subject matter and involvement of circumstances (**creating, expressing and displaying results of T2 Transformation, i.e Intended Curriculum**)

An important role in the process of curricular research is played by „Curricular process“ as an analysis of instruction and the process of „capturing“ the subject matter by the students (**T4 Transformation, from Project Curriculum and Implemented Curriculum-1 as teacher's preparation for instruction to Implemented Curriculum-2 as the subject matter mastered by students**). This „Curricular Process“ takes its course in the most effective way as problem solving (**tip show to display results of T2 and T4 Transformations, i.e. Intended Curriculum and Implemented Curriculum-2. Displaying these results as models of intermediated problem solving based on the merging of the systemic and logic approaches**).

There also appear problems of curriculum associated with growing influence of postmodern concepts – those make the existing canon of traditional values and educational aims relative. (Alba, 2000).

3. Curricular Dimension of Physics Education

The gradual development of the variant forms of curriculum is like a „process of capturing the subject matter by the students“ newly specified as „**Curricular process**“ (Maňák, 2005, Záškodný, 2007)). Resulting from the research of theory and practice of curricular process it becomes evident that the succession of T1 to T5 Transformations of pieces of physics knowledge (**didactic communication of physics education**) can be associated with the succession of the 5 variant forms of curriculum (**curricular process of physics**) in the following way:

Conceptual Curriculum (result of T1 Transformation)

Intended Curriculum (result of T2 Transformation)

Projected Curriculum and Implemented Curriculum-1 (results of T3 Transformation)

Implemented Curriculum-2 (result of T4 Transformation)

Attained Curriculum (result of T5 Transformation)

The above described association as **Curricular Dimension of Physics Education** simplifies and unites the terminology of physics education at basic and secondary schools, and also collegiate physics education – the transformation of the piece of physics knowledge can for all kinds of schools be described as a succession of consecutive variant forms of curriculum as curricular process of physics.

According to J.Průcha (2005, p. 239), regarding the five concepts of curriculum (Certon, Gayle, 1991) „Members of particular opposing parties can hardly come to terms with the advocates of a different approach, which often leads to sectarianism and rivalry among authors of various curriculums“.

We can assume that if the didactic communication of physics is taken as a subject of physics education (Fenclová-Brockmeyerová, 1982), the above described antagonism among the members of particular opposing parties can, surprisingly easily, be to a certain extent eliminated. Particular concepts, particular variant forms of curriculum only express different transformations of the piece of physics knowledge. From this point of view the particular concepts of curriculum could cooperate very well. Besides, in the Czech Republic the approach to the curriculum as variant phenomenon was theoretically drawn up as early as in the 1980s. (Průcha, 1987). The discovery of „didactic communication of physics“ (Fenclová-Brockmeyerová, 1982) and its structural construction with the help of T1 to T5 Transformations (Tarabek, Zaskodny, 2006) can, through its interconnection and sequence of concepts and particular forms of curriculum, acknowledge the productivity of the approach to the curriculum as variant phenomenon.

At the same time there appears one important role of physics education as one of subject didactics – the physics education with its curricular dimension defines itself as a unique and independent scientific field.. The curricular dimension of physics education can also be the way to the structural approach to physics education.

References

- Fenclova-Brockmeyerova,J. (1982) Introduction to Theory and Methodology of Didactics of Physics Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky). Prague, Czech Republic: SPN
- Průcha,J. (2005). Modern Educational Science (Moderní pedagogika). Prague, Czech Republic: Portal
- Průcha,J. (1987) Učení z textu a didaktická informace. Praha: Academia
- Tarábek,P., Záškodný,P.(2006) Didactic Communication of Physics and Its Applications (didaktická komunikace fyziky a její aplikace). In: Mathematics, Physics, Informatics, 16, 3
- Maňák,J. (2005) To Problems of Curriculum Research (K problematice výzkumu kurikula). Brno, Czech Republic: PF MU
- Kelly,A.V.(1999) The Curriculum: Theory and Practice. London: Paul Chapman
- Smith,M.K. (1996,200) „Curriculum theory and practice“ the encyclopedia of informal education. www.infed.org/biblio/b-curric.htm.
- McVittie,J.(2007a) Advanced Methods for Teaching Science in Secondary School. University of Saskatchewan, www.usask.ca
- McVittie,J.(2007b) Curriculum:The Saskatchewan Scene. University of Saskatchewan, www.usask.ca
- Svoboda,E., Kolářová,R. (2006) Didactics of Physics of Primary and Secondary School. Selected Chapters. (Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly). Prague, Czech Republic: Nakladatelství Karolinum
- Janík,T.(2005) To Probléme of Curriculum. Bulletin of Center of Educational Research. K problematice kurikula. Bulletin Centra pedagogického výzkumu. Brno, Czech Republic: PF MU
- Certon,M., Gayle,M.(1991) Educational Renaissance. New York: St.Martin's Press
- Tarabek,P., Zaskodny,P. (2006) Educational and Didactic Communication – Progression. Frankfurt a.M., Bratislava (Slovak Republic): Educational Publisher Didaktis
- Zaskodny,P. (2007) Didactic Communication of Physics and Curricular Process. In: Tarabek,P., Zaskodny,P.: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1. – Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis

Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces

Didactic Communication of Physics and Curricular Process

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

College of Applied Economic Studies

University of South Bohemia

Abstracts of Individual Chapters, Key Words

The 1. chapter “Work Hypothesis and Way of Its Verification“

The hypothesis verified by presented work is given by assumption the results of physical knowledge piece transformations is possible to identify with curriculum variant forms.

The way of hypothesis verification – see Content of presented work

Abstract of the 2. chapter “Didactic Communication of Physics”

Key words: Didactic communication of physics, Problem areas of physics education, Transformations of physical knowledge piece as Transformations T1 to T5 of Didactic Communication, Physical conceptual knowledge system, Didactic Transformations DT1 to DT5, Methods of transformations T1 to T5

In the 2. chapter “Didactic Communication of Physics” the didactic communication of physics as subject of physics education is earliest delimited. Physics education is then a science (theory and research) its subject is total continuous process of transfer and mediation of physical knowledge results and methods into consciousness of persons who did not partake in the origin of knowledge and, by this way, also into social consciousness. At this influenceable process, which may be called by “didactic communication of physics”, it happens not only to the transmission of information but also to learning. In the course of didactic communication the physical piece of knowledge undergoes several expressive transformations.

Afterwards the description of basic problem areas of physics education follows as a reflection of the individual transformations of physical piece of knowledge. The basic problem areas of physics education are as follows: Scientific system of physics, Didactic system of physics, Instruction project, Educational process – Instruction process, Results of instruction and their evaluation, Social use of physical schooling. To them, Training physics teachers and History and methodology of physics education are also belonging.

Finally, the individual transformations are described including their transformational inputs and outputs and transformational methods. The inputs and outputs of individual transformations are connected with various phases of didactic communication of physics and relevant forms of an existence of physical conceptual knowledge systems (PCKS). The survey of transformations of physical piece of knowledge and PCKS forms existence is presented on the basis of comparison of transformation description by J.Brockmeyer on the one hand and by P.Tarabek and P.Zaskodny on the other.

1. Scientific physical piece of knowledge is transformed into the shape of physical piece of knowledge tellable to scientific workers in physics education (J.Brockmeyer)

Transformation T1 System of physical theories as scientific system of physics (phase F0 and relevant form of PCKS existence as the input into didactic transformation DT1) → Scientific system of physics in the light of its communicability (phase F1 and relevant form of PCKS existence as the output from didactic transformation DT1) (P.Tarabek, P.Zaskodny)

Methods of transformation T1 Structural analysis and synthesis

2. Tellable physical piece of knowledge is transformed into didactic system of physics with regard to addressees and goals to which the system should be of service (J.Brockmeyer)

Transformation T2 Scientific system of physics in the light of its communicability (phase F1 and relevant form of PCKS existence as the input into didactic transformation DT2 → Didactic system of physics (for example, subject matter as content of physics instruction and as most exact and most complete representation

of didactic system of physics – phase F2 and relevant form of PCKS existence as the output from didactic transformation DT2) (P.Tarabek, P.Zaskodny)

Methods of transformation T2 Didactic analysis, Cognitive analysis a synthesis, Educational adaptation

3. To next transformation it goes past at didactic representation of the piece of knowledge (mostly simplified) in concrete project, for example, in textbook (J.Brockmeyer).

Transformation T3 Didactic system of physics (phase F2 and relevant form of PCKS existence as the input into didactic transformation DT3) → Instruction project of physics, for example, textbook as its significant component, preparation of teacher for instruction (phase F3 and relevant form of PCKS existence as the output from didactic transformation DT3) (P.Tarabek, P.Zaskodny)

Methods of transformation T3 Didactic structural analysis and synthesis

4. The next transformation becomes in process of teaching and learning. That transformation can be multiple, piece of knowledge can be transferred gradually and upgraded in its content. The result is piece of knowledge in the form of foreknowledge (J.Brockmeyer).

Transformation T4 Instruction project of physics, input attainments and experiences of learners including common attainments, preparedness of teacher for instruction (phase F3 and relevant form of PCKS existence as the input into didactic transformation DT4) → Foreknowledge and further results of physical schooling (transformation T4 is realized by means of school instruction of physics – phase F4 and relevant form of PCKS existence as the output from didactic transformation DT4) (P.Tarabek, P.Zaskodny)

Methods of transformation T4 Assumed methods of educational science from the area of endogenous and exogenous side of educational process, Structural analysis and synthesis of test techniques, Structural analysis and synthesis of teacher preparation for instruction

5. The next transformation is an incorporation of piece of knowledge into education as permanent value of man, into his consciousness and awareness. Another transformation is application of physical piece of knowledge in real life or production situation (J.Brockmeyer).

Transformation T5 Foreknowledge and further results of physical schooling (phase F4 and relevant form of PCKS existence as the input into didactic transformation DT5) → Permanent component of education and applied outputs of physical schooling (phase F5 and relevant form of PCKS existence as the output from didactic transformation DT5) (P.Tarabek, P.Zaskodny)

Methods of transformation T5 Applications of effectiveness criteria, Methods of group of social sciences (educational science as one from social sciences), Structural analysis and synthesis of use of physical schooling.

Abstract of the 3. chapter “Selection of curriculum variant forms”

Key words: Subjects of physics education and physical science, Specifications of educational science, Specifications of physical science, Assignments solved separately by physics education, Curriculum as content of education, Variant forms of curriculum as forms of existence of education content, Selection of variant forms of curriculum

In the 3. chapter “Selection of variant forms of curriculum” it is going on by investigation of the relation of physics education, educational science and physics as one from natural sciences.

This relation is introduced by memento the physics education subject is not integral part neither educational science subject nor physical science subject. Beside some specifications of educational science (above all within the concepts “content of education and forms of its existence”, “endogenous side of educational process” and “exogenous side of educational process”) only some specifications of physical science (above all complete physical knowledge as scientific system of physics and as basic form of existence of physical conceptual knowledge system) are coming into it. The forms of education content existence are, in educational science, connected with concept “variant forms of curriculum as variant forms of educational constructs”. The relation of physics education and physical science is consequently given by the takeover of scientific system of physics as phase F0 and basic form of existence of physical conceptual knowledge system.

The assignments which is already able to solve only physics education and which are beside scientific authenticity of physics education also by expression of interdisciplinary collaboration of physics education above all with educational and physical science are as follows:

- a) Finding out the variant forms of curriculum typical for physics as school subject and their association with the phases F0 to F5 and forms of existence of physical conceptual knowledge systems,
- b) Fusion of these variant forms of curriculum into curricular process of physics as a succession concurring phases F0 to F5 and forms of existence of physical conceptual knowledge systems and the general way of construction and representation of variant form of curriculum,

- c) Gradual transforming the scientific system of physics to found out variant forms of curriculum within the curricular process of physics,
- d) Takeover of specifications of endogenous and exogenous sides of educational process and their applications within some transformations between relevant variant forms of curriculum.

Selection of curriculum variant forms as expression of interdisciplinary collaboration with educational and physical science and on the basis of brief recherche of publications was as follows:

Conceptual curriculum, Intended curriculum, Projected curriculum, Implemented curriculum-1, Implemented curriculum-2, Attained curriculum

Abstract of the 4. chapter “Curricular Process of Physics”

Key words: Comparison of results of transformations T1 to T5 and variant forms of curriculum, Curricular process of physics

Comparison carried out in the 4. chapter has enabled, gradually, to join together the results of transformations T1 to T5 with the selected variant forms of curriculum as follows:

- a) The result of transformation T1 (scientific system of physics in the light of its communicability) may be expressed by variant form “conceptual curriculum”
- b) The result of transformation T2 (didactic system of physics) may be expressed by variant form “intended curriculum”
- c) The result of transformation T3 (instruction project of physics, above all textbook and preparation of teacher for instruction) may be expressed by variant forms “projected curriculum” and “implemented curriculum-1”
- d) The result of transformation T4 (foreknowledge and further results of physical schooling) may be expressed by variant form “implemented curriculum-2”
- e) The result of transformation T5 (permanent component of education and its applications as effects of physical schooling) may be expressed by variant form “attained curriculum”

Among the conclusions of the 4. chapter the implementation of concept “curricular process of physics” as succession by transformational way concurring variant forms of curriculum belongs. The next conclusion is detection thus by transformational way introduced concept “curricular process” in essence eliminates “a gorge” among the conceptions of curriculum with them is separately worked in Anglo American publications. The last conclusion is afterwards the assumption the curricular process of physics as another denomination of didactic communication of physics could enable to explore the curricular processes, for example, mathematics, chemistry, biology as school subjects.

Abstract of the 5. chapter “Verification of Work Hypothesis”

See the conclusions of the 4. chapter – the work hypothesis was verified

Abstract of the 6. chapter “Discussion and Survey of Work Results”

To results of book and their discussion it is belonging:

1. The didactic communication of physics, elaborated and described by J.Brockmeyer as succession of transformations T1 to T5 of physical piece of knowledge, corresponds (on the complex of inputs and outputs of individual transformations) to the succession of concurring variant forms of curriculum. This succession is the curricular process of physics. Above all the curricular process of physics is the subject of physics education.
2. The succession of concurring variant forms of curriculum is as follows:
 - Conceptual Curriculum as expression of scientific system of physics in light of its communicability
 - Intended Curriculum as expression of didactic system of physics
 - Projected Curriculum and Implemented Curriculum-1 as expression of instructional project of physics and preparation of teacher for instruction
 - Implemented Curriculum-2 as expression of attained results of physical schooling in minds of addressees of physical schooling
 - Attained Curriculum as expression of permanent component of physical education and its application associated with effects of education
3. Five separated conceptions of curriculum, described in Anglo American publications is at least on the ground of physics joint by didactic communication of physics and its curricular process
4. The cognitive structural methods associated with “structuring the transfer of physical knowledge” (hierarchical, analytical synthetic, matrix and micro-matrix modeling cognitive structures) is the first group of acceptable methods for construction and representation of individual variant forms of curriculum

5. The cognitive structural methods associated with “structuring the shape of physical knowledge transfer ” (triangular modeling of concept structure, level modeling the concept structure) is the second group of acceptable methods for construction and representation of individual variant forms of curriculum
6. The structural conception of physics education could be formed by three basic features – by curricular process and by the first and second groups of cognitive structural methods
7. The summary of results is represented by analytical synthetic model of cognitive structure of physics education as original scientific branch.

OBSAH

1. Hypotéza práce a způsob jejího ověřování
- 2. Didaktická komunikace fyziky**
 - 2.1. Předmět didaktiky fyziky a didaktická komunikace fyziky
 - 2.2. Základní problémové oblasti didaktiky fyziky
 - 2.3. Transformace fyzikálního poznatku a vstupy a výstupy jednotlivých transformací
- Literatura k 1. a 2. kapitole**
- 3. Výběr variantních forem kurikula**
 - 3.1. Didaktika fyziky a edukační a fyzikální věda
 - 3.2. Variantní formy kurikula v některých publikačních zdrojích
 - 3.3. Výběr variantních forem kurikula jako výraz interdisciplinární spolupráce
- 4. Kurikulární proces fyziky**
 - 4.1. Srovnání variantních forem kurikula a transformací fyzikálního poznatku
 - 4.2. Kurikulární dimenze didaktiky fyziky jako kurikulární proces fyziky
- 5. Ověření hypotézy práce**
- 6. Diskuse a přehled výsledků práce**
- Literatura k 3. až 6. kapitole**

1. Hypotéza práce a způsob jejího ověřování

Práce „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ je vědeckým sdělením z oblasti didaktiky fyziky o srovnání fází (výsledků) transformací fyzikálního poznatku s variantními formami existence kurikula. Uspořádaná posloupnost transformací fyzikálního poznatku je výrazem didaktické komunikace fyziky, uspořádaná posloupnost variantních forem kurikula je výrazem kurikulárního procesu.

Ověřovanou hypotézou byla domněnka, že výsledky transformací (vstupy a výstupy jednotlivých transformací) fyzikálního poznatku lze ztotožnit s variantními formami kurikula. K formulaci této domněnky vedl zvláštní stav v oblasti zkoumání předmětových didaktik obecně a didaktiky fyziky zvlášť. Zatímco v česko-slovenském pojetí (a snad pojetí spojeném s pevninskou Evropou) se podařilo vymezit komunikační pojetí předmětu didaktiky jako posloupnosti transformací fyzikálního poznatku a zdůraznit tak interdisciplinární spolupráci s fyzikální vědou, v angloamerickém pojetí se podařilo popsat řadu forem existence obsahu edukace a zdůraznit tak interdisciplinární spolupráci s edukační vědou.

„Pohlčení“ didaktiky fyziky fyzikální vědou v evropském pojetí na jedné straně a „pohlčení“ didaktiky fyziky edukační vědou v angloamerickém pojetí na straně druhé vedlo k zvláštnímu fenoménu – angloamerický výzkum přestal používat termín „didaktika fyziky“ a evropský výzkum zase termín „fyzikální edukace (physics education)“.

Fúze angloamerické kurikulární tradice a evropské didaktické tradice může napomoci nastolení stavu rovnováhy. Parametry tohoto hypotetického rovnovážného stavu lze popsat následujícím způsobem:

- a) Bude vyrobeno „rovnítko“ (nebo alespoň existence „průniku“) mezi pojmy „didaktika fyziky“ a „fyzikální edukace“.
- b) Předmět didaktiky fyziky (předmět fyzikální edukace) nebude blíže ani fyzikální vědě, ani edukační vědě, bude charakterizován osobitým obsahem, jehož vědecké zkoumání se stane doménou didaktiky fyziky (fyzikální edukace).
- c) Cestou k poznání osobitého obsahu didaktiky fyziky (fyzikální edukace) je pokusit se nalézt to „vzájemně průnikové“ v evropské didaktické tradici a to „vzájemně průnikové“ v angloamerické kurikulární tradici
- d) Jedním s nejlepších výsledků didaktiky fyziky (nejen v česko-slovenském, ale snad i v celopevninském evropském kontextu) je teorie a praxe didaktické komunikace fyziky, vysvětlená a prozkoumaná

J.Fenclovou-Brockmeyerovou a jejími pokračovateli. Didaktická komunikace fyziky vychází z uspořádané posloupnosti transformací fyzikálního poznatku. Tato posloupnost je tvořena

- vědeckým systémem fyziky,
- vědeckým systémem fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (kognitivním modelem fyziky),
- didaktickým systémem fyziky,
- výukovým projektem fyziky,
- výstupy výuky fyziky (obdržené na základě výuky fyziky vedené dobře připraveným učitelem),
- aplikovatelnými výsledky výuky a efekty fyzikální edukace (obdržené na základě společenského uplatnění trvalé složky vzdělání v oblasti fyziky).

Lze se domnívat, že na takto hrubě vymezených problémových oblastech didaktiky fyziky není potřebné nic měnit – závěry popsané J.Fenclovou-Brockmeyerovou dosud nepozbyly své platnosti (byly jen rozvinuty a obohaceny).

- e) Jedním z nejlepších výsledků fyzikální edukace (nejen v angloamerickém pojetí, ale v pojetí i českých výzkumníků, např. J.Průchy nebo J.Maňase) je rozpracování několika forem existence obsahu edukace – lze např. jmenovat transakční formu, transmissní formu, transformační formu, jádrovou formu, skrytou formu, oficiální formu, operační formu, konceptuální formu, projektovou formu, realizovanou nebo také implementovanou formu, rezultatovou formu, zamýšlenou formu, dosaženou formu (viz literatura). Kurikulární studia jsou podle mínění autora poněkud opožděna za výsledky dosaženými J.Fenclovou-Brockmeyerovou – nebyla dosud publikována ucelená posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula.
- f) Pokud se podaří „vylovit“ z moře variantních forem kurikula tu správnou „kořist“, mohlo by dojít nejen k propojení výsledků transformací fyzikálního poznatku s vhodnými variantními formami kurikula, ale také k souměrnému vymezení interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky (fyzikální edukace) jak s edukační, tak i fyzikální vědou. Je samozřejmostí, že do této interdisciplinarity vstupují další potřebné vědecké obory, např. kognitivní věda a kognitivní psychologie.
- g) Pokud naznačený postup ověřování hypotézy bude úspěšný, kurikulární proces by se mohl stát důležitou složkou předmětu didaktiky fyziky, respektovanou jak edukační, tak i fyzikální vědou.

Popis parametrů hypotetického stavu rovnováhy umožňuje také upřesnit postup ověřování hypotézy, který byl zvolen v této práci:

- a) Popsat současný stav didaktiky fyziky v česko-slovenském pojetí (komunikační pojetí didaktiky fyziky jako posloupnosti transformací fyzikálního poznatku) – **viz 2. kapitola** (za 2. kapitolou bude uvedena literatura k 1. a 2. kapitole)
- b) Popsat přehled variantních forem kurikula, vybrat základní soubor těchto variantních forem pro komparaci se souborem transformací fyzikálního poznatku – **viz 3. kapitola**
- c) Provést komparaci obou souborů s cílem popsat kurikulární proces fyziky jako posloupnosti navazujících variantních forem kurikula a jako významnou složku předmětu didaktiky fyziky – **viz 4. kapitola**
- d) Ověřit hypotézu – zda se podařilo ztotožnit soubor výsledků transformací fyzikálního poznatku se souborem variantních forem kurikula – **viz 5. kapitola**
- e) Na základě ověření hypotézy předložit přehled výsledků dosažených v této práci – **viz 6. kapitola** (za 6. kapitolou bude uvedena literatura k 3. až 6. kapitole)

2. Transformace didaktické komunikace fyziky

2.1. Místo transformací v komunikačním pojetí

Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí (které zahrnuje také metodické, integrační a aplikační pojetí) je didaktická komunikace fyziky.

Didaktická komunikace fyziky je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí (Brockmeyerová, 1982, [1]). Tento proces je konán různými aktéry se vzdělávací intencí a zahrnuje nejen vzdělávání a výuku na všech úrovních školské soustavy, nýbrž i celoživotní vzdělávání realizované institucionálně a také přenos informace z fyzikálních věd směrem do společnosti.

Fyzikální poznatek prodělává během didaktické komunikace několik výrazných **transformací** (Brockmeyerová, Tarábek, 2007, Tarábek, Záškodný, 2006 [5, 3]). Didaktika fyziky musí sledovat celou cestu předávání fyzikálního poznání a prochází tak zcela odlišnými oblastmi myšlení, zkoumání a vyjadřování, které zhruba odpovídají zmíněným transformacím fyzikálního poznatku. Jsou to **základní problémové oblasti didaktiky fyziky**.

2.2. Transformace a popis základních problémových oblastí didaktiky fyziky

Základní problémové oblasti didaktiky fyziky jsou: vědecký systém fyziky, didaktický systém fyziky, výukový projekt, edukační proces – proces výuky, výsledky výuky a jejich hodnocení, společenské uplatnění fyzikálního vzdělání. K nim patří také příprava učitelů fyziky a metodologie didaktiky fyziky. Transformace fyzikálního poznatku a vstupy a výstupy jednotlivých transformací vymezují tyto základní problémové oblasti didaktiky fyziky (viz Obr.1 a Obr.2, Brockmeyerová, Tarábek, 2007, Tarábek, Záškodný, 2006, Brockmeyerová, 1982 [5, 6, 3, 1]):

- 1. Vědecký systém fyziky (VSF)** z hlediska didaktické komunikace fyzikálního poznání. Zahrnuje poznání ve fyzice, jeho systém, metody, historii i současné a prognostické pojetí. Toto poznání zkoumá didaktika fyziky v procesu transformace T1 z hlediska jeho sdělitelnosti a možností přenosu. Vstupem do transformace T1 je vědecký systém fyziky, výstupem z transformace T1 je vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (kognitivní model fyziky).
- 2. Didaktický systém fyziky (DSF)** ve své vědecké, společenské a pedagogicko-psychologické podmíněnosti. DSF je v současnosti vzhledem k rychlým změnám ve společnosti a vzdělávání klíčovým problémovým okruhem didaktiky fyziky. Do DSF patří otázky smyslu a pojetí fyziky jako předmětu výuky a ve vzdělání vůbec, struktura obecných a specifických cílů výuky, problematika obsahu výuky fyziky. Tvorba didaktického systému je zkoumána v procesu transformace T2. Vstupem do transformace T2 je vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (kognitivní model fyziky), výstupem z transformace T2 je didaktický systém fyziky.
- 3. Výukový projekt fyziky (VPF)** a jeho prostředky ve vztahu ke všem prvkům edukační sféry. Výukový projekt má být konkretizací didaktického systému fyziky v učebních plánech, osnovách, učebnicích, pomůckách i jejich kombinacích, v metodických postupech a organizačních formách výuky. Předmětem didaktiky fyziky je tedy i teorie tvorby učebnic, ostatních didaktických materiálů a pomůcek, hledání jejich vzájemných vztahů a jejich funkce a účinnosti v procesu výuky. Dále je předmětem didaktiky fyziky také metodika výuky v spojení na koncepci a cíle edukace, jakož i na osnovy, učební plány a didaktické prostředky. Problematika výukových projektů fyziky se nevztahuje jen ke školní výuce dětí a mládeže, ale rovněž k vysokoškolskému studiu a k různým formám edukace dospělých. Tvorba výukového projektu fyziky je zkoumána v procesu transformace T3. Vstupem do transformace T3 je didaktický systém fyziky, výstupem z transformace T3 je výukový projekt fyziky.
- 4. Edukační proces fyziky (fyzikální edukace) – výukový proces fyziky** jako interakce mezi vyučujícími a učiteli se. Výukový proces fyziky specificky uzpůsobený pro komunikaci fyzikálních poznatků je jedním z nestarších a původně nejvýznamnějších problémů didaktiky fyziky. Týká se všech forem výuky, edukace mimo výuku i sebevzdělávání ve fyzice. Při tomto klasickém didaktickém problému nejde již jen o statický popis a metodické návody, ale o soubor strukturálních vztahů mezi cíli, obsahy, organizací, prostředky a metodami výuky v konkrétně podmíněných výukových situacích, chápaných jako interakce. Fyzikální edukace je zkoumána v procesu transformace T4. Vstupem do transformace T4 je výukový projekt fyziky, výstupem z transformace T4 je osvojený obsah fyzikální edukace jako výstupy výuky fyziky (vědomosti, dovednosti apod. – výsledky fyzikální edukace).
- 5. Výsledky (výstupy) výuky fyziky a jejich hodnocení.** Jde o objektivní zjišťování a hodnocení výsledků výuky v kterékoli její fázi i výsledků konečných, výsledků příslušného didaktického systému a projektu. Používané metody mohou být současně metodami, které užívá didaktika fyziky k hodnocení výsledků své práce. Hodnocení výsledků fyzikální edukace je součástí transformace T4. Vstupem do této části transformace T4 je opět výukový projekt fyziky, výstupem z této části transformace T4 je hodnocení výsledků fyzikální edukace (vědomosti, dovednosti apod.).
- 6. Fyzikální vzdělání a jeho uplatnění.** Zde náleží problematika fyzikálního vzdělání veřejnosti, přínos fyziky k rozmanitým potřebám jednotlivce i společnosti a vliv fyziky na vědecké nazírání okolního světa. Didaktika fyziky v této souvislosti zkoumá celkové uplatnění fyzikálního vzdělání nejen jako aplikovatelné výsledky výuky fyziky, ale také jako efekty fyzikální edukace. Zkoumá je také mimo vlastní edukační sféru. Aplikovatelné výsledky výuky a efekty fyzikální edukace jsou zkoumány v procesu transformací T5 a T6. Vstupem do transformace T5 jsou výsledky výuky fyziky, výstupem z transformace T5 jsou aplikovatelné výsledky výuky fyziky. Vstupem do transformace T6 jsou aplikovatelné výsledky výuky fyziky, výstupem z transformace T6 jsou efekty fyzikální edukace jako uplatnění dosažených výsledků fyzikální edukace. V rámci této kapitoly nebude transformace T6 zkoumána.
- 7. Edukace učitelů fyziky.** Činností učitele je proces výuky výrazně ovlivněn, proto je třeba zkoumat jeho kompetence, přípravu a další vzdělávání, a to zejména vzhledem k jeho činnostem i celkovým cílům výuky. V tom je zahrnuta také nutná modernizace edukace učitelů vzhledem k potřebám informační společnosti a znalostní ekonomiky. Zvláště příprava učitele na výuku je významnou součástí transformace T3. Vstupem do této

části transformace T3 je didaktický systém fyziky, výstupem z této části transformace T3 je vedle výukového projektu fyziky také připravenost učitele na výuku.

- 8. Metodologie a historie didaktiky fyziky.** Vědecká disciplína musí současně s řešením jednotlivých problémů vytvářet svoji metodologii, kontinuálně vymezovat předmět svého bádání i zdokonalovat své metody. Musí si být také vědoma historické kontinuity a vztahů ke společnosti, aby byla s to chápat výsledky svých bádání v širších souvislostech. Metodologie didaktiky fyziky by z hlediska transformací fyzikálního poznatku měla zkoumat posloupnost navazujících transformací T1 až T5, včetně posloupností vstupů a výstupů jednotlivých transformací.

2.3. Transformace fyzikálního poznatku a vstupy a výstupy jednotlivých transformací

Fyzikální pojmově-poznatkové systémy (FPPS) procházejí během didaktické komunikace fyziky několika **formami existence** a získávají tyto formy existence v didaktických transformacích DT1 až DT5 (Adamčíková, Tarábek, 2007, [6, 7]). Didaktické transformace DT1 až DT5 souvisejí s transformacemi T1 až T5 didaktické komunikace fyziky prostřednictvím speciálních metod (viz Obr.1, Obr. 2 – viz také Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [5, 6]).

Přehled transformací T1 až T5, didaktických transformací DT1 až DT5, fází F0 až F5 didaktické komunikace fyziky a odpovídajících forem existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů lze uvést podle J.Brockmeyerové, 1982 a P.Tarábka, P.Záškodného, 2006, 2007 [1, 3, 5, 6, 7] následujícím způsobem:

- Vědecký fyzikální poznatek je transformován do podoby fyzikálního poznatku sdělitelného vědeckým pracovníkům v didaktice fyziky (J.Fenclová-Brockmeyerová)
Transformace T1 (souvislost s **didaktickou transformací komunikační DT1**) Systém fyzikálních teorií jako vědecký systém fyziky (fáze F0 a vědecký FPPS jako vstup do transformace DT1) → Kognitivní model fyziky jako vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (fáze F1 a sdělitelný vědecký FPPS jako výstup z transformace DT1) (P.Tarábek, P.Záškodný).
Metody transformace T1 Strukturální analýza a syntéza
- Sdělitelný fyzikální poznatek je transformován do didaktického systému fyziky, vzhledem k adresátům a cílům, kterým má systém sloužit (J.Fenclová-Brockmeyerová)
Transformace T2 (souvislost s **didaktickou transformací obsahovou DT2**) Kognitivní model fyziky jako vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (fáze F1 a sdělitelný vědecký FPPS jako vstup do transformace DT2) → Didaktický systém fyziky a jeho učivo (fáze F2 a didaktický FPPS jako výstup z transformace DT2) (P.Tarábek, P.Záškodný)
Metody transformace T2 Didaktická analýza, Kognitivní analýza a syntéza, Edukační adaptace
- K další transformaci dojde při didaktickém vyjádření poznatku (většinou zjednodušeném) v konkrétním projektu, např. v učebnici (J.Fenclová-Brockmeyerová)
Transformace T3 (souvislost s **didaktickou transformací kurikulární DT3**) Didaktický systém fyziky a jeho učivo (fáze F2 a didaktický FPPS jako vstup do transformace DT3) → Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, příprava učitele na výuku (fáze F3 a odpovídající forma FPPS jako výstup z transformace DT3) (P.Tarábek, P.Záškodný)
Metody transformace T3 Didaktická strukturální analýza a syntéza – např. při tvorbě učebnic
- Další transformace nastane v procesu vyučování a učení. Tato transformace může být vícenásobná, poznatek může být předáván postupně a ve svém obsahu obohacován. Výsledkem je poznatek ve tvaru vědomosti (J.Fenclová-Brockmeyerová)
Transformace T4 (souvislost s **učením a poznáváním jako didaktickou transformací DT4**) Výukový projekt fyziky, vstupní znalosti a zkušenosti učících se, včetně běžných znalostí, připravenost učitele na výuku (fáze F3 a odpovídající formy FPPS jako vstup do transformace DT4) → Vědomosti, dovednosti apod. jako výsledky výuky fyziky (transformace T4 je realizována prostřednictvím školní výuky fyziky – fáze F4 a interní FPPS jako výstup z transformace DT4) (P.Tarábek, P.Záškodný)
Metody transformace T4 Převzaté metody edukační vědy z oblasti endogenní a exogenní stránky edukačního procesu (Šimoník, Škrabánková, 2006, [2]), Strukturální analýza a syntéza testovacích technik, Strukturální analýza a syntéza přípravy učitele na výuku
- Další transformací je začlenění poznatku do vzdělání jako trvalé hodnoty člověka, do jeho vědomí a uvědomění. Jinou transformací je aplikace fyzikálního poznatku v reálné životní či výrobní situaci (J.Fenclová-Brockmeyerová)
Transformace T5 (souvislost s **aplikační transformací DT5**) Vědomosti, dovednosti apod. jako výsledky

výuky fyziky (fáze F4 a interní FPPS jako vstup do transformace DT5) → Aplikovatelné výsledky výuky fyziky (fáze F5 a aplikovatelné interní FPPS jako výstup z transformace DT5) (P.Tarábek, P.Záškodný) **Metody transformace T5** Aplikace kritérií efektivity, Metody skupiny sociálních věd (edukační věda jako jedna ze sociálních věd – Průcha, 2002, [4]), Strukturální analýza a syntéza uplatnění fyzikální edukace.

Vzhledem k složitým vazbám mezi transformacemi T1 až T5 a jejich fázemi F0 až F5 na jedné straně a didaktickými transformacemi DT1 až DT5 a formami fyzikálních pojmově-poznatkových systémů na straně druhé (fáze F0 až F5 a transformace T1 až T5 obsahují formy FPPS a didaktické transformace DT1 až DT5 jako svou „podmnožinu“) bude používáno zjednodušené schéma:

Transformace T1 (vstup → výstup)

Vstup T1: Vědecký systém fyziky → Výstup T1: Sdělitelný vědecký systém fyziky

Transformace T2 (vstup → výstup)

Vstup T2: Sdělitelný vědecký systém fyziky → Výstup T2: Didaktický systém fyziky a jeho učivo

Transformace T3 (vstup → výstup)

Vstup T3: Didaktický systém fyziky a jeho učivo → Výstup T3: Výukový projekt fyziky a jeho učebnice

Transformace T4 (vstup → výstup)

Vstup T4: Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, připravenost učitele na výuku → Výstup T4: Výsledky výuky fyziky

Transformace T5 (vstup → výstup)

Vstup T5: Výsledky výuky fyziky → Výstup T5: Aplikovatelné výsledky výuky fyziky

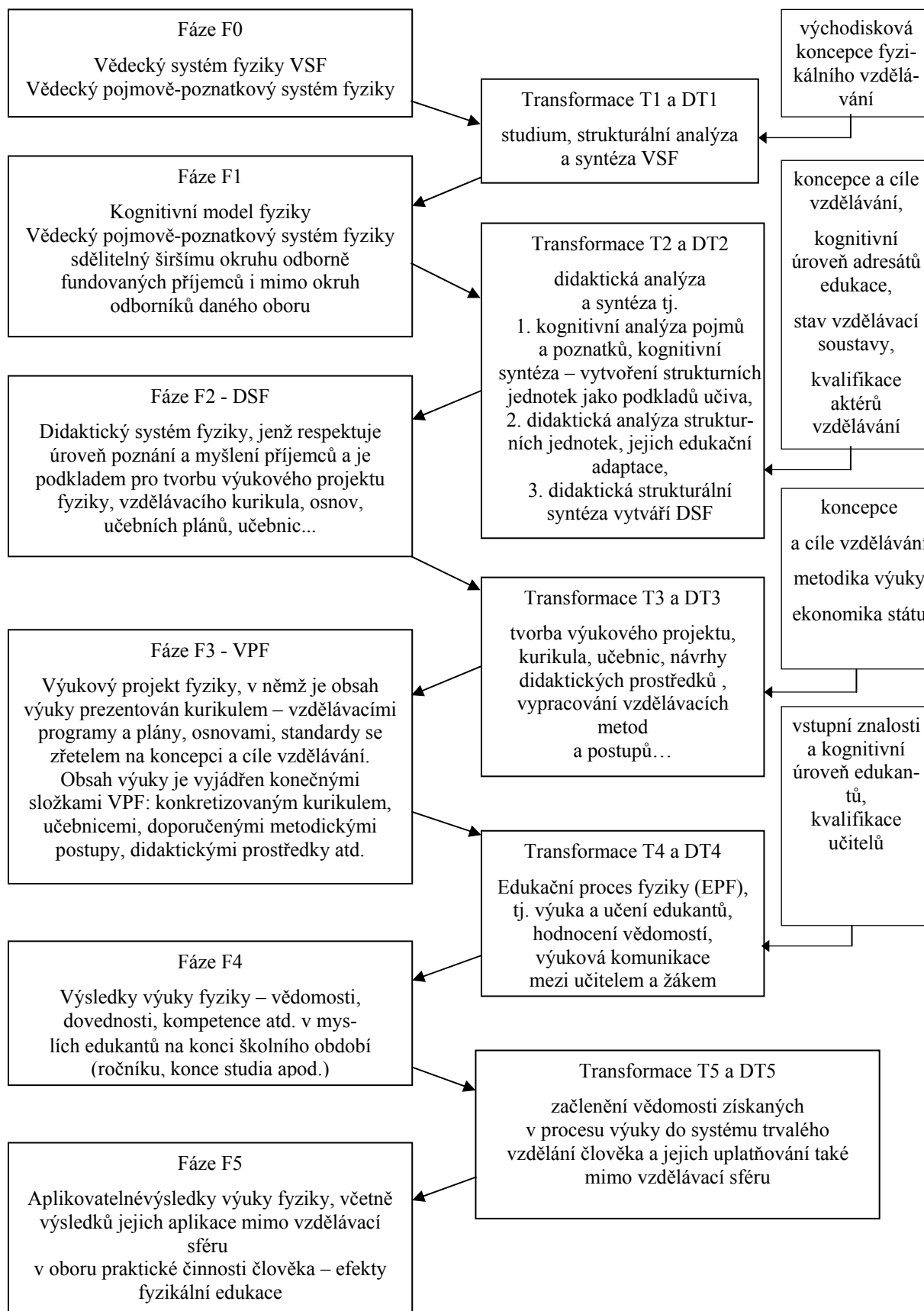
Literatura k 1. a 2. kapitole

- [1] Fenclová-Brockmeyerová, J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN
- [2] Šimoník, O., Škrabánková, J. (2006) Model logické struktury edukačního procesu. In [3]
- [3] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006) Educational and Didactic Communication, sborník internetové konference. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [4] Průcha, J. (2002) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [5] Fenclová-Brockmeyerová, J., Tarábek, P. (2007) Teoretická koncepce didaktiky fyziky. Interní materiál Curriculum Studies Research Group. České Budějovice: Institute of Applied Economic Studies
- [6] Tarábek, P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a její struktura. *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [7] Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. Príspevok na konferencii Inovácie v škole 2007, Bratislava, D.Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.

Obr. 1 Fáze F0-F5 a transformace T1-T5 v didaktické komunikaci

Vstupy a výstupy transformací

Transformace T1 - T5



3. Výběr variantních forem kurikula

3.1. Didaktika fyziky a edukační a fyzikální věda

Interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky a fyziky je spojena s popsáním sledem transformací T1-T5 fyzikálních poznatků. Objevují se tři otázky spojené s těmito transformacemi:

Otázka první: Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstupy a výstupy Transformací T1 až T5 ? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vědecký systém fyziky, aby byl sdělitelný? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat didaktický systém fyziky, jeho cíle a učivo? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat prvky výukového projektu fyziky, především učebnici, jak zobrazovat připravenost učitele na výuku? Jak zprostředkovávat poznatky studentům, aby se staly jejich znalostmi (vědomostmi), a jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit dosažené výsledky školní výuky fyziky? Jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit aplikabilitu osvojených fyzikálních poznatků?

Otázka druhá: Jak spolu souvisejí edukační a fyzikální dimenze didaktiky fyziky? Je-li fyzikální a edukační dimenze didaktiky fyziky spojena transformacemi fyzikálního poznatku, kterými edukačními konstrukty jednotlivé transformace popisovat?

Otázka třetí: Lze první dvě otázky považovat za podstatné i pro oborovou didaktiku přírodovědných disciplín, případně i pro předmětovou didaktiku ze zcela jiné oborové oblasti?

Společná odpověď na všechny tři otázky je **vedle interdisciplinární spolupráce s fyzikální vědou** úzce spojena také s **interdisciplinární spoluprací didaktiky fyziky s edukační vědou** (pedagogikou). Obsah edukace obecně a fyzikální edukace zvláště je spojen s variantními formami kurikula jako s formami existence obsahu fyzikální edukace a se způsobem vyjadřování a konstrukce těchto typů kurikulů vhodnými edukačními konstrukty (tj. s vhodným modelováním obsahu edukace v jeho variantních formách existence).

Použité pojmy v odpovědi: *Kurikulum je obsah edukace, kurikulum fyziky je obsah fyzikální edukace, variantní forma kurikula je forma existence obsahu edukace.*

Úkoly, které je již schopna řešit jen didaktika fyziky a které jsou vedle vědecké samostatnosti didaktiky fyziky také výrazem interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky především s edukační a fyzikální vědou, **jsou:**

- nalezení variantních forem kurikula typických pro fyziku jako školní předmět a jejich identifikace jako fází didaktické komunikace fyziky a forem existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů,
- spojení těchto variantních forem kurikula do kurikulárního procesu fyziky jako posloupnosti na sebe navazujících fází didaktické komunikace fyziky a forem existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů,
- postupné transformování vědeckého systému fyziky na nalezené variantní formy kurikula v rámci kurikulárního procesu fyziky (tj. konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula),
- převzetí specifik endogenní a exogenní stránky edukačního procesu a jejich aplikace v rámci některých transformací mezi příslušnými variantními formami kurikula.

3.2. Variantní formy kurikula v některých publikačních zdrojích

Rozborem publikačních zdrojů (viz Zášková, Strnadová, Procházka, 2007, [100]) lze nalézt řadu typů kurikulů zkoumaných edukační vědou. Z tohoto rozboru je vyjmut zkrácený přehled typů kurikulů popsanych v uvedených publikačních zdrojích.

A.V.Kelly, 1999, [25]

Kurikulum je vztaženo ke školní edukaci a má dva základní rysy: učení je plánováno a usměrňováno – viz výsledky transformace T3, průběh transformace T4

M.K.Smith, 2000, [1]

- První cesta zkoumání kurikula (Kurikulum jako podstata poznání) – viz výsledky transformací T1 a T2
- Druhá cesta zkoumání kurikula (Kurikulum jako produkt, jako přehled změn uskutečňovaných v edukantech) – viz výsledky transformací T4 a T5
- Třetí cesta zkoumání kurikula (Kurikulum jako proces) – viz výsledky transformace T3, průběh transformace T4
- Čtvrtá cesta zkoumání kurikula (Kurikulum jako předkládání příkladů) – viz průběh transformace T4, výsledky transformace T5

J.McVittie, 2007 a, 2007 b, [4, 5]

- Diskutovány tři různé typy kurikula – transmisní, transakční a transformační
- Transakční a konceptuální orientovanost v saskatchewanském pojetí (University of Saskatchewan) – viz výsledky transformace T1 a T2
- Sedm základních oblastí studia kurikula – jazykové vědy, matematika, přírodní vědy, sociální studia, zdravotní edukace, humanitní edukace, tělesná edukace
- Studium kurikula bude zacíleno na předepsané kurikulární dokumenty – viz výsledky a průběh transformací T3 a T4

J.Průcha, 2005, [3]

- Kurikulum je chápáno jako obsah vzdělávání
- Soubor variantních forem kurikula – zamýšlené kurikulum, realizované (implementované) kurikulum, dosažené kurikulum
- Jiný soubor variantních forem kurikula – konceptuální forma, projektová forma, realizační forma, výsledková forma, efektová forma
- Mechanismy přechodu mezi formami kurikula jsou popsány jen částečně.
- Pět koncepcí kurikula v angloamerické literatuře
- Projektové národní kurikulum
- Projektové kurikulum na školní úrovni

T.Janík (2005), [6]

- Kurikula obsahově odvozená ze systematiky a logiky vědních disciplín – viz transformace T1 a T2 a jejich výsledky jako konceptuální a zamýšlené kurikulum
- Ve struktuře vědních disciplín je rozlišováno mezi substantivní strukturou a syntaktickou strukturou – viz výsledek transformace T1 jako konceptuální kurikulum
- Hledání oborově specifických aspektů výuky odpovídajících zvláštnostem obsahu daného vyučovacího předmětu – viz výsledky transformací T1 a T2 jako konceptuální a zamýšlené kurikulum

J.Maňák, 2005, [7]

- Kurikulum oficiální (zachycené ve školních dokumentech) – viz transformace T3 a její výsledek jako projektové kurikulum
- Kurikulum operační, které se na školách vyučuje – viz transformace T3 a variantní forma kurikula související s přípravou učitele na výuku
- Kurikulum jako očekávané výsledky – viz transformace T4 a její výsledek jako učivo osvojené edukanty a jako implementované kurikulum
- Kurikulum jako struktury jednotlivých poznatkových oblastí – viz transformace T1 a T2 a jejich výsledky jako konceptuální a zamýšlené kurikulum
- Kurikulum jako výzkum vlivů na chování člověka a podnětů na produktivní a tvůrčí myšlení – viz např. transformace T5 a její možný výsledek jako dosažené kurikulum
- Kurikulum a struktura edukačních cílů – viz transformace T2 a T3 a jejich možné výsledky jako zamýšlené a projektové kurikulum a kurikulum související s přípravou učitele na výuku
- Kurikulum a výběr učiva a postizení souvislostí – viz vytváření, vyjadřování a zobrazení výsledků transformace T2 jako zamýšleného kurikula
- Kurikulum a potřeba uplatnění poznatků v praxi – viz transformace T5 a její výsledek jako dosažené kurikulum
- Kurikulární proces jako analýza výuky a jako postup „zmocňování“ se učiva žáky – viz soubor transformací T1 až T4 a posloupnost na sebe navazujících variantních forem kurikula

3.3. Výběr variantních forem kurikula jako výraz interdisciplinární spolupráce

K propojení transformací T1 až T5 s variantními formami kurikula lze upravit přehled variantních forem kurikula, které byly identifikovány v publikačních zdrojích (např. Průcha, 2005, Straková, Tomášek, Palečková, 1996, Maňák, 2005 [3, 42, 7]). Při těchto úpravách lze respektovat vazby na pět koncepcí kurikula (Certon, Gayle, 1991, Průcha, 2005, [36, 3]) a na transformace T1-T5.

Předložený výběr variantních forem kurikula je výrazem interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky především s edukační a fyzikální vědou:

Vybraná a upravená variantní forma kurikula – konceptuální kurikulum

Variantní forma kurikula v literatuře: Konceptuální forma (koncepce toho, co má být ve školách obsahem vzdělávání)

Koncepce kurikula: Koncepce orientující se na strukturu vědeckého poznání (strukturovaný a sdělitelný soubor poznatků jednotlivých věd)

Transformace fyzikálního poznatku: Tuto formu lze spojit s transformací T1, s výsledkem transformace T1 lze spojovat konceptuální kurikulum (**Conceptual curriculum**)

Vybraná a upravená variantní forma kurikula – zamýšlené kurikulum

Variantní forma kurikula v literatuře: Zamýšlené kurikulum – plánované cíle a obsah vzdělávání s explicitním definováním v kurikulárních dokumentech (učební osnovy, učebnice). Jsou rozeznávány tři kategorie obsahu: sám obsah vzdělávání, jeho operační úroveň (činnosti žáků a učitelů např. při řešení vhodných typů učebních úloh), úroveň perspektiv (plánované změny žákovských postojů, zájmů a motivací)

Koncepce kurikula: Koncepce orientující se na strukturu poznání (učivo jako strukturovaný soubor poznatků jednotlivých věd přizpůsobený možnostem adresátů), koncepce rozvoje kognitivních procesů (schopnost myslet je více než seznamy fakt)

Transformace fyzikálního poznatku: Tuto formu lze spojit s transformací T2, s výsledkem transformace T2 lze spojovat zamýšlené kurikulum (**Intended curriculum**)

Vybrané a upravené variantní formy kurikula – projektové kurikulum a implementované kurikulum-1

Variantní formy kurikula v literatuře: Projektová a realizační forma (konkrétně plánované projekty obsahu vzdělávání, obsah vzdělávání prezentovaný subjektům edukace)

Koncepce kurikula: Koncepce orientované na technologii vyučování (v centru poznání je metoda předávání)

Transformace fyzikálního poznatku: Tyto formy lze spojit s výsledky transformace T3. Nabízející se výsledek transformace T3 „Projektové kurikulum“ lze rozšířit o novou variantní formu kurikula spojenou s přípravou učitele na výuku a dosud v literatuře neuváděnou. Tuto novou variantní formu lze nazvat „Implementované kurikulum-1“ a tím ji odlišit od variantní formy implementovaného kurikula spojené s učivem osvojeným edukanty (**Projected curriculum and Implemented curriculum-1**)

Vybraná a upravená variantní forma kurikula – implementované kurikulum-2

Variantní forma kurikula v literatuře: Rezultátová forma (obsah vzdělávání percipovaný subjekty edukace)

Koncepce kurikula: Koncepce seberealizace edukanta (dát adresátovi edukace prostor, aby vlastní činností objevoval svět, vycházel z jeho zájmů)

Transformace fyzikálního poznatku: Tuto formu lze spojit s transformací T4. S výsledkem transformace T4 lze spojovat implementované kurikulum jako učivo osvojené edukanty a označované jako implementované kurikulum-2. Implementované kurikulum je na základě rozboru variantních forem kurikula rozčleněno na implementované kurikulum-1 spojené s transformací T3 a implementované kurikulum-2 spojené s transformací T4 (**Implemented curriculum-2**)

Vybraná a upravená variantní forma kurikula – dosažené kurikulum

Variantní forma kurikula: Efektivní forma jako dosažené kurikulum (obsah vzdělávání fungující na straně subjektů edukace), podoba osvojeného učiva modifikovaná adresáty edukace na základě jejich vlastních i mimoškolních zkušeností a zájmů.

Koncepce kurikula: Koncepce nápravy společnosti (vzděláváním řešit nešvary společnosti)

Transformace fyzikálního poznatku: Tuto formu lze spojit s transformací T5, s výsledkem transformace T5 lze spojovat dosažené kurikulum jako trvalou složku edukace při její aplikaci (**Attained curriculum**).

4. Definice kurikulárního procesu fyziky

4.1. Srovnání variantních forem kurikula a transformací fyzikálního poznatku

Srovnání transformací T1 až T5 a vybraných variantních forem kurikula umožňuje propojit transformace fyzikálního poznatku s variantními formami kurikula následujícím způsobem:

Transformace T1 Systém fyzikálních teorií → Sdělitelný vědecký systém fyziky

Variantní forma kurikula a její tvorba Konceptuální kurikulum a jeho vytvoření jako výsledek transformace T1

Otázky Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstup a výstup transformace T1? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vědecký systém fyziky, aby byl sdělitelný, aby se stal konceptuálním kurikulem?

Transformace T2 Sdělitelný vědecký systém fyziky → Didaktický systém fyziky a jeho obsah výuky fyziky jako učivo a jako nejpřesnější a nejuplněnější vyjádření didaktického systému fyziky

Variantní forma kurikula a její tvorba Zamýšlené kurikulum a jeho vytvoření jako výsledek transformace T2

Otázky Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstup a výstup transformace T2? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat didaktický systém fyziky, jeho cíle a učivo, aby se stal zamýšleným kurikulem?

Transformace T3 Didaktický systém fyziky a obsah výuky → Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, příprava učitele na výuku

Variantní formy kurikula a jejich tvorba Projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 a jejich vytvoření jako výsledky transformace T3

Otázky Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstupy a výstupy transformace T3? Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat prvky výukového projektu fyziky, především učebnici, aby se výukový projekt fyziky stal projektovým kurikulem? Jak má provádět, vyjadřovat a zobrazovat učitel přípravu na výuku, aby se jeho příprava stala implementovaným kurikulem-1?

Transformace T4 Výukový projekt fyziky, jeho učebnice, vstupní znalosti a zkušenosti učících se (včetně běžných znalostí), připravenost učitele na výuku → Výsledky výuky fyziky (transformace T4 je realizována prostřednictvím školní výuky fyziky)

Variantní forma kurikula a její tvorba Implementované kurikulum-2 a jeho vytvoření a zjištění jako výsledek transformace T4

Otázky Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstupy a výstupy transformace T4? Jak zprostředkovávat poznatky studentům, aby se staly jejich znalostmi (vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2? Jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit dosažené výsledky školní výuky fyziky, aby mohlo být popsáno implementované kurikulum-2?

Transformace T5 Výsledky výuky fyziky → Aplikovatelné výsledky výuky fyziky

Variantní forma kurikula a její tvorba Dosažené kurikulum a jeho zjištění a zobrazení jako výsledek transformace T5

Otázky Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vstupy a výstupy transformace T5? Jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit aplikabilitu osvojených fyzikálních poznatků, aby bylo zjištěno a popsáno dosažené kurikulum?

4.2. Kurikulární dimenze didaktiky fyziky jako kurikulární proces fyziky

Podle J.Průchy (2005, s.239, [3]) se k pěti koncepcím kurikula (Certon, Gayle, 1991, [36]) „Členové jednotlivých táborů obvykle málokdy dokáží domluvit se zástupci jiného přístupu, což vede k častému sektářství a konkurenčnímu boji mezi tvůrci různých vzdělávacích programů“.

Lze se domnívat, že je-li za předmět didaktiky fyziky vzata didaktická komunikace fyziky (Fenclová-Brockmeyerová, 1982, [13]), mohou být výše zmíněné rozpory mezi členy jednotlivých táborů do jisté míry překvapivě snadno odstraněny. Jednotlivé koncepce kurikula, jednotlivé variantní formy kurikula jen vyjadřují odlišné transformace fyzikálního poznatku. Z tohoto pohledu by dílčí koncepce kurikula spolu mohly dobře

spolupracovat. Ostatně v České republice byl přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu teoreticky vypracován již v 80-tých letech (Průcha, 1987, Průcha, 1983, [40, 41]). Objev „didaktické komunikace fyziky“ (Fenclová-Brockmeyerová, 1982, [13]) a jeho strukturální výklad pomocí transformací T1 až T5 (Tarábek, Záškodný, 2006, [24]) může propojeností a návazností koncepcí a jednotlivých variantních forem kurikula potvrdit **plodnost přístupu ke kurikulu jako variantnímu fenoménu.**

Současně se ukazuje významná role didaktiky fyziky (fyzikální edukace) jako jedné z předmětových didaktik – didaktika fyziky (fyzikální edukace) se svou kurikulární dimenzí vymezuje jako svébytný a samostatný vědecký obor. Kurikulární dimenze didaktiky fyziky (spojená s kognitivně strukturálními metodami konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula) může být také cestou ke strukturálnímu pojetí didaktiky fyziky.

Postupný vývoj variantních forem kurikula je jako „analýza učiva a postup zmocňování se učiva žáky“ (Maňák, 2005, [7]) nově označován pojmem „**kurikulární proces**“ (Maňák, 2005, [7]). Převzetím tohoto termínu lze kurikulární dimenzi didaktiky fyziky spojit s termínem „**kurikulární proces fyziky**“.

Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces fyziky představují jednak sled fází transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku, jednak sled 5 variantních forem kurikula (konceptuální kurikulum, zamýšlené kurikulum, projektové kurikulum, implementované kurikulum členěné na implementované kurikulum-1 a implementované kurikulum-2, dosažené kurikulum).

Pojem „Kurikulární proces fyziky“ je pak možno definovat jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako vědecký systém fyziky“, transformační návaznost je označena šipkami →):

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

Popis kurikulárního procesu fyziky je nejen výrazem interdisciplinární spolupráce s edukační a fyzikální vědou, ale také vymezením podstatné složky předmětu didaktiky fyziky.

Lze také hledat odpověď na otázku: Je možné nalezený význam kurikulární dimenze didaktiky fyziky zobecnit na oborovou didaktiku přírodovědných disciplín (science education), případně i pro předmětové didaktiky ze zcela jiné oborové oblasti?

Na základě prací P.Procházky, P.Záškodného (2006 – matematika, [20]), P.Procházky, J.Škrabánkové (2006 – chemie, [21]), O.Šimoníka, J.Škrabánkové (2005 – pedagogika, [22]), P.Procházky (2006 – ekonomie, [50]), R.Paulína (2006 – ekonomie, [51]), P.Pospíšila (2006 – ekonomie, [52]) lze se domnívat, že odpověď na položenou otázku by nemusela být záporná.

5. Ověření hypotézy práce

V práci „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ byl učiněn pokus o „fúzi“ evropské didaktické tradice a angloamerické kurikulární tradice. Tento pokus by nebylo možné realizovat především bez převratných teoretických prací prof. Jitky Fenclové-Brockmeyerové, které je zapotřebí složit za její celoživotní dílo hluboký obdiv.

Předložená práce se pokusila, s přispěním prací především P.Tarábka, J.Průchy a J.Maňáka, nejdříve o nepříliš záslužný čin – ověřit hypotézu, že didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku, není na souhrnu vstupů a výstupu jednotlivých transformací ničím jiným než posloupností na sebe navazujících variantních forem kurikula:

- konceptuálního kurikula (Conceptual curriculum) jako vyjádření sdělitelného vědeckého systému fyziky (kognitivního modelu fyziky)
- zamýšleného kurikula (Intended curriculum) jako vyjádření didaktického systému fyziky
- projektového kurikula (Projected curriculum) a implementovaného kurikula-1 (Implemented curriculum-1) jako vyjádření výukového projektu fyziky a přípravy učitele na výuku

- implementovaného kurikula-2 (Implemented curriculum-2) jako vyjádření výsledků výuky fyziky (výstupů fyzikální edukace) v myslích adresátů fyzikální edukace
- dosaženého kurikula (Attained curriculum) jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání a její aplikace jako efektů fyzikální edukace (vyjádření aplikovatelných výstupů fyzikální edukace)

Hypotézu práce lze považovat za zhruba ověřenou. „Jemnější“ ověření bude spojeno s průzkumem konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jako jednotlivých součástí kurikulárního procesu fyziky.

Ověřením hypotézy se tato práce pokusila přispět k diskusi k řešení problému vyřčeného J.Průchou k pěti koncepcím kurikula v angloamerické kurikulární vědě - „Členové jednotlivých táborů se obvykle málokdy dokáží domluvit se zástupci jiného přístupu, což vede k častému sektářství a konkurenčnímu boji mezi tvůrci různých vzdělávacích programů“.

Lze se domnívat, že didaktická komunikace fyziky a její kurikulární proces jsou nabídkou ke spolupráci mezi zastánci jednotlivých kurikulárních koncepcí. Zřejmě nikoliv nadarmo je transformací fyzikálního poznatku právě pět, nikoliv nadarmo je k dispozici pět výstupů z jednotlivých transformací.

6. Diskuse a přehled výsledků práce

Za větší přínos této práce lze považovat vnesení otázky výběru vhodných kognitivně strukturních metod (tento výběr je předložen v tomto 1.dílu monografie “Educational and Didactic Communication 2007 – Theory” v rámci příspěvku P.Záškodného “Metody strukturace variantních forem kurikula”) do procesu konstrukce a vyjadřování výstupů z jednotlivých transformací T1 až T5, **tj. do procesů konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula** (praktické provedení konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula je náplní 2. dílu monografie “Educational and Didactic Communication 2007 – Methods”).

Není podstatné, zda se tyto výstupy nazývají „formy existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů“ jako součást řázy F0 až F5 (P.Tarábek) nebo „variantní formy kurikula (P.Záškodný, J.Průcha). Podstatné je, že posloupnost na sebe navazujících variantních forem kurikula lze v didaktice fyziky nazvat kurikulárním procesem fyziky (v souladu s míněním J.Maňáka o pojmu „kurikulární proces“).

Je zřejmé, že bude zajímavé zkoumat také kurikulární proces chemie, kurikulární proces biologie, kurikulární proces matematiky, a není vyloučeno, že také např. kurikulární proces ekonomie.

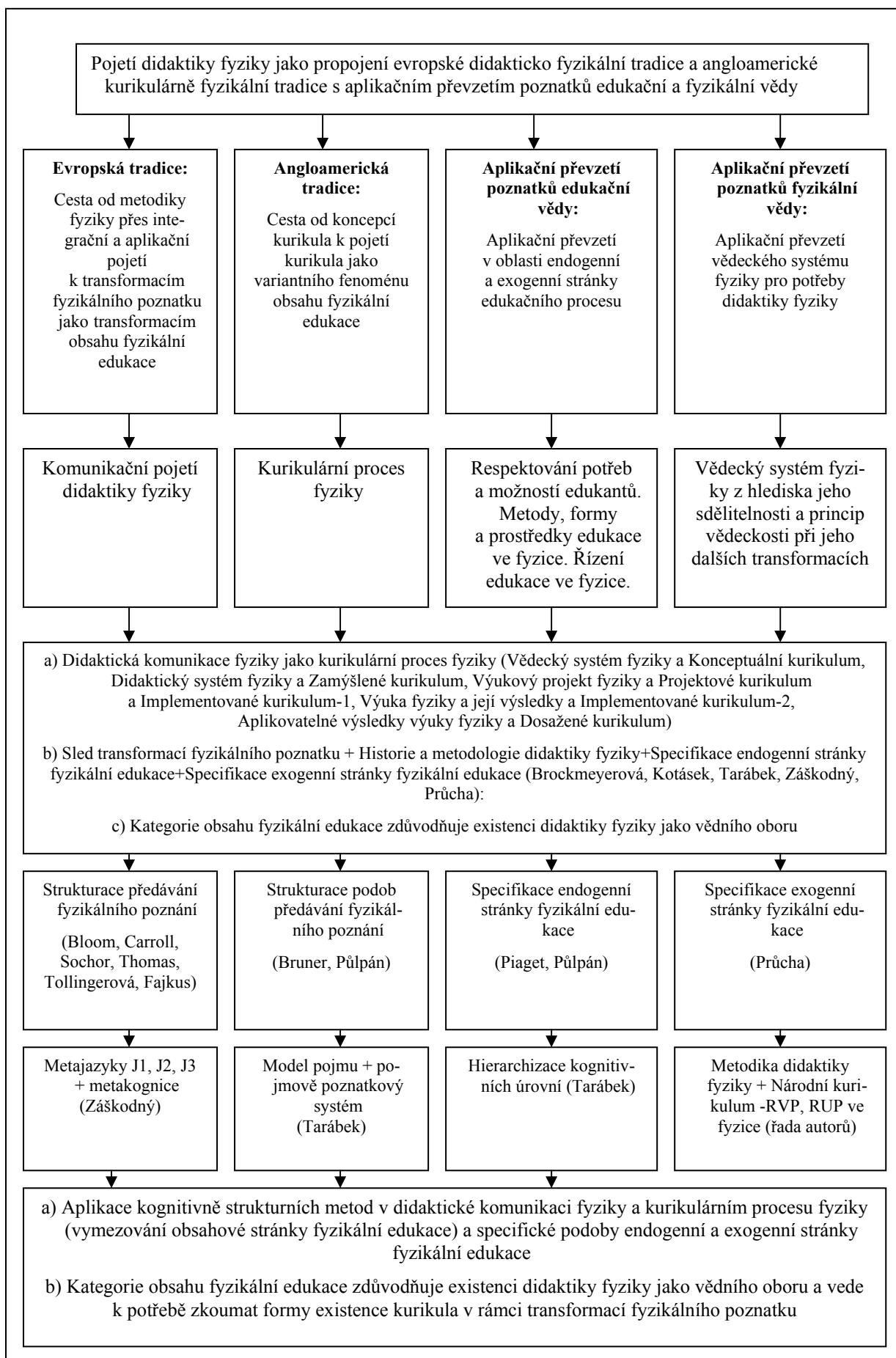
Jako příspěvek k otázce kognitivně strukturních metod konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula přináší tato práce analyticko-syntetický model kognitivní struktury vědecké disciplíny, kterou se snažila obohatit dosaženými výsledky – model didaktiky fyziky jako svébytného a samostatného vědeckého oboru uznávaného zvláště edukační vědou jako jednou ze sociálních věd a fyzikou jako konkrétní vědou o přírodě.

Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky je uveden na obrázku Obr.2 a je rozčleněn do dvou částí. Model rovněž potvrzuje, že vhodné kognitivně strukturní metody konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula se již v současnosti ověřují.

První část modelu ukazuje, že zcela samostatným objektem, který zcela náleží didaktice fyziky, je kurikulární proces fyziky. V rámci této první části se také poukazuje na podstatnou důležitost spolupráce s edukační vědou (specifické přebírání poznatků o endogenní a exogenní stránce edukačního procesu pro potřeby didaktiky fyziky) a na podstatnou důležitost spolupráce s fyzikou jakou konkrétní vědou o přírodě (specifické přebírání poznatků o vědeckém systému fyziky pro potřeby didaktiky fyziky).

Druhá část modelu naznačuje, že se didaktice fyziky otevírá velký prostor pro vědecký výzkum. Tento prostor lze rozčlenit na konstrukci a vyjadřování konceptuálního kurikula fyziky (které je synonymem sdělitelnosti vědeckého systému fyziky), zamýšleného kurikula fyziky (které vyjadřuje didaktický systém fyziky jako vědecký systém fyziky přizpůsobený a přiměřený možnostem adresátů fyzikální edukace), projektového kurikula fyziky (které se nachází v dobře napsaných učebnicích), implementovaného kurikula-1 fyziky (které se nachází v myslí edukátora), implementovaného kurikula-2 (které se nachází v myslí edukanta) a v neposlední řadě dosaženého kurikula (které provází při profesní kariéře nejen absolventy fyzikální edukace, ale také „žije“ v celé společnosti).

Obr.2 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky – 1.část



Obr.2 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky – 2.část



Výsledky práce lze uvést v následujícím přehledu:

1. Didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku, odpovídá na souhrnu vstupů a výstupu jednotlivých transformací posloupnosti na sebe navazujících variantních forem kurikula. Tato posloupnost je kurikulárním procesem fyziky. Předmětem didaktiky fyziky je především kurikulární proces fyziky
2. Posloupnost na sebe navazujících variantních forem kurikula je následující:
 - **konceptuální kurikulum** (Conceptual curriculum) jako vyjádření vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti
 - **zamýšlené kurikulum** (Intended curriculum) jako vyjádření didaktického systému fyziky
 - **projektové kurikulum** (Projected curriculum) a **implementované kurikulum-1** (Implemented curriculum1) jako vyjádření výukového projektu fyziky a připravenosti učitele na výuku
 - **implementované kurikulum-2** (Implemented curriculum-2) jako vyjádření dosažených výsledků výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace (jako vyjádření výstupů fyzikální edukace)
 - **dosažené kurikulum** (Attained curriculum) jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání a její aplikace spojené s efekty fyzikální edukace (jako vyjádření aplikovatelných výsledků výuky fyziky).
3. Pět oddělených koncepcí kurikula popsaných v angloamerické literatuře je alespoň na půdě fyziky propojeno didaktickou komunikací fyziky a jejím kurikulárním procesem
4. První skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula, které se již v současnosti ověřují, jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací předávání fyzikálního poznání“ (hierarchické, analyticko syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivních struktur)
5. Druhou skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula, které se již v současnosti ověřují, jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací podoby předávání fyzikálního poznání“ (trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmů)
6. Strukturální koncepce didaktiky fyziky by mohla být tvořena třemi základními rysy – kurikulárním procesem a první a druhou skupinou kognitivně strukturních metod. Propojení těchto rysů by pak bylo spojeno s využíváním kognitivně strukturních metod při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula (tato domněnka bude ověřena v práci věnované konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula v druhém dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007 – Methods“)
7. Přehled výsledků práce je zobrazen analyticko syntetickým modelem kognitivní struktury didaktiky fyziky jako svébytného vědního oboru (viz Obr.2 a jeho 1. a 2. část).

Literatura ke 3. až 6. kapitole

- [1] Smith, M.K. (1996, 2000) „Curriculum theory and practice“ the encyclopedia of informal education, www.infed.org/biblio/b-curric.htm. (Last updated: 19May 2007)
- [2] Pasch, M., Gardner, T.G., Langer, G.M., Stark, A.J., Moody, C.D. (1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [3] Průcha, J. (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [4] McVittie, J. (2007a) Advanced Methods for Teaching Science in Secondary School. www.usask.ca/education/coursework/mcvittiej/method.html. University of Saskatchewan
- [5] McVittie, J. (2007b) Curriculum: The Saskatchewan Scene. www.usask.ca/education/coursework/mcvittiej/saskscene.html. University of Saskatchewan
- [6] Janík, T. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [7] Maňák, J. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice výzkumu kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [8] Svoboda, E., Kolářová, R. (2006) Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly. Praha: Nakladatelství Karolinum
- [9] www.usask.ca (2007) University of Saskatchewan
- [10] www.umanitoba.ca (2007) University of Manitoba
- [11] www.ubc.ca (2007) University of British Columbia
- [12] Záškodný, P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy
- [13] Fenclová-Brockmeyerová, J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN
- [14] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006a) Educational and Didactic Communication. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [15] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006b) Educational and Didactic Communication – Progression. In: [14]
- [16] Adamčíková, V., Tarábek, P., Záškodný, P. (2006) Didactic Phases of Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. In: [14]
- [17] Tarábek, P. (2006) Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept's Structure. In: [14]
- [18] Záškodný, P. (2005) Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Lucerne, Bratislava: Didaktis
- [19] Záškodný, P. (2006) Survey of Principles of Theoretical Physics (with application to radiology). Lucerne, Ostrava: Algoritmus
- [20] Procházka, P., Záškodný, P. (2006) Analytical-Synthetic Model of Mathematical Integration. In: [14]
- [21] Škrabánková, J., Procházka, P. (2006) Analytical-Synthetic Model of Chemistry. In: [14]
- [22] Šimoník, O., Škrabánková, J. (2005) Model of Logical Structure of the Educational Process. In: Tarábek, P., Záškodný, P.: Modern Tendencies in Textbook Creation. Frankfurt a.M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [23] Biggs, J.B., Moore, P.J. (1993) The Process of Learning. New York: Prentice-Hall
- [24] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006) Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. Matematika, fyzika, informatika. 16 (3,4)
- [25] Kelly, A.V. (1999) The Curriculum: Theory and Practice 4e. London: Paul Chapman
- [26] Blenkin, G.M. et al. (1992) Change and the Curriculum. London: Paul Chapman
- [27] Bobbitt, F. (1918, 1928) The Curriculum, How to Make a Curriculum. Boston: Houghton Mifflin
- [28] Tyler, R.W. (1949) Basic principles of Curriculum and Instruction. Chicago: University of Chicago Press
- [29] Taba, H. (1962) Curriculum Development: Theory and Practice. New York: Harcourt Brace and World
- [30] Stenhouse, L. (1975) An Introduction to Curriculum Research and Development. London: Heineman
- [31] Cornbleth, C. (1990) Curriculum in Context. Basingstoke: Falmer Press
- [32] Newman, E., Ingram, G. (1989) The Youth Work Curriculum. London: Further Education Unit (FEU)
- [33] Grundy, S. (1987) Curriculum: product or praxis? Lewes: Falmer Press

- [34] Lawton,D., Gordon,P. (1993) Dictionary of Education. London: Hodder and Stoughton
- [35] Průcha,J., Walterová,E., Mareš,J. (2001) Pedagogický slovník. Praha: Portál
- [36] Certon,M., Gayle,M. (1991) Educational Renaissance. New York: St.Martin´s Press
- [37] Doyle,W. (1992a) Curriculum and Pedagogy (p.486-516). In: Handbook of Research on Curriculum. New York: Macmillan
- [38] Sochor,A.M. (1974) Logičeskaja struktura učebnogo materiala. Moskva: Pedagogika
- [39] Doyle,W., Carter,K. (2003) Narrative and Learning to Teach: Implications for Teachers – Education Curriculum. Tucson: Taylor and Francis
- [40] Průcha,J. (1987) Učení z textu a didaktická informace. Praha: Academia
- [41] Průcha,J. (1983) K teorii obsahu vzdělávání. Pedagogika. 33 (2)
- [42] Straková,J., Tomášek,V., Palečková,J. (1996) Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Souhrnné výsledky žáků 8.ročníku. Praha: VÚP
- [43] Krajevskij,V.V., Lerner,I.J. (1983) Teoretičeskije osnovy soderžanija obščego srednego obrazovanija. Moskva: Pedagogika
- [44] Doyle,W. (1992b) Constructing Curriculum in the Classroom (p.66-79). In: Effective and Responsible Teaching – The New Synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- [45] Schwab,J.J. (1964) Problems, Topics and Issues. In: Education and the Structure of Knowledge. Chicago: Smith,B.O. (ed.)
- [46] Shulman,L.S. (1987) Knowledge and Teaching. Foundations of New Reform. Harvard Educational Review. 57 (1)
- [47] Janík,T. (2004) Význam Shulmanovy teorie pedagogických znalostí pro oborové didaktiky a vzdělávání učitelů. Pedagogika. 54 (3)
- [48] Posner,G.J. (1992) Analyzing the Curriculum. New York: McGraw-Hill
- [49] Alba,A. et.al. (2000) Curriculum in the Postmodern Condition. New York: Peter Lang
- [50] Procházka,P. (2006) Optimalization of the systemic Evidence of Returnable Packing transport – Analytical-Synthetic Model. In: [14]
- [51] Paulín,R. (2006) Structural Model of CAPM and Choice of Optimal Portfolio. In: [14]
- [52] Pospíšil,P. (2006) Structural Model of APT and Choice of Optimal Portfolio. In: [14]
- [53] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980) K perspektívám didaktického systému fyziky. Závěrečná zpráva výzkumu VIII-5-4/2. Praha: KVVV, Československá akademie věd
- [54] Sochor,A.M. (1978) O didaktičeskoj pererabotke materiala nauki v učebnikach. In: Problemy školnogo učebnika. Moskva: Prosveščeniye
- [55] Thomas,C.A. (1963) Programmed Learning in Perspective. Essex: Barkong
- [56] Záškodný,P. (2001) Description of Didactic Communication of Physics. In: Structural Textbook and its Creation. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [57] Skalková,J. (1996) Aktuální otázky rozvíjení didaktického myšlení. Pedagogika. 46 (3)
- [58] Fenclová-Brockmeyerová,J. (2002) Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In: Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic Communication and Educational Sciences). New York, Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [59] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006a) Modern Science and Textbook Creation. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [60] Sternberg,J.R. (2002) Kognitivní psychologie. Praha: Portál
- [61] Tarábek,P. (1988) Modelovanie poznávacieho procesu fyziky. In: Analýza poznávacieho procesu v oborových didaktikách prírodných vied a matematiky. Bratislava: ÚUVU
- [62] Půlpán,Z. (1981) Vytváření struktur ve středoškolské fyzice. Hradec Králové: Pedagogická fakulta
- [63] Walterová,E. (1994) Kurikulum. Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě. Brno: CDVU
- [64] Bednařík,M., Šíroková,M. (1993, 2000) Mechanika. Fyzika pro gymnázia. Praha: Prometheus
- [65] Tarábek,P. (2005) Concept´s Structure – Improvement of Educarion Process. In: Modern Science and Textbook Creation. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis

- [66] Krajevskij, V.V., Lerner, I.J. (1983) Teoretičeskoje osnovy soderžanija obščego srednego obrazovanija. Moskva: Pedagogika
- [67] McHugh, N. (1987) Education Week. Washington, DC: Editorial Projects in Education
- [68] Tyler, R.W. (1949) Basic Principles of Curriculum and Instruction (second part). University of Chicago Press
- [69] Bruner, J.E. (1960) The Process of Education. Cambridge: Harvard University
- [70] Phenix, P.H. (1960) The Topography of Higher Liberal Learning. PhiDelta Kappan. 41, 307
- [71] Shavelson, A.J. (1974) Methods for Examining Representations of Subject-Matter Structure in a Student's Memory (p.231-249). Journal of Research in Science Teaching. 11 (3)
- [72] Fisher, R. (1997) Učíme děti učit se a myslet. Praha: Portál
- [73] Bloom, B. (1956) Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I: Cognitive Domain. White Plains, New York: Longman
- [74] Carroll, J. (1963) A Model of School Learning. Teachers College Record. 64 (723-733)
- [75] Kratochvíl, D.R. (1964) Taxonomie hodnotových cílů. In: [8]
- [76] Davy, R.H. (1970) Taxonomie operačních cílů. In: [8]
- [77] Tarábek, P. et al. (2004) Odmaturuj z fyziky. Brno: Didaktis
- [78] Záškodný, P. (2007) E-learning: Vybrané kapitoly z radiologické fyziky. <http://kurzy.rentel.cz>
- [79] Tahala, A., Vepsäläinen, K. (1983) Elements of World View Conveyed by ABC-Books and First Readers in Different Countries. Joensuu: University of Joensuu
- [80] Sternberg, R. (1985) Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence. New York: Cambridge University Press
- [81] Gardner, H. (1983) Frames of Mind. New York: Basic Book
- [82] Gregorc, A. (1982) An Adult's Guide to Style. Maynard, MA: Gabriel
- [83] Newmann, F.K. (1991) Linking Restructuring to Authentic Student Achievement. PhiDelta Kappan. 41 (463)
- [84] Newmann, F.K., Wehlege, G.G. (1993) Five Standards of Authentic Instruction (p.8-12). Educational Leadership. 50 (7)
- [85] Taba, H. (1967) Teacher's Handbook for Elementary School. Social Studies: Reading, MA: Addison-Wesley
- [86] Stallings, J.A., Needels, M., Stayrook, N. (1979) How to Change the Process of Teaching. Basic Reading Skills in Secondary Schools. Final Report for National Institute of Education. Menlo Park, CA: SRI International
- [87] Maňák, J. (1994) Nárys didaktiky. Brno: Masarykova univerzita
- [88] Mandl, H., Levin, J.R. (1989) Knowledge Acquisition from Text and Pictures. Amsterdam: North-Holland
- [89] Hill, G. (2004) Moderní psychologie. Praha: Portál
- [90] Ferko, P. (1988) Základy didaktiky fyziky. Bratislava: SPN
- [91] Brockmeyer, J., Tarábek, P. (2007) Teoretická koncepce didaktiky fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1. – Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [92] Dušková, R. (2007) Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 2. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [93] Procházka, P., Záškodný, P. (2006) Analytical-Synthetic Modeling of Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication - Progression. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [94] Windham, D.M. (1988) Effectiveness Indicators in the Economic Analysis of Educational Activities. International Journal of Educational Research. 12 (6)
- [95] Průcha, J. (1996) Pedagogická evaluace. Brno: Masarykova univerzita
- [96] www.virginia.edu (2007), University of Virginia
- [97] www.udel.edu (2007), University of Delaware
- [98] www.washington.edu (2007), University of Washington
- [99] Zaskodny, P., Strnadova, O., Prochazka, P. (2007) Educational Science and Subject Education. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1. – Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [100] Zaskodny, P., Strnadova, O., Prochazka, P. (2007) Variant Forms of Curriculum in Publications. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1. – Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis

Metody strukturace variantních forem kurikula

Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

College of Applied Economic Studies

University of South Bohemia

Key Words

- Variant Forms of Curriculum (Conceptual Curriculum, Intended Curriculum, Projected Curriculum, Implemented Curriculum-1, Implemented Curriculum-2, Attained Curriculum)
- Curricular Process of Physics as Succession of by Transformational Way Concurring Curriculum Variant Forms
- Cognitive Structural Methods as both Methods of Structuring Physical Knowledge Transfer and Methods of Structuring Shape of Physical Knowledge Transfer
- Cognitive Structure as Succession of Plains of Cognitive Process
- Hierarchical Modeling Cognitive Structure
- Analytical Synthetic Modeling Cognitive Structure
- Matrix Modeling Cognitive Structure
- Micro-Matrix Modeling Cognitive Structure
- Triangular Modeling Structure of Concept
- Level Modeling Structure of Concept
- Methods used in the course of construction and representation of individual curriculum variant forms

Abstracts of Individual Chapters

The 1. chapter “Delimitation of Problem”

- The cognitive structural methods associated with “structuring the transfer of physical knowledge” (hierarchical, analytical synthetic, matrix and micro-matrix modeling cognitive structures) is the first group of acceptable methods for construction and representation of individual variant forms of curriculum
- The cognitive structural methods associated with “structuring the shape of physical knowledge transfer” (triangular modeling of concept structure, level modeling the concept structure) is the second group of acceptable methods for construction and representation of individual variant forms of curriculum

The 2. chapter “Survey of Suggested Cognitive Structural Methods”

Text of chapter is presented both in Czech and in English. Both the methods of structuring physical knowledge transfer and the methods of structuring shape of physical knowledge transfer are presented as survey of cognitive structural methods.

The 3. chapter “Survey of Methods of Structuring Transfer of Physical Knowledge”

Text of chapter is presented both in Czech and in English. The principle of these methods is presented – fusion of logical and system approaches. The hierarchical modeling cognitive structure is described. The analytical synthetic modeling cognitive structure is described. The matrix modeling cognitive structure is described. The micro-matrix modeling cognitive structure is described.

The 4. chapter “Survey of Methods of Structuring Shape of Transfer of Physical Knowledge”

Text of chapter is presented both in Czech and in English. The principle of these methods is presented – structure of concept is formed by concept core, concept sense and concept meaning. In the course of concept structure creation the relevant cognitive level must be accepted. The triangular modeling structure of concept is described. The level modeling structure of concept is described.

The 5. chapter “Variant Forms of Curriculum and Cognitive Structural Methods”

Text of chapter is presented both in Czech and in English. The hierarchical, analytical synthetic, matrix, micro-matrix, triangular, and level modelings are allocated to individual curriculum variant forms.

The 6. chapter “Solving Problem and Applied References”

The objective of presented work has been consisting in the description of already well-tried methods of structuring curriculum variant forms. This objective was come true in light of content of individual chapters.

The cognitive structural methods of both the first group and the second group were briefly described. The methods of the first group is issuing from the works of P.Zaskodny, of the second group from the works of P.Tarabek.

OBSAH

1. Vymezení problému

(Delimitation of Problem)

2. Přehled navrhaných kognitivně strukturních metod

(Survey of Suggested Cognitive Structural Methods)

3. Přehled metod strukturace předávání fyzikálního poznání

(Survey of Methods of Structuring Transfer of Physical Knowledge)

3.1. Obecný popis metod strukturace předávání fyzikálního poznání

(splynutí logického a systémového přístupu)

General Description of Methods of Structuring Transfer of Physical Knowledge

(Fusion of Logical and System Approaches)

3.2. Hierarchické modelování kognitivní struktury

Hierarchical Modeling Cognitive Structure

3.3. Analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury

Analytical synthetic Modeling Cognitive Structure

3.4. Maticové modelování kognitivní struktury

Matrix Modeling Cognitive Structure

3.5. Mikromaticové modelování kognitivní struktury

Micro-Matrix Modeling Cognitive Structure

4. Přehled metod strukturace podoby předávání fyzikálního poznání

(Survey of Methods of Structuring Shape of Physical Knowledge Transfer)

4.1. Trojúhelníkové modelování struktury pojmu

Triangular Modeling Structure of Concept

4.2. Úroňové modelování struktury pojmu

Level Modeling Structure of Concept

5. Variantní formy kurikula a kognitivně strukturní metody

(Variant Forms of Curriculum and Cognitive Structural Methods)

6. Řešení problému a použitá literatura

(Solving Problem and Applied References)

1. Vymezení problému

V publikaci „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [1]) byl učiněn pokus o „fúzi“ evropské didaktické tradice a angloamerické kurikulární tradice.

S přispěním prací především J.Fenclové-Brockmeyerové, P.Tarábka, J.Průchy a J.Maňáka publikace ověřila hypotézu, že didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsaná J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku (Záškodný, 2007, [1]), je na souhrnu vstupů a výstupů jednotlivých transformací posloupností na sebe navazujících variantních forem kurikula:

- **konceptuálního kurikula** (Conceptual curriculum) jako vyjádření vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výstup transformace T1, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky)
- **zamýšleného kurikula** (Intended curriculum) jako vyjádření didaktického systému fyziky (výstup transformace T2, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti)
- **projektového kurikula** (Projected curriculum) a **implementovaného kurikula-1** (Implemented curriculum-1) jako vyjádření výukového projektu fyziky a přípravy učitele na výuku (výstupy transformace T3, vstupem do této transformace byl didaktický systém fyziky)
- **implementovaného kurikula-2** (Implemented curriculum-2) jako vyjádření dosažených výsledků výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace (výstup transformace T4, vstupem do této transformace byl výukový projekt fyziky)
- **dosaženého kurikula** (Attained curriculum) jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání a aplikovatelných výsledků výuky fyziky a uplatnění trvalé složky vzdělání v oblasti fyziky (výstup transformace T5, vstupem do této transformace byly dosažené a ohodnocené výsledky výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace).

Hypotézu publikace bylo možno považovat jen za zhruba ověřenou. „Jemnější“ ověření je určitě dáno průzkumem konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jako jednotlivých součástí kurikulárního procesu fyziky.

Pojem „Kurikulární proces fyziky“ byl v publikaci P.Záškodného, 2007, [1] definován jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako vědecký systém fyziky“, transformační návaznost je označena šipkami →):

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

Za další přínos publikace P.Záškodného, 2007, [1] lze považovat vnesení otázky výběru vhodných kognitivně strukturních metod do procesů konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula, tj. do procesu jednotlivých transformačních návazností kurikulárního procesu fyziky.

V této souvislosti publikace P.Záškodného, 2007, [1] obsahovala dvě následující doporučení:

1. První skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací předávání fyzikálního poznání“ (hierarchické, analyticko syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivních struktur)
2. Druhou skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací podoby předávání fyzikálního poznání“ (trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmů).

Popis obou skupin metod strukturace variantních forem kurikula je náplní předkládané práce. První skupina metod byla navržena P.Záškodným, druhá skupina metod P.Tarábkem. Podrobné použití a popis těchto metod ke konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula je náplní druhého dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007 – Methods“. Tvorbě každé variantní formě kurikula je v tomto druhém dílu věnována zvláštní kapitola.

2. Přehled navrhovaných kognitivně strukturních metod Survey of Suggested Cognitive Structural Methods

Mezi kognitivně strukturní metody jsou zařazeny:

- metody strukturace předávání fyzikálního poznání (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury)
- metody strukturace podoby předávání fyzikálního poznání (trojúhelníkové modelování a úroňové modelování struktury pojmu s respektováním příslušné kognitivní úrovně)

Tyto metody mohou být využity ke konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula.

To the cognitive structural methods it is possible to place:

- the methods of structuring physical knowledge transfer (hierarchical, analytical synthetic, matrix, and micro-matrix modeling cognitive structure)
- the methods of structuring shape of physical knowledge transfer (triangular modeling of concept structure with authority of relevant cognitive structure).

These methods can be applied to construction and representation of individual variant forms of curriculum.

3. Přehled metod strukturace předávání fyzikálního poznání Survey of Methods of Structuring Transfer of Physical Knowledge

Variantní formy kurikula lze konstruovat a vyjadřovat pomocí kognitivních strukturních metod předávání fyzikálního poznání. Funkcí modelově zobrazovaných struktur je „zprostředkované řešení problémů“. Přehled těchto metod je následující (viz také Záškodný, 1983, [2]):

- 1) hierarchické modelování kognitivní struktury – sled rovin poznávacího procesu „identifikace problému, analýza, abstrakce, syntéza, myšlenková rekonstrukce“;
- 2) analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury;
- 3) maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury.

Kognitivní strukturou je sled rovin poznávacího procesu „identifikace problému, analýza, abstrakce, syntéza, myšlenková rekonstrukce“. Modelem kognitivní struktury je vhodné modelové zobrazení tohoto sledu rovin poznávacího procesu

The curriculum variant forms can be constructed and represented by the help of cognitive structural methods of physical knowledge transfer. The function of, by a model manner, represented structures is consisting in “mediated solution of problems”. The survey of these methods is as follows:

- 1) hierarchical modeling cognitive structure – the succession of cognitive process plains “identification of problem, analysis, abstraction, synthesis, intellectual reconstruction”;
- 2) analytical synthetic modeling cognitive structure;
- 3) matrix and micro-matrix modeling cognitive structure.

3.1. Obecný popis metod strukturace předávání fyzikálního poznání (splynutí logického a systémového přístupu) General Description of Methods of Structuring Transfer of Physical Knowledge (Fusion of Logical and System Approaches)

Tvorba variantní formy kurikula by měla vycházet ze splynutí logického a systémového přístupu k řešení tohoto problému (Záškodný, 1983, [2]). Tuto ideu potvrzuje např. pragmatické pojetí kurikula v USA – za fyziku, chemii, geografii a později i společensko-vědní předměty vznikají kurikula (tj. konceptuální a zamýšlená kurikula), která jsou obsahově odvozena ze systematiky a logiky vědních disciplín (tj. splynutí logického a systémového přístupu).

The creation of curriculum variant form should start from the fusion of logical and system approaches to a solution of this problem.

Logický přístup obecně člení zkoumaný problém na logické prvky (interpretované vlastní symboly) a určuje vztahy odvoditelnosti mezi nimi (interpretované nevlastní symboly). Touto cestou je vytvářen metajazyk, který umožňuje modelovat logickou strukturu zkoumaného problému. Výsledkem je model logické struktury v podobě metajazykového výrazu. Metajazyk přiřazuje metajazykovým výrazům významy.

The logical approach in general divides the investigated problem into logical elements (interpreted eigen symbols) and determines the relations of deducibility among them (interpreted non-eigen symbols). In this manner the metalanguage is formed and it enables to model the logical structure of investigated problem. The model of logical structure in the shape of metalingual term is a result. The metalanguage links the meanings to metalingual terms.

Systémový přístup obecně člení zkoumaný problém na strukturní prvky a určuje vzájemné vztahy mezi nimi. Struktura hledaného systému je charakterizována funkcí struktury. Funkce struktury popisuje roli strukturních prvků systému. Model struktury v podobě síťového grafu znázorňuje strukturní prvky a vztahy mezi nimi v souladu s funkcí struktury.

The system approach in general articulates the investigated problem on structural elements and determines the relations among them. The structure of searched system is characterized by a function of structure. The function of structure describes the role of the structural elements of system. The model of structure in the form of network graph represents the structural elements and relations among them in accordance with the function of structure.

Splynutí logického a systémového přístupu při řešení problému je splynutím metajazykového výrazu a síťového grafu na základě zkoumání vymezeného problému. Funkce struktury bude přiřazovat síťovým grafům stejné významy jako metajazyk metajazykovým výrazům.

The fusion of logical and system approaches on the solution of problem is given by the fusion of metalingual term and network graph pursuant to the investigation of delimited problem. The function of structure will link to network graphs the same meanings as the metalanguage to metalingual terms.

Zkoumaným problémem je tvorba variantní formy kurikula fyziky. Vymezení tohoto problému spočívá ve vymezení hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu obecně a v rozvíjení fyzikálního myšlení adresátů. Rozvíjení fyzikálního myšlení je dáno osvojováním jako řešením problémů zprostředkovaným učitelem.

The forming physics curriculum variant form represents the investigated problem. The delimitation of that problem consists in the delimitation of hierarchically arranged plains of cognitive process in general and in the cultivation of physics thinking of addressees. The cultivation of physics thinking is given by the acquirement as the solution of problems mediated by teacher.

Roviny poznávacího procesu při řešení libovolného problému odpovídají rovinám poznávacího procesu při řešení problémů, které adresátům zprostředkovává učitel. V tom je specifikum didaktiky fyziky jako vědního oboru. Tyto roviny lze vymežit hierarchicky uspořádanými rovinami „identifikace problému jako vymezení cílového pojmu nebo poznatku“, „analýza“, „abstrakce“, „syntéza“ a „myšlenková rekonstrukce cílového pojmu nebo poznatku“.

The plains of cognitive process on solution of any problem are adequate to the plains of cognitive process on solution of problems which are mediated to addressees by teacher. It is the specialization of didactics of physics as scientific branch. These plains is possible to delimit by hierarchically arranged plains “identification of problem as the delimitation of target concept or knowledge”, “analysis”, “abstraction”, “synthesis” and “intellectual reconstruction of target concept or knowledge”.

Logický a systémový přístup k řešení vymezeného problému vede k potřebě nalézt tři metajazyky. Metajazyk J1, jehož metajazykové výrazy (síťové grafy) jsou modelem logické struktury cílového pojmu nebo poznatku. Metajazyk J2, jehož metajazykové výrazy (síťové grafy) jsou modelem logické struktury vyvíjení cílového pojmu nebo poznatku. Metajazyk J3, jehož metajazykové výrazy (síťové grafy) jsou modelem uspořádané logické struktury vyvíjení cílového pojmu nebo poznatku.

The logical and system approaches to the solution of delimited problem leads to the need to find three metalanguages. Metalanguage J1, its metalingual terms (network graphs) constitute the models of logical structure of target concept or knowledge. Metalanguage J2, its metalingual terms (network graphs) constitute the models of logical structure of developing target concept or knowledge. Metalanguage J3, its metalingual terms (network graphs) constitute the models of arranged logical structure of developing target concept or knowledge.

3.2. Hierarchické modelování kognitivní struktury

Hierarchical Modeling Cognitive Structure

Metajazyk J1 spočívá ve vytváření inventáře dílčích pojmů cílového pojmu nebo poznatku a v klasifikaci dílčích pojmů do jednotlivých hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu a, b, c, d, e (a – „identifikace problému jako vymezení cílového pojmu nebo poznatku“, b – „výsledek analýzy“, c – „výsledek abstrakce“, d – „výsledek syntézy“ a e – „výsledek myšlenkové rekonstrukce cílového pojmu nebo poznatku“). **Tento model lze nazvat hierarchickým modelem kognitivní struktury.** Hierarchický model kognitivní struktury je popsán pomocí Legendy k Obr. 1.

The metalanguage J1 consists in forming the inventory of partial concepts of target concept or knowledge and in the classification of partial concepts into individual hierarchically arranged plains of the cognitive process a, b, c, d, e (a – “identification of problem as the delimitation of target concept or knowledge”, b – “result of analysis”, c – “result of abstraction”, d – “result of synthesis”, and e – “result of intellectual reconstruction of target concept or knowledge”). **This model is possible to call by hierarchical model of cognitive structure.** The hierarchical model of cognitive structure is described with the help of Legend to Fig.1.

Legenda k Obr. 1

Legend to Fig. 1

- a** (Identifikovaný složitý problém) – Zkoumaná oblast reality, zkoumaný jev
- a** (Identified Complex Problem) – Investigated area of reality, investigated phenomenon
- B_k** (Analýza) – Analytické rozčlenění v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- B_k** (Analysis) – Analytical lay out within the framework of corresponding cognitive level
- b_k** (Dílčí problémy DP-k) – Výsledek analýzy: podstatné atributy a rysy zkoumaného jevu
- b_k** (Partial Problems PP-k) – Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon
- C_k** (Abstrakce) – Vymezování podstat abstrakcí v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- C_k** (Abstraction) – Delimitation of essences by abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- c_k** (Dílčí řešení DP-k) – Výsledek abstrakce: dílčí pojmy, dílčí poznatky, různé vztahy, atd.
- c_k** (Partial Solutions of PP-k) – Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge pieces, various relationship etc.
- D_k** (Syntéza) – Syntetické nalezení závislostí mezi výsledky abstrakce v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- D_k** (Synthesis) – Synthetic finding of dependencies among the results of abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- d_k** (Dílčí závěry DZ-k) – Výsledek syntézy: princip, zákon, závislost, souvislost, atd.
- d_k** (Partial Conclusions PC-k) – Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.
- E_k** (Myšlenková rekonstrukce) – Myšlenková rekonstrukce zkoumaného jevu / zkoumané oblasti reality
- E_k** (Intellectual Reconstruction) – Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality
- e** (Celkové řešení složitého problému „a“) – Výsledek myšlenkové rekonstrukce: analyticko-syntetická struktura pojmově poznatkového systému
- e** (Total Solution of Complex Problem "a") – Result of intellectual reconstruction: analytical synthetic structure of conceptual knowledge system

3.3. Analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury

Analytical Synthetic Modeling Cognitive Structure

Metajazyk J2 je spojen s metodami síťové analýzy. Mezi rozpracované metody síťové analýzy v oblasti metajazyka J2 patří Sochorova metoda. Formou síťového grafu je strukturální vzorec vyvíjení cílového pojmu nebo poznatku. **Tento strukturální vzorec lze nazvat analyticko-syntetickým modelem kognitivní struktury.**

Analyticko syntetický model znázorňuje nejen roviny a, b, c, d, e poznávacího procesu, ale také přechody B, C, D, E mezi těmito rovinami (viz Obr.1 a Legendu k Obr.1):

- Přechodem mezi rovinami „a“ (identifikovaný složitý problém) a „b“ (dílčí problémy) je provedení analýzy B zkoumaného problému,
- Přechodem mezi rovinami „b“ (dílčí problémy) a „c“ (podstaty dílčích problémů) je provedení abstrakce C,
- Přechodem mezi rovinami „c“ (podstaty dílčích problémů) a „d“ (dílčí závěry) je provedení syntézy D nalezených dílčích podstat,
- Přechodem mezi rovinami „d“ (dílčí závěry) a „e“ (celkové řešení složitého problému) je provedení myšlenkové rekonstrukce E identifikovaného problému „a“ pomocí dílčích syntetických závěrů.

The metalanguage J2 is associated with the methods of network analysis. The Sochor method belongs among semifinished methods in the field of metalanguage J2. The structural formula of developing target concept or knowledge represents the form of network graph. **This structural formula is possible to call by analytical-synthetic model of cognitive structure.**

Analytical synthetic model represents not only the plains a, b, c, d, e of cognitive process but also the transmissions among these plains (see Fig.1 and Legend to Fig.1):

- The transmission between plain “a” (identified complex problem) and “b” (partial problems) is consisting in carrying out analysis B of investigated problem,
- the transmission between plain “b” (partial problems) and “c” (essences of partial problems) is consisting in carrying out abstraction C,
- the transmission between plain “c” (essences of partial problems) and “d” (partial conclusions) is consisting in carrying out synthesis D of found partial essences,
- the transmission between plain “d” (partial conclusions) and “e” (total solution of complex problem) is consisting in carrying out intellectual reconstruction E of identified problem “a” with the help of partial synthetic conclusions.

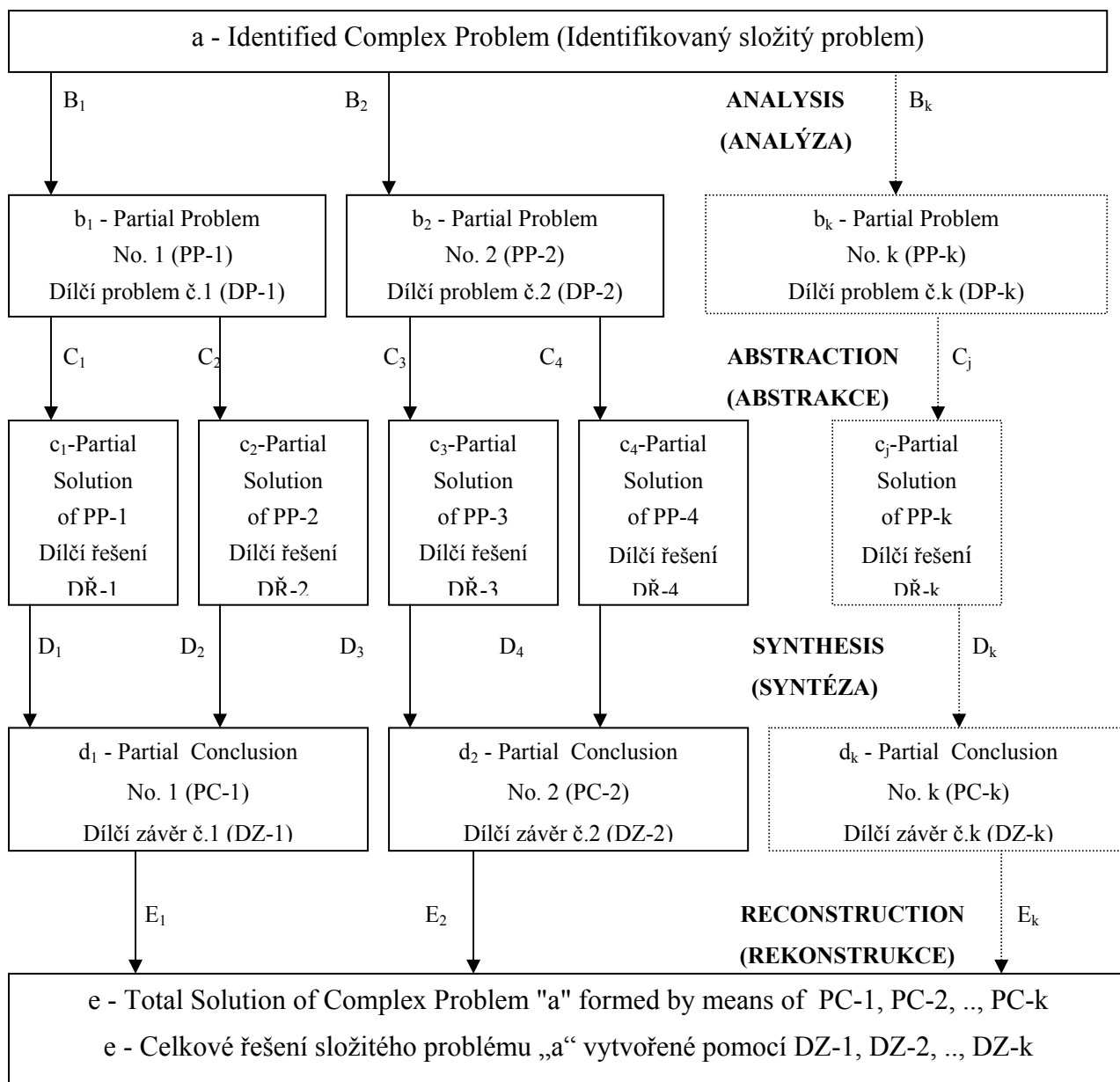


Fig. 1 (Obr. 1)

General Analytical Synthetic Model of Cognitive Structure
Obecný analyticko-syntetický model kognitivní struktury

3.4. Maticové modelování kognitivní struktury

Matrix Modeling Cognitive Structure

Metajazyk J3 je opět spojen s metodami síťové analýzy. Mezi rozpracované metody síťové analýzy v oblasti metajazyka J3 patří Thomasova metoda. Formou síťového grafu je Thomasova matice jako uspořádaná logická struktura vyvíjení cílového pojmu nebo poznatku.

Tuto matici lze nazvat maticovým modelem kognitivní struktury.

The metalanguage J3 is again associated with the methods of network analysis. The Thomas method belongs among semifinished methods in the field of metalanguage J3. The Thomas matrix as arranged logical structure of developing target concept or knowledge represents the form of network graph.

This matrix is possible to call by matrix model of cognitive structure.

V rámci tvorby maticového modelu kognitivní struktury je nejdříve potřebné vymezit přehled lineárně na sebe navazujících prvků hlavní diagonály matice se stručným popisem jejich obsahu. Prvky hlavní diagonály matice vytvářejí definiční linii matice a často se nazývají jednotkami učiva. Vymezení definiční linie matice vychází z lineárního uspořádání analyticko-syntetického modelu kognitivní struktury. Často lze považovat za důležité segmenty definiční linie dílčí závěry d_k analyticko-syntetického modelu jako dílčí pojmově poznatkové systémy (viz Obr.1). Tyto segmenty je pak možné vyplňovat nalezenými podstatami c_k , případně dílčími problémy b_k (opět viz Obr.1). Promítnutí definiční linie např. do tvorby učebnice by mělo umožnit provést myšlenkovou rekonstrukci „e“ problému řešeného ve spolupráci sdresátů edukace a učitele.

Within the framework of creation of matrix model of cognitive structure is first of all necessary to delimit the survey of by linear way concurring elements of matrix main diagonal with brief description of their contents. The elements of main diagonal form a definition line of matrix and they are often called by subject matter units. The delimitation of definition line of matrix is starting from linear arrangement of the analytical synthetic model of cognitive structure. Often it is possible to take the important segments of definition line as the partial conclusions d_k of analytical synthetic model as partial conceptual knowledge systems (see Fig.1). These segments is afterwards possible to complete by the found essences c_k , eventually by the partial problems b_k (again see Fig.1). The projection of definition line, for example, into creation of textbook, should be to enable to carry out the intellectual reconstruction “e” of problem solved in the cooperation of addressees of education with teacher.

Např. necht' definiční linie matice obsahuje 21 prvků (21 jednotek učiva). Jednotlivé jednotky učiva budou označeny čísly 1 až 21 a obsadí hlavní diagonálu matice. Pak lze maticový model zkoumané kognitivní struktury znázornit Obr. 2.

For example, the definition line of matrix contains 21 elements (21 subject matter units). The individual subject matter units will be marked by numbers from 1 to 21 and they will be to occupy the main diagonal of matrix. Afterwards it is possible the matrix model of investigated cognitive structure to represent by Fig. 2.

Konstrukce maticového modelu kognitivní struktury s 21 jednotkami učiva bude dále popsána. Výsledná matice bude čtvercová s 21 řádky a sloupci. Číselná posloupnost pořadových čísel bude zapsána do hlavní diagonály matice – definiční linie. Do matice se pak zanesou existující vztahy mezi 21 prvky definiční linie (mezi 21 jednotkami učiva) – asociace a diskriminace (asociace budou označovány =, diskriminace +).

The construction of matrix model of cognitive structure with 21 subject matter units will be in the following described. Resulted matrix will be squared with 21 matrix rows and matrix columns. The numeral succession of sequential numbers will be written down into main diagonal – definition line. The being relations (associations and discriminations) among 21 elements of definition line (among 21 subject matter units) will be afterwards set out into matrix (associations will be marked by =, discriminations by +)

Při vyvíjení téhož pojmově-poznatkového systému na základě společných elementů nebo při přímé návaznosti z hlediska uspořádání do definiční linie jsou prvky (jednotky učiva) asociovány. Při vyvíjení téhož pojmově-poznatkového systému na základě odlišností je mezi prvky definiční linie (mezi jednotkami učiva) vztah diskriminace.

In the course of developing the same conceptual knowledge system on the basis of collective elements or in the course of direct sequence in light of the arrangement into definition line, the elements (subject matter units) are associated. In the course of developing the same conceptual knowledge system on the basis of diversity, the relation of discrimination will be among the elements of definition line (among the subject matter units).

Obr. 2 Maticový model kognitivní struktury s 21 jednotkami učiva
Fig. 2 Matrix Model of Cognitive Structure with 21 Subject Matter Units

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|--|
| 1 | = | = | = | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| = | 2 | = | = | | I | | | | | | | | | | | | | | | |
| = | = | 3 | = | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| = | = | = | 4 | = | = | = | = | | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | 5 | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | 6 | + | + | | II | | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | + | 7 | = | | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | + | = | 8 | = | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | = | 9 | = | = | = | = | = | | | | | | | |
| | | | | | | | = | 10 | + | = | = | = | | | | | | | | |
| | | | | | | | = | + | 11 | = | = | = | | III | | | | | | |
| | | | | | | | = | = | = | 12 | + | = | | | | | | | | |
| | | | | | | | = | = | = | + | 13 | = | | | | | | | | |
| | | | | | | | = | = | = | = | = | 14 | = | = | = | = | | | | |
| | | | | | | | | | | | | = | 15 | + | + | = | | | | |
| | | | | | | | | | | | | = | + | 16 | + | = | | IV | | |
| | | | | | | | | | | | | = | + | + | 17 | = | | | | |
| | | | | | | | | | | | | = | = | = | = | 18 | = | = | = | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | = | 19 | + | + | |
| | | | | | | | | | | | | | | | V | = | + | 20 | + | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | = | + | + | 21 | |

Prvek matice daný i -tým řádkem a j -tým sloupcem ponese obvyklé označení a_{ij} . Neoznačen zůstane prvek a_{ij} tehdy, není-li mezi prvky a_{ii} a a_{jj} definiční linie žádný z vymezených vztahů – ani vztah asociace, ani vztah diskriminace.

The matrix element given by i -th row and j -th column bears the usual indication a_{ij} . Element a_{ij} remains without indication in that case – none of delimited relations (neither relation of association, nor relation of discrimination) is between elements a_{ii} and a_{jj} of definition line.

Při vyplňování matice budou nejdříve prozkoumány prvky a_{11} a a_{22} definiční linie. Pakliže mezi nimi existuje vztah, prvek a_{12} bude označen = nebo +. Postupně touto cestou budou prozkoumány všechny prvky a_{ij} pro i větší než j . Tím budou označeny nebo neoznačeny prvky nad definiční linií. Kontrolou správnosti analýzy vztahů mezi prvky definiční linie je provedení této analýzy v opačném pořadí – nejdříve bude stanoven vztah prvků a_{21} a a_{20} , pak a_{21} a a_{19} atd. Tím budou označeny nebo neoznačeny prvky a_{ij} pro j větší než i . Jsou-li obě poloviny zaplněné matice osově souměrné podle definiční linie, byla analýza vztahů mezi prvky definiční linie provedena správně.

In the course of matrix filling first of all the elements a_{11} and a_{22} of definition line will be overlooked. The relation between them is being, the element a_{12} will be marked = or +. Gradually, in this way, all the elements a_{ij} for i greater than j will be explored. Thus the elements above definition line will be marked or unmarked. The verification of analysis correctness of relations between the elements of definition line is given by the execution of this analysis in contrary order – first of all the relation of elements a_{21} and a_{20} will be determined, afterwards a_{21} and a_{19} etc. Thus the elements a_{ij} for j greater than i will be marked or unmarked. The both halves of filled matrix are axially symmetrical according to definition line the analysis of relations among elements of definition line was carried out correctly.

Interpretovatelná matice by měla mít vyznačeny asociacemi a diskriminacemi všechny prvky a_{ij} pro $j=i+1$ (tzv. ideální matice). Důležitými jsou ty skupiny prvků matice, které se přes vazbu na definiční linii od ní vzdalují v různých směrech. Takové skupiny prvků ukazují na těsné vazby mezi odpovídajícími prvky definiční linie – prvky definiční linie této skupiny přispívají k vymezení téhož pojmově-poznatkového systému. Chybná konstrukce matice (způsobená např. záměnou pořadí prvků definiční linie) se projeví narušením ideálnosti matice.

The matrix capable to interpreting should have to signalize all the elements a_{ij} for $j=i+1$ (so called ideal matrix). Such groups of elements are important which, in spite of structure to definition line, are absented from it in the various directions. It is showing to the close associations among corresponding elements of definition line – the definition line elements of such group contribute to delimitation of the same conceptual knowledge system. Mistaken construction of matrix (caused, for example, by replacement of definition line elements sequence) shows itself by disturbance of matrix ideality.

Z maticového modelu je zřejmé, že by měla maticová podoba variantní formy kurikula (např. v oblasti učiva didaktického systému fyziky) obsahovat pět pojmově-poznatkových systémů I, II, III, IV a V.

From the matrix model it is evident the matrix shape of variant form curriculum (for example, in area of subject matter of physics didactic system) should contain five conceptual knowledge systems I, II, III, IV, and V.

3.5. Mikromaticové modelování kognitivní struktury

Micro-Matrix Modeling Cognitive Structure

Při maticovém modelování kognitivní struktury byla uvažována hlavní diagonála matice (definiční linie) s 21 maticovými prvky (viz Obr.2), matice obsahovala 5 pojmově-poznatkových systémů (opět viz Obr.2).

In the course of matrix modeling cognitive structure the main diagonal of matrix (definition line) with 21 matrix elements was taken into account (see Fig.2). The matrix contained 5 conceptual knowledge systems (see Fig.2).

Výslednou matici lze rozpracovat do soustavy kvalifikačních a kvantifikačních mikromatic – tyto mikromatic lze považovat z hlediska metod strukturace předávání fyzikálního poznání za vhodnou metodu pro vytváření některých variantních forem kurikula.

The resulting matrix can be elaborated into a compages of qualification and quantification micro-matrices – these micro-matrices can be treated **in light of methods structuring transfer of physical knowledge** as acceptable method for forming some variant forms of curriculum.

Kvalifikační mikromatice

- obvykle souvisela se symbolickým vyjádřením fyzikální podstaty zkoumané reality fyzikální veličinou nebo se zavedením pojmově-poznatkového systému.

Kvantifikační mikromatice 1.typu

- obvykle souvisela se zavedením definičního vztahu pro veličinu ve tvaru fyzikálního vzorce (který umožňuje určit velikost veličiny, její fyzikální rozměr a definovat jednotku) nebo s odvozením fyzikálního vztahu popisujícího pojmově-poznatkový systém.

Kvantifikační mikromatice 2.typu

- obvykle souvisela se stanovením způsobu měření veličiny nebo s provedením úpravy fyzikálního zákona pro potřeby tématického celku učiva,.

Kvantifikační mikromatice 3.typu

- obvykle souvisela s nalezením aplikačního teoretického vztahu,.

Kvantifikační mikromatice 4.typu

- obvykle souvisela s formulací závěru získaného na základě sdělených popisných faktů.

The qualification micro-matrix

- usually has related to symbolical expression of physical essence of investigated reality by physical quantity or with introduction of conceptual knowledge system.

The quantification micro-matrix of the 1. type

- usually has related to introduction of definition relation for quantity in the shape of physical formula (which enables to determine the quantum of quantity, its physical dimension and to define an unit) or to derivation of physical relation describing a conceptual knowledge system.

The quantification micro-matrix of the 2. type

- usually has related to determination of quantity measurement way or to implementation of adjustment of physical law for the needs of subject matter thematic complex.

The quantification micro-matrix of the 3. type

- usually has related to finding out applied theoretical relation.

The quantification micro-matrix of the 4. type

- usually has related to formulation of conclusion obtained on the basis of communicated described facts.

Kvalifikační mikromatice a čtyři typy kvantifikačních mikromatic budou nejdříve znázorněny mikromaticovými modely kognitivních struktur a pak bude stručně popsána jejich konstrukce a kognitivní náročnost (viz Obr.3 a Obr.4)

The qualification micro-matrix and four types of quantification micro-matrices will be first of all represented by micro-matrix models of cognitive structures and, in the following, their construction and cognitive exactness will be briefly described (see Fig.3 and Fig.4).

Obr. 3 Kvalifikační mikromatice**Fig. 3 Qualification Micro-Matrix)**

| | | | | | |
|---|----|----|-----|-----|---|
| 1 | = | = | | | |
| = | 2a | | | | = |
| = | | 2b | | | |
| | | | ... | | |
| | | | | ... | |
| | = | | | | 3 |

Obr. 4 Kvantifikační mikromatice 1., 2., 3. a 4. typu**Fig. 4 Quantification Micro-Matrices of the 1., 2., 3., and 4. Types**

| | | | | | | | | |
|---|----|----|-----|-----|----|----|-----|---|
| 1 | = | = | | | | | | |
| = | 2a | | | | = | | | |
| = | | 2b | | | = | | | |
| | | | ... | | | | | |
| | | | | ... | | | | |
| | = | = | | | 3a | | | = |
| | | | | | | 3b | | = |
| | | | | | | | ... | |
| | | | | | = | = | | 4 |

Znázorněné typy mikromatic mají vyznačeny asociace (budou používány jen asociace) jen ilustrativně. Asociace se vždy nepřimykají k definiční linii mikromatic (k hlavní diagonále mikromatic), mikromatice nejsou obvykle ideálními maticemi. To však nepředstavuje narušení uspořádanosti učiva – mikromatice jsou specifickými vlastnostmi projektového kurikula a implementovaného kurikula-1, nikoliv kurikula zamýšleného. Představují strukturální charakteristiky učebního textu (a dalších případných kurikulárních dokumentů jako složek projektového kurikula) a jsou současně podkladem pro přípravu učitele na výuku (výrazem připravenosti na výuku je existence implementovaného kurikula-1).

The represented types of micro-matrices have got the marked associations (only associations will be used) only illustratively. The associations do not always touch of micro-matrices definition line (of micro-matrices main diagonal), the micro-matrices are not usually the ideal matrices. Though it does not present the disturbance of arrangement of subject matter – the micro-matrices represent the specific properties of projected curriculum and implemented curriculum-1, no of implemented curriculum. They represent the structural characteristics of textbook (and additional appropriate curricular documents as components of projected curriculum) and they are contemporarily the foundation for preparation of teacher for instruction (the existence of implemented curriculum-1 is expression of preparedness for instruction).

U kvalifikační mikromatice bude označen počet jednotek učiva spojený s číslicí 2 (tj. počet prvků definiční linie mikromatice spojený s číslicí 2) písmenem n , počet jednotek učiva spojený s číslicí 3 (tj. počet prvků definiční linie mikromatice spojený s číslicí 3) písmenem m . Jelikož kvalifikační mikromatice v podstatě definuje fyzikální veličinu (prostřednictvím vazby na některý dílčí fyzikální jev) nebo zavádí konkrétní pojmově-poznatkový systém (prostřednictvím vazby na skupinu dílčích fyzikálních jevů) bude m nabývat vždy hodnoty $m=1$. Hodnota n představuje kognitivní náročnost kvalifikační mikromatice. Např. při vymezení dílčího jevu a jeho vystižení fyzikální veličinou, představuje hodnota n počet rozkladových vlastností pro nalezení dílčího jevu v rámci jevu složitějšího. Při zavádění pojmově-poznatkového systému představuje hodnota n počet nikoliv rozkladových vlastností, ale počet syntetizujících vlastností. Písmeno m s hodnotou $m=1$ představuje zavedený dílčí jev (a s ním spojenou fyzikální veličinu) nebo zavedený pojmově-poznatkový systém. Písmeno n představuje počet rozkladových nebo syntetizujících vlastností a s rostoucím n roste kognitivní náročnost mikromatice.

For qualification micro-matrix the number of subject matter units associated with digit 2 (i.e. number of micro-matrix definition line elements associated with digit 2) will be marked by letter n , the number of subject matter units associated with digit 3 (i.e. number of micro-matrix definition line elements associated with digit 3) will be marked by letter m . The qualification micro-matrix in principle defines the physical quantity (by means of structure to some partial physical phenomenon) or introduces the concrete conceptual knowledge system (by means of structure to group of partial physical phenomena), that is why the letter m will be always to take the value $m=1$. The value n represents the cognitive exactness of qualification micro-matrix. For example, in the course of delimitation of partial phenomenon and its description by physical quantity, the value n represents the number of analytical properties for finding out a partial phenomenon within the framework of more complex phenomenon. In the course of introduction of conceptual knowledge system the value n represents the number not analytical properties but the number of synthetic properties. The letter m with value $m=1$ represents the established partial phenomenon (and with it associated physical quantity) or established conceptual knowledge system. The letter n represents the number of analytical or synthetic properties and with increasing n the micro-matrix cognitive exactness increases.

U kvantifikačních mikromatic bude ponecháno označení n pro počet prvků definiční linie spojený s číslicí 2 a označení m pro počet prvků definiční linie spojený s číslicí 3.

For quantification micro-matrix the indication n for number of definition line elements associated with digit 2 and the indication m for number of definition line elements associated with digit 3 will be kept.

U kvantifikační mikromatice 1.typu označení n udává počet veličin nezbytných pro odvození vztahu popisujícího dílčí jev nebo pojmově-poznatkový systém nebo pro nalezení fyzikálního vzorce, který je definičním vztahem veličiny jiné. Písmeno m proto vždy má hodnotu $m=1$ (nalezený vztah nebo vzorec, t.zn., že pro číslicí 3 existuje jen označení 3a, které je totožné s číslicí 4 – vždy jde o nalezený definiční vztah nebo vzorec).

For quantification micro-matrix of 1. type the indication n determines the number of quantities needful for derivation of a relation describing partial phenomenon or conceptual knowledge system or for finding physical formula which is definition relation of other quantity.

U kvantifikační mikromatice 2.typu, která obvykle souvisí s úpravami fyzikálního zákony pro potřeby příslušného tématického celku učiva, představuje písmeno n počet fyzikálních veličin nezbytných k úpravě a písmeno m počet závislostí mezi těmito veličinami, pomocí nichž tato úprava bude provedena (m je menší než n). S číslicí 4 je spojena konečná podoba upraveného fyzikálního zákona. Kognitivní náročnost stoupá s rostoucím n a s klesajícím $n-m$.

For quantification micro-matrix of 2. type which usually relates to adjustments of physical law for needs of relevant subject matter thematic complex the letter n represents the number of physical quantities needful for adjustment and the letter m the number of dependencies among these quantities by the help of which this adjustment will be carried out (m is less than n). The final shape of adjusted physical law is associated with digit 4. The cognitive exactness rises with increasing n and with decreasing $n-m$.

U kvantifikační mikromatice 3.typu, která obvykle souvisí s nalezením aplikačního teoretického vztahu (obvykle jde pak o dosazení hodnot do nalezeného vztahu k zjištění kvantifikační charakteristiky zkoumaného fyzikálního objektu, např. zda má vysokou teplotu či teplotu nízkou), představuje písmeno n počet hodnot fyzikálních veličin ve známých vztazích a písmeno m počet použitých vztahů pro dosazení hodnot (m je menší nebo rovno n). S číslicí 4 je spojena konečná kvantifikační charakteristika zkoumaného fyzikálního objektu. Kognitivní náročnost opět stoupá s rostoucím n a s klesajícím $n-m$.

For quantification micro-matrix of 3. type which usually relates to finding applying theoretical relation (usually it is given by installment of values into found relation for finding out the quantification characterization of explored physical object, for example, whether it has the high or low temperature) the letter n represents the number of values of physical quantities in known relations and the letter m the number of used relations for installment of values (m is less or equal to n). The final quantification characterization of explored physical object is associated with digit 4. The cognitive exactness rises with increasing n and with decreasing $n-m$.

U kvantifikační mikromatice 4.typu představuje písmeno n počet sdělených popisných fakt a písmeno m počet závěrů sdělených a uvedených na základě popisných fakt. Proto v kvantifikační mikromatici číslice 4 nepředstavuje žádný konkrétně vyvozený obsah. Tato mikromatice nemá formativní účinky, je proto bez kognitivní náročnosti.

For quantification micro-matrix of 4. type the letter n represents the number of communicated described facts and the letter m the number of conclusions communicated and presented on the basis of described facts. That is why the digit 4 in quantification micro-matrix does not represent in concrete deduced content. This micro-matrix has not formative effects it is without cognitive exactness.

4. Přehled metod strukturace podoby předávání fyzikálního poznání

Survey of Methods of Structuring Shape of Physical Knowledge Transfer

Variantní formy kurikula lze konstruovat a vyjadřovat pomocí kognitivně strukturních metod tvorby podoby předávání fyzikálního poznání. Funkcí modelově zobrazovaných struktur je „zobrazení struktury vědeckých a didaktických pojmů, které odpovídá potřebám a možnostem adresátů edukace“. Přehled těchto metod je následující:

- Vytváření konkrétních pojmově poznatkových modelů pomocí trojúhelníkových modelů struktury vědeckého nebo didaktického pojmu, krátce trojúhelníkové modelování struktury pojmu (viz Obr.5, Obr.6)
- Používání pěti kognitivních úrovní (úrovňové modelování struktury pojmu), které souvisejí u jedince s individuálním vývojem poznání a interních pojmově poznatkových systémů, nebo s historickým vývojem fyzikálního poznání a externích pojmově poznatkových systémů. Přehled kognitivních úrovní je následující:
 1. Prvotně empirická úroveň (zkušenostně empirická úroveň),
 2. Empirická úroveň (vědecko empirická úroveň),
 3. Parametricko symbolická (matematická) úroveň,
 4. Strukturální úroveň,
 5. Formální úroveň (úroveň formálních symbolů)

The curriculum variant forms can be constructed and represented by the help of cognitive structural methods of creation of shape of physical knowledge transfer. The function of by model way displayed structures is “Representation of structure of scientific and didactic concepts which is corresponding needs and possibilities of addressees of education”. The survey of these methods is as follows:

- Forming the concrete conceptual knowledge models with the help of triangular models of structure of the scientific or didactic concept, shortly triangular modeling concept structure (see Fig.5, Fig.6)
- Using the five cognitive levels (shortly level modeling concept structure) which are related at person to both the individual development of knowledge and the internal conceptual knowledge systems or to both the historical development of physical knowledge and the external conceptual knowledge systems. The survey of cognitive levels is as follows:
 1. Primarily empirical level (experiential empirical level),
 2. Empirical level (scientific empirical level),
 3. Parameteric symbolic (mathematical) level,
 4. Structural level,
 5. Formal level (level of formal symbols)

4.1. Trojúhelníkové modelování struktury pojmu Triangular Modeling Structure of Concept

Trojúhelníkové modelování struktury pojmu je popsáno pomocí Obr.5 a Obr.6. Vytváření modelu by mělo být v souladu s odpovídající kognitivní úrovní adresátů edukace (Tarábek, 2006, [5]).

The triangular modeling of concept structure is described by the help of Fig.5 and Fig.6. Forming model should be in accordance with corresponding cognitive level of addressees of education (Tarábek, 2006, [5]).

Obr.5 Základní trojúhelníkový model struktury pojmu

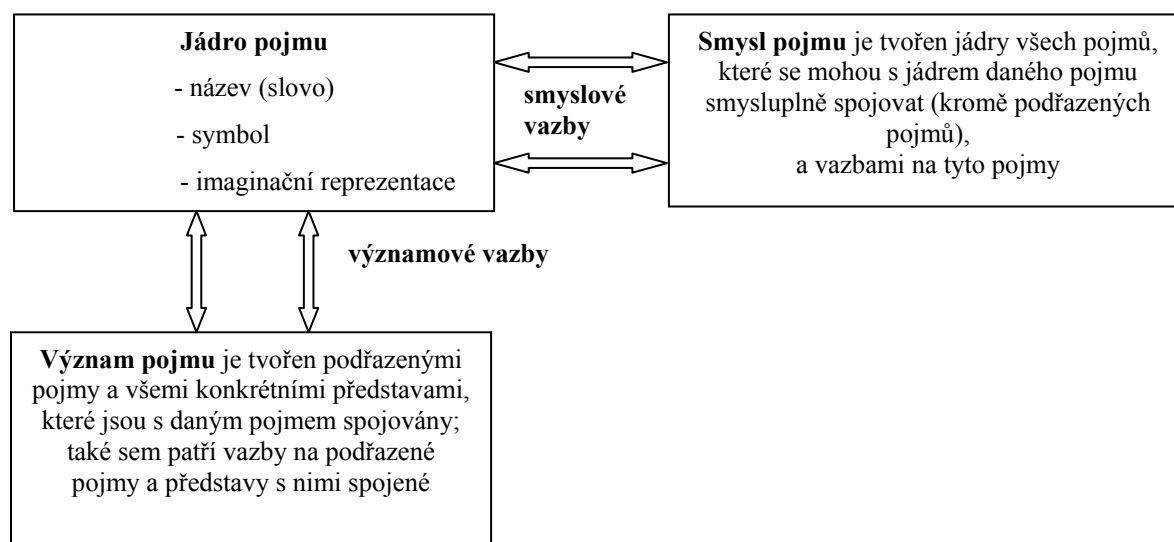
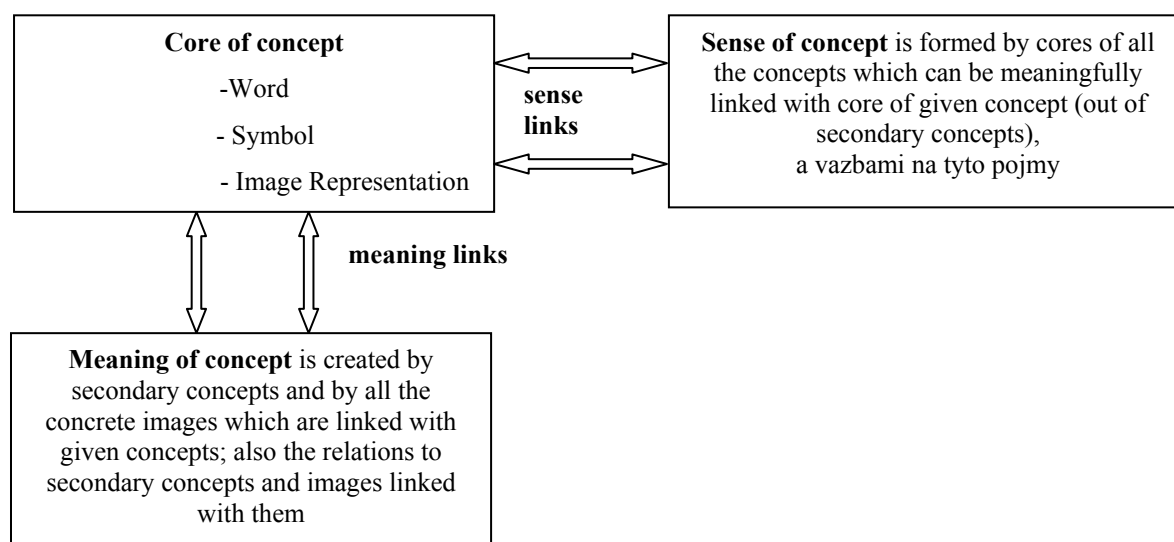
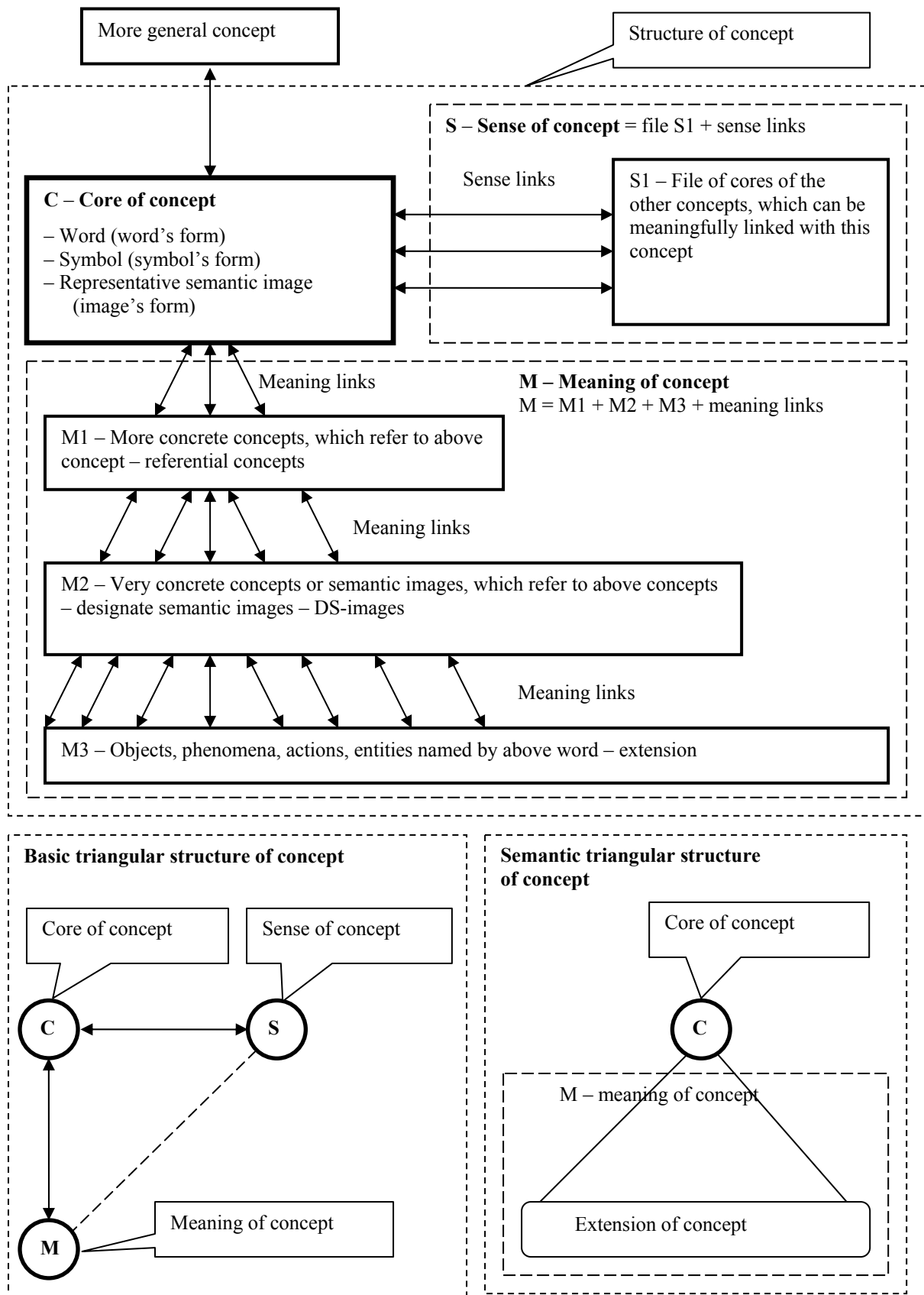


Fig.5 Basic Triangular Model of Structure of Concept

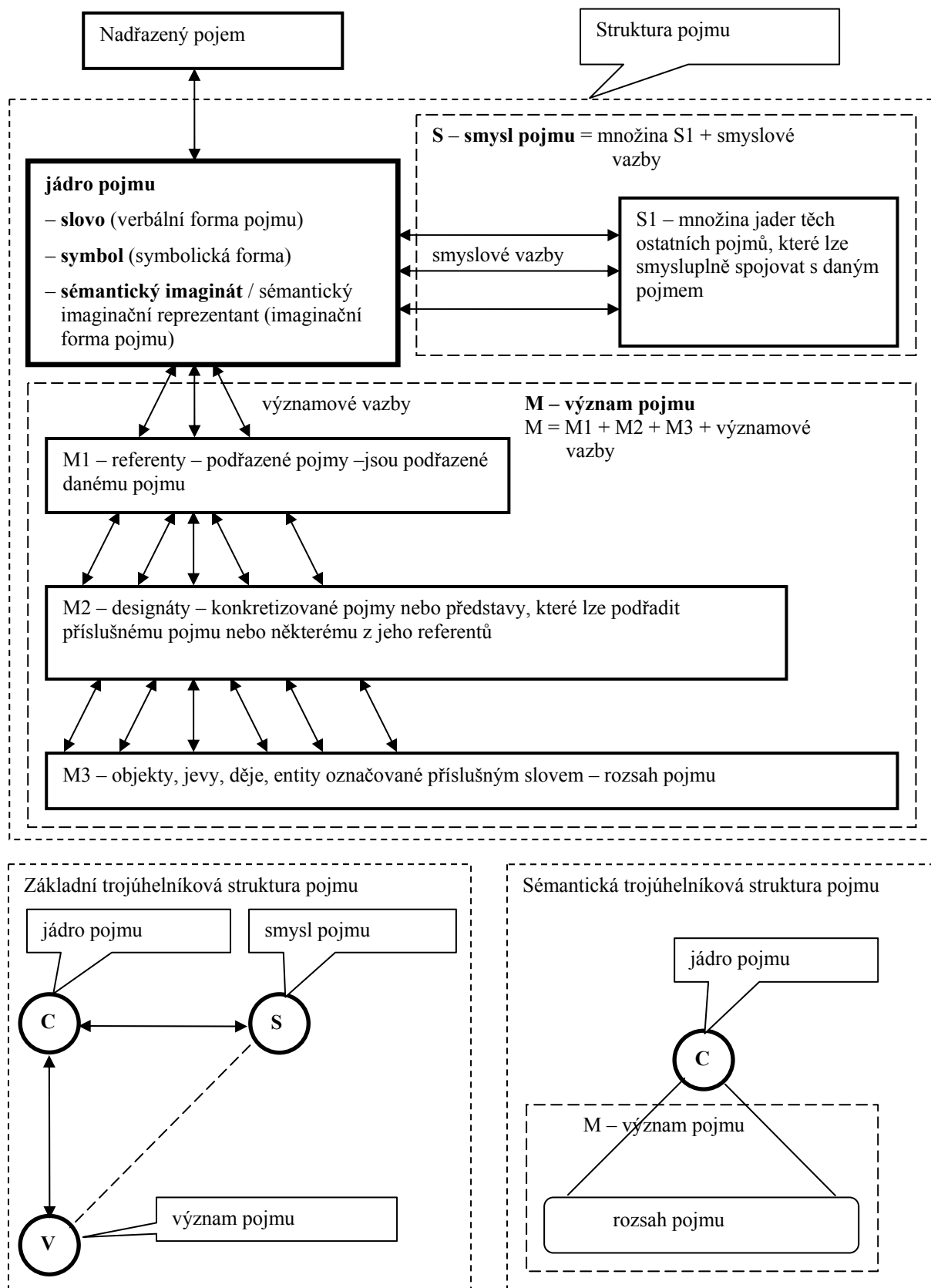


Poznámka redaktora: Bežne používanou metódou kognitívneho modelovania pojmov je napr. vytváranie pojmových máp. Tento postup nezávisle od jeho variantov modeluje interné a externé systémy pojmov vytváraním pojmových sietí a nezaobera sa vnútornou štruktúrou pojmu. Vnútornou štruktúrou pojmov sa zaoberal Vygotskij a na jeho prácu nadväzujú postupy modelovania pojmov v kognitívnej vede orientovanej na umelú inteligenciu. Kognitívne modelovanie pojmov v didaktike založené na Vygotskom a poznatkoch kognitívnych vied bolo načrtnuté napr. v práci [5] a v súčasnosti sa na rozvíjaní tejto metódy pracuje.

Fig. 6 The triangular model of the concept's structure



Obr. 6 Trojúhelníkový model pojmové struktury



4.2. Úrovňové modelování struktury pojmu Level Modeling Structure of Concept

Úrovňové modelování struktury pojmu je dáno respektováním následujících kognitivních úrovní při trojúhelníkovém modelování:

1. Prvotně empirická úroveň (zkušenostně empirická úroveň),
2. Empirická úroveň (vědecko empirická úroveň),
3. Parametricko symbolická (matematická) úroveň,
4. Strukturální úroveň,
5. Formální úroveň (úroveň formálních symbolů).

The concept structure level modeling is given by use of following cognitive levels in the course of the modeling:

1. Primarily empirical level (experiential empirical level),
2. Empirical level (scientific empirical level),
3. Parameteric symbolic (mathematical) level,
4. Structural level,
5. Formal level (level of formal symbols).

Prvotně empirická úroveň – Pojem je tvořen slovem (jádrom spojeným s konkrétními představami)
Primarily empirical level – The concept is formed by word (by core associated with concrete images)

Empirická úroveň – Jádro pojmu je tvořeno slovem a imaginačním reprezentantem, význam je tvořen větším množstvím konkrétních představ a jejich vazbami na jádro

Empirical level – The core of concept is created by word and by representative image's form, the meaning is created by larger number of concrete images and their links to core

Parametricko symbolická úroveň – Jádro je navíc schopno odpojit se od univerza konkrétních představ

Parameteric symbolic level – The core is, in addition, capable of disconnection from universe of concrete images

Strukturální úroveň – Jádro pojmu, smysl pojmu a význam pojmu mají své místo např. v analyticko-syntetickém nebo maticovém modelu kognitivní struktury

Structural level – The concept core, concept sense and concept meaning have got their places, for example, in analytical synthetic or matrix model of cognitive structure

Formální úroveň – Jádro je tvořeno slovem a symbolem, jádro je odpojeno od univerza konkrétních představ. Pojem může mít více významů daných interpretací jádra.

Formal level – The core is formed by word and symbol, the core is disconnected from universe of concrete images. The concept can obtain more meanings given by core interpretation.

5. Variantní formy kurikula a kognitivně strukturní metody Variant Forms of Curriculum and Cognitive Structural Methods

Variantní formy kurikula a didaktická komunikace fyziky:

- Výsledek transformace T1 (vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti) lze vyjádřit variantní formou „konceptuální kurikulum“,
- Výsledek transformace T2 (didaktický systém fyziky) lze vyjádřit variantní formou „zamýšlené kurikulum“,
- Výsledky transformace T3 (výukový projekt fyziky, především učební text a příprava učitele na výuku) lze vyjádřit variantními formami „projektové kurikulum“ a „implementované kurikulum-1“,
- Výsledek transformace T4 (vědomostí a další výsledky výuky fyziky) lze vyjádřit variantní formou „implementované kurikulum-2“,
- Výsledek transformace T5 (trvalá složka vzdělání a aplikovatelné výsledky výuky fyziky) lze vyjádřit variantní formou „dosažené kurikulum“.

Variant forms of curriculum and didactic communication of physics:

- The result of transformation T1 (scientific system of physics in the light of its communicability) may be expressed by variant form “conceptual curriculum”
- The result of transformation T2 (didactic system of physics) may be expressed by variant form “intended curriculum”
- The result of transformation T3 (instruction project of physics, above all textbook and preparation of teacher for instruction) may be expressed by variant forms “projected curriculum” and “implemented curriculum-1”

- The result of transformation T4 (foreknowledge and further results of physical schooling) may be expressed by variant form “implemented curriculum-2”
- The result of transformation T5 (permanent component of education and applied outputs of physical schooling) may be expressed by variant form “attained curriculum”

Přehled variantních forem kurikula:

Variantní forma kurikula – konceptuální kurikulum
Variantní forma kurikula – zamýšlené kurikulum
Variantní forma kurikula – projektové kurikulum
Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-1
Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-2
Variantní forma kurikula – dosažené kurikulum

Survey of variant forms of curriculum:

Variant form of curriculum – conceptual curriculum
Variant form of curriculum – intended curriculum
Variant form of curriculum – projected curriculum
Variant form of curriculum – implemented curriculum-1
Variant form of curriculum – implemented curriculum-2
Variant form of curriculum – attained curriculum

Přehled kognitivně strukturních metod:

Hierarchické modelování kognitivní struktury
Analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury
Maticové modelování kognitivní struktury
Mikromatické modelování kognitivní struktury
Trojúhelníkové modelování struktury pojmu
Úrovňové modelování struktury pojmu

Survey of cognitive structural methods:

Hierarchical modeling cognitive structure
Analytical synthetic modeling cognitive structure
Matrix modeling cognitive structure
Micro-matrix modeling cognitive structure
Triangular modeling concept structure
Level modeling concept structure

Metody použité při konstrukci a vyjadřování variantních forem kurikula:

Variantní forma kurikula – konceptuální kurikulum
Analyticko-syntetické modelování
Úrovňové modelování

Variantní forma kurikula – zamýšlené kurikulum
Analyticko-syntetické modelování
Maticové modelování
Trojúhelníkové modelování
Úrovňové modelování

Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-1
Mikromatické modelování

Variantní forma kurikula – projektové kurikulum
Maticové modelování
Mikromatické modelování

Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-2
Analyticko-syntetické modelování

Variantní forma kurikula – dosažené kurikulum
Analyticko-syntetické modelování

Methods used in the course of construction and representation of curriculum variant forms:

Variant form of curriculum – conceptual curriculum

- Analytical synthetic modeling
- Level modeling

Variant form of curriculum – intended curriculum

- Analytical synthetic modeling
- Matrix modeling
- Triangular modeling
- Level modeling

Variant form of curriculum – implemented curriculum-1

- Micro-matrix modeling

Variant form of curriculum – projected curriculum

- Matrix modeling
- Micro-matrix modeling

Variant form of curriculum – implemented curriculum-2

- Analytical synthetic modeling

Variant form of curriculum – attained curriculum

- Analytical synthetic modeling

6. Řešení problému a použitá literatura

Cílem předložené práce bylo popsat již vyzkoušené metody strukturace variantních forem kurikula. Předložená práce vytyčený cíl splnila následujícím způsobem:

- V 2. kapitole byl uveden přehled kognitivně strukturních metod.
- V 3. kapitole byly předloženy kognitivně strukturní metody strukturace předávání fyzikálního poznání (hierarchické, analyticko syntetické, maticové a mikromaticové modelování)
- Ve 4. kapitole byly předloženy kognitivně strukturní metody strukturace podoby předávání fyzikálního poznání (trojúhelníkové a úrovněvé modelování)
- V páté kapitole byly předloženy výběry kognitivně strukturních metod vhodné ke konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula, které tvoří části kurikulárního procesu fyziky.

Na závěr předložené práce je potřebné připomenout, že metody uvedené v 3. kapitole byly popsány P.Záškodným, metody popsané ve 4. kapitole P.Tarábkem. Významným rysem je komplementarita metod strukturace předávání fyzikálního poznání (P.Záškodný) a metod strukturace podoby předávání fyzikálního poznání (P.Tarábek)

Literatura:

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007. Bratislava: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Praha: MFF UK
- [3] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006a) Educational and Didactic Communications. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [4] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006b) Educational and Didactic Communications – Progression. In: [3]
- [5] Tarábek,P. (2006) Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept's Structure. In: [3]

V uvedených publikacích je přehled dalších publikačních zdrojů, které se týkají jak problematiky metod strukturace variantních forem kurikula, tak obecných otázek didaktické komunikace fyziky a kurikulárního procesu fyziky.

Strukturální koncepce didaktiky fyziky

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

College of Applied Economic Studies

University of South Bohemia

Prof. Jitka Fenclová-Brockmeyerová, CSc.

Curricular Studies Research Group

Key Words

System Approach, Subject of Physics Education and Its Structural Elements, Didactic Communication of Physics, Transformations of Physical Knowledge Piece, Variant Form of Curriculum, Curricular Process, Factors of Curriculum Variant Forms Transformations, Methods of Structuring Curriculum Variant Forms, Basic Features of Structural Conception of Physics Education, The First Feature – Curricular Process of Physics, The Second Feature – Structuring Physical Knowledge transfer, The Third Feature – Structuring Shape of Physical Knowledge Transfer, Interdisciplinary Collaboration of Physics Education, Determination of Structural Conception of Physics Education

Abstract

The principles of “Structural Conception of Physics Education” are formed by features of Structural Conception of Physics Education”.

The first basic feature of structural conception of physics education may be called “curricular process of physics” and it is given by succession by transformational way concurring variant forms of curriculum. The curricular process can be identified with didactic communication of physics.

The second basic feature of structural conception of physics education consist in the consequential elaboration of physics pieces of knowledge by structural way. The cognitive structural methods were developed for these purposes. These methods delimits and by model way represents cognitive structures of the transfer of physical concepts and pieces of knowledge and thereby also structures of the transfer of individual variant forms of curriculum. In so doing the accent is put on communicability and transmission of physical knowledge with the help of mediated solution of problems.

The third basic feature of structural conception of physics education likewise deals with the consequential elaboration of physics pieces of knowledge by structural way but with the objective to target the shape of transfer of physical knowledge. The cognitive structural methods were again developed for these purposes. These methods delimit and by model way represent directly the cognitive structures of physical concepts and pieces of knowledge and thereby also directly the structures of individual variant forms of curriculum as the shapes of transmission and mediation of physical knowledge.

The “Curricular Process of Physics” is deciding feature of structural conception. Another two features “Structuring Transfer of Physical Knowledge” and “Structuring Shape of Transfer of Physical Knowledge” derive benefit from simple principle of concepts representation by semantic nets or cognitive systems.

The cognitive structural methods connected with both of additional features apply for imaging the cognitive models the net graphs as acceptable instruments and they so form the comprehensible conceptual and knowledge piece maps which are an analogy of cognitive maps.

The interconnection of all the three features of structural conception of physics education is leading, in harmony with J.Fenclova-Brockmeyer, to the transfer of physical knowledge in shape adequate to the possibilities of pupils and students and in shape respecting the scientific system of physics (the conceptual curriculum). In so doing the interdisciplinary collaboration of physics education with physical science, educational science (pedagogy), and cognitive psychology is enabled.

OBSAH

1. Systémový přístup k předmětu didaktiky fyziky
 2. Vymezení problému a způsob jeho řešení
 3. Variantní formy kurikula a kurikulární proces
 4. Faktory transformací variantních forem kurikula
 5. Metody strukturace variantních forem kurikula
 6. Základní rysy variantních forem kurikula
 - 6.1. První rys – Kurikulární proces fyziky
 - 6.2. Druhý rys – Strukturace předávání fyzikálního poznání
 - 6.3. Třetí rys – Strukturace podoby předávání fyzikálního poznání
 - 6.4. Shrnutí rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky
 7. Řešení problému
- Literatura

1. Systémový přístup k předmětu didaktiky fyziky

Teoretická koncepce didaktiky fyziky je podle publikace J.Fenclové-Brockmeyerové a P.Tarábka, 2007 ([3]) obecně založena na systémovém přístupu k předmětu didaktiky fyziky. **Systémový přístup** se podle této publikace používá na takové zkoumané univerzum, o němž se předpokládá nebo ví, že je systémem tvořeným prvky a vazbami mezi prvky (strukturou systému). Univerzum, kterým se didaktika fyziky zabývá, je natolik složitým systémem, že v rámci teoretické koncepce musí být zkoumána **strukturální koncepce didaktiky fyziky** a nalezená struktura reprezentována zjednodušeným modelem nebo i více modely podobně jako je tomu u jiných společenských věd. V společenských vědách existuje synchronně vedle sebe více paradigmat, čemuž odpovídá obvykle více souběžně existujících modelů zkoumaného společenského univerza.

Mezi základní strukturální pojmy didaktiky fyziky zařazují publikace J.Fenclové-Brockmeyerové, P.Tarábka, 2007, P.Záškodného, 2007 ([3,1]) následující pojmy:

- *Didaktická komunikace fyziky jako sled transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku*
- *Spojení vstupů a výstupů transformací T1 až T5 s variantními formami kurikula a spojení didaktické komunikace fyziky s kurikulárním procesem fyziky*
- *Faktory transformací fyzikálního poznatku jako faktory transformací variantních forem kurikula*
- *Metody strukturace variantních forem kurikula*

2. Vymezení problému a způsob jeho řešení

Na základě systémového přístupu k teoretické koncepci didaktiky fyziky a na základě inventáře základních strukturálních pojmů didaktiky fyziky lze vymežit způsob zkoumání strukturální koncepce didaktiky fyziky:

- a) Popsat spojení vstupů a výstupů transformací T1 až T5 s variantními formami kurikula (viz 3. kapitola)
- b) Vymezit faktory transformací variantních forem kurikula (viz 4. kapitola)
- c) Popsat metody strukturace variantních forem kurikula (viz 5. kapitola)
- d) Realizovat konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula (viz 5. kapitola)
- e) Souhrnně popsat základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky jako řešení vymezeného problému (viz 6. kapitola)
- d) Popis řešení problému pomocí strukturálního modelu didaktiky fyziky jako samostatného vědeckého oboru a popis základní interdisciplinární spolupráce při jeho řešení (viz 7. kapitola)

3. Variantní formy kurikula a kurikulární proces

V publikaci „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [1]) byl učiněn pokus o „fúzi“ evropské didaktické tradice a angloamerické kurikulární tradice.

S přispěním prací především J.Fenclové-Brockmeyerové, P.Tarábka, J.Průchy a J.Maňáka publikace ověřila hypotézu, že didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T1 až T5 fyzikálního poznatku (Záškodný, 2007, [1]), je na souhrnu vstupů a výstupu jednotlivých transformací poslovností na sebe navazujících variantních forem kurikula:

- **konceptuálního kurikula (Conceptual curriculum)** jako vyjádření vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výstup transformace T1, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky)
- **zamýšleného kurikula (Intended curriculum)** jako vyjádření didaktického systému fyziky (výstup transformace T2, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti)

- **projektového kurikula (Projected curriculum) a implementovaného kurikula-1 (Implemented curriculum-1)** jako vyjádření výukového projektu fyziky a přípravy učitele na výuku (výstupy transformace T3, vstupem do této transformace byl didaktický systém fyziky)
- **implementovaného kurikula-2 (Implemented curriculum-2)** jako vyjádření dosažených výsledků výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace (výstup transformace T4, vstupem do této transformace byl výukový projekt fyziky)
- **dosaženého kurikula (Attained curriculum)** jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání v rámci aplikovatelných výsledků výuky fyziky (výstup transformace T5, vstupem do této transformace byly dosažené a ohodnocené výsledky výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace).

Hypotézu publikace bylo možno považovat jen za zhruba ověřenou. „Jemnější“ ověření je určitě dáno průzkumem konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jako jednotlivých součástí **kurikulárního procesu fyziky**.

Pojem „Kurikulární proces fyziky“ byl v publikaci P.Záškodného, 2007, [1] definován jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako vědecký systém fyziky“, transformační návaznost je označena šipkami →):

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

4. Faktory transformací variantních forem kurikula

V publikacích J.Fenclové-Brockmeyerové a P.Tarábka, 2007, [3] „Teoretická koncepce didaktiky fyziky“, „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ jsou mezi faktory transformací v didaktické komunikaci (dále faktory transformací variantních forem kurikula)zařazeny:

- Východiskové koncepce fyzikální edukace,
- Koncepce a cíle fyzikální edukace,
- Metodika výuky,
- Kvalifikace aktérů edukace,
- Kognitivní úroveň edukantů,
- Vstupní a výstupní znalosti edukantů

1) Východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání vstupují do transformace T1. Východiskové koncepce mohou být různé:

Klasická fenomenologická koncepce ve fyzice představuje rozdělení na klasické disciplíny, popis fyzikálních jevů a jejich zákonitostí na základě makroskopických znaků.

Historická koncepce sleduje vývojové linie poznávání, podporuje rozvoj kognitivních schopností a umožňuje studentům a žákům vnímat fyziku jako dobrodružství poznávání.

Systémová koncepce je založena na systémovém přístupu a vnímá fázi F0 didaktické komunikace (Záškodný, 2007, [1]) a vědecký fyzikální pojmově poznatkový systém nebo jeho vybranou část jako strukturu s vnitřními souvislostmi, která se pak promítá i do rámcových plánů osnov a učebnic.

Výběrová koncepce vybírá pouze některé poznatky např.:

- z hlediska jejich použitelnosti např. v integrovaném vyučování (science education),
- ty, jež jsou zaměřené na rozvoj klíčových kompetencí (např. kognitivních) ve vyučování,
- z hlediska aplikace fyzikálních poznatků v technice a praxi atd.

2) Koncepce a cíle vzdělávání vstupují do transformací T2 a T3 a určují koncepční charakter jak didaktického systému fyziky tak i výukového projektu fyziky. Cíli výuky se obvykle rozumějí zamýšlené, plánované výsledky, k nimž má výuka dospět, a mají prognostický, intencionální a finální charakter. Taxonomie a klasifikace cílů jako výsledek didaktické analyticko-syntetické metody je abstraktní logickou konstrukcí s pedagogickou a psychologickou intencí a je dána specifickou kvalitou fyzikálního poznání. Je obecným modelem, který teprve ve spojení s obsahem může vést ke konkrétnímu rozpracování učiva a dílčích cílů. Přesně formulované cíle skýtají možnost hodnotit jejich dosažitelnost a výsledky výuky nejen ve finálním stadiu ale také v průběhu výuky. Soustava cílů je tedy konkrétním vyjádřením smyslu a koncepce vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky. Soustava cílů ve fyzikálním vzdělávání je dobře rozpracovaná (viz Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [3]), potřebuje ovšem doplnit o cíle související s klíčovými kompetencemi, které jsou využitelné v reálném životě člověka v rychle měnící se informační společnosti se znalostní ekonomikou (viz Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [3]).

3) Metodika výuky vstupuje do transformací T3 a T4, přičemž vytváří, zkoumá a následně vybírá vyučovací formy, metody, postupy a didaktické prostředky používané ve výukovém procesu. Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky. Poněkud ovšem zaostává v oblasti takových metod a forem výuky, které jsou zaměřeny na dosahování cílů souvisejících s efekty edukace v společnosti (viz Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [3]).

4) Kvalifikace aktérů vzdělávání je vstupním prvkem transformace T2 – při tvorbě didaktického systému fyziky je nutno počítat také se znalostmi a pedagogickými kompetencemi učitelů, jinak je didaktický systém fyziky nereálný. Současně je učitel se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu, tj. transformace T4.

5) Kognitivní úroveň edukantů je determinujícím vstupním prvkem transformace T2, v níž je nutno přizpůsobit strukturální jednotky (odpovídající jednotkám učiva ve výukovém projektu) úrovni poznání a myšlení příjemců vzdělání (pomocí kognitivní analýzy a syntézy) (viz Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [3]). Kognitivní úroveň edukantů by měla být respektována také ve výukovém procesu T4, v kterém by měla být větší pozornost věnována postupnému budování pojmů se zřetelem na etapy pojmově-poznávacího procesu (viz Brockmeyerová, Tarábek, 2007, [3]). V opačném případě dochází k vytváření nedokonalých forem pojmů, mnohdy formálně vybudovaných, což znemožňuje porozumění učiva v další výuce edukantů.

6) Vstupní a výstupní znalosti edukantů

Předpokládané vstupní a výstupní znalosti, které jsou určené cíle edukačního procesu, vstupují jako determinující vstupní faktory do transformací T2 a T3. Vstupují také do transformace T4, přičemž vstupní znalosti jsou na začátku transformace, dosahované výstupní znalosti jsou jejím výsledkem. Didaktický systém, výukový projekt i vlastní proces výuky jsou charakterizovány soustavou vytyčených cílů s přihlédnutím na adresáty edukace. Veškeré snažení směřuje k tomu, aby u žáků/studentů výuka vyvolala určité změny jejich vědomostí a dovedností, poznávacích schopností a myšlení, představ, názorů, zájmů a postojů. Pouze tyto hodnoty jsou mírou kvality celé didaktické komunikace, přičemž jsou také mírou efektivnosti výuky ve vztahu k vynaložené energii a času studujících i k celkovým nákladům.

Publikace P.Záškodný, 1983, P.Záškodný, 2007, P.Záškodný, 2007a, P.Záškodný, J.Fenclová-Brockmeyerová, P.Tarábek 2008 [4, 1, 2, 3] vycházejí z následující konkretizace faktorů transformací variantních forem kurikula:

1) **Východiskové koncepce fyzikálního vzdělávání** - Systémová koncepce jako základ pro tvorbu vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti.

2) **Koncepce a cíle vzdělávání** - Soustava cílů je konkrétním vyjádřením smyslu a koncepce vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky.

3) **Metodika výuky** - Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky.

4) **Kvalifikace aktérů vzdělávání** - Učitel je se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu.

5) **Kognitivní úroveň edukantů** - Determinující vstupní prvek pro přizpůsobení strukturálních jednotek (jednotek učiva) potřebám a možnostem edukantů v didaktickém systému fyziky, ve výukovém projektu fyziky a v průběhu samotné výuky.

6) **Vstupní a výstupní znalosti edukantů** - Předpokládané vstupní a výstupní znalosti jsou dalším determinujícím prvkem pro tvorbu didaktického systému fyziky, výukového projektu fyziky a pro přípravu učitele na výuku a průběh samotné výuky.

Souhrnně lze konstatovat, že uvedené publikace P.Záškodný, 1983, P.Záškodný, 2007, P.Záškodný, 2007a, P.Záškodný, J.Fenclová-Brockmeyerová, P.Tarábek 2007 [4, 1, 2, 3] vycházejí ze systémové koncepce jako východiskové koncepce fyzikální edukace a z nepřetržitého respektování potřeb a možností adresátů fyzikální edukace při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula.

5. Metody konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula

Publikace P.Záškodného, 2007, [1] ověřila hypotézu, že souhrnu vstupů a výstupu jednotlivých transformací odpovídá posloupnost na sebe navazujících variantních forem kurikula (konceptuální kurikulum, zamýšlené kurikulum, projektové kurikulum, implementované kurikulum-1, implementované kurikulum-2, dosažené kurikulum).

Za svůj další přínos publikace P.Záškodného, 2007, [1] **považovala vnesení otázky výběru vhodných kognitivně strukturních metod do procesů konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula**. Nezbytné je přitom respektovat faktory transformací variantních forem kurikula popsané ve 4. kapitole.

V této souvislosti **publikace P.Záškodného, 2007, [1]** obsahovala dvě následující doporučení:

1. První skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací předávání fyzikálního poznání“ (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivních struktur)

2. Druhou skupinou vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jsou kognitivně strukturní metody spojené se „strukturací podoby předávání fyzikálního poznání“ (trojúhelníkové a úrovnové modelování struktury pojmů).

Popis obou skupin metod strukturační variantních forem kurikula se stala náplní publikace „Metody strukturační variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [2]). První skupina metod, navržená a ověřená P.Záškodným, byla v publikaci popsána prostřednictvím hierarchického, analyticko-syntetického, maticového a mikromaticového modelování kognitivní struktury. Druhá skupina metod, navržená P.Tarábkem, byla v publikaci popsána prostřednictvím trojúhelníkového a úrovnového modelování struktury pojmů.

Podrobné použití a popis těchto metod ke konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula je náplní druhého dílu monografie “Educational and Didactic Communication 2007 – Methods”. Tvorbě každé variantní formy kurikula je v tomto dílu věnována zvláštní kapitola.

6. Základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky

Za další přínos publikace P.Záškodného, 2007, [1] **považovala explicitní vnesení otázky strukturální koncepce didaktiky fyziky** a dala k řešení této otázky následující doporučení:

Strukturální koncepce didaktiky fyziky by mohla být tvořena třemi základními rysy – kurikulárním procesem a první a druhou skupinou kognitivně strukturních metod. Propojení těchto rysů by pak bylo spojeno s využíváním kognitivně strukturních metod při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula (tuto domněnku je třeba ověřit provedením konstrukcí a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula).

6.1. První rys – Kurikulární proces fyziky

První základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky vyplývá ze srovnání transformací T1 až T5 a variantních forem kurikula a je připomenut následujícím přehledem:

- **Konceptuální kurikulum** jako edukační konstrukt (výsledek transformace T1)
- **Zamýšlené kurikulum** jako edukační konstrukt (výsledek transformace T2)
- **Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1** jako edukační konstrukty (výsledky transformace T3)
- **Implementované kurikulum-2** jako edukační konstrukt (výsledek transformace T4)
- **Dosažené kurikulum** jako edukační konstrukt (výsledek transformace T5).

Tento rys lze nazvat „kurikulárním procesem fyziky“ a je úzce spojen jednak s přístupem ke kurikulu jako variantnímu fenoménu, jednak s vhodnými metodami tvorby uvedených edukačních konstruktů. Formulace tohoto rysu je založena na pracích J.Brockmeyerové, P.Tarábka, P.Záškodného, J.Průchy a J.Maňáka.

6.2. Druhý rys – Strukturační předávání fyzikálního poznání

Druhý základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky spočívá v důsledné strukturaci předávání fyzikálního poznání. Proto je potřebné v rámci transformací T1 až T5 konstruovat a vyjadřovat poznatky fyziky tvořící variantní formy kurikula ve strukturované podobě, s respektováním možností adresátů edukace a s cílem zaměřit se na předávání fyzikálního poznání. K těmto účelům byly vyvinuty P.Záškodným **kognitivně strukturní metody předávání fyzikálního poznání**, kladoucí důraz na **sdílitelnost a přenos fyzikálního poznání pomocí zprostředkovaného řešení problémů** (Záškodný, 2007a, [2]).

K těmto metodám patří hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivních struktur. Výsledkem použitých metod je pak hierarchický model kognitivní struktury, analyticko-syntetický model kognitivní struktury, maticový model kognitivní struktury, kvalifikační a kvantifikační mikromatice. Metodiku tvorby všech typů kognitivních struktur lze nalézt v práci P.Záškodného, 2007a, [2].

Tento rys lze nazvat „strukturací předávání fyzikálního poznání“ a v podstatě odpovídá na otázku “jak přenášet a zprostředkovávat fyzikální poznání”.

6.3. Třetí rys – Strukturace podoby předávání fyzikálního poznání

Třetí základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky se rovněž zabývá důsledným zpracováním poznatků fyziky **strukturovaným způsobem**, rovněž v rámci transformací T1 až T5 a odpovídajících variantních forem kurikula a rovněž s respektováním možností adresátů edukace, ale s cílem zaměřit se na podobu předávání fyzikálního poznání (Záškodný, 2007a, [2]). K těmto účelům byly opět vyvinuty P.Tarábkem **kognitivně strukturální metody**, které modelují struktury fyzikálních pojmů a poznatků a struktury variantních forem kurikula a tím přímo **podoby přenášení a zprostředkování fyzikálního poznání**.

K těmto metodám patří trojúhelníkové modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních fyzikálního poznání, tj. ve spojení s úrovnovým modelováním. Přitom je využíván jednoduchý princip **reprezentace pojmů sémantickými sítěmi nebo kognitivními systémy** (Záškodný, 2007a, [2]).

Tento rys lze nazvat „strukturací podoby předávání a zprostředkování fyzikálního poznání“ a v podstatě odpovídá na otázku “v jaké podobě přenášet a zprostředkovávat fyzikální poznání”.

6.4. Shrnutí rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky

Rozhodujícím rysem strukturální koncepce je „Kurikulární proces fyziky“. Další dva rysy „Strukturace předávání fyzikálního poznání“ a „Strukturace podoby předávání fyzikálního poznání“ využívají jednoduchý princip reprezentace pojmů sémantickými sítěmi (Záškodný, 2007a, [2]). Nezbytným doplňkem těchto tří rysů je respektování konkrétně zvolené soustavy faktorů transformací variantních forem kurikula.

Kognitivně strukturální metody spojené s oběma dalšími rysy proto používají jako vhodné nástroje pro zobrazování kognitivních modelů síťové grafy a vytvářejí tak srozumitelné pojmové a poznatkové mapy, které jsou analogiemi map kognitivních (Záškodný, 2007a, [2]).

Propojení všech tří rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky vede k přenosu fyzikálního poznání v podobě respektující vybranou soustavu faktorů transformací variantních forem kurikula (zvláště přiměřenost možnostem žáků a studentů a respektování vědeckého systému fyziky a konceptuálního kurikula). Tím je umožněna interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky s fyzikou, edukační vědou (pedagogikou) a kognitivní psychologií.

Propojení všech tří rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky také umožňuje popsat, které z kognitivně strukturálních metod jsou vhodné pro konstrukci jednotlivých variantních forem kurikula.

Publikace P.Záškodného, 2007, [1] vymezila pojmy kurikulum, kurikulum fyziky, variantní forma kurikula a kurikulární proces. Publikace P.Záškodného, 2007a, [2] popsala metody strukturace variantních forem kurikula prostřednictvím hierarchického, analyticko-syntetického, maticového, mikromaticového, trojúhelníkového a úrovnového modelování. Odtud pramení přehled metod pro konstrukci jednotlivých variantních forem kurikula:

Variantní forma kurikula – konceptuální kurikulum

Analyticko-syntetické modelování

Úrovnové modelování

Variantní forma kurikula – zamýšlené kurikulum

Analyticko-syntetické modelování

Maticové modelování

Trojúhelníkové modelování

Úrovnové modelování

Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-1

Mikromaticové modelování

Variantní forma kurikula – projektové kurikulum

Maticové modelování

Mikromaticové modelování

Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-2

Analyticko-syntetické modelování

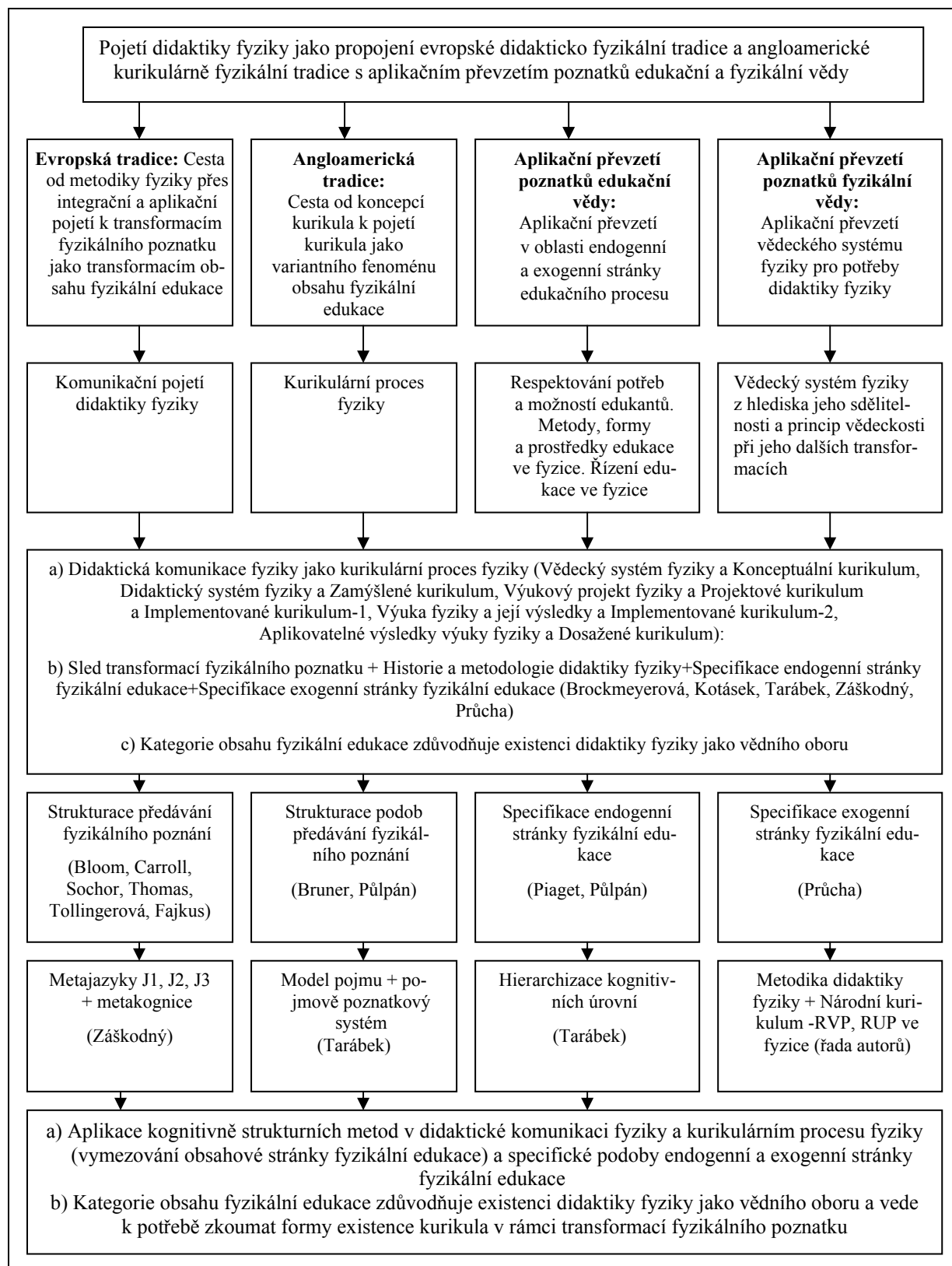
Variantní forma kurikula – dosažené kurikulum

Analyticko-syntetické modelování

7. Řešení problému

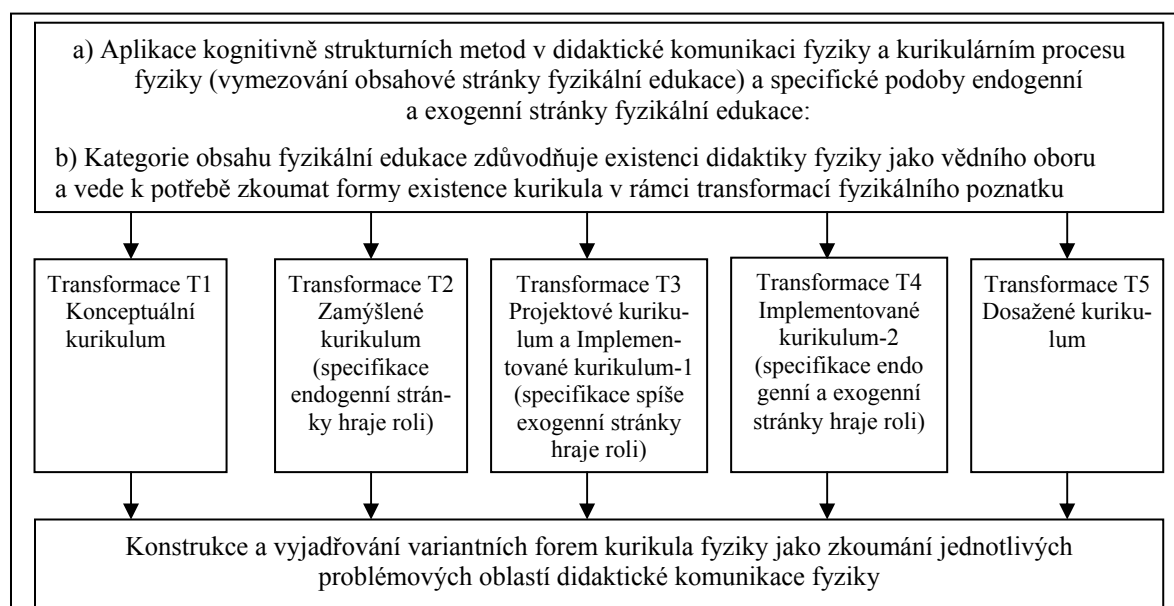
Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky je uveden na obrázku Obr.1 a je rozčleněn do dvou částí. Analyticko-syntetický model je převzat z publikace P.Záškodného, 2007, [1] a umožňuje popsat výsledky dosažené předloženou prací – základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky a interdisciplinární spolupráci samostatného vědeckého oboru „Didaktika fyziky“ s dalšími vědeckými obory.

Obr.1 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky – 1.část



První část modelu ukazuje, že zcela samostatným objektem, který zcela náleží didaktice fyziky, je základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky - kurikulární proces fyziky. V rámci této první části se také poukazuje na podstatnou důležitost spolupráce s edukační vědou (specifické přebírání poznatků o endogenní a exogenní stránce edukačního procesu pro potřeby didaktiky fyziky) a na podstatnou důležitost spolupráce s fyzikou jakou konkrétní vědou o přírodě (specifické přebírání poznatků o vědeckém systému fyziky pro potřeby didaktiky fyziky).

Obr.1 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky – 2.část



Druhá část modelu naznačuje, že se didaktice fyziky otevírá velký prostor pro vědecký výzkum aplikací druhého a třetího rysu strukturální koncepce didaktiky fyziky. Tento prostor lze rozčlenit na konstrukci a vyjadřování konceptuálního kurikula fyziky (které je synonymem sdělitelnosti vědeckého systému fyziky), zamýšleného kurikula fyziky (které vyjadřuje didaktický systém fyziky jako vědecký systém fyziky přizpůsobený a přiměřený možnostem adresátů fyzikální edukace), projektového kurikula fyziky (které se nachází v době napsaných učebnicích), implementovaného kurikula-1 fyziky (které se nachází v mysli edukátora), implementovaného kurikula-2 (které se nachází v mysli edukanta) a v neposlední řadě dosaženého kurikula (které provází při profesní kariéře nejen absolventy fyzikální edukace, ale také „žije“ v celé společnosti). Takto členěný prostor pro další výzkum poukazuje na potřebu interdisciplinárně spolupracovat s dalšími vědami z oblasti sociálních věd a psychologických věd (zvláště se sociologií, edukační psychologií a kognitivní psychologií).

Strukturální koncepce didaktiky fyziky je určena:

- Třemi základními rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky: Kurikulárním procesem fyziky, Strukturací předávání fyzikálního poznání, Strukturací podoby předávání fyzikálního poznání
- Tři základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky jsou funkční, jestliže jsou respektovány faktory transformací variantních forem kurikula.
- Interdisciplinární spoluprací s edukační a fyzikální vědou a s dalšími vědami, především z oblasti sociálních věd a psychologických věd
- Interdisciplinární spoluprací s dalšími didaktikami přírodovědných školních předmětů (Physics Education as a Part of Science Education)
- Další výzkum v oblasti didaktiky fyziky by měl vycházet ze strukturálního začlenění v rámci analyticko-syntetického modelu didaktiky fyziky na Obr.1

Literatura

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational & Didactic Communication 2007. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007a) Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational & Didactic Communication 2007. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [3] Fenclová-Brockmeyerová,J., Tarábek,P. (2007) Teoretická koncepce didaktiky fyziky. Educational & Didactic Communication 2007. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [4] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied

Cognitive Terms in Didactic Communication of Science

Pavol Tarábek, Didaktis

Kľúčové pojmy: interný pojem, externý pojem, interný pojmovo-poznatkový systém (IPPS), externý pojmovo-poznatkový systém (EPPS), mentálny pojmovo-poznatkový systém, vedecký pojmovo-poznatkový systém, vývojové úrovne EPPS, kognitívna analýza, kognitívna syntéza, kognitívne modelovanie, trojuholníkový model pojmovej štruktúry, vývojové úrovne pojmov

Key words: internal (mental) concept, external concept, internal (mental) conceptual knowledge system (ICKS), external conceptual knowledge system (ECKS), scientific conceptual knowledge system, cognitive analysis, cognitive synthesis, cognitive modeling, triangle model of concept structure, levels of concept formation, conceptual developmental levels

Abstrakt: V práci sú spracované kognitívne termíny používané v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. Prezentovaná je kognitívna analýza, syntéza a kognitívne modelovanie pojmov založené na trojuholníkovom modeli pojmu a vývojových úrovniach matematických a fyzikálnych pojmov.

Abstract: The terms of cognitive science used in didactic communication of natural sciences are presented and defined. The cognitive analysis, synthesis and cognitive modelling based on a triangular model of concept structure in relation to conceptual developmental levels is presented.

1. Úvod

Jednou z **dimenzií** didaktickej komunikácie prírodných vied je proces didaktickej adaptácie vedeckých/ odborných pojmov a poznatkov primerane **kognitívnej úrovni** edukantov. Z tohto dôvodu sa musí teória didaktickej komunikácie zaoberať poznávaním, učením a myslením edukantov v rámci celého ich **kognitívneho vývoja**, pričom využíva poznatky kognitívnej psychológie a používa pojmy kognitívnej vedy. Vzhľadom na to, že základné pojmy kognitívnej vedy majú viaceré významy, je potrebné špecifikovať konkrétny význam, ktorý sa používa v tejto teórii. Okrem toho pre popis kognitívnych úrovní mentálnych reprezentácií edukantov ako aj pre popis primeraných foriem systémov poznatkov a pojmov, ktoré sú v edukačnom procese edukantom sprostredkované, bolo nutné zvoliť výstižné termíny, ktorými sú externý pojmovo-poznatkový systém a interný (mentálny) pojmovo-poznatkový systém.

Interné (mentálne) pojmovo-poznatkové systémy (IPPS) sú súbory pojmov a poznatkov, ktoré poznávajúci subjekt vytvára alebo získava v procese výchovy a vzdelávania, vlastnou observačnou činnosťou (pozorovaním) a prostredníctvom empirickej skúsenosti, ako aj cieľavedomým experimentovaním a vlastným myslením v procese vedeckého poznávania.

Externé pojmovo-poznatkové systémy (EPPS) sú výsledkom spoločenského poznávacieho procesu, t.j. poznávacieho procesu ľudského spoločenstva ako súhrnu poznávacích subjektov, pričom treba rozlišovať, o aký súhrn poznávacích subjektov sa jedná. **Vedecké externé pojmovo-poznatkové systémy** sú výsledkom poznávacieho procesu spoločenstva vedcov v danej vednej disciplíne. Sú tvorené systémom vedeckých pojmov niektorých pojmov prirodzeného jazyka, vedeckých faktov, zákonov, princípov a teórií, ich aplikácií a interpretácií. Nedeliteľnou súčasťou externých pojmovo-poznatkových systémov je vedecký obraz sveta (z pohľadu príslušnej vednej disciplíny), ktorý je systémom obecných predstáv o realite konzistentne spojený s vedeckými poznatkami a formulovaný obvykle v prirodzenom jazyku rozšírenom o vedecké pojmy. Takto boli termíny interný pojmovo-poznatkový systém a externý pojmovo-poznatkový systém definované v roku 1988 (Tarábek).

2. Kognitívne (poznávacie) procesy a ich výsledky

Termín „**kognitívne (poznávacie) procesy**“ označuje procesy zúčastnené v poznávaní skutočnosti. Kognitívne (poznávacie) procesy sú:

- vnímanie, pociťovanie vedúce na vnemy a pocity;
- procesy učenia a pamäti;
- imaginatívne procesy vedúce na predstavy a fantázie;
- myslenie späté predovšetkým s rečou a myšlienkové riešenie problémov.

(Čáp, Mareš, 2001, pozri aj citácie C12 až C19 v dodatku).

Kognitívne procesy vedú na vytvorenie vnemov, predstáv, vedomostí, znalostí, poznatkov, pojmov, úsudkov. Obecne sa **výsledky kognitívnych procesov** nazývajú rôzne:

- kognitívne významové útvary (citácia C17, C20),
- mentálne reprezentácie vonkajšieho prostredia (citácie C68, C70),
- mentálne modely (citácia C70, C77),
- mentálny poznatkový systém (citácia C50),
- kognitívna štruktúra (citácia C66),
- vzdelávacie výsledky edukačného procesu – v pedagogike (Čáp, Mareš 2001; Linhart 1976, Sedláková 2004; Sternberg 2002; Průcha 2002; pozri aj citácie 17, 19, 20, 22, 23, 24, 30, 35, 36, 39, 50, 61, 66, 68, 70, 72 v dodatku).

3. Pojmové poznatkové systémy

Pojmy, poznatky, pravidlá, zákony, princípy v danej vednej či technickej disciplíne tvoria systém, ktorý má určitú štruktúru (Čáp, Mareš, 2001, Linhart 1976, Nakonečný 1997, Sternberg 2002). Z tohto dôvodu sa v kognitívnych vedách používajú termíny: systém pojmov, systém poznatkov, systém pojmov a poznatkov, **pojmové poznatkové systémy**. (citácie C40 až C46, C48, C49, C50, C51, C52, C53, C54, C55). Ak sú súčasťou pojmového poznatkového systému aj metódy, postupy, myšlienkové algoritmy, používa sa napr. termín **conceptual framework**. The **framework** is built from a set of concepts linked to a planned or existing system of methods, behaviours, functions, relationships, and objects (C48).

Termín „systém pojmov a poznatkov, **pojmové poznatkové systémy**“ sa niekedy používa aj na označenie systému pojmov a poznatkov v ľudskej mysli, pričom sa pridáva atribút „mentálny“, t.j. **mentálny pojmové poznatkové systémy** (C51, C52).

Termín „**kognitívny systém**“ použitý v r. 1988 (Tarábek), nie je príliš vhodný na označenie systému pojmov, poznatkov, algoritmov, postupov a metód v mysli človeka. V kognitívnej vede sa totiž používa na označenie človeka, počítača, organizácie (teda celého kognitívneho systému = hardware + software), ktorý je schopný vnímať realitu, prijímať a spracovávať informácie, vytvárať mentálne reprezentácie reality, rozmýšľať a pod. (pozri citácie C57 až C61 v dodatku). Výnimočne sa „kognitívny systém“ používa na označenie systému pojmov, pravidiel, zákonov jazyka či vednej disciplíny, napr. „kognitívny systém jazyka, kognitívny systém matematiky (pozri citácie C62 až C64 v dodatku)“, **kognitívny systém fyziky** reprezentovaný kognitívnym modelom štruktúry fyziky (Záškodný).

Vychádzajúc z práce (Guilford), ktorý ako produkty poznávacieho procesu označuje jednotky, triedy, vzťahy, **systémy**, transformácie a podľa (Anderson, Bartolo, Damasio, Mann; C78, C79, C80) budeme používať termín **pojmové-poznatkové systémy – PPS** (Tarábek), v angličtine **conceptual knowledge system**, pričom budeme rozlišovať:

- externý pojmové-poznatkové systémy – EPPS,
- interný (mentálny) pojmové-poznatkové systémy – IPPS (Tarábek, 2003).

Termínom „**pojmové-poznatkové systémy**“ sa obvykle označuje iba taký systém, ktorý má štruktúru, t.j. jeho pojmy a poznatky sú poprepájané väzbami. Znamená to, že obsahuje neformálne znalosti, t.j. znalosti, ktoré si edukant vytvoril počas kognitívneho procesu, ktorým rozumie, vie ich používať a aplikovať. Súbor reproduktívnych, faktografických, encyklopedických vedomostí, namemorovaných faktov bez porozumenia sa obvykle nenazýva systémom.

Ak teda hovoríme o **poznatkoch** *1 ako súčasti interného pojmo-poznatkového systému, môžeme pod ne zaradiť aj vedomosti a znalosti (Čáp, Mareš, Sternberg, pozri aj citácie C21, C24). Takisto môžeme pod poznatky zaradiť aj **operačné/procedurálne znalosti** *2 (C21, C23, C25, C26, C31, C32).

Rovnako v angličtine sa rozlišujú vedomosti, ako naučené fakty, vety, vzorce, postupy, metódy a poznatky, ktoré získal edukant svojím aktívnym poznávaním:

Knowledge – the state or fact of knowing – vedomosť, znalosť (pozri C29);

Knowledge – the sum or range of what has been perceived, discovered – poznatok, or learned – vedomosť (pozri C29);

The term **knowledge** is also used to mean the confident understanding of a subject. – poznatok (C30);

Knowledge is defined variously as expertise, and **skills** acquired by a person through experience or education. – operačné znalosti;

the theoretical or practical **understanding** of a subject – poznatky; **facts** and **information** – vedomosti (C30).

4. Externý a interný pojmo-poznatkový systém

Poznávaci (kognitívny) proces je proces, ktorým človek dochádza k poznatkom, pričom jeho súčasťou je aj vytváranie pojmov. Rozlišujeme individuálny a spoločenský poznávaci proces.

Individuálny poznávaci proces – spôsoby a postupy poznávania, vytvárania pojmov a poznatkov u človeka. Závisí od veku, skúseností, úrovne a rozsahu už vytvorených pojmov a získaných poznatkov, od kvality vnímania a myslenia, pričom už to, čo vnímame, je určované našimi hypotézami o svete a modelmi sveta zabudovanými do nášho myslenia v procese sociálneho učenia (Tarábek, 1988).

Pod individuálny poznávaci proces zaraďujeme aj **učenie (riadený poznávaci proces)**, ak vedie k vytváraniu a formovaniu pojmov, k vytváraniu poznatkov, k vedomostiam s porozumením a k aktívnym znalostiam v mysli edukanta.

Výsledkom individuálneho poznávacieho procesu je **interný pojmo-poznatkový systém (IPPS)** resp. **mentálny pojmo-poznatkový systém**. Je to systém pojmov a poznatkov, ktoré si poznávaci subjekt vytvára resp. získava v procese výchovy, vzdelávania, vlastnou observačnou činnosťou (pozorovaním), prostredníctvom empirickej skúsenosti, ako aj cieľavedomým experimentovaním a vlastným myslením v procese vedeckého poznávania. Pod poznatky zaraďujeme aj vedomosti, ktoré sú účasťou systému, t.j. sú prepojené na ostatné prvky IPPS, teoretické i praktické znalosti a to nielen deklaratívne ale aj operačné/procedurálne. Pojmy majú svoju vlastnú **štruktúru**, ktorej súčasťou (ak sú pojmy dostatočne sformované) sú podradené pojmy a predstavy tvoriace ich významovú zložku ako aj priradené pojmy a zmyslové väzby tvoriace zmyslovú zložku (Tarábek, 2004, 2005, 2006, 2007).

Spoločenský poznávaci proces je poznávaci proces ľudského spoločenstva ako súhrnu poznávacích subjektov. Jeho výsledkom sú **externé pojmo-poznatkové systémy (EPPS)**, pričom treba rozlišovať o aký súhrn poznávacích subjektov sa jedná.

Vedecké externé pojmo-poznatkové systémy sú výsledkom poznávacieho procesu spoločenstva vedcov v danej vednej disciplíne. Sú tvorené systémom vedeckých pojmov, vedeckých faktov, zákonov, princípov a teórií, ich aplikácií a interpretácií, ďalej systémom operatívnych/procedurálnych poznatkov – poznávacích, modelovacích, aplikačných a interpretačných metód a postupov, ktoré daná vedná/odborná disciplína používa. Nedeliteľnou súčasťou externých pojmo-poznatkových systémov je vedecký obraz sveta (z pohľadu príslušnej vednej disciplíny), ktorý je systémom obecných predstáv o realite konzistentne spojený s vedeckými poznatkami a formulovaný obvykle v prirodzenom jazyku rozšírenom o vedecké pojmy. Súčasťou EPPS aj tie pojmy prirodzeného jazyka, ktoré vedci/odborníci používajú pri prezentácii vedeckých výsledkov ľuďom, ktorí nie sú odborníkmi v danom odbore.

*1 Termín „poznatok“ sa obvykle používa v dvoch významoch:

1. **Poznatok** je kognitívny významový útvar, ktorý je výsledkom poznávacieho procesu, napr. v rámci vedeckého výskumu, odbornej činnosti a je súčasťou externých pojmo-poznatkových systémov – **externý poznatok**.
2. **Poznatok** je produkt poznávacej činnosti človeka, či už v rámci vlastného poznávania založeného na skúsenosti a myslení, alebo v procese učenia, rovnako aj v pracovnej činnosti. Vtedy je súčasťou interných pojmo-poznatkových systémov. (Čáp, Mareš, Sternberg, pozri aj citácie C20, C21, C24, C26, C27, C29, C30)

Filozofické pojmovo-poznatkové systémy sú výsledkom poznávacieho procesu filozofov danej filozofickej školy, **technické externé pojmovo-poznatkové systémy** sú výsledkom práce odborníkov a vedcov v technických disciplínach.

Externé pojmovo-poznatkové systémy (EPPS) sú vždy akousi hranicou vo vývoji poznávacieho procesu ľudstva dosiahnutou v danom období. Z tohto hľadiska môžeme hovoriť o externých pojmovo-poznatkových systémoch v skorších etapách spoločenského poznávacieho procesu, ktoré sú všeobecnou spoločenskou skúsenosťou v procese poznávania sveta a človeka, pričom sa odovzdávajú z generácie na generáciu rôznou formou spoločenskej komunikácie.

Externé pojmovo-poznatkové súbory na začiatku vývoja človeka sú tvorené skúsenosťami a odovzdávajú sa napodobovaním v procese učenia. Neskoršie sa k tomu pripája reč ako dokonalejšia komunikačná forma. U prvých civilizácií sa objavuje písmo, ktoré umožňuje aj komunikáciu vzdialených subjektov, pričom jeho prednosťou je možnosť uschovávanía výsledkov poznávania mimo mozgu človeka. Súčasťou externých poznatkových systémov predgréckych civilizácií sú mýty, s rozvojom filozofie v starom Grécku sa objavujú filozofické teórie.

Vedecké, filozofické, technické i spoločenské externé pojmovo-poznatkové systémy sú ďalším generáciám odovzdávané oddávna výchovou a vzdelávaním. Pritom iba malá časť najvzdelanejších jedincov prevezme dané poznatkové systémy vo zvolenej poznávacej disciplíne v plnom rozsahu, takže ich interné poznatkové systémy sú prakticky totožné s externými poznatkovými systémami.

Pri analýze historického vývoja externých poznatkových systémov boli rozlíšené viaceré **vývojové úrovne EPPS** a to:

- vo fyzike úroveň primitívne-empirická, empirická, parametrická, štruktúrna a formalizačná (Tarábek 1988, 2002, 2003, 2006);
- v matematike úroveň empirická (obrazová), imaginačná/ikonická, symbolická a formálna (Tarábek 2006, 2007) *3.

5. Definícia interného pojmovo-poznatkového systému (IPPS)

Interné pojmovo-poznatkové systémy sú tvorené prvkami a reláciami resp. väzbami medzi prvkami. Elementárnymi prvkami IPPS sú pojmy na rôznej abstrakčnej úrovni a na rôznych úrovniach vytvárania, ďalej sú to slová, matematické, fyzikálne a iné symboly, predstavy na rôznej úrovni abstrakcie, ako aj elementárne znaky jednotlivých predstáv – vnemov uchovávaných v pamäti. Väzby medzi prvkami IPPS sú rozličných typov, ich množina je oveľa bohatšia než množina prvkov (Tarábek 1988, 2004, 2005). Väzby na elementárnych prvkoch vytvárajú prvky vyššieho rádu – rôzne kontextuálne spojenia medzi slovami prirodzeného jazyka, gramatiky, skúsenosti, empirické a teoretické zákony, pravidlá, matematické vety, logické väzby medzi axiómami, zákonmi a princípmi vedeckej teórie, včítane väzieb umožňujúcich interpretáciu teórie do reality, funkčné väzby medzi prvkami myšlienkových modelov technických systémov a pod.

Interný pojmovo-poznatkový systém je teda dvojica $[M, Re]$, kde M je množina všetkých prvkov IPPS a Re je množina relácií na M (Půlpán 1981, Tarábek 1988).

Ak predpokladáme, že **interný pojmovo-poznatkový systém je statická štruktúra** reálne existujúca v mozgu mysliaceho subjektu (môžeme si ju predstaviť ako software počítača), potom **reálna činnosť** – vnímanie a myslenie – je pohyb po tejto štruktúre cez existujúce väzby medzi prvkami.

Interný pojmovo-poznatkový systém sa ako každý software môže meniť. **Zmeny IPPS** sú vyvolané učením, poznávaním a tvorivou myšlienkovou činnosťou.

*2 V kognitívnej psychológii, pedagogike a didaktike sa rozlišujú **deklaratívne znalosti** resp. **deklaratívne vedomosti** (vedieť, čo) a **operatívne** resp. **procedurálne znalosti** (vedieť, ako), (Čáp, Mareš, Sternberg, pozri aj citácie C21, C23, C25, C27, C28, C31, C32). Rovnako anglický termín „knowledge“ rozlišuje (C28, C31, C32) „declarative knowledge“ a „procedural/operational knowledge“.

*3 Pri analýze modelov IPPS a ich overovaní na žiakoch a študentoch boli zistené prvky niektorých úrovní EPPS v rámci kognitívneho vývoja, napr.: prvky úrovne primitívne-empirickej, empirickej, parametrickej pri štúdiu interných fyzikálnych pojmov a poznatkov u žiakov základnej a strednej školy (Tarábek 2002, 2003); prvky úrovne empirickej (obrazovej), imaginačnej (ikonickej) a nástup úrovne symbolickej pri štúdiu matematických pojmov a poznatkov u detí predškolského veku a žiakov základnej školy (Tarábek 2007).

Myslenie môže prebiehať rozličnými cestami, môže byť chaotické, nemusí viesť k nijakému zmysluplnému cieľu. Existujú však určité myšlienkové postupy, ktoré sú efektívne z hľadiska poznávania, riešenia problémov a úloh, overovanie modelov a predpokladov atď. Tieto myšlienkové postupy sa nazývajú **operačné poznatky**, ktoré sú (ako prvky tretieho rádu) taktiež súčasťou IPPS. **Operačné poznatky** sú napr. **algoritmy a postupy riešenia úloh**, rôzne **metódy riešenia** problémov a komplexnejších úloh a komplexné **prístupy** k poznávacej realite resp. študovanému univerzu.

V súlade s termínmi „interný a externý pojmo-poznatkový systém“ budeme používať aj termíny:

- **externé pojmy – interné (mentálne) pojmy**,
- **externé poznatky – interné (mentálne) poznatky** *1.

6. Kognitívna analýza a syntéza, kognitívne modelovanie

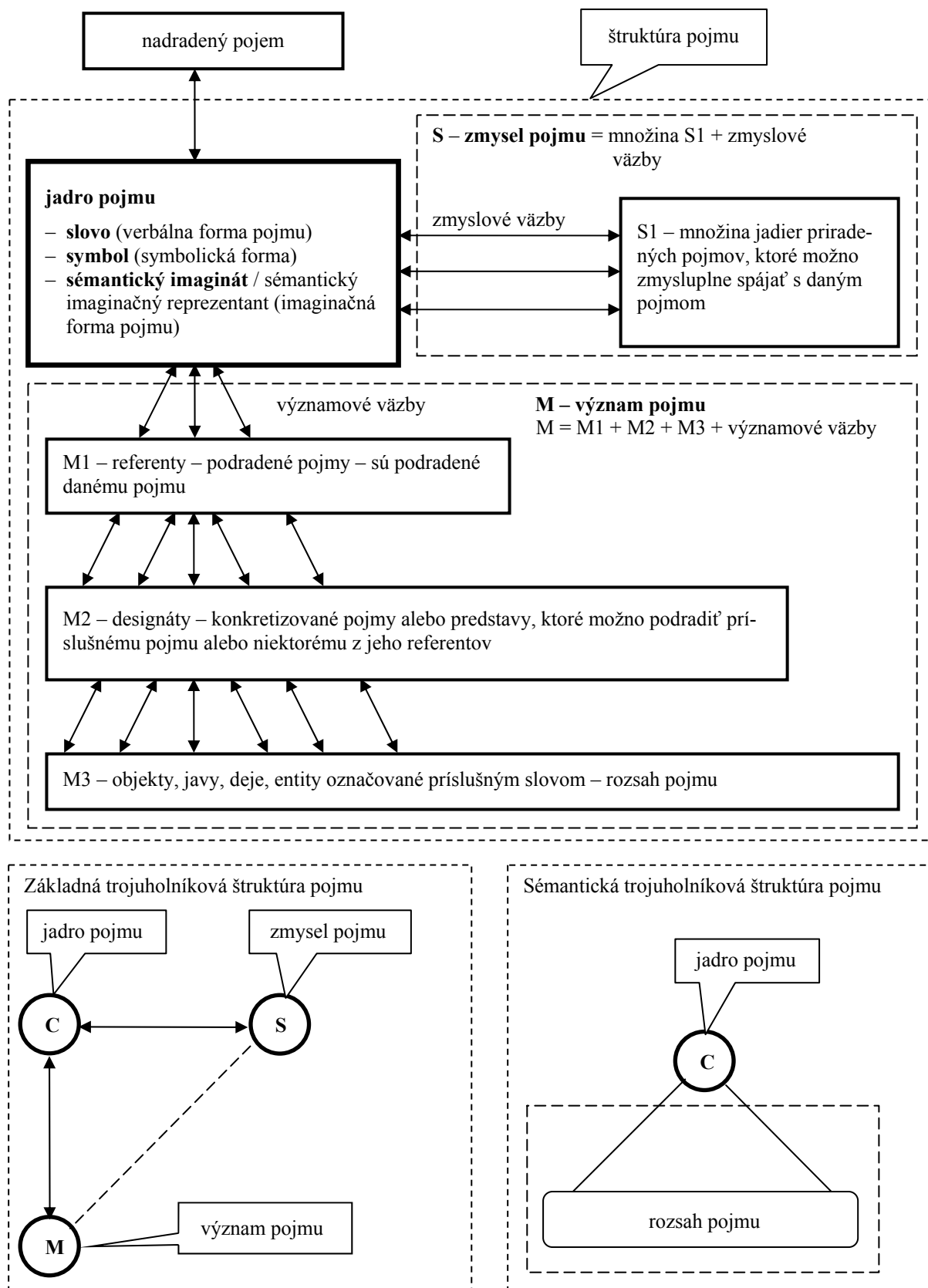
Externé pojmo-poznatkové systémy majú svoju štruktúru, ktorú možno zistiť a modelovať rôznymi metódami, napr. vytváraním sietí, štruktúrovaním textu pomocou kľúčových pojmov a ďalšími (networking, Dansereau, Holley, concept structuring, Vaughan, podrobnosti v Čáp, Mareš, 2001). Systémovo-logickou metódou je analyticko-syntetické modelovanie (Záškodný, 2004, 2005, 2006) – jeho výsledkom sú **kognitívne modely** vedeckého systému príslušnej vedy (fyziky, matematiky, chémie, biológie atď.).

Interný pojmo-poznatkový systém konkrétneho jedinca v danom odbore je úplnou alebo neúplnou **mentálnou reprezentáciou** externého pojmo-poznatkového systému tohto odboru. Pretože jeho skutočnú fyzickú podobu nepoznáme, na jeho štúdium používame **kognitívne modelovanie** *4 založené na poznatkoch kognitívnych vied o štruktúre externých pojmov, poznatkov a pojmo-poznatkových systémov. Bežne používanou metódou kognitívneho modelovania pojmových systémov je vytváranie pojmových máp (Čáp, Mareš, 2001). Tento postup nezávisle od jeho variantov modeluje interné a externé systémy pojmov vytváraním pojmových sietí a nezaobera sa vnútornou štruktúrou pojmu. Iné metódy, napr. „concept tree method“ (Driscoll, Tessmer, Wilson, 1985, 1989, 1990, [33], [34]), „analýza pojmových štruktúr – concept prototypes“ (Bergeron, 2007, [35], [36]) modelujú prevažne systémy pojmov a väzby medzi pojmi. Vnútornou štruktúrou pojmov sa zaoberal Vygotskij (1956, 1970, 2004) a na jeho prácu nadväzujú postupy modelovania pojmov v kognitívnej vede orientovanej na umelú inteligenciu (napr. Tuomi, 1998, Yih, Lin, Hung 2007, [37], [38]). V nadväznosti na koncepciu Vygotského, koncepty sémantických sietí (Linhart, 1976, Sternberg, 2002) a sémantické modelovanie pojmov a poznatkov (Pülpán, 1988, Tarábek 1985, 1988, 1989) bol vytvorený **trojuholníkový model štruktúry pojmu** (pozri obr. 1, Tarábek, 2004, 2005, 2006, 2007) a špecifikované jeho vývojové úrovne (pozri obr. 2). Základné prvky modelu sú: **jadro C** (core), **význam M** (meaning) a **zmysel S** (sense), ako aj ich vzájomné prepojenia a hierarchické úrovne M1, M2, M3 významových rovín. Na základe trojuholníkového modelu pojmovej štruktúry sa začala vyvíjať špecifická metóda **kognitívnej analýzy a kognitívnej syntézy** externých vedeckých/odborných pojmov aj ich mentálnych reprezentácií, ktorá umožňuje konštruovať **kognitívne modely štruktúry** externých aj interných pojmov – **trojuholníkové modelovanie pojmovej štruktúry** *5.

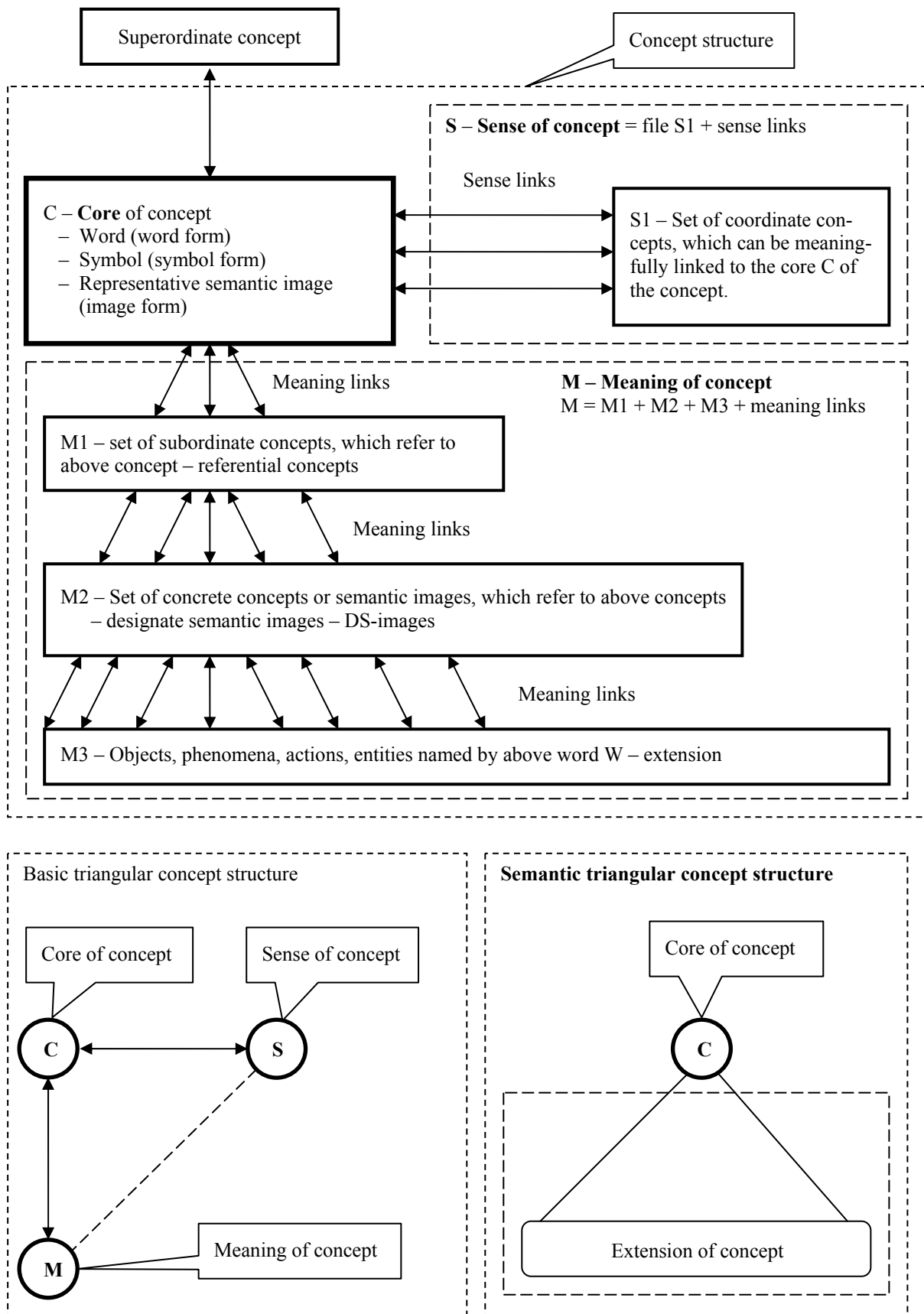
* 4 Modelovanie je metóda je obvyklá napr. v kvantovej fyzike a mikrofyzičkej (t.j. vo fyzike študujúcej mikroobjekty – atómy, elektróny, elementárne častice, kvarky, fotóny, gluóny, gravitóny), avšak v niektorých prípadoch aj v klasickej fyzike. Väčšinu z objektov mikrofyzičkej nikdy nikto nevidel. Sme však schopní pozorovať ich „stopy“ v makrosvete, ich prejavy (napr. stopy elementárnych častíc v bublinkovej komore, na fotografickej emulzii, elektrické pole elektrónov, magnetické pole pohybujúcich sa elektrónov). Objekty mikrofyzičkej modelujeme myšlienkovými štruktúrami, na základe týchto modelov predpovedáme ich správanie a modely korigujeme podľa výsledkov experimentov. Kvantová fyzika a mikrofyzičkej je plná takýchto modelov a žiaden fyzik si nedovolí tvrdiť, že objekty „vyzerajú“ tak, ako ich modely popisujú – už aj preto, že predstavy, ako objekty mikrofyzičkej vyzerajú, sú obvyklé pri poznávacích postupoch v makrosvete, avšak v mikrosvete sú nanajvýš pomôckou, ale často aj prekážkou pri poznávaní. V kontexte pojmov a zákonov teórie sa potom fyzik musí obísť bez predstáv mikroobjektov a nahrádza ich modelmi. Nie je neobvyklé, že modelov konkrétneho mikroobjektu je spočiatku viac a dôležité je iba to, aby čo najlepšie popisovali jeho vlastnosti a predpovedali jeho správanie. Tento postup sa používal aj v makrofyzičkej pri vytváraní pojmov takých objektov, ktoré fyzika nemohla pozorovať priamo: energia, entropia, pole... Napr. elektrické pole sa modelovalo siločiarami, ktoré niesli informáciu o smere a veľkosti elektrických síl pôsobiacich na elektrický náboj; magnetické pole sa modelovalo indukčnými čiarami; energia sa modeluje pomocou premien jedného druhu energie na iný aj pomocou jej (matematických) vzťahov k práci, k teplu a pod.

*5 Názov navrhol P. Záškodný, 2007 [39].

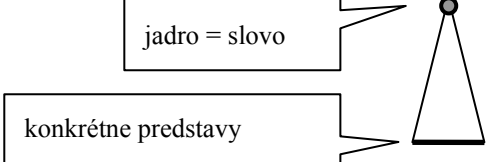
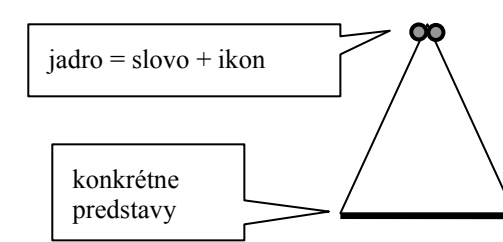
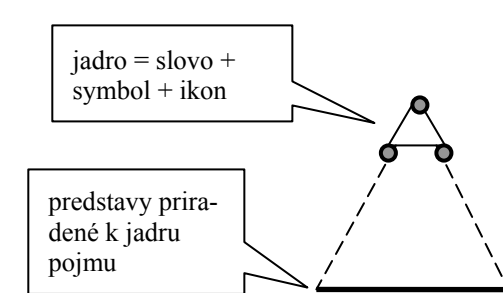
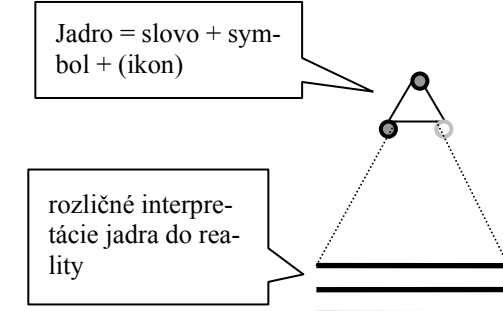
Obr. 1: Trojuhelníkový model pojmovej štruktúry



Picture 1: The triangular model of concept structure



Obr. 3: Vývojové úrovne matematických a fyzikálnych pojmov

| Úrovne fyzikálneho/matematického pojmu | Tvar fyzikálneho/matematického pojmu |
|--|--|
| <p>1. Empirická (obrazová) úroveň Pojem je tvorený konkrétnymi predstavami a slovným názvom, ktorý je súčasne jadrom.</p> |  |
| <p>2. Imaginačná / Ikonická úroveň Jadro pojmu je tvorené slovom a ikonickým reprezentantom. Význam je tvorený väčším množstvom konkrétnych predstáv a ich väzbami na jadro.</p> |  |
| <p>3. Symbolická úroveň Jadro pojmu je tvorené slovom, symbolom a ikonickým reprezentantom. Význam je tvorený podradenými pojmami, konkrétnymi pojmami, predstavami a ich väzbami na jadro. Jadro je schopné odpojenia od univerza konkrétnych predstáv.</p> |  |
| <p>4. Formálna úroveň Jadro formálneho pojmu je tvorené slovom a symbolom (obsahuje aj ikon, je však nepodstatný). Jadro je odpojené od univerza konkrétnych predstáv a myseľ s ním operuje úplne samostatne. Pojem môže mať viacero významov, ktoré sú dané interpretáciou príslušného jadra do reality (môže to byť aj imaginárna realita).</p> |  |

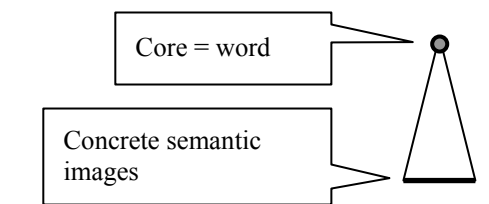
- 1. Empirická (obrazová) úroveň** pojmov zodpovedá **primitívne-empirickej úrovni** pojmo-poznatkových systémov.
 - 2. Imaginačnú/ikonickú úroveň** dosahujú pojmy na **empirickej úrovni** pojmo-poznatkových systémov.
 - 3. Symbolickú úroveň** dosahujú pojmy na **parametrico-symbolickej úrovni** pojmo-poznatkových systémov a pretrvávajú aj na **štruktúrálnej úrovni**.
 - 4. Formálnu úroveň** môžu pojmy dosiahnuť už na **štruktúrálnej úrovni** pojmo-poznatkových systémov, obvykle ju dosahujú až na **formálnej úrovni** pojmo-poznatkových systémov.
- Popis úrovní pojmo-poznatkových systémov (Tarábek, 1988, 1989, 2002, 2003).

Fig. 3: Math concept levels in the process of their formation

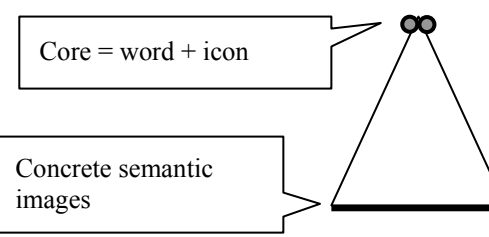
The levels of the math/physics concept

Math/physics concept's form

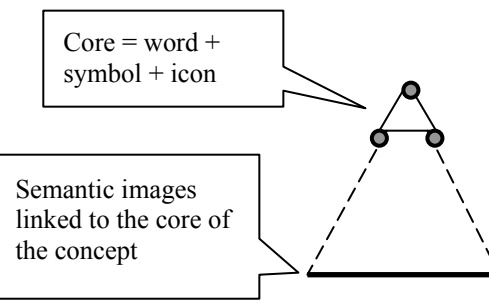
1. Empirical level
 The core of concept is made up of word name.
 The meaning – concrete semantic images.



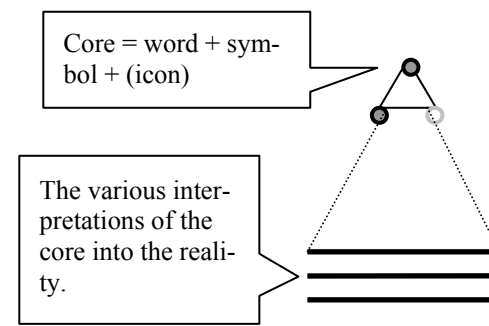
2. Icon level
 The core of the concept is made up of a word and an icon representative.
 The meaning is made up of a larger set of concrete semantic images and their links to the core.



3. Symbolical level
 The core of the concept is made up of a word, a symbol and an icon representative.
 The meaning is made up of subordinate concepts, a larger set of concrete concepts and/or semantic images and links to the core.
 The core can be separated from the set of concrete semantic images and the mind can operate with it independently.



4. Formal level
 The core of a **formal concept** is made up of a word and a symbol (there might be an icon too, but it is not important).
 The core is fully separated from the set of semantic images.
 The formal concept can have more meanings, what are various interpretations of this concept's core into the reality. It can be an imaginary reality too.



1. **Empirical level** of concepts correspond with **primitive empirical level** of conceptual knowledge systems.
2. **Imaginative/Icon level** of concepts: the concepts attain this level at **empirical level** of conceptual knowledge systems.
3. **Symbolical level** of concepts: the concepts attain this level at **parametric/symbolic level** of conceptual knowledge systems and continue at **structural level**.
4. **Formal level** might the concepts attain at **structural level** of conceptual knowledge systems.
 The concepts usually attain the formal level at **formal level** of conceptual knowledge systems.

Description of **conceptual knowledge levels** see (Tarábek, 1988, 1989, 2002, 2003).

Literatúra

- [01] Anderson, M., T., Spector, M., J. (2000). *Integrated and Holistic Perspectives on Learning, Instruction and Technology*. Springer, ISBN 0792367057
- [02] Bartolo, A., Daumüller, M., Della Sala, S., Goldenberg, G., (2007) Relationship between object-related gestures and the fractionated object knowledge system. *Behavioural Neurology*, Volume 18, Number 3, p. 143 - 147
- [03] Čáp, J., Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál s. r. o.
- [04] Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 380, 499-505.
- [05] Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw Hill.
Guilford, J. P. (1988). Some dangers in the structure-of-intellect model. *Educational & Psychological Measurement*, 48, 1–4
- [06] Linhart, J. (1976). *Činnost a poznávání*. Praha: Československá akademie věd.
- [07] Mann, G. (1995) Beeline - A Situated, Bounded Conceptual Knowledge System. *Journal of Systems Research and Information Science*, 1995, 7, pp 37-53,
- [08] Nakonečný, M (1997). *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia.
- [09] Půlpán, Z. (1981). *Vytváření struktur ve středoškolské fyzice*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta
Půlpán, Z. (1988). *K problematice sémantizace některých přírodovědných poznatků*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta.
- [10] Průcha, J. (2002) *Moderní pedagogika*. Praha: Portál s. r. o.
- [11] Sedláková, M. (2004) *Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie. Mentální reprezentace a mentální modely*. Praha: Grada.
- [12] Sternberg, R.J. (2002) *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál s. r. o.
- [13] Tarábek, P. (1985) The Structure of empirical physics's knowledge and the teaching physics. *Zborník 8. konferencie československých fyzikov*. Bratislava
- [14] Tarábek, P. (1988) Model poznávacieho procesu fyziky a štruktúra fyzikálnych pojmov. V zborníku *Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky zo seminára pracovnej skupiny pre obecné otázky odborových didaktik matematiky a prírodovedných predmetov v rámci DÚ ŠPZV IX-10-2/2*. Bratislava: ÚÚVU.
- [15] Tarábek, P. (1989) Developmental levels of the natural science knowledge, *Miscellanies of the European Regional Workshop*, Praha: UNESCO.
- [16] Tarábek, P. (2002) Levels of internal concept knowledge system, *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences)*, New York, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [17] Tarábek, P. (2003) Developmental levels of the natural science knowledge. *Formation and Design of Textbook (volume 1)*. London, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [18] Tarábek, P. (2003) External and internal concept knowledge system. *Formation and Design of Textbook (volume 2)*. London, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [19] Tarábek, P. (2004) Concept structure. *Modern Science and Textbook Creation (Vol. 1)*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [20] Tarábek, P. (2004) Štruktúry pojmov a poznatkov - aplikácie vo vyučovaní. *Inovácie v škole 2004*. Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [21] Tarábek, P. (2005) Concept networking based on the triangular model of concept's structure. *Modern Science and Textbook Creation (Vol. 2)*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [22] Tarábek, P. (2005) Zmysel školského vzdelávania v spoločnosti so znalostnou ekonomikou - Modelovanie štruktúry pojmov a poznatkov. *Inovácie v škole 2005*. Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [23] Tarábek, P. (2006) Concept levels imagined by triangular model of concept's structure. *Educational and Didactic Communication*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [24] Tarábek, P. (2006) Vývojové úrovne pojmov pri ich formovaní. *Inovácie v škole 2006*. Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [25] Tarábek, P., Záškodný, P. (2006) Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika, fyzika, informatika* 16, 3 - 4. Praha: Prometheus.

- [26] Tarábek, P. (2007) Vývojové úrovne matematických pojmov při ich formovaní. *Inovácia v matematickej príprave žiakov, zborník z vedeckej konferencie*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity.
- [27] Vygotskij, L.S.: Myšlení a řeč. Moskva: Akademia pedagogičeskich nauk, 1956; Praha: SPN, 1970; Praha: Portál, 2004.
- [28] Záškodný, P. (2004) Theory of educational communication and cognitive structure of physics. *Modern Science and Textbook Creation (Vol. 1)*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [29] Záškodný, P. (2005) Modeling of physics structure. *Modern Science and Textbook Creation (Vol.2.)*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [30] Singer, J, Záškodný, P. (2006) Model of structure of statistical physics. *Educational and Didactic Communication*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [31] Záškodný, P. (2006) Model of structure of non-statistical physics. *Educational and Didactic Communication*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [32] Záškodný, P. (2006) Survey of principles of theoretical physics. Ostrava: Algoritmus.
- [33] Driscoll, M. P. Tessmer, M. (1985). Applications of the concept tree and rational set generator for coordinate concept learning. American Educational Research Association, Chicago.
Driscoll, M.P. (1989, February). Concept trees and RSGs: New and easy ways to teach and learn concepts. Congreso Internacional De Ciencias De La Educacion, University of Monterrey, Monterrey, Mexico.
- [34] Tessmer, M., Wilson, B., Driscoll, M. (1990). A new model of concept teaching and learning. *Educational technology, research and development*, 38 (1), 45-53.
- [35] Bergeron Corrie. (2007) Instructional design 101. <http://rocky.itasca.net/~corrie/ID101B.pdf>
- [36] Concept analysis (2007) <http://www.cwu.edu/~streetl/CONCEPTS.html>
- [37] J.M. Yih, Y.H. Lin and W.L. Hung (2007). Fuzzy Approach Method for Concept Structure Analysis based on FLMP and ISM with Application in Cognition Diagnosis of Linear Algebra. Proceedings of the 12th International Conference on Fuzzy Theory & Technology. <http://www.cs.nhcue.edu.tw/wlhung/publications.htm>
- [38] Tuomi Ilkka. (1998). Vygotsky in a TeamRoom: An exploratory study on collective concept formation in electronic environments. Nokia Research Center. P. O. Box 407, FIN-00045 Nokia Group, Finland. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=798712>
- [39] Záškodný, P. (2007). Metody strukturace variantních forem kurikula. Monografia Educational and Didactic Communication 2007. Bratislava: Didaktis
- [40] Ďalšia literatúra je uvedená v citáciách C1 až C77.

Dodatok: Termíny kognitívnej vedy a kognitívnej psychológie – citácie

Kognitívna veda

- C1: **Kognitívni veda** – interdisciplinárny obor zahrnujúci kognitívnu psychológiu, psychobiológiu, filozofiu, antropológiu, lingvistiku a umelou inteligenciu. Cieľom je pochopenie kognície (myšlení). [Sternberg, R.J.: Kognitívna psychológia, ISBN 80-7178-376-5, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 602]
- C2: **Kognitívni veda** spája výsledky výskumov o ľudskom myslení z mnoha akademických odborov: psychológie, jazykovedy, antropológie, filozofie a informatiky. Snaží sa podrobne odpovedať na otázky ako: Co je to rozum? Jak zpracováváme své zkušenosti? Co je to pojmový systém a jak je uspořádán? Používají všichni lidé stejný pojmový systém? Jestliže ano, jaký? Jestliže ne, co přesně mají všichni lidé společného v tom, jak myslí? [web stránka o kognitívnej lingvistice, <http://cogling.info/node/9>]
- C3: **Kognitívna veda** alebo kognitivistika alebo veda o myslení je veda, ktorá skúma a modeluje princípy organizácie a fungovania prirodzených a umelých intelektuálnych systémov. Predmetom kognitívnej vedy sú podľa T. Winograda fenomény súvisiace s myslením (phenomena related to mind). [http://sk.wikipedia.org/wiki/Kognit%C3%ADvna_veda]
- C4: Problémom **kognitívnych vied** je pochopiť a vysvetliť povahu ľudského myslenia a inteligencie (Anderson). Kognitívna veda má za cieľ pochopiť ako je informácia reprezentovaná a spracovávaná v rôznych agentoch - biologických aj umelých (Gärdenfors). Kognitívna veda predstavuje interdisciplinárne vedecké skúmanie mysle. Jej metódy a poznatky vychádzajú z informatiky, lingvistiky, neurovedy, psychológie, kognitívnej neuropsychológie a filozofie. Snaží sa porozumieť ako funguje myseľ v termínoch procesov operujúcich na reprezentáciách. Myseľ ako základ inteligentnej akcie vo svete je opisovaná v termínoch výpočtov a spracovania informácie. (Green)Spoločné znaky definícií:
1. Predmetom skúmania **kognitívnej vedy** je obvykle myseľ, inteligencia, myslenie alebo kognícia.
 2. Povaha vedeckého skúmania v kognitívnej vede je interdisciplinárna.
 3. Predmet kognitívnej vedy je charakterizovaný v počítačno-reprezentačných pojmoch.
- [Takáč, M: Kognitívna veda., Bratislava 2004, <http://hq.sk/~mandos/fmfi-uk/Informatika/Kognitívna%20Veda/kv.pdf>]
- C5: **Kognitívna veda** – širší pojem, zahŕňajúci antropologické, neurovedné, filozofické, evolučné, lingvistické ale aj technické aspekty štúdia kognície v živých a umelých systémoch [Norbert Kopčo (kopco@tuke.sk), E-mail k výuke: kogneuro@gmail.com, <http://neuron.tuke.sk/~kopco/kui440/kui440t1intro.pdf>]

Kognitívna psychológia

- C6: **Kognitívni psychologie** – studium vnímání, učení, pamatování a přemýšlení o informacích. [Sternberg, R.J.: Kognitívna psychológia, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 602].
- C7: Predmetom studia **kognitívni psychologie** jsou mentální (myšlenkové, rozumové, duševní, psychické), ale především **poznávací procesy**. Kognitívni psychologie chápe lidskou psychiku jako systém zpracování informací. Zkoumá takové procesy, jako je smyslové poznávání, představivost, fantazie, myšlení, včetně usuzování, rozhodování a řešení problémů, paměť a učení; její výzkum také zahrnuje schopnost abstrakce, řeči a pozornosti. Zaměřuje se rovněž na matematické zpracovávání informací uložených v mozku, na počítačové programování a umelou inteligenci, používá se počítačová metafora analogie mezi lidským mozkiem a počítačem. Ukazuje se ale, že průběh zpracování informace v lidské mysli a v počítači je odlišný. Lidská paměť informace spontánně třídí a zpracovává. Jean Piaget je autorem teorie **kognitívniho vývoje**. Herbert A. Simon a Allen Newell zkoumali pomocí počítačové simulace postupy při řešení problémů. Ulric Neisser tvrdí, že chceme-li pochopit chování, musíme zkoumat vnitřní mentální události. [<http://cs.wikipedia.org/wiki/Psychologie>]
- C8: **Kognitívni psychologie** – oblast psychologických věd zabývající se studiem **poznávacích (kognitívni) procesů** člověka. Zkoumá nižší i vyšší poznávací procesy a struktury (vnímání, rozpoznávání, chápání, představování, souzení, myšlení, pamatování, fantazii, imaginaci). V širším pojetí zahrnuje i psychologické řeči a psycholingvistiku (analýza vytváření, vnímání a používání symbolických, sémiotických systémů). Vedle vědomých poznávacích procesů studuje kognitívni psychologie i procesy nevědomé

(subliminálni a podprahové vnímaní). V rámci kognitívnej psychológie sa ustálili pojmy **kognitívna mapa** (podľa E.C.Tolmana hypotetická reprezentácia reality, vytváraná jedincem vo forme vzťahů prostredků a cíle při cílesměrném jednání), **kognitívne schéma** (komplexní struktura vznikající ze zkušenosti kombinací prezentovaných podnětových schémat, která rozhoduje o individuální interpretaci jednotlivých podnětů. Vzdálená analogie starého pojmu apercpece) a kognitívne struktura (specifický způsob individuální interpretace okolního světa a vztahů, popsaný K.Lewinem).

[<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/58582-kognitivni-psychologie>]

C9: **Kognitívna psychológia** alebo poznávací psychológia je oblasť psychológie, ktorá sa zaoberá štúdiom vedomých a nevedomých poznávacích procesov ako je vnímanie, predstavivosť, myslenie, reč, pamäť a učenie. Tieto procesy sú základným predpokladom k orientácii a adaptácii vo svete.

[http://sk.wikipedia.org/wiki/Kognit%C3%ADvna_psychol%C3%B3gia]

C10: **Kognitívna psychológia** je oblasť psychológie, ktorá sa zameriava na to, ako človek spracováva informácie. Ako vníma vonkajší svet, triedi a zapamätáva si fakty, ako sa učí a rozmyšľa. [Dobeš, M.: Kognitívna psychológia, neuron.tuke.sk/~kopco/TUONLY/kui440/t1/Kapitola_3_Dobes.doc]

C11: **Kognitívna psychológia** – študuje kognitívne procesy v ľudskom mozgu: zmysly, vnímanie, pamäť, myslenie, pozornosť a vedomie [Norbert Kopčo (kopco@tuke.sk), e-mail k výuke: kogneuro@gmail.com, <http://neuron.tuke.sk/~kopco/kui440/kui440t1intro.pdf>]

Kognitívne (poznávacie) procesy

C12: Poznávacie (kognitívne) procesy

Název zdůrazňuje, že jde o procesy zúčastněné v poznávání skutečnosti. Kognitívne (poznávacie) procesy jsou:

- vnímaní, počítky, vjemy;
- procesy učení a paměti;
- imaginatívne procesy, představy a fantazie;
- myšlení spjaté zejména s řečí a myšlenkové řešení problémů.

[Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele, Portál s. r. o., ISBN 80-7178-463-X, Praha 2001, str. 75]

C13: Slovo "**kognícia**" označuje všetky **procesy**, ktorými sú zmyslové vstupy transformované, spracované, ukladané, vyvolávané a používané. [Takáč, M: Kognitívna veda., Bratislava 2004, <http://hq.sk/~mandos/fmfi-uk/Informatika/Kognitivna%20Veda/kv.pdf>]

C14: **Kognitívne procesy** – všechny mentální poznávacie procesy (racionální i iracionální, vědomé i nevědomé), např. vnímaní, citění, pozornost, představivost, fantazie, paměť, myšlení, kreativita, intuice.[<http://slovník-cizích-slov.abz.cz/web.php/slovo/kognitivni-procesy>]

C15: Myšlení – nejvyšší forma **poznávacie činnosti**, proces zprostředkovaného a zevšeobecněného poznání skutečnosti. Myšlení je neoddeliteľne spojené s řečí. Odehrává se prostřednictvím slov, vnitřní řeč je na rozdíl od vnější řeči méně podrobně formulovaná a rychlejší. Myšlení se uskutečňuje pomocí základních jednotek, představ a pojmů:

- představa – je názorná, odraz předmětu nebo jevu v našem vědomí,
- pojem – výraz abstrakce, zachycuje podstatné znaky předmětů a jevů, vystupuje v našem vědomí ve významu slova,
- asociace – přidružování myšlenek, vytváření řetězců představ,
- logické úkony – vytváří vztahy mezi různými jevy.

[http://psycholousek.pc.cz/modules.php?name=News&new_topic=1]

C16: **Kognitívne procesy** – všechny operace a pochody, jejichž prostřednictvím si člověk uvědomuje, přibližuje a osvojuje svět i sebe sama, na jejichž základě je schopen sebereflexe, rozlišování objektivního a subjektivního i vytváření hodnotových orientací a světových názorů. Kognitívne procesy zahrnují smyslové poznávání (čítí, vnímaní), představy a obrazotvornost, myšlení (vytváření a používání pojmů, usuzování, vytváření soudů), paměť a učení. Někdy je ke kognitívne procesům řazena i řeč (jazyk, lingvistická dovednost) a pozornost. [<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/58581-kognitivni>]

C17: **Poznávacie proces** je kognitívny významový proces, čiže podproces manifestácie sveta v ľudskom vedomí, ktorý vyúsťuje do kognitívnych významových útvarov alebo poznatkov.

[http://sk.wikipedia.org/wiki/Pozn%C3%A1vac%C3%AD_proces]

- C18: **Kognitívni veda** je obor zkoumající poznávací procesy u organismů a jejich societ i u umělých systémů. Mezi **poznávací procesy** řadíme zejména vnímání, učení a usuzování, ale v širším kontextu i komunikaci, paměť, rozhodování, vědomí, kreativitu apod. Poznávací procesy jsou společným tématem mnoha disciplín od psychologie, etologie a evoluční biologie přes neurovědy, kybernetiku, umělou inteligenci, lingvistiku až k filozofii mysli. Cílem kognitivní vědy je tyto obory propojit.
[Burian, J.: <http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/pocitace/BA4138DB10658B53C125736A0029A764?OpenDocument&cast=1>]
- C19: **Cognition** can be defined as "the act or **process of knowing** in the broadest sense; specifically, an intellectual process by which knowledge is gained from perception or ideas" (Webster's Dictionary). Cognition is central to the development of psychology as a scientific discipline.
[Huitt, W. (2006). The cognitive system. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/cogsys/cogsys.html>]

Poznatky, vedomosti, znalosti

- C20: **Poznatok** je kognitívny významový útvar, ktorý je **výsledkom poznávacieho procesu**, napr. v rámci vedeckého výskumu. Poznatok je produkt poznávacej činnosti, realizáciou jej cieľa, spracovaným predmetom poznania.

Poznatok je reprodukcia určitej vymedzenej časti objektívneho sveta vrátane zákonitostí, ktoré v ňom platia. Poznatky vznikajú ako produkt pracovnej, spoločenskej a myšlienkovvej činnosti ľudí. Ich bezprostrednou funkciou je prevedenie rozptýlených nejasných predstáv a tušení do všeobecnej formy, pričom sa z nich zachováva to, čo možno oznámiť iným ako ustálený základ racionálneho konania. Ich komunikovateľnosť, t. j. ich vyjadriteľnosť v istej (aj umelej) jazykovej podobe, je ich charakteristickou vlastnosťou. [<http://sk.wikipedia.org/wiki/Poznatok>]

1. **Príklady na externé poznatky** ako výsledky poznávacieho procesu vedy, technickej či ekonomickej disciplíny:

„vedecké **poznatky**“ (o živočíchoch;

www.wollemipine.sk/page.php?id=8&lang=sk&PHPSESSID=c044e77c3f58eeefe2b4eee825def6f4);

„Základné **poznatky** z astrofyziky“: vzdialenosti vo vesmíre, vzdialenosti hviezd, hmotnosti hviezd, Keplerove zákony, Newtonov gravitačný zákon, žiarivý výkon, spektrá hviezd...;

[<http://209.85.129.104/search?q=cache:5FU2d5U8Gt8J:www.glsfyzika.szm.sk/Maturita/25.doc+poznatky&hl=sk&ct=clnk&cd=4>];

Európska konferencia produktivity EPC 2007 priniesla účastníkom najnovšie **poznatky** z oblasti produktivity, ktoré dnes predstavujú špičku nielen v Európskej únii, ale aj vo svete. (<http://www.i-news.sk/148985/europska-konferencia-produktivity-epc-priniesla-spickove-poznatky/>);

Vedecké **poznatky** o klimatickej zmene...(<http://www.vertisfinance.com/index.php?page=232&l=5>);

Zdravie potrebuje vedecké **poznatky**...(<http://www.e-obce.sk/clanky/147.html>)

Základné **poznatky** molekulovo-kinetickej teórie:

- kinetická teória stavby látok, dôkazy neusporiadaného pohybu častíc v látkach,
- častice v silovom poli susedných častíc,
- rovnovážny stav termodynamickej sústavy ,
- modely štruktúr látok rozličných skupenstiev, látkové množstvo,
- vnútorná energia telesa a termodynamická teplota,
- termodynamické zákony,
- teplotná rozťažnosť (www.glsfyzika.szm.sk/Maturita/08.doc).

2. **Príklady na interné poznatky** ako produkt myšlienkovvej činnosti ľudí - práce, učenia, poznávania:

Encyklopédia zvierat - Poznatky zo sveta zvierat pre deti od 7 rokov. Jednoduchý text a výber fotografií rozširujú deťom **poznatky** zo sveta zvierat. (www.matador.sk/downloads/gumar11-06.pdf);

Odborníci z celého sveta si vymieňali **poznatky**... (www.matador.sk/downloads/gumar11-06.pdf);

Nevyhýbame sa žiadnej príležitosti transparentne konfrontovať naše **poznatky** s názormi oficiálnych výskumov. Bohužiaľ doteraz sme mali nulovú príležitosť naše poznatky ponúknuť na slovenských vedeckých a odborných fórach. Taktiež odmietame tvrdenie, že naše **poznatky** sú interpretované na nepravdivých údajoch. Všetky údaje, ktoré boli použité pre trendovú analýzu hydrologických procesov na Slovensku, z ktorých sme získali poznatky o príčinách zmien hydrologického cyklu sú z ofi-

ciálnych hydrologických databáz (ČSHMÚ, SHMÚ),
(<http://www.changenet.sk/ludiaavoda/sprava.stm?x=66861>);

Vývoj ľudskej spoločnosti neustále prináša so sebou nové **poznatky** a skúsenosti, ktoré sa premietajú do nášho života a obohacujú ho. Súčasný svet ovládaný počítačmi, internetom, masmédiami, predpokladá ako samozrejmu zložku vzdelávania schopnosť samostatne vyhľadávať informácie, riešiť problémy, hľadať súvislosti, tvoriť si svoje vlastné názory a vedieť si ich obhájiť. A keďže deti sú dnes iné, preto aj spôsob vzdelávania sa musí zmeniť.

(www.janaostradecka.sk/clanky/moderne_vyucovanie.doc).

C21: Reprezentace **poznatků** zahrnuje řadu způsobů, jimiž naše vědomí vytváří a modifikuje mentální struktury, které jsou zástupci toho, co víme o světě mimo naše vědomí. Reprezentace **poznatků** obsahuje jak jejich podobu **deklarativní** („vědět, že“), tak **nedeklarativní** („vědět, jak“).

Mentální reprezentace poznatků: V rámci klasické epistemologie (zkoumání povahy, původu a mezi lidského poznání) rozlišili filozofové dva druhy znalostí: **deklarativní** (fakta, které je možné tvrdit, např. datum vašeho narození, jméno přítele, jak vypadá králik) a **procedurální** (naučené dovednosti např. sčítání čísel, řízení auta).

[Sternberg, R.J.: Kognitivní psychologie, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 281, 243].

C22: **Vědomosti** jsou soustavy informací (představ a pojmů), které si člověk osvojil. **Dovednost** je učením získaný předpoklad pro vykonávání určité činnosti nebo její části; je to postup či „strategie“ určité činnosti. [Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele, Portál s. r. o., ISBN 80-7178-463-X, Praha 2001, str. 81]

C23: **Deklarativní znalosti** jsou znalosti popisné, deskriptivní. Obsahují např. faktické údaje, empirická zobecnění či zákonitosti a vědecké principy vypovídající o světě kolem nás i v nás.

Procedurální znalosti jsou znalosti o postupech, jak dosáhnout potřebného cíle. Jejich jednotkou je pravidlo „co dělat, když“, vědět „jak na to jít“. Zahrnují znalost metod, algoritmů heuristických postupů, strategií, rutinních postupů, technik, pravidel, „triků“.

[Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele, Portál s. r. o., ISBN 80-7178-463-X, Praha 2001, str. 415]

C24: Žák musí během učení provádět kognitivní operace vyššího řádu, aby se **poznatkům** nejen naučil, ale také porozuměl jejich smyslu. **Znalost** není něco, co se žáka netýká, co může prostě odněkud převzít v nezměněné podobě, např. od jiného člověka (učitele, rodiče, spolužáka) nebo z nějakého prostředku (z učebnice, počítače). Každý žák totiž vnímá a interpretuje **nové poznatky** svým jedinečným způsobem. Vychází přitom ze svých dosavadních **znalostí**, svých individuálních zájmů a životních zkušeností, ze své osobní historie. Žák nepřebírá **nové poznatky** v „hotové podobě“, ale je aktivně zpracovává, konstruuje si je. Současně však rekonstruuje (dílčím či zásadnějším způsobem) své dosavadní **poznatky**, neboť do nich musí „zabudovat“ poznatky nové.

[Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele, Portál s. r. o., ISBN 80-7178-463-X, Praha 2001, str. 386]

C25: Odborníci v teorii poznání rozlišují dvě základní kategorie znalostí: vědomosti deklarativní a vědomosti operační [11].

„**Deklarativní vědění** spočívá ve znalosti „faktů“ – například, že Země obíhá kolem Slunce, že hmota se skládá z diskretních atomů a molekul, že živočichové vdechují kyslík a vylučují oxid uhličitý. **Operační vědění** zahrnuje jednak pochopení příčin podmiňujících takové deklarativní poznatky (Jak víme, že Země obíhá kolem Slunce a proč tento názor přijímáme, když se zdá, že je tomu právě naopak?, Co dokazuje, že struktura hmoty není spojitá, ale diskretní?, Co rozumíme „kyslíkem“ a „oxidem uhličitým“?, Jak poznáme, že jsou to různé látky?), jednak pochopení závažnosti deklarativního vědění v nových či neobvyklých situacích a schopnost je na ně aplikovat nebo modifikovat.“ [6] V poznávacím procesu tedy deklarativní a operační znalosti tvoří dvě strany téže mince a proto je nejen nemá smysl, ale bez škodlivých následků ani nelze od sebe oddělovat, natož pak stavět proti sobě. [Aktuální problémy českého fyzikálního vzdělávání, Aleš Lacina, Katedra obecné fyziky, Přírodovědecká fakulta MU v Brně, <http://www.cscasfyz.fzu.cz/2004/02/lacina.html>].

C26: Cieľom všeobecne - vzdelávacieho vyučovacieho predmetu je poskytnúť základy vzdelania v určitej oblasti. Didaktický systém predmetu by teda mal byť vypracovaný tak, aby žiak po absolvovaní základného všeobecne - vzdelávacieho kurzu mohol na získané poznatky nadviazať v ďalšom štúdiu, alebo v povolani. Vo vedomí absolventov týchto kurzov nachádzame vedomosti dvojakého druhu [55]:

a) **Deklaratívne vedomosti**, založené na znalosti faktov (napr. telesá sú priťahované k zemi v dôsledku

gravitácie, rýchlosť je podiel dráhy a času, sila je rovná súčinu hmotnosti telesa a jeho zrýchlenia ...).

b) **Operačné vedomosti**, v ktorých je zahrnuté aj porozumenie príčin existencie určitých faktov, schopnosť aplikovať, zovšeobecniť či modifikovať poznatok a uplatniť ho pri analýze a syntéze, prípadne aj schopnosť kritického zhodnotenia významu poznaného faktu pre riešenie úlohových situácií, s ktorými sa nositeľ vedomosti môže stretnúť.

Zo skúsenosti vieme, že **operačné poznatky** sa spravidla získavajú aktívnym poznávaním - praktickými intelektuálnymi a manuálnymi činnosťami. Na druhej strane, pri nadobúdaní vedomostí na deklaratívnej úrovni môže byť žiak aj celkom nečinný - postačuje pasívne poznávanie založené na počúvaní a memorovaní. Operačné vedomosti sú základom spôsobilosti ich nositeľa k určitým činnostiam. Ak má všeobecne-vzdelávací predmet fyzika poskytovať predovšetkým operačné vedomosti použiteľné v praxi, malo by sa fyzikálne vzdelávanie venovať viac ako doteraz formovaniu poznávacích schopností žiaka.

[Fyzikálne vzdelávanie - v očakávaní koncepcnej zmeny. Václav Koubek, Ján Pišút, Matematicko - fyzikálna fakulta UK Bratislava, http://www.dpd.fmph.uniba.sk/tempus/fyz_vzd.html]

C27: Keďže základným predpokladom úspešných schôdzí sa ukázali byť podrobné operačné poznatky týkajúce sa programov, aktívnu účasť treba ponechať na samotnú Komisiu.

[Európsky parlament - rozpočtový postup na roky 2007 a 2008;

http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/dt/678/678565/678565sk.pdf]

C28: The **propositional sense** of knowing (i.e., knowing that something or other is the case), rather than the **operational sense** of knowing (i.e., knowing how something or other is done), is generally taken as the starting point for a logical theory of knowing. Accordingly, the logician may begin with a person x and consider a set of propositions K_x to represent...

<http://www.britannica.com/eb/topic-429920/operational-knowledge>

C29: **Knowledge**

1. The state or fact of knowing. - vedomosť, znalosť

2. Familiarity, awareness, or understanding gained through experience or study. - poznatok

3. The sum or range of what has been perceived, discovered, or learned. - poznatok alebo vedomosť

4. Learning; erudition; teachers of great knowledge.

5. Specific information about something. - informácia

6. Carnal knowledge

Knowledge in artificial intelligence and information science knowledge - The objects, concepts and relationships that are assumed to exist in some area of interest. A collection of knowledge, represented using some knowledge representation language is known as a **knowledge base** and a program for extending and/or querying a knowledge base is a knowledge-based system.

Knowledge differs from **data** or **information** in that **new knowledge** may be created from existing knowledge using logical inference. If information is data plus meaning then knowledge is information plus processing.

A common form of knowledge, e.g. in a Prolog program, is a collection of facts and rules about some subject. For example, a knowledge base about a family might contain the facts that John is David's son and Tom is John's son and the rule that the son of someone's son is their grandson. From this knowledge it could infer the new fact that Tom is David's grandson.

[<http://www.thefreedictionary.com/>]

C30: **Knowledge** is defined (Oxford English Dictionary) variously as (i) expertise, and **skills** acquired by a person through experience or education; the theoretical or practical **understanding** of a subject, (ii) what is known in a particular field or in total; **facts** and **information** or (iii) awareness or familiarity gained by experience of a fact or situation. Philosophical debates in general start with Plato's formulation of knowledge as "justified true belief". There is however no single agreed definition of knowledge presently, nor any prospect of one, and there remain numerous competing theories. **Knowledge acquisition** involves complex **cognitive processes**: perception, learning, communication, association and reasoning. The term **knowledge** is also used to mean the confident understanding of a subject with the ability to use it for a specific purpose.

[<http://en.wikipedia.org/wiki/Knowledge>]

C31: This **operational knowledge** embeds competences, skills, know-how, etc. that actors use in their task realization in different contexts. This knowledge is highly contextualized: **operational knowledge** must

be considered with its context of use. However, few KM solutions propose to address the knowledge in its contextual texture that is thus generally lost and operational knowledge poorly reused later.

[www.eii.edu.au/taskforce0607/cac/brezillon]

C32: **Procedural knowledge** is different from other kinds of knowledge, such as **declarative knowledge**, in that it can be directly applied to a task. For instance, the **procedural knowledge** one uses to solve problems differs from the **declarative knowledge** one possesses about problem solving.

In cognitive psychology, procedural knowledge is the knowledge exercised in the accomplishment of a task, and thus includes knowledge which, unlike declarative knowledge, cannot be easily articulated by the individual, since it is typically nonconscious (or tacit). For example, most individuals can easily recognize a specific face as "attractive" or a specific joke as "funny," but they cannot explain how exactly they arrived at that conclusion or they cannot provide a working definition of "attractiveness" or being "funny." [http://en.wikipedia.org/wiki/Procedural_knowledge]

C33: **Formy myšlení:**

1. **pojmem** - mentální reprezentace určité skupiny objektu vystihující jejich podstatné znaky;
2. výrok (soud) - oznamovací veta, v níž něco tvrdíme o objektu (je buď pravdivý, nebo nepravdivý) (např. ryba žije ve vodě);
3. úsudek - výrok1 - výrok2 - ! konečný výrok vyplývající z předchozích (např. voda v bazénu je teplá - vzduch je studený ! voda je vyhřívána [Obecná psychologie2,<http://cita.wz.cz/texty/psycho/psycho.pdf>]

C34: Základní jednotkou symbolického poznání je **pojmem**. Pojmy lze organizovat do kategorií, jež mohou obsahovat další kategorie; do schémat, která mohou zahrnovat další schémata – liší se užitím a mírou abstrakce a mohou zahrnovat informace o vztazích mezi pojmy, atributy, kontexty a obecnějšími znalostmi stejně jako informace o kauzálních vztazích.

Základní jednotkou symbolického poznání je **pojmem** – idea něčeho. Jeden možný způsob organizace pojmů vystihuje představa **kategorie**, což je sám o sobě pojmem, jehož funkcí je organizace dalších pojmů, založená na společných znacích, případně na podobnosti k prototypu. Slovo *jablko* může být např. jak kategorií, tj. souborem rozmanitých druhů jablek, tak pojmem spadajícím do kategorie *ovoce*. **Pojmem** – názor, či myšlenka o něčem,, k čemu lze vztáhnout různé charakteristiky a k čemu lze připojit další myšlenky. Může být použit pro popis abstraktních i konkrétních idejí.

[Sternberg, R.J.: Kognitivní psychologie, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 314, 287, 605]

C35: **Pojmem** je mentální reprezentace určité skupiny objektů, vystihuje jejich podstatné znaky.

[Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele, Portál s. r. o., ISBN 80-7178-463-X, Praha 2001, str. 90]

C36: Objektivisticko-kognitivní systém: Myšlení je manipulace s abstraktními symboly. Symboly získávají význam prostřednictvím korespondencí k entitám a kategoriím ve světě. Tímto způsobem může mysl reprezentovat externí skutečnost a může se o ní říci, že zrcadlí přirozený svět.

Objektivistické pojmy:

Pojmy jsou symboly, které

- stojí ve vztahu k jiným pojmům v pojmovém systému,
- stojí v korespondenci k entitám a kategoriím ve skutečném světě (nebo možných světech).

[http://www.narod-sobe.cz/clovek/dorozumivani/jazyk/zpracovani_prirozeneho_jazyka/Faktorizace/Lakoff/Zeny_ohen_a_nebezpecne_veci/kap11.pdf]

C37: **Pojmem** je idea vytvorená v mysli, jednotka, ktorá reprezentuje znak (sprostredkovaný vnímaním) a objekt sveta sprostredkovaný skúsenosťou) v mysli človeka. Pojem môže mať funkciu **kategorie**, a organizovať tak ďalšie pojmy, ktoré majú spoločné charakteristiky.

[ftp://math.chtf.stuba.sk/pub/vlado/CogSci_AL_Smolence_VII/download/Greskova.pdf]

C38: **Pojmem** vzniká na základe toho, čo bolo rozlíšeno jako identifikovatelný význam. Při vytváření pojmu je důležité správné spojení názvu pojmu s podstatnými vlastnostmi věcí, které v sobě pojmem zahrnuje. Pojmům se učíme tak, že třídy významů a odpovědí, jako jsou názvy barev, tvarů, vztahů nebo procesů, spojujeme ve společné označení – slovo. Toto společné označení souvisí s procesy klasifikace a identifikace, které pokládáme za předpoklad vytváření pojmů.

Vytváření pojmů (concept formation) – subjekt sám na základě vlastní činnosti při řešení problémů dospívá k pojmovému zobecnění.

Osvojování pojmů (concept attainment) – subjekt si myšlenkově a pamětně upevňuje hotové pojmy [Linhart, J.: Činnost a poznávání str. 199, 353, Československá akademie věd, 1976]

Concept Attainment is a strategy designed to teach concepts through the presentation of examples and non-examples. Students form, test, and refine hypotheses about the concept as examples and non-examples are presented. Then, they determine the critical attributes of the concepts - the characteristics that make the concept different from all others. Finally, students demonstrate that they have attained the concept by generating their own examples and non-examples.

[<http://www.glc.k12.ga.us/pandp/critthink/conceptattainment.htm>]

C39: Concept Identification: **Concepts** are cognitive entities that allow the recognition of things that can be grouped on the basis of physical or functional similarities. As examples, "bird" is a concept that describes things that have physical similarities, whereas "tool" is a concept that describes things that have functional similarities.

[<http://www.cognitive-aptitude-assessment-software.com/Glossary/ConceptIdentification.html>]

Systémy pojmov a poznatkov

C40: **System of knowledge** covering general truths or the operation of general laws especially as obtained and tested through scientific method b: such knowledge or such a system of knowledge concerned with the physical world and its phenomena, Merriam Webster, [fria.fri.uniza.sk/~kmat/veda.ppt]

C41: Encyclopedia Britanica: "any **system of knowledge** that is concerned with the physical world and its phenomena and that entails unbiased observations and systematic experimentation. In general, a science involves a pursuit of knowledge covering general truths or the operations of fundamental laws. " [www.freescience.org/]

C42: With this method, d'Alembert believed the philosophers could create a **system of knowledge** that would be unified and systematized, but not so rigid and strict. [en.wikipedia.org/wiki/Preliminary_Discourse]

C43: **System of concepts** - Structured set of concepts established according to the relations between them, each concept being determined by its position in this set. The contents are basic concept on safety (definition and scale of safety, comparison with security, predictivity of safety, safety measures, safe and secure societies), composition and features of safety issues, safety studies and the objects, common **concept and knowledge system** in the safety studies. [metadata-standards.org/Participate/Conferences/openforum1999/presentations/Holthurs.ppt]

C44: Tables related to **the concept knowledge system** of OMNIITOX integrated database. model. 6.12.1. Document. The key element in the **knowledge system** ... [www.imi.chalmers.se/Publications/D20%20D26%20OMNIITOX%20concept%20model%20and%20data%20format%200409%20FI...]

C45: **System of concepts**: „Structured set of concepts established according to the relations between them, each concept being determined by its position in the system of concepts.“ (ISO/DIS 1087, 1988) „**Ein Begriffssystem** ist eine Menge von Begriffen, zwischen denen Beziehungen bestehen oder hergestellt worden sind und die derart ein zusammenhängendes Ganzes darstellen. “ (DIN 2331,1980:2) [www3.uni-siegen.de/.../skripte/schaeder/terminologie_fachlexikographie/kapitel_8_begriffssystem.pdf]

C46: **Als Begriffssystem** (engl. Concept Scheme) lassen sich verschiedene Arten von Systemen aus klar voneinander abgrenzbaren Begriffen (auch Konzepte, Klassen, Objekte, Entitäten, Elemente..) und ihren Bezeichnungen zusammenfassen, die durch Relationen miteinander verbunden sind. Zusätzlich können die Systeme Definitionen, Regeln und andere Beschreibungen enthalten. Ein Begriffssystem kann wiederum selbst als Begriff dargestellt werden. [<http://de.wikipedia.org/wiki/Begriffssystem>]

C47: A **conceptual framework** is used in research to outline possible courses of action or to present a preferred approach to a system analysis project. The **framework** is built from a set of concepts linked to a

planned or existing system of methods, behaviours, functions, relationships, and objects. A conceptual **framework** might, in computing terms, be thought of as a relational model.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Conceptual_framework]

C48: Science is the **system of knowledge** which relies on certain laws that have been established through the application of the scientific method to phenomena in the world around us. The process of the scientific method begins with an observation followed by a prediction or hypothesis which is then tested. Depending on the test results, the hypothesis can become a scientific theory or 'truth' about the world. Transformation of Scientific System of Knowledge in Educational, Alla Vorobyova, Mykolayiv Pedagogical University, Mykolayiv, Ukraine, E-mail: alla@mksat.net
[<http://www.imath.kiev.ua/~symmetry/Symmetry2001/Vorobyova252-255.pdf>]

C49: permanent representation in the **mental knowledge system**, i.e., in the case of verbal information, probably words. (especially when presented visually), ...
[The Spanish Journal of Psychology, redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/172/17240104.pdf]

C50: Language is a **mental system of knowledge**...
[<http://209.85.129.104/search?q=cache:lrbCEyDi7kAJ:culturitalia.uibk.ac.at/hispanoteca/lexikon%2520der%2520linguistik/g/GRAMMATIK%2520MODELLE%2520%2520Teor%C3%ADas%2520gramaticales.htm+%22mental+system+of+knowledge%22&hl=sk&ct=clnk&cd=3>]

C51: **Personal knowledge system** is a tool for building a knowledge system and running a consultation on a computer is easily ... A **knowledge system** has a consultation system and also encodes ...
[http://software.u3.com/Product_Details.aspx?ProductId=343&Selection=1]

C52: Snahou je nepředat pouze **poznatkový systém** předmětu...
[[stag.osu.cz/prohlizeni/pg\\$_prohlizeni.sylabus?kat=KTV&predm=ANTRR&rok=2003](http://stag.osu.cz/prohlizeni/pg$_prohlizeni.sylabus?kat=KTV&predm=ANTRR&rok=2003)]

C53: Poznatkový systém psychológie,
[www.sposvkapusany.sk/osnovy/psychologia3.html]

C54: Pro učitelé představují provázaný **poznatkový systém** všeobecného technického vzdělávání...
[www.rvp.cz/clanek/261/402]

C55: **Systém znalostný** je počítač vybavený istou znalosťou, t. j. taký počítač, ktorý je vybavený počítačovými programami umožňujúcimi riešiť problémy na základe poznatkov produktívnymi postupmi.
[http://sk.wikipedia.org/wiki/Znalostn%C3%BD_syst%C3%A9m]

C56: **Guilford's Structure of Intellect**

According to Guilford's Structure of Intellect (SI) theory, an individual's performance on intelligence tests can be traced back to the underlying mental abilities or factors of intelligence. SI theory comprises up to 150 different intellectual abilities organized along three dimensions—Operations, Content, and Products.

Operations dimension (operace) SI includes five operations or general intellectual processes:

Cognition (poznání/kognice) – The ability to understand, comprehend, discover, and become aware of information.

Memory (paměť) – The ability to recall information.

Divergent production (divergentní myšlení/tvorba) – The ability to generate multiple solutions to a problem; creativity.

Convergent production (konvergentní myšlení/tvorba) – The ability to deduce a single solution to a problem; rule-following or problem-solving.

Evaluation (hodnocení) – The ability to judge whether or not information is accurate, consistent, or valid.

Content dimension (obsahy) SI includes four broad areas of information to which the human intellect applies the five operations:

Figural (figurální/sluchové a zrakové) – Information perceived visually, auditorily, tactilely, or otherwise non-verbally.

Symbolic (symbolické) – information expressed as symbols or signs that have no meaning by themselves; e.g., arabic numerals or the – letters of an alphabet.

Semantic (sémantické) – Information expressed in words or sentences, whether oral, written, or silently in one's mind.

Behavioral (behaviorální) – Behavioral-psychological acts of an individual.

Product dimension (produkty)

As the name suggests, this dimension contains results of applying particular operations to specific contents. The SI model includes six products, in increasing complexity:

Units (jednotky) – Single items of knowledge.

Classes (třídy) – Sets of units sharing common attributes.

Relations (vztahy) – Units linked as opposites or in associations, sequences, or analogies.

Systems (systémy) – Multiple relations interrelated to comprise structures or networks.

Transformations (transformace) – Changes, perspectives, conversions, or mutations to knowledge.

Implications (implikace) – Predictions, inferences, consequences, or anticipations of knowledge.

http://en.wikipedia.org/wiki/J._P._Guilford,

preklad termínov je podľa: Linhart, J.: Činnost a poznávání str. 337, Československá akademie věd, 1976 / Sternberg, R.J.: Kognitivní psychologie, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 281, 243].

Kognitívne systémy

C57: V umělé inteligenci je **kognitivní systém** chápán jako systém, který uchovává znalosti o prostředí a je schopný se během své existence učit.

[Agentní systémy: www.fit.vutbr.cz/~zborilf/study/AGS/AGS02_Zakladni_modely.pdf]

C58: **Kognitivní systém** zahrnuje informační proces a převod významů: selekci dat, pozornost, interpretaci a paměť. Tento systém se skládá z množství kognitivních struktur relevantních k osobnostním konstrukcím sebe samých a ostatních lidí, jejich cílům a očekáváním, jejich vzpomínkám, předchozímu učení (zkušenosti) a fantazii. Základní struktury tohoto systému mohou být označovány jako kognitivní schémata.

[Aaron T. Beck: ladosek.wz.cz/mojeprace/2003/kbt.text.doc]

C59: Člověk a jeho orientace ve světě. Člověk jako otevřený **kognitivní systém**. Člověk jako poznávací subjekt - součást různých ekosystémů a kultury. Poznávací projevy a jejich interaktivní funkce ve struktuře osobnosti.

[s.muni.cz/predmety/predmet.pl?kod=C_KHPCHE&fakulta=1456&jazyk=en]

C60: Informační gramotnost jako **poznávací (kognitivní) systém**. ČVTS – Společnost pro informatizaci [[http://209.85.129.104/search?q=cache:yAtXQRukJwMJ:www.hkp.cz/cz/platforma-i2010+%22pozn%C3%A1vac%C3%AD+\(kognitiv%C3%AD\)+syst%C3%A9m%22&hl=sk&ct=clnk&cd=1](http://209.85.129.104/search?q=cache:yAtXQRukJwMJ:www.hkp.cz/cz/platforma-i2010+%22pozn%C3%A1vac%C3%AD+(kognitiv%C3%AD)+syst%C3%A9m%22&hl=sk&ct=clnk&cd=1)]

C61: A **cognitive system** can be a human, a group, an organization, a computer, or some combination. There are at least four major perspectives on what can constitute a cognitive system:

- The most familiar position is the standard one that only humans are cognitive systems.
- Another view is one in which the organization is a cognitive enterprise that learns and develops knowledge.
- A third view is that computer systems that can acquire, store, and use knowledge are cognitive systems.
- The fourth view is that of joint human-computer cognitive systems.

[<http://members.aol.com/rgwenig/cogsys.htm>]

C62: The Cognitive System of the French Verb...

[www.amazon.com/Cognitive-Amsterdam-Studies-History-Linguistic/dp/1556198620]

C63: The **cognitive system** of language thus could have readily acquired its discrete and categorial characteristics from other systems.

[www.tech.plym.ac.uk/socce/evolang6/talmy.doc]

C64: **Cognitive System** of Mathematics and Transfer in Learning Mathematics...

[scholar.ilib.cn/Abstract.aspx?A=gxyjmzszxb200306001]

C65: Oblasť psychologických vied zabývajúcej sa štúdiom **poznávacích (kognitívnych)** procesů človeka. Zkoumá **nižší i vyšší poznávací procesy a struktury** (vnímání, rozpoznávání, chápání, představování, souzení, myšlení, pamatování, fantazii, imaginaci). V širším pojetí zahrnuje i psychologické řeči a psycholingvistiku (analýza vytváření, vnímání a používání symbolických, sémiotických systémů). Vedle vědomých poznávacích procesů studuje kognitivní psychologie i procesy nevědomé (subliminální a podprahové vnímá-

ni). V rámci kognitívnej psychológie sa ustálili pojmy **kognitívni mapa** (podľa E.C.Tolmana hypotetická reprezentácia reality, vytvárená jedincem vo forme vzťahů prostredků a cíle při cílesměrném jednání), **kognitívni schéma** (komplexní struktura vznikající ze zkušenosti kombinací prezentovaných podnětových schémat, která rozhoduje o individuální interpretaci jednotlivých podnětů. Vzdálená analogie starého pojmu apercpece) a **kognitívni struktura** (specifický způsob individuální interpretace okolního světa a vzťahů, popsáný K.Lewinem).

[<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/58582-kognitivni-psychologie>]

C66: **Kognitívna štruktúra** je typom mentálnej reprezentácie. Medzi prvými o nej hovorí Piaget v roku 1929. Jeden z prístupov k interpretácii kognitívnych štruktúr prezentujú **kognitívne mapy**. Ide o reprezentácie okolia z pohľadu priestorových vzťahov. Kognitívnu mapou je napr. predstava cesty z bodu A do bodu B, vďaka nej sa ju nemusíme stále nanovo učiť a dokážeme sa orientovať v priestore. V experimentálnom výskume sa kognitívnym mapám venovali Tolman, Honzik, Frisch, Thorndyke a Hayes-Roth [55].

C67: **Kognitívna štruktúra** obsahuje **konceptuálnu štruktúru** [8,31,54], ktorá pozostáva z pojmov, pravidiel ich využívania a ich prepojení (vzťahov). *Pojem* je idea vytvorená v mysli, jednotka, ktorá reprezentuje znak (sprostredkovaný vnímaním) a objekt sveta sprostredkovaný skúsenosťou) v mysli človeka. Pojem môže mať funkciu kategórie, a organizovať tak ďalšie pojmy, ktoré majú spoločné charakteristiky. [ftp://math.chtf.stuba.sk/pub/vlado/CogSci_AL_Smolence_VII/download/Greskova.pdf]

Mentálne modely a reprezentácie

C68: **Mentální reprezentace** zahrnuje nejen názorné představy, ale také nenázorné pojmy a myšlení, na druhé straně však také zpracování informací ze smyslových orgánů ve vnímání. Tu se rozlišuje reprezentace obrazová, imaginativní, a naproti tomu reprezentace **propoziční** (výroková). Odpovídá to tradičnímu rozlišování názorných představ a slovního myšlení.

[Sternberg, R.J.: Kognitivní psychologie, Portál s. r. o., Praha 2002, str. 76]

C69: **Mentální reprezentace** – vnitřní subjektivní „obrazy“ vnější skutečnosti v mysli člověka.

[prof.PhDr.Rudolf Kohoutek,CSc. <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/mentalni-reprezentace>]

C70: **Mentálním modelem** se rozumí hypotetický konstrukt zastupující multidimenzionální strukturu **mentální reprezentace** objektu (události, situace), která nese inference generované v procesu jeho přímého i zprostředkovaného poznávání; mentální model je smíšenou formou mentální reprezentace objektu; podíl zastoupení jednotlivých symbolických procesů je limitován povahou a způsobem poznávání objektu.

[Sedláková, M.: Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie: Mentální reprezentace a mentální modely. Grada, Praha 2004; http://psycholousek.pc.cz/modules.php?name=News&new_topic=1]

C71: **Mentální reprezentace** může být v závislosti na kontextu vnímána buď jako specifický proces zpracování smyslové informace, vedoucí k vytvoření určitého produktu (mentálního obrazu vnímané smyslové informace), a nebo jako samotný produkt tohoto procesu (tedy daný vytvořený obraz vnímané smyslové informace).

[Mentální reprezentace_Teichman, V., str. 5; http://www.psycholousek.cz/downloads/PP_III.pdf]

C72: Vymezení pojmu “**mentální reprezentace**” (MR)

Mentální reprezentaci se rozumí na nejobecnější úrovni informace, jež zastupuje v mysli určitý aspekt vnitřního či vnějšího světa, se kterou je možné dále operovat, a na základě těchto operací organismus konstruuje model světa, ve kterém se pohybuje. Přesto existuje bezpočet definicí “mentální reprezentace” a jejich vzájemná slučitelnost je obtížná pro odlišná východiska, jednotlivými autory při vymezení pojmu preferována.

Hartl ve svém psychologickém slovníku uvádí následující tři příklady rozdílného chápání MR.

1) Výsledek kódování informací v reprezentačním systému psychiky.

2) Výsledek vyšších poznávacích procesů, tj. procesů, jejichž nástrojem je symbolický systém.

3) Obsah, který je reprezentačními či symbolickými procesy nesen.

Kognitivní vědci rozlišují různé formy, druhy, módy projevu a úrovně MR. Pomocí těchto kategorií můžeme pojem mentální reprezentace přesněji vymežit. Všechny koncepty MR mají také určité společné vlastnosti. Mezi ně patří dle M. Sedlákové:

1. Emergentní charakter, (emergence je zajišťována zvláště paralelními distribučními procesy, její účast se

zvažuje např. při vzniku prototypů) – což znamená, že informace získávané při procesech poznávání mají jedinečný charakter.

2. Rekurzivní charakter, jenž je podmíněn intencionalitou psychických obsahů. Díky schopnosti lidského vědomí soustředit se na určitý cíl může člověk reflektovat svou reflexi, tzv. myslet o svém myšlení. Výsledkem rekurzivního charakteru MR je ustavení jednotlivých jejích úrovní.

3. Mapování. Subjekt např. strukturuje své okolí pomocí symbolického systému.

4. Dimenzionalita, schopnost vytvářet dimenze je podmíněna strukturací obsahu informace pomocí propozičního kódu (např. jazykově zpracovaný odraz skutečnosti). Každá dimenze je utvářena v závislosti na počtu argumentů n -místného predikátu. Zatím jsou ve vývoji poznávacích procesů rozpracovány čtyři dimenze (jednodimenzionální pojem – “krásný”, dvoudimenzionální “větší než”, třídimeziální “koupit” – někdo koupil něco od někoho, čtyřdimenzionální pojem může být kompozice binárních operací typu $(b+c) = d$, nebo propozice: Fady dostane od Šipuly zápočet za mentální reprezentaci)."

[Mentální reprezentace, <http://seminarky.cz/detaily-1121>]

C73: **Mental representation: A mental model** is an explanation in someone's thought process for how something works in the real world. It is a **kind of internal symbol** or **representation of external reality**, hypothesized to play a major role in cognition and decision-making. Once formed, mental models may replace carefully considered analysis as a means of conserving time and energy. A simple example is the mental model of a wild animal as dangerous: upon encountering a raccoon or a snake, one who holds this model will likely retreat from the animal as if by reflex. Retreat is the result of the application of the mental model, and would probably not be the immediate reaction of one whose mental model of wild animals was formed solely from experience with similar stuffed toy animals, or who had not yet formed any mental models about wild raccoons or snakes.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Mental_representation]

C74: **Mental (internal) representation** – a presentation to the mind in the form of an idea or image mental (cognitive) object - the sum or range of what has been perceived, discovered, or learned knowledge :

1. The state or fact of knowing. – vedomosť, znalosť;
2. Familiarity, awareness, or understanding gained through experience or study. – poznatok;
3. The sum or range of what has been perceived, discovered, or learned. – poznatok;
4. Learning; erudition: teachers of great knowledge;
5. Specific information about something. – informácia;
6. Carnal knowledge

[<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/mental+representation>]

C75: **Mental representation of concepts.** Different models discussed in the ... Mental representation of concepts. Basic level concepts (Rosch et al., 1976) ...

[hopelive.hope.ac.uk/psychology/LevelH/Memory/Materials/Mental%20Representation.ppt]

C76: Mentalismus: “Language is a **mental system of knowledge**, a relatively stable brain state.” Angeborene universelle Prinzipien und erlernte einzelsprachliche ...

[culturalia.uibk.ac.at/.../g/GRAMMATIK%20MODELLE%20%20Teorias%20gramaticales.htm]

C77: Knowledge Objects and Mental-Models

Cognitive psychology suggests that a **mental-model** consists of two major components: **knowledge structures (schema)** and processes for using this knowledge (**mental operations**).

Concept Knowledge Structure

The knowledge components for a concept (kind) are name, description, and definition (a list of property values). A knowledge structure for a concept identifies the relationships among these knowledge components. Table 3 provides an instantiation of this knowledge structure for the **superordinate concept** tree and the **coordinate concepts** deciduous and conifer, kinds of trees. A third kind of tree is identified, one that has broad, flat leaves, that retains the leaves in the autumn and whose leaves do not change color. The question indicates that it is possible to identify a category (kind) but not know the name for this category.

[M. David Merrill, Utah State University, <http://cito.byuh.edu/merrill/text/papers/KOMM.PDF>]

Table 3 Instantiation of Knowledge Structure for Concept.

| Table 3: Instantiation of Knowledge Structure for Concept | | | | |
|---|-----------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | Shape of leaves | Retains leaves in Autumn | Leaves change color in Autumn |
| | Deciduous | Broad, flat | No | Yes |
| Tree | Conifer | Needle like | Yes | No |
| | ? | Broad, flat | Yes | No |

C78: The semantic system comprises a **conceptual knowledge system**, which stores functional information about objects, and an action knowledge system, which stores information about the correct manipulation of objects.

Relationship between object-related gestures and the fractionated **object knowledge system** from Behavioural Neurology Volume 18, Number 3, p. 143 - 147 / 2007 Angela Bartolo A1, Meike Daumüller A2, Sergio Della Sala A3, Georg Goldenberg,

<http://th.wordpress.com/tag/brain-injury/>

<http://callierlibrary.wordpress.com/2007/11/09/relationship-between-object-related-gestures-and-the-fractionated-object-knowledge-system/>

C79: Sociocultural Psychology: Theory and Practice of Doing and Knowing, by L. mw Martin, K. Nelson, and E. Tobach (Eds.), New York: Cambridge University Press, 1996,

[http://books.google.com/books?id=7zScHMfEA1QC&dq=%22conceptual+knowledge+system%22&lr=&hl=sk:The child's initial **conceptual knowledge system** derives form experience in culturally arranged activities and scenes...](http://books.google.com/books?id=7zScHMfEA1QC&dq=%22conceptual+knowledge+system%22&lr=&hl=sk:The+child's+initial+conceptual+knowledge+system+derives+form+experience+in+culturally+arranged+activities+and+scenes...)

C80: Integrated and Holistic Perspectives on Learning, Instruction and Technology edited by J Michael Spector, Theresa M Anderson (2000) Springer, ISBN 0792367057:

One outcome of recent progress in educational technology is strong interest in providing effective support for learning in complex and ill-structured domains. What is a **conceptual knowledge system** and how do human beings develop and change their knowledge?

<http://books.google.com/books?l=sk&lr=&id=qRmLXq2uvnIC&oi=fnd&pg=PA213&dq=%22conceptual+knowledge+system22&ots=gbN5Zox17e&sig=FpZqUipgvahj2Ju7pY7OYd8GQGg>

Educational and Didactic Communication

2007, Vol. 2. – Methods

Vzdelávacia a didaktická komunikácia

2007, 2. diel – metódy

Summary – Abstrakt

The monograph “Educational and Didactic Communication 2007“ is a follow-up to earlier ones of the authors P.Tarábek and P.Záškodný oriented to the development of didactic communication of physics, that is based on the Brockmeyer’s communicative conception of physics education theory. The monograph has three volumes. The first volume deals with theory of didactic communication and curricular process of physics, the second one describes methods of curriculum construction and cognitive analysis in curriculum design. The third volume involves applications of the theory and the methods in an education.

The results in the framework of didactic communication theory are advanced:

1. Methods of structure modelling of cognition problems solving and their applications in curricular process of physics. The applications are oriented to the single phases of didactic transformation of conceptual knowledge systems, and the construction of variant curriculum forms.
2. A triangle model of concept with specification on developmental levels of concept formation in mathematics and physics is presented. In addition, the model’s applications on Vygotian phases of concept formation are showed. The model was used for cognitive analysis during a testing of pupil’s and students’ internal concepts. The cognitive analysis and triangle modelling based on this model is a part of the curriculum design.

Monografie „Educational and Didactic Communication 2007“ navazuje na predchádzajúcej monografie autorů P.Tarábka a P.Záškodného zaměřené na rozvíjení komunikačního pojetí didaktiky fyziky. První díl monografie se zabývá teorií didaktické komunikace a kurikulárního procesu, druhý díl metodami strukturace variantních forem kurikula a kognitivní analýzou pojmů v kurikulárním procesu.

Autoři předkládají tyto výsledky:

1. Metody modelování struktury řešení problémů poznávání a jejich použití v oblasti kurikulárního procesu fyziky se zaměřením na jednotlivé etapy didaktické transformace pojmově poznatkových systémů a konstrukce variantních forem kurikula (článek 1 a 2).
2. Trojúhelníkový model pojmové struktury se specifikací vývojových úrovní v matematice a fyzice jakož i jeho aplikace na popis Vygotského stadií formování pojmů. Model byl ověřován testováním interních pojmů u žáků základní školy a studentů gymnázia. Model je součástí metod konstrukce variantních forem kurikula.

Content – Obsah

| | |
|---|-----|
| 1. Methods of Structure Modelling of Cognition Problems Solving and their Using in the Area of Physics Curriculum Process. Author P. Záškodný ----- | 3 |
| 2. Construction of Variant Curriculum Forms. Author P. Záškodný ----- | 12 |
| Communicability of Scientific System of Physics and Construction of Conceptual Curriculum ----- | 12 |
| Didactic System of Physics and Construction of Intended Curriculum ----- | 22 |
| Instruction Project of Physics, Construction of Project Curriculum and Implemented Curriculum-1----- | 47 |
| Instructional Process of Physics, its Results and Evaluation Creation of Implemented Curriculum-2 ----- | 82 |
| Permanent Component of Education from Physics Area, Applied Outputs of Physical Schooling and Creation of Attained Curriculum ----- | 96 |
| 3. Cognitive Analysis and Triangular Modelling of Concept in Curricular Process. Author: P. Tarábek ----- | 107 |
| Triangle Model of Concept Structure ----- | 110 |
| Vygotian Phases of Concept Formation ----- | 114 |
| Developmental Levels of Mathematical and Physical Concepts ----- | 122 |
| Cognitive Analysis and Triangle Modelling of Concept Structure in Curricular Process – Developmental Misconceptions ----- | 132 |
| | |
| 1. Metody modelování struktury řešení problémů poznávání a jejich použití v oblasti kurikulárního procesu fyziky. autor: P. Záškodný ----- | 3 |
| 2. Konstrukce variantních forem kurikula. autor: P. Záškodný ----- | 12 |
| Sdílitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula ----- | 12 |
| Didaktický systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula ----- | 22 |
| Výukový projekt fyziky, tvorba projektového a implementovaného kurikula-1 ----- | 47 |
| Výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení, tvorba implementovaného kurikula-2 ----- | 82 |
| Trvalá složka vzdělání z oblasti fyziky, aplikovatelné výstupy výuky fyziky a tvorba dosaženého kurikula ----- | 96 |
| 3. Kognitivní analýza a trojuhelníkové modelování pojmů v průběhu kurikulárního procesu. autor: P. Tarábek ----- | 107 |
| Trojuhelníkový model struktury pojmu ----- | 110 |
| Vygotského štádia formovania pojmov ----- | 114 |
| Vývojové úrovně matematických a fyzikálních pojmů ----- | 122 |
| Kognitivní analýza a trojuhelníkové modelování struktury pojmů v kurikulárním procese – vývojové miskoncepce ----- | 132 |

Názov: Educational and Didactic Communication 2007 – Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007

Vydavateľ: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, s. r. o., 811 04 Bratislava, Hýrošova 4, www.didaktis.sk
člen European Educational Publishers Group, www.eepg.org

Rok vydania: 2007

© Pedagogické vydavateľstvo Didaktis s. r. o., Bratislava, Hýrošova 4

Autori: Ing. Pavol Tarábek Ph.D., Doc. RNDr. Přemysl Záškodný, CSc.

Recenzenti: Doc. Ing. Vladislav Pavlát, CSc., Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic
PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D., Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, Czech Republic

Zodpovedný redaktor: Pavol Tarábek

Všetky práva vyhradené: Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováná, ukladaná do informačných systémov alebo rozširovaná akýmkoľvek spôsobom elektronicke, mechanicky, fotografickou reprodukciou bez písomného súhlasu majiteľa práv.

ISBN: 987– 80–89160–56–3

Metody modelování struktury řešení problémů poznávání a jejich použití v oblasti kurikulárního procesu fyziky

Methods of Structure Modeling of Cognition Problems Solving and their Using in the Area of Physics Curriculum Process

Assoc. Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Methods of Modeling Structure of Cognition Problem Solving, Fusion of Logical and System Approaches, Hierarchical Modeling, Analytical Synthetic Modeling, Matrix Modeling, Micro-Matrix Modeling

Curricular Process of Physics, Conceptual Curriculum, Intended Curriculum, Projected Curriculum, Implemented Curriculum-1, Implemented Curriculum-2, Attained Curriculum

Structure of Curriculum Variant Form, Conception and Interpretation Sub-Structure, Compagnes of Objectives Sub-Structure, Conceptual Knowledge System Sub-Structure, Factors of Transformations, Sub-Transformations of Transformation of Didactic Communication of Physics

Abstracts

a) Survey of Methods of Modeling of Structure of Cognition Problem Solving

The curriculum variant forms can be constructed and represented by the help of methods of modeling of structure of cognition problem solving. The function of, by a model manner, represented structures is consisting in “existent or mediated solution of problems”. The survey of these methods is as follows:

- 1) hierarchical modeling cognitive structure – the succession of cognitive process plains “identification of problem, analysis, abstraction, synthesis, intellectual reconstruction”,
- 2) analytical synthetic modeling cognitive structure,
- 3) matrix and micro-matrix modeling cognitive structure.

b) General Description of Methods of Modeling of Structure of Cognition Problem Solving

The creation of curriculum variant form should start from the fusion of logical and system approaches to a solution of this problem.

The logical approach in general divides the investigated problem into logical elements (interpreted eigen symbols) and determines the relations of deducibility among them (interpreted non-eigen symbols). In this manner the metalanguage is formed and it enables to model the logical structure of investigated problem. The model of logical structure in the shape of metalingual term is a result. The metalanguage links the meanings to metalingual terms.

The system approach in general articulates the investigated problem on structural elements and determines the relations among them. The structure of searched system is characterized by a function of structure. The function of

structure describes the role of the structural elements of system. The model of structure in the form of network graph represents the structural elements and relations among them in accordance with the function of structure.

The fusion of logical and system approaches on the solution of problem is given by the fusion of metalingual term and network graph pursuant to the investigation of delimited problem. The function of structure will link to network graphs the same meanings as the metalanguage to metalingual terms.

The forming physics curriculum variant form represents the investigated problem. The delimitation of that problem consists in the delimitation of hierarchically arranged plains of cognitive process in general (existent scientific problem) and in the cultivation of physics thinking of addressees. The cultivation of physics thinking is given by the acquirement as the solution of problems mediated by teacher.

The plains of cognitive process on solution of any problem are adequate to the plains of cognitive process on solution of problems which are mediated to addressees by teacher. It is the specialization of didactics of physics as scientific branch. These plains is possible to delimit by hierarchically arranged plains “identification of problem as the delimitation of target concept or knowledge”, “analysis”, “abstraction”, “synthesis” and “intellectual reconstruction of target concept or knowledge”.

The principle of these methods is presented – fusion of logical and system approaches. The hierarchical modeling cognitive structure is described. The analytical synthetic modeling cognitive structure is described. The matrix modeling cognitive structure is described. The micro-matrix modeling cognitive structure is described.

c) Curricular Process of Physics

Comparison carried out in the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ has enabled, gradually, to join together the results of transformations T1 to T5 with the selected variant forms of curriculum as follows:

- a) The result of transformation T1 (scientific system of physics in the light of its communicability) may be expressed by variant form “conceptual curriculum”
- b) The result of transformation T2 (didactic system of physics) may be expressed by variant form “intended curriculum”
- c) The result of transformation T3 (instruction project of physics, above all textbook and preparation of teacher for instruction) may be expressed by variant forms “projected curriculum” and “implemented curriculum-1”
- d) The result of transformation T4 (foreknowledge and further results of physical schooling) may be expressed by variant form “implemented curriculum-2”
- e) The result of transformation T5 (permanent component of education and its applications as effects of physical schooling) may be expressed by variant form “attained curriculum”

Among the conclusions of the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ the implementation of concept “curricular process of physics” as succession by transformational way concurring variant forms of curriculum belongs. The next conclusion is detection thus by transformational way introduced concept “curricular process” in essence eliminates “a gorge” among the conceptions of curriculum with them is separately worked in Anglo American publications. The last conclusion is afterwards the assumption the curricular process of physics as another denomination of didactic communication of physics could enable to explore the curricular processes, for example, mathematics, chemistry, biology as school subjects.

d) Structure of Variant Form of Curriculum

The six variant forms of curriculum (taken into account):

- abbreviation CC – conceptual curriculum,
- abbreviation IC – intended curriculum,
- abbreviation PC – projected curriculum,
- abbreviation IMC-1 – implemented curriculum-1,
- abbreviation IMC-2 – implemented curriculum-2,
- abbreviation AC – attained curriculum.

The creation of curriculum variant form of physics consists in forming all the three types of models (hierarchical, analytical synthetic, and matrix), i.e. application of **all the three cognitive structural methods of transfer of physical knowledge) in following four areas:**

- a) Conception and interpretation of curriculum variant form (index CI)
- b) Compages of the objectives of curriculum variant form (index O)
- c) Conceptual knowledge system of curriculum variant form (index CKS)
- d) Factor of transformation the previous curriculum variant form to the following curriculum variant form

Structure of all the curriculum variant forms is formed by three sub-structures with indices CI, O, CKS:

$$- CC = CC_{CI} + CC_O + CC_{CKS}$$

$$- IC = IC_{CI} + IC_O + IC_{CKS}$$

$$- PC = PC_{CI} + PC_O + PC_{CKS}$$

$$- IMC-1 = IMC-1_{CI} + IMC-1_O + IMC-1_{CKS}$$

$$- IMC-2 = IMC-2_{CI} + IMC-2_O + IMC-2_{CKS}$$

$$- AC = AC_{CI} + AC_O + AC_{CKS}$$

All the transformations T1 to T5 are created by three sub-transformations CIT1 to CIT5, OT1 to OT5, and DT1 to DT5 (DT1 to DT5 are known didactic transformations of conceptual knowledge system)

From 25 partial problems of structuring curriculum variant forms 8 problems are solved in the 1., 2., 3., 4., and 5. chapters of paper "Construction of Variant Curriculum Forms" presented in this 2. volume of monograph:

The 1. chapter – Modeling the CC_{CKS}

The 2. chapter – Modeling the IC_{CI} , IC_O , IC_{CKS}

The 3. chapter – Modeling the PC_{CKS} , $IMC-1_{CKS}$

The 4. chapter – Modeling the $IMC-2_{CKS}$

The 5. chapter – Modeling the AC_{CKS}

OBSAH

1. Popis metody modelování struktury řešení problémů poznávání
2. Kurikulární proces fyziky
3. Strukturace variantních forem kurikula
4. Modelované substruktury variantních forem kurikula
5. Shrnutí – metody strukturace

Literatura

CONTENT

1. Description of Methods of Modeling Structure of Cognition Problems Solving
2. Curricular Process of Physics
3. Structuring Curriculum Variant Forms
4. Modelled Sub-Structures of Curriculum Variant Forms
5. Summary – Structuring Methods

References

1. Popis metody modelování struktury řešení problémů poznávání

Metody modelování struktury předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury řešení problémů poznávání. Výsledné modely jsou nazývány modely kognitivní struktury řešení problémů poznávání. Metody modelování struktury předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury řešení problémů poznávání. Výsledné modely struktury řešení problémů poznávání jsou nazývány modely kognitivní struktury řešení problémů poznávání. Metody modelování struktury řešení problémů poznávání byly popsány jako metody strukturace variantních forem kurikula (Zášková, 2007a, [4]). Zde bude prezentován jejich obecný popis.

K řešení úkolu „jak strukturovat řešení problémů“ je zapotřebí se orientovat v termínech „logický přístup“ a „systémový přístup“. Respektování obou termínů při úspěšné strukturaci řešení problémů někdy vyžaduje splnutí logického a systémového přístupu.

Logický přístup obecně člení zkoumaný problém na logické prvky (interpretované vlastní symboly jako prvky logického systému) a určuje vztahy odvoditelnosti mezi nimi (interpretované nevlastní symboly jako logické vazby mezi prvky logického systému). Touto cestou je vytvářen metajazyk, který umožňuje modelovat logickou strukturu zkoumaného problému. Výsledkem je model logické struktury v podobě metajazykového výrazu. Metajazyk přiřazuje metajazykovým výrazům významy.

Didaktická komunikace fyziky je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí (Brockmeyerová, 1982, [5]). Fyzikální poznatek prodělává během didaktické komunikace několik výrazných transformací. V zájmu úspěšné edukace v oblasti fyziky lze položit požadavek, aby vstupy a výstupy do jednotlivých transformací didaktické komunikace logickou strukturu měly (tj. aby systémy prvků např. učiva byly propojeny logickými vazbami). Termín „transformace didaktické komunikace“ byl vyložen v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ a jeho článku „Didaktická komunikace fyziky a její struktura“ autora P.Tarábka, 2007, [1].

Rovněž vstup a výstup transformace didaktické komunikace, který vznikl didaktickou a edukační adaptací např. vědeckých pojmově-poznatkových systémů, by si měl zachovat v zájmu principu vědeckosti původní logickou strukturu, byť uzpůsobenou potřebám a možnostem edukantů. Termín „pojmově-poznatkový systém“ byl vyložen v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ a jeho článku „Kognitivně termíny v teorii didaktické komunikace přírodních věd“ autora P.Tarábka, 2007a, [2].

Systémový přístup obecně člení zkoumaný problém na strukturální prvky a určuje vzájemné vazby mezi nimi. Struktura hledaného systému je charakterizována funkcí struktury. Funkcí struktury je myšlen způsob uspořádání strukturálních prvků, funkce struktury pak popisuje roli strukturálních prvků systému. Model struktury v podobě síťového grafu znázorňuje strukturální prvky a vztahy mezi nimi v souladu s funkcí struktury. Vytváření síťových grafů jako metoda síťové analýzy vědeckých problémů v didaktice fyziky bylo po prvé rozpracováno v r. 1983 na bázi Sochorovy metody (Sochor, 1978, [10], Zášková 1983, [7]).

Splynutí logického a systémového přístupu při řešení problému je splnutím metajazykového výrazu a síťového grafu na základě zkoumání vymezeného problému. Funkce struktury bude přiřazovat síťovým grafům stejné významy jako metajazyk metajazykovým výrazům. Toto splnutí je možné pod podmínkou, že struktura systému je logická. Tento požadavek byl položen v souladu s principem vědeckosti na vstupy a výstupy transformací didaktické komunikace.

Roviny poznávacího procesu při řešení libovolného problému poznávání jsou identické, ať již jde o skutečné řešení vědeckého problému v předmětové didaktice nebo o řešení problému, které např. při výuce zprostředkovává edukantům učitel. V tom je specifikum předmětové didaktiky (a tedy i didaktiky fyziky) jako vědního oboru – předmětová didaktika musí řešit své vlastní vědecké problémy a součástí tohoto řešení je např. taková prezentace učiva, která umožňuje edukantům řešit problémy s pomocí učitele.

Tyto roviny lze vymežit hierarchicky jako:

1. „identifikace problému jako vymezení dosud nepoznané oblasti didaktiky fyziky nebo jako neosvojené oblasti fyzikálního poznání“,
2. „analýza složité oblasti a její rozčlenění na dílčí části“,
3. „abstrakce jako nalezení podstaty dílčích částí“,
4. „syntéza dílčích abstrakcí jako formulace podstatných závěrů“ a
5. „myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti didaktiky fyziky jako vyřešení problému nebo myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti fyzikálního poznání jako osvojení této oblasti edukantem“.

Struktura rovin poznávacího procesu je nazývána kognitivní strukturou řešení problémů poznávání a je modelována vhodnými metodami.

Logický a systémový přístup při hledání metod modelování struktury řešení problémů poznávání vede k potřebě nalezení několika typů metod modelování ať již při skutečném nebo zprostředkovaném řešení problému. Pro jednotlivé metody modelování lze zavést termíny „hierarchické modelování“, „analyticko-syntetické modelování“, „maticové modelování“ a „mikromaticové modelování“.

Hierarchické modelování jen třídí pojmy a poznatky do jednotlivých rovin poznávacího procesu „identifikovaný problém“, „analytické rozčlenění na dílčí problémy“, „vymezení podstaty dílčích problémů pomocí abstrakce“, „syntetické formulování podstatných závěrů“ a „myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti reality“. Model má podobu skupin pojmů a poznatků soustředěných do jednotlivých rovin poznávacího procesu. **Základním operačním poznatkem** skrytým v hierarchickém modelu kognitivní struktury je **schopnost „třídění“**.

Analyticko-syntetické modelování již hledá vazby mezi pojmy a poznatky jednotlivých hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu. Model má podobu síťového grafu, na jehož začátku je „identifikovaný problém“ a na jehož konci je „vyřešený problém ve formě jeho myšlenkové rekonstrukce“. **Základní operační poznatky** skryté v analyticko-syntetickém modelu jsou **schopnosti „analyzovat“, „abstrahovat a zobecňovat“, „syntetizovat“ a „provádět celkovou myšlenkovou rekonstrukci“**.

Maticové modelování je cestou, jak dosažené výsledky řešení problémů jako jádra řešení problému uspořádat do vhodné posloupnosti a jak jednotlivé prvky posloupnosti vysvětlit pomocí potřebných významů a vazeb. Model má podobu makromaticy s hlavní diagonálou obklopenou pojmově-poznatkovými oblastmi. **Základní operační poznatek** skrytý v makromatici je **schopnost uspořádat** dosažené výsledky řešení celé problémové oblasti tak, aby se staly sdělitelnými.

Mikromaticové modelování je cestou, jak popsat různé způsoby řešení dílčích problémů složitější problémové oblasti vhodnými typy mikromatic. Mezi tyto mikromaticy patří kvalifikační mikromaticy a čtyři typy mikromatic kvantifikačních. Je pravděpodobné, že při zkoumání odlišných problémových oblastí (než tomu bylo v práci Záškodný, 2007a, [4]) budou objeveny další typy mikromatic. **Základní operační poznatek** skrytý v mikromatici je **schopnost rozlišit** různá uspořádání dosažených výsledků tak, aby se staly sdělitelnými řešení dílčích problémů. První použití maticových metod modelování v didaktice fyziky bylo zpracováno v r. 1983 s aplikací Thomasových matic (Thomas, 1963, [11], Záškodný, 1983, [7]).

Vymezení funkcí všech typů modelování kognitivní struktury řešení problémů poznávání mělo společný základ. Spočívalo ve vymezení rovin poznávacího procesu a jejich takového uspořádání, aby byly řešeny nejen vědecké problémy didaktiky fyziky, ale aby bylo také rozvíjeno fyzikální myšlení edukantů. Rozvíjení fyzikálního myšlení je dáno osvojováním jako řešením problémů zprostředkovaným učitelem.

2. Kurikulární proces fyziky

V prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ byl v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [3]) učiněn pokus o „fúzi“ československé didaktické tradice a angloamerické kurikulární tradice.

Článek ověřil hypotézu, že didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T1 až T5 didaktické komunikace, je na souhrnu vstupů a výstupů jednotlivých transformací posloupností na sebe navazujících variantních forem kurikula:

- konceptuálního kurikula (Conceptual curriculum) jako vyjádření vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výstup transformace T1, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky)
- zamýšleného kurikula (Intended curriculum) jako vyjádření didaktického systému fyziky (výstup transformace T2, vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti)
- projektového kurikula (Projected curriculum) a implementovaného kurikula-1 (Implemented curriculum-1) jako vyjádření výukového projektu fyziky a přípravy učitele na výuku (výstupy transformace T3, vstupem do této transformace byl didaktický systém fyziky)
- implementovaného kurikula-2 (Implemented curriculum-2) jako vyjádření dosažených výsledků výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace (výstup transformace T4, vstupem do této transformace byl výukový projekt fyziky)
- dosaženého kurikula (Attained curriculum) jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání a aplikovatelných výsledků výuky fyziky a uplatnění trvalé složky vzdělání v oblasti fyziky (výstup transformace T5, vstupem do této transformace byly dosažené a ohodnocené výsledky výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace).

Pojem „Kurikulární proces fyziky“ byl v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (P.Záškodný, 2007, [3]) definován jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako vědecký systém fyziky“, transformační návaznost odpovídající transformacím T1 až T5 didaktické komunikace fyziky je označena šípkami →):

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

3. Struktura variantních forem kurikula

Strukturální koncepce didaktiky fyziky obsahuje tři základní rysy – Kurikulární proces fyziky (první rys), Strukturaci předávání fyzikálního poznání (druhý rys) a Strukturaci podoby předávání fyzikálního poznání (třetí rys), viz „Strukturální koncepce didaktiky fyziky“ P.Záškodný, J.Fenclová-Brockmeyerová, 2007, [9].

Struktura kurikulárního procesu (první základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je dána transformacemi T1 až T5 a vstupy a výstupy z těchto transformací:

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

Strukturace předávání fyzikálního poznání (druhý základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je strukturací řešení problémů (ať již skutečných problémů nebo problémů zprostředkovaných edukantům např. při výuce). Strukturace řešení problémů je spojena s výběrem vhodných metod pro modelování libovolné variantní formy kurikula. Výběr těchto metod je popsán v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [4]). **Metody modelování struktury předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury řešení problémů poznávání.**

Strukturace podoby předávání fyzikálního poznání (třetí základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je strukturací pojmů na odpovídající kognitivní úrovni. Strukturace pojmů na odpovídající kognitivní úrovni je opět spojena s výběrem vhodných metod pro modelování libovolné variantní formy kurikula. Výběr těchto metod je popsán v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [4]). **Metody modelování struktury podoby předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních.**

K úplnému popisu tří základních rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky je potřebné doplnit popis **obecné struktury libovolné variantní formy kurikula.** K popisu budou využity práce M.Pasche a kol., 2005, [6], P.Záškodného, 1983, [7] a J.Fenclové-Brockmeyerové, 1980, [8].

Struktura variantní formy kurikula je tvořena čtyřmi hierarchicky uspořádanými substrukturami:

- a) Smysl a pojetí variantní formy kurikula (označení substruktury: index SP)
- b) Soustava cílů variantní formy kurikula (označení substruktury: index C)
- c) Forma existence pojmově-poznatkového systému variantní formy kurikula (označení substruktury: index PPS)
- d) Faktory transformace variantní formy kurikula na navazující variantní formu (označení substruktury: index F)

Jakmile je vymezen smysl a pojetí variantní formy kurikula lze se zabývat jeho soustavou cílů. Obě substruktury pak determinují konstrukci a vyjadřování třetí substruktury – struktury pojmově-poznatkového systému. Je-li zkonstruována a vyjádřena třetí substruktura je nutno stanovit faktory transformace na navazující variantní formu kurikula.

Variantních forem kurikula, které jsou v této kapitole brány v úvahu, je šest:

- konceptuální kurikulum (zkratka CC – conceptual curriculum),
- zamýšlené kurikulum (zkratka IC – intended curriculum),
- projektové kurikulum (zkratka PC – projected curriculum),
- implementované kurikulum-1 (zkratka IMC-1 – implemented curriculum-1),
- implementované kurikulum-2 (zkratka IMC-2 – implemented curriculum-2),
- dosazené kurikulum (zkratka AC – attained curriculum).

Variantní formy PC a IMC-1 se sdružují jako výstup transformace T3 a vstup do transformace T4, budou však brány v úvahu odděleně.

Struktura každé ze šesti variantních forem kurikula a vstupní nekurikulární prvek (vědecký systém fyziky VSF) má tři substruktury označené indexy SP, C a PPS:

- $VSF = VSF_{SP} + VSF_C + VSF_{PPS}$
- $CC = CC_{SP} + CC_C + CC_{PPS}$
- $IC = IC_{SP} + IC_C + IC_{PPS}$
- $PC = PC_{SP} + PC_C + PC_{PPS}$
- $IMC-1 = IMC-1_{SP} + IMC-1_C + IMC-1_{PPS}$
- $IMC-2 = IMC-2_{SP} + IMC-2_C + IMC-2_{PPS}$
- $AC = AC_{SP} + AC_C + AC_{PPS}$

Každá transformace T1 až T5 je tvořena třemi subtransformacemi SPT1 až SPT5, CT1 až CT5 a DT1 až DT5,

- kde SPT1 až SPT5 jsou transformace smyslu a pojetí předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde CT1 až CT5 jsou transformace soustavy cílů předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde DT1 až DT5 jsou již známé didaktické transformace pojmově-poznatkového systému předcházející variantní formy kurikula na pojmově-poznatkový systém navazující variantní formu kurikula.

Provedení každé transformace T1 až T5 je dáno faktorem F1 až F5, lze tedy zapsat, že provedení T1= aplikace F1 až provedení T5= aplikace F5.

Souhrn předcházejících úvah ukazuje, že struktura variantních forem kurikula vyžaduje vytvoření celkem $6 \times 3 = 18$ modelů substruktur 6 variantních forem kurikula (pokud není brán v úvahu vstupní nekurikulární prvek VSF – vědecký systém fyziky).

Dále tento souhrn ukazuje, že provedení 5 transformací T1= F1 až T5= F5 vyžaduje provedení 15 dílčích transformací (SPT1 až SPT5, CT1 až CT5, DT1 až DT5) a znalost 5 celkových faktorů F1 až F5 transformací T1 až T5 (není vyloučeno, že faktory F1 až F5 bude potřebné rozčlenit na subfaktory dílčích transformací).

Úplná struktura variantních forem kurikula zřejmě vyžaduje vytvořit 18 modelů substruktur 6 variantních forem kurikula (a případně 3 modely substruktur nekurikulárního prvku VSF – vědecký systém fyziky). Vytvoření 18 modelů vyžaduje znalost 5 faktorů transformací T1 až T5 (ne-li 15 subfaktorů dílčích transformací SPT1 až SPT5, CT1 až CT5, DT1 až DT5).

Vymezených $18+5=23$ problémů struktura variantních forem kurikula ukazuje, jak zkoumat současný, dosud nestrukturovaný stav a), b), c), d):

- a) Je k dispozici řada prací, které se zabývají smyslem a pojetím edukačního procesu fyziky jako celku (tj. smyslem a pojetím kurikulárního procesu fyziky).
- b) Je rovněž k dispozici řada prací, které zkoumají soustavu cílů a člení ji např. v rámci didaktiky fyziky na obecné cíle jako profil absolventa a klíčové kompetence, na cíle přírodovědného vzdělávání, na cíle výuky fyziky a na specifické cíle výuky fyziky. Nebo mohou být členěny na cíle v oblasti obsahu učiva (především kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva podle Brunerova vymezení povahy a vnitřního řádu struktury učiva) a na cíle v oblasti procesu učení (především kognitivní cíle jako osvojení učebních činností podle Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů). Po výběru a analýze obecných cílů vyučování pak následuje formulace konkrétních cílů výuky.

- c) Struktury pojmově-poznatkových systémů jsou většinou modelovány pomocí pojmových map především v rámci didaktických pojmově-poznatkových systémů a v rámci projektových pojmově-poznatkových systémů vyjádřených např. učebními texty.
- d) Rovněž faktory transformací T1 až T5 didaktické komunikace v rámci daného školního předmětu (tj. transformací variantních forem kurikula tvořících kurikulární proces daného školního předmětu) jsou obvykle popsány obecně a nestrukturovaně.

4. Modelované substruktury variantních forem kurikula

V druhém dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007“ jsou zkoumány **konstrukce a vyjadřování následujících substruktur variantních forem kurikula v článku “Konstrukce variantních forem kurikula”** (autor P.Záškodný):

- konceptuální kurikulum: pojmově-poznatkový systém konceptuálního kurikula jako substruktura CC_{PPS} celkové struktury konceptuálního kurikula (viz 1.část “Sdělitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- zamýšlené kurikulum: smysl a pojetí zamýšleného kurikula, soustava cílů zamýšleného kurikula, pojmově-poznatkový systém zamýšleného kurikula jako tři substruktury IC_{SP} , IC_C , IC_{PPS} celkové struktury zamýšleného kurikula (viz 2.část “Didaktický systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- projektové kurikulum: pojmově-poznatkový systém projektového kurikula jako substruktura PC_{PPS} celkové struktury projektového kurikula (viz 3.část “Výukový projekt fyziky, tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- implementované kurikulum-1: pojmově-poznatkový systém implementovaného kurikula-1 jako substruktura $IMC-1_{PPS}$ celkové struktury zamýšleného kurikula (viz 3.část “Výukový projekt fyziky, tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- implementované kurikulum-2: pojmově-poznatkový systém implementovaného kurikula-2 jako substruktura $IMC-2_{PPS}$ celkové struktury implementovaného kurikula-2 (viz 4.část “Výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení a tvorba implementovaného kurikula-2” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- dosažené kurikulum: pojmově-poznatkový systém dosaženého kurikula jako substruktura AC_{PPS} celkové struktury dosaženého kurikula (viz 5.část “Trvalá složka vzdělání z oblastí fyziky, aplikovatelné výstupy výuky fyziky a tvorba dosaženého kurikula” článku “Konstrukce variantních forem kurikula”).

Z 23 vymezených problémů bude modelováno 8 problémů, v převážné míře formy existence externích a interních pojmově-poznatkových systémů jako postupně se transformujícího učiva (CC_{PPS} , IC_{PPS} , PC_{PPS} , $IMC-1_{PPS}$, $IMC-2_{PPS}$, AC_{PPS}).

Pouze v oblasti zamýšleného kurikula bude zkoumána rovněž otázka smyslu a pojetí zamýšleného kurikula (IC_{SP}) jako smyslu a pojetí didaktického systému fyziky a soustavy cílů zamýšleného kurikula (IC_C) jako soustavy cílů didaktického systému fyziky

V oblasti modelování substruktur zamýšleného kurikula bude vedle metod modelování struktury řešení problémů použito také metod modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních. Metody modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních byly popsány v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007“ v článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [4]).

V článku “Konstrukce variantních forem kurikula” (autor P.Záškodný, viz druhý díl monografie) byla použita **následující konkretizace faktorů transformace variantních forem kurikula** (Záškodný, Fenclová-Brockmeyerová, 2007a, [9]):

- 1) **Východiskové koncepte fyzikálního vzdělávání** - Systémová koncepte jako základ pro tvorbu vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti.
- 2) **Koncepte a cíle vzdělávání** - Soustava cílů je konkrétním vyjádřením smyslu a koncepte vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky.
- 3) **Metodika výuky** - Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky.
- 4) **Kvalifikace aktérů vzdělávání** - Učitel je se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu.
- 5) **Kognitivní úroveň edukantů** - Determinující vstupní prvek pro přizpůsobení strukturálních jednotek (jednotek učiva) potřebám a možnostem edukantů v didaktickém systému fyziky, ve výukovém projektu fyziky a v průběhu samotné výuky.

6) **Vstupní a výstupní znalosti edukantů** - Předpokládané vstupní a výstupní znalosti jsou dalším determinujícím prvkem pro tvorbu didaktického systému fyziky, výukového projektu fyziky a pro přípravu učitele na výuku a průběh samotné výuky.

Souhrnně lze konstatovat, že článek “**Konstrukce variantních forem kurikula**” (autor P.Záškodný, Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2) vychází ze systémové koncepce jako východiskové koncepce fyzikální edukace a z nepřetržitého respektování potřeb a možností adresátů fyzikální edukace při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula.

5. Shrnutí – metody strukturace

V článku “**Konstrukce variantních forem kurikula**” (autor P.Záškodný, Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2) byly zvoleny k výběru metod modelování struktur variantních forem kurikula dva doplňující postupy, které úzce souvisejí se základními rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky (Záškodný, Fenclová-Brockmeyerová, 2007a, [9]):

První postup vyšel z metod modelování struktury řešení problémů poznávání (ať již skutečných problémů nebo problémů zprostředkovaných). Tyto metody byly zpracovány jedním ze spoluautorů monografie P.Záškodným. Tato cesta byla motivována především snahou pojmout výuku jako takové řešení problémů edukanty, které je zprostředkováváno učitelem. Dalším motivem bylo respektovat část definice „didaktické komunikace fyziky“: „didaktická komunikace jako souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání“. Hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování tuto snahu respektuje. Tato cesta umožňuje konstruovat i modely řešení vědeckých problémů např. didaktiky fyziky.

Druhý postup vyšel z metod kognitivního modelování a je specifitější cestou vedoucí k respektování potřeb edukačního procesu fyziky. Tyto metody byly zpracovány druhým ze spoluautorů monografie P.Tarábkem. Trojúhelníkové a úroňové modelování struktur didaktických pojmů je jako strukturace podob předávání fyzikálního poznání (a jako jeden ze základních rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky) nepostradatelným partnerem pro strukturaci předávání fyzikálního poznání (další základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky).

LITERATURA

- [1] Tarábek,P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a její struktura. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Tarábek,P. (2007a) Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [4] Záškodný,P. (2007a) Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [5] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN
- [6] Pasch,M., Gardner,T.G., Langer,G.M., Stark,A.J., Moody,C.D.(1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [7] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy
- [8] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980) K perspektivám didaktického systému fyziky. Závěrečná zpráva výzkumu VIII-5-4/2. Praha: KVVV, Československá akademie věd
- [9] Záškodný,P., Fenclová-Brockmeyerová,J. (2007) Strukturální koncepce didaktiky fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [10] Sochor,A.M. (1978) O didaktičeskoj pererabotke materiala nauki v učebnikach. In: Problemy školnogo učebnika. Moskva: Prosveščeniye
- [11] Thomas,C.A. (1963) Programmed Learning in Perspective. Essex: Barkong

Konstrukce variantních forem kurikula

Construction of Variant Curriculum Forms

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Obsah

1. Sdělitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula
2. Didaktický systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula
3. Výukový projekt fyziky a tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1
4. Výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení a tvorba implementovaného kurikula-2
5. Trvalá složka vzdělání z oblasti fyziky, aplikovatelné výstupy výuky fyziky a tvorba dosaženého kurikula

1. Sdělitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula

Key Words

Klíčová slova: Konceptuální kurikulum jako výsledek transformace T1, Analyticko-syntetické modelování jako vhodná metoda konstrukce a vyjadřování konceptuálního kurikula, Ilustrace analyticko-syntetického modelování (model kognitivní struktury fyziky jako celku, model kognitivní struktury klasické nestatistické fyziky), **Rešerše** konceptuálního kurikula v literatuře

Key words: Conceptual curriculum as result of transformation T1, Analytical synthetic modeling as acceptable method of construction and representation of conceptual curriculum, Illustration of analytical synthetic modeling (model of cognitive structure of physics as whole, model of cognitive structure of classical non-statistical physics), **Recherché** of conceptual curriculum in publications

Abstract of the 1. chapter

V **1.kapitole** je popsána konstrukce a vyjadřování konceptuálního kurikula. Je zde připomenuto, že sdělitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula jako edukačního konstruktu je výsledkem transformace T1 didaktické (případně vzdělávací) komunikace fyziky. Po uvedení přehledu potřebných poznatků a dostupných metod je proveden výběr vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování konceptuálního kurikula.

In the 1. chapter the construction and representation of conceptual curriculum is described. Here is reminded communicability of scientific system of physics and creation of conceptual curriculum as educational construct are the result of transformation T1 of didactic (eventually educational) communication of physics. After presentation of survey of needed knowledge pieces and obtainable methods according the selection of acceptable methods for construction and representation of conceptual curriculum is carried out.

Mezi vybrané metody bylo zařazeno analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury a zdůrazněna potřeba vycházet ze strukturální a formální úrovně na základě výběru z 5 kognitivních úrovní.

To chosen methods the analytical synthetic modeling of cognitive structure has been inserted and the need to start from structural and formal levels (on the basis of selection from five cognitive levels) was accented.

Jako ilustrace použití vybraných metod byl uveden analyticko-syntetický model kognitivní struktury fyziky jako celku, včetně stručného popisu tohoto modelu. Jako další ilustrace byl uveden analyticko-syntetický model klasické nestatistické fyziky, opět včetně stručného popisu.

As illustration of application of chosen methods the analytical synthetic model of cognitive structure of physics as whole (including the brief description of this model) has been presented. Like next illustration the analytical synthetic model of classic non-statistical physics (again including the brief description) was presented.

Model klasické nestatistické fyziky byl demonstrován záměrně – v dalších kapitolách je sledován postupný vývoj variantních forem kurikula právě prostřednictvím klasické mechaniky (uvedené modely v **1. kapitole** představují modely kurikula konceptuálního jako první variantní formy kurikula).

The model of classic non-statistical physics was demonstrated intentionally – in next chapters the gradual development of curriculum variant forms is observed exactly through the classic mechanics (presented models in **the 1. chapter** represent the models of conceptual curriculum as the first variant form of curriculum).

The 1. chapter is closed by brief recherche of variant form “conceptual curriculum” in publications.

OBSAH

- 1.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod
 - 1.2. Ilustrace tvorby konceptuálního kurikula
 - 1.3. Variantní forma “konceptuální kurikulum” v literatuře
- Literatura k 1. kapitole

1.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

Sdělitelnost vědeckého systému fyziky a tvorba konceptuálního kurikula jako edukačního konstruktu je výsledkem transformace T1 didaktické komunikace fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.71-72). Tuto první transformaci lze na základě kurikulárního procesu fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.77) stručně popsat následujícím způsobem:

Transformace T1 Vědecký systém fyziky → Sdělitelný vědecký systém fyziky

Variantní forma kurikula a její tvorba Konceptuální kurikulum a jeho vytvoření jako výsledek transformace T1

Na otázku spojené s tvorbou konceptuálního kurikula jako edukačního konstruktu

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat výstup transformace T1?**
- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat vědecký systém fyziky, aby byl sdělitelný, aby se stal konceptuálním kurikulem?**

bude hledána odpověď pomocí kognitivně strukturních metod (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.89-97, trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmu podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.98-101). Jejich výběr pro tvorbu konceptuálního kurikula je podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.101-103 následující:

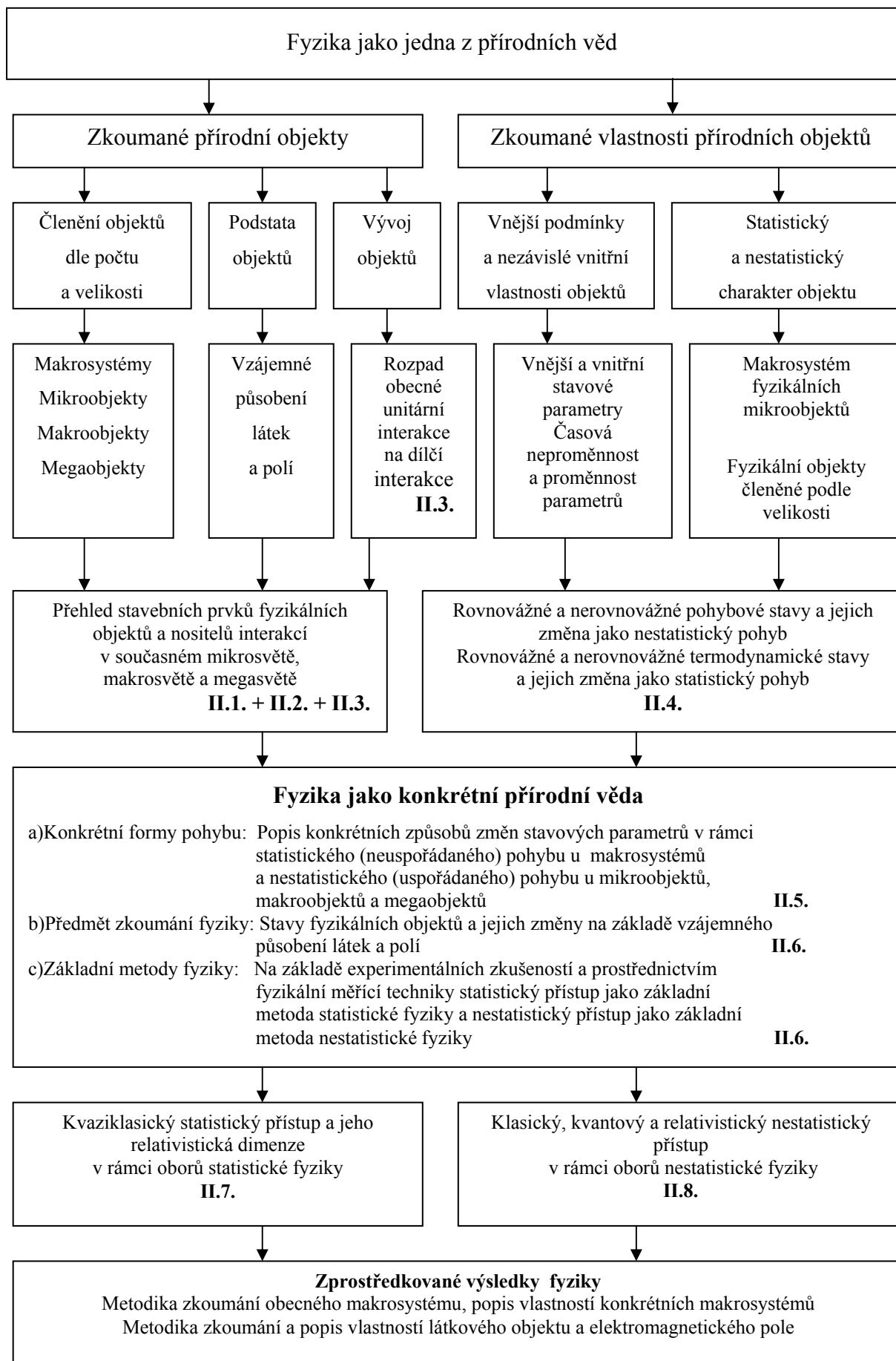
- **Analyticko-syntetické modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.90-91)
- **Úroňové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.101)

Zdůvodnění výběru metod k tvorbě konceptuálního kurikula a tím i k dosažení sdělitelnosti vědeckého systému fyziky lze nalézt v dřívějších pracích, např. P.Tarábka, P.Záškodného, 2007, [3]. V uvedené práci bylo pro zobrazování výstupu transformace T1 používáno z **kognitivně strukturních metod předávání fyzikálního poznání** především analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury, z hlediska **kognitivně strukturních metod tvorby podoby předávání fyzikálního poznání** bylo pak používáno úroňové modelování pojmové struktury na strukturální a formální kognitivní úrovni. Používání strukturální a formální kognitivní úrovně vyvolalo potřebu vytvořené analyticko-syntetické modely kognitivních struktur také stručně popsat.

1.2. Ilustrace tvorby konceptuálního kurikula

Jako ilustraci lze uvést analyticko-syntetický model kognitivní struktury fyziky jako celku (Záškodný, 2005, 2006, Tarábek, Záškodný, 2006, [4, 5, 6]) na Obr.1, včetně stručného popisu tohoto modelu. Jako další ilustrace bude uveden analyticko-syntetický model klasické nestatistické fyziky (Záškodný, 2005, 2006, 2007, [4, 5, 7]) na Obr.2, včetně stručného popisu. Obr.2 lze srovnávat s jeho stručnější variantou na Obr.3 (obrázek Obr.3 je převzat z práce P.Záškodného (2001, [8]).

Obr.1: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury fyziky



Model na Obr.1 lze stručně popsat následujícím způsobem (v pracích P.Záškodného, 2005, 2006, [4, 5] je popis proveden pomocí odstavců, které mají v Obr.1 označení II.1. až II.8.):

a) Fyzika jako jedna z přírodních věd zkoumá makrosystémy tvořené obrovským počtem objektů (většinou částic) pohybujících se neuspořádaným (statistickým) pohybem. Dále zkoumá mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty, které jsou buď osamocené nebo tvořeny objekty, které se pohybují uspořádaným (nestatistickým) pohybem (např. proud částic nebo vlnění). Podstatou těchto objektů je vzájemné působení látek a polí. Vývoj těchto objektů až do současnosti je spojen s postupným rozpadem obecné unitární interakce na dílčí interakce (gravitační, elektromagnetickou, silnou a slabou interakci)

b) Makrosystémy mají statistický charakter, je brána v úvahu jejich vnitřní struktura. Zkoumá je statistická fyzika, jejich stavy se nazývají stavy termodynamickými. Možným stavům je přiřazována pravděpodobnost jejich výskytu pomocí distribučních funkcí, stavové parametry těchto stavů jsou souborovými středními hodnotami fyzikálních veličin. Pohyb je pojímán jako změna stavu. Většinou jsou zkoumány stavy termodynamické rovnováhy, v nichž se střední hodnoty stavových parametrů s časem nemění. Příkladem mohou být makrosystémy molekul vzduchu, ale také makrosystémy fermionů (např. elektronový plyn v kovech jako degenerovaný Fermiho plyn) nebo bosonů (např. fotonový plyn záření černého tělesa nebo fononový a rotonový plyn v krystalech, amorfních látkách a supravodivých materiálech jako degenerované Boseho plyny)

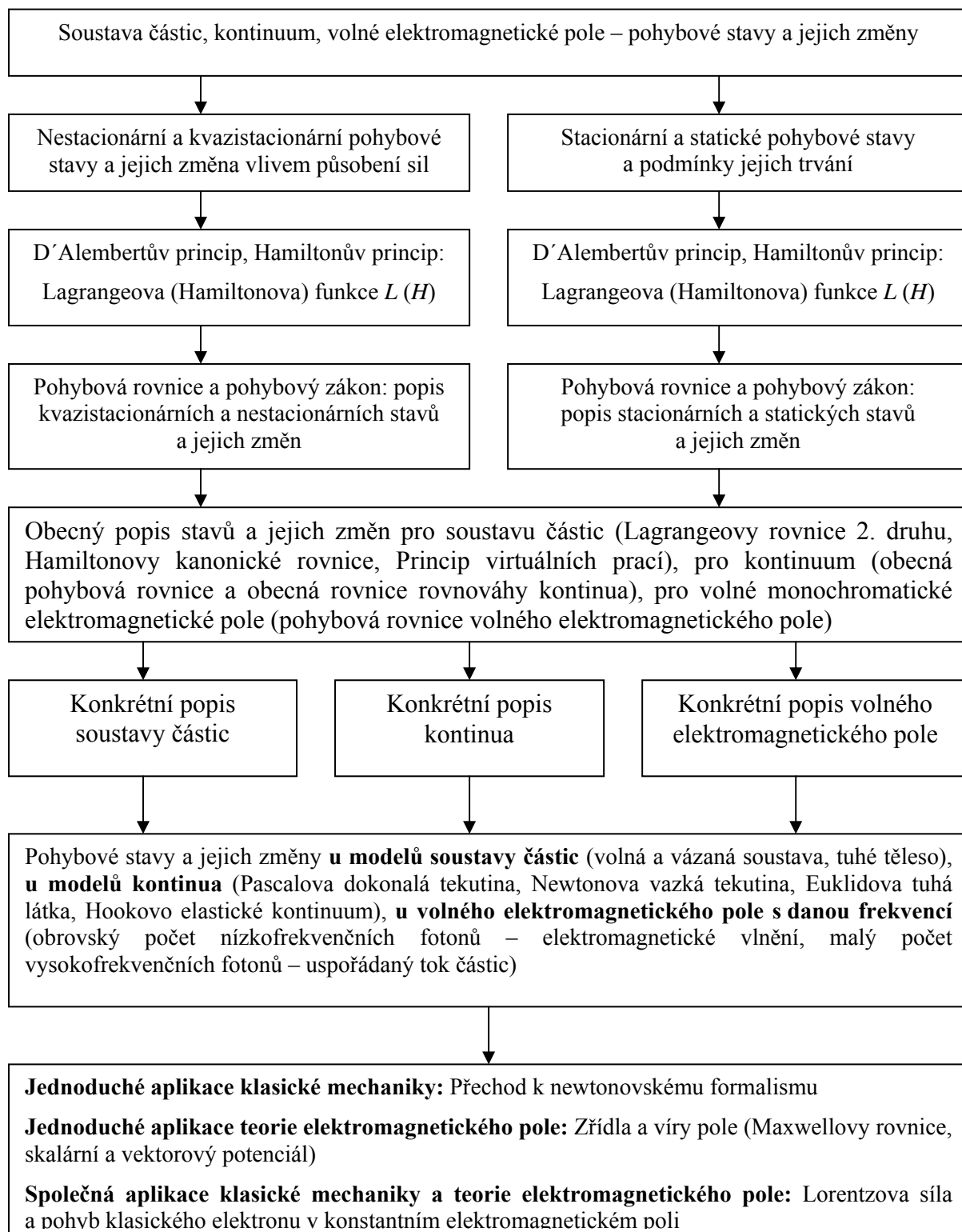
c) Mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty mají nestatistický charakter, jejich vnitřní struktura není brána v úvahu. Zkoumá je nestatistická fyzika, jejich stavy se nazývají stavy pohybovými. Popis pohybových stavů umožňují pohybové zákony (kinematika), příčiny změn pohybových stavů umožňují popsat pohybové rovnice (dynamika). Jsou zkoumány stavy rovnovážné (statické, stacionární) a také stavy nerovnovážné (kvazistacionární, nestacionární). Pohyb je opět pojímán jako změna stavu. Příkladem stacionárního stavu může být stav vázaného elektronu v obalu atomu, který nezáří a neabsorbuje. Příkladem nestacionárního stavu může být stav vázaného elektronu při jeho excitaci nebo deexcitaci (atom při excitaci může absorbovat foton, při deexcitaci naopak foton vyzařovat).

d) Statistická i nestatistická fyzika mají svou variantu klasickou, kvantovou (je uplatňován vlnově korpuskulární dualismus) a relativistickou (prostor a čas závisí na rozložení a pohybu fyzikálních objektů). V rámci statistické fyziky jsou tyto tři dimenze spojovány do kvaziklasického statistického přístupu, v rámci nestatistické fyziky je klasická dimenze zkoumána klasickou mechanikou a klasickými aplikacemi elektromagnetického pole, kvantová a relativistická dimenze kvantovou a relativistickou mechanikou a kvantovými a relativistickými aplikacemi elektromagnetického pole.

e) Nestatistickou fyziku (nestatistický přístup) lze vystavět na základě pojmů **“pohybová rovnice”** (např. druhý Newtonův zákon v klasické mechanice, nestacionární Schrödingerova rovnice v nerelativistické kvantové mechanice) a **“pohybový zákon”** (např. tvar trajektorie jako množina koncových bodů polohového vektoru v klasické mechanice; v kvantové mechanice si lze představit tvar trajektorie jako množinu “pravděpodobnostních oblaků” vázaného elektronu při jeho excitaci nebo deexcitaci v obalu atomu).

f) Statistickou fyziku (statistický přístup) lze vystavět na pojmu **“distribuční funkce”** (např. Maxwelllova distribuce rychlostí v molekulách plynu jako jednoduchá aplikace Maxwelllova-Boltzmannova rozdělení) a **“souborová střední hodnota”** (např. střední kvadratická rychlost molekul plynu).

Obr.2: Analyticko-syntetický model klasické nestatistické fyziky



Popis modelu klasické nestatistické fyziky na Obr.2:

Východiska klasického nestatistického přístupu lze spatřovat v nekvantové aproximaci a v nerelativistické aproximaci.

V nekvantové aproximaci není uvažován vlnově korpuskulární dualismus. Volné elektromagnetické pole s danou frekvencí a s obrovským počtem nízkofrekvenčních fotonů se šíří ve vakuu i v dielektriku jako „čistá“ elektromagnetická vlna. Nízký počet vysokofrekvenčních fotonů volného elektromagnetického pole s danou frekvencí, hmotné body, tuhá tělesa nebo částice kontinua se naopak chovají jako „čisté“ korpuskule.

V nerelativistické aproximaci jsou prostor a čas považovány za absolutní - proto neplatí tvrzení, podle něhož fyzikální zákony vyjadřují vztahy mezi „materiálními objekty“. Tuto aproximaci lze přijmout za podmínky malých rychlostí a malých hustot hmotnosti u zkoumaných fyzikálních objektů.

V oblasti elektromagnetického pole lze klasickou a nestatistickou „čistě“ vlnovou interpretaci přijmout jen pro případy velkých kvantových čísel oscilátorů s frekvencí ν , na které se v rámci kvantové teorie pole rozkládá volné elektromagnetické pole (pole bez přítomnosti nábojů). Velkým kvantovým číslem odpovídají obrovské počty fotonů, pak lze přejít od reprezentace dílčího fotonu „vlnovým balíkem“ či „Gaussiánem“ s energií $h\nu$ k elektromagnetické vlně v „rozlehlém“ prostoru bez přítomnosti nábojů. Tato elektromagnetická vlna již popisuje svou pohybovou rovnicí silové působení intenzity makroskopického elektrického pole a magnetické indukce makroskopického magnetického pole např. na uspořádaně příčně kmitající částice hypotetického prostředí. Chová se jako „klasická“ vlna a jako jeden nestatistický fyzikální objekt, byť má tato „klasická“ vlna fázovou rychlost šíření rovnu rychlosti světla. Pro reprezentaci jednoho fotonu „Gaussiánem“ je např. intenzita elektrického pole soustředěna jen v určitých „malých“ oblastech prostoru, které však také postupují fázovou rychlostí c - nejde však o elektromagnetické vlnění nebo elektromagnetické záření v obvyklém makroskopickém pojetí.

Dále lze v oblasti elektromagnetického pole klasickou a nestatistickou interpretaci přijmout jen pro velké vzdálenosti od soustavy nábojů - jelikož tato podmínka je podmínkou volného elektromagnetického pole je nutno ji spojit s podmínkou obrovského počtu fotonů. Za těchto dvou podmínek lze elektromagnetické pole považovat za klasický a nestatistický fyzikální objekt, který se šíří prostorem (vakuum nebo neferomagnetickým dielektrikem) jako „klasická“ elektromagnetická vlna. Ve velkých vzdálenostech od soustavy nábojů (v tzv. vlnové zóně záření) a při obrovských počtech fotonů lze také elektromagnetické záření považovat za elektromagnetické vlnění.

Model klasického nestatistického přístupu ukazuje, že hlavní metodou zkoumání klasických pohybových stavů a jejich změn (jako forem klasického nestatistického pohybu) je d'Alembertovský a z něho vyplývající lagrangeovský a hamiltonovský formalismus. Tento formalismus v oblasti volných částic a konzervativních silových polí a v oblasti některých modelů kontinua (např. Euklidova tuhá látka) přechází v dobře známý newtonovský formalismus. V oblasti „ultrarelativistického“ elektromagnetického pole je potřebné vycházet z lagrangeovského a hamiltonovského formalismu bez zjednodušení na formalismus newtonovský.

Lagrangeovský a hamiltonovský formalismus obsahuje pro soustavu N částic následující kroky:

- a) Vymezení fyzikálního problému a klasických počátečních podmínek (hodnoty souřadnic a rychlostí v daném časovém okamžiku),
- b) Stanovení odpovídajícího počtu r vazeb a odpovídajícího počtu obecných souřadnic q_j a hybností p_j (počet q_j a p_j se získá, když se od počtu $3N$ obvyklých kartézských souřadnic N částic odečte počet r vazeb),
- c) Nalezení Lagrangeovy funkce L a Hamiltonovy funkce H (v jednoduchých případech je $L = T - V$, $H = T + V$, kde T je kinetická energie a V potenciální energie),
- d) Nalezení pohybových rovnic ve tvaru Lagrangeových rovnic nebo Hamiltonových kanonických rovnic - v případě přechodu k newtonovskému formalismu nalezení příslušného tvaru 2. Newtonova zákona, tj. zákona síly $\vec{F} = m\vec{\ddot{r}}$, kde \vec{r} je polohový vektor zkoumaného hmotného bodu.
- e) Řešení pohybových rovnic s cílem nalézt tvar pohybového zákona (tj dráhy ve fázovém prostoru v případě hamiltonovského formalismu, dráhy v konfiguračním prostoru v případě lagrangeovského formalismu nebo jen obvyklé dráhy v rámci Euklidovského prostoru a běžné kartézské souřadnicové soustavy v případě newtonovského formalismu).

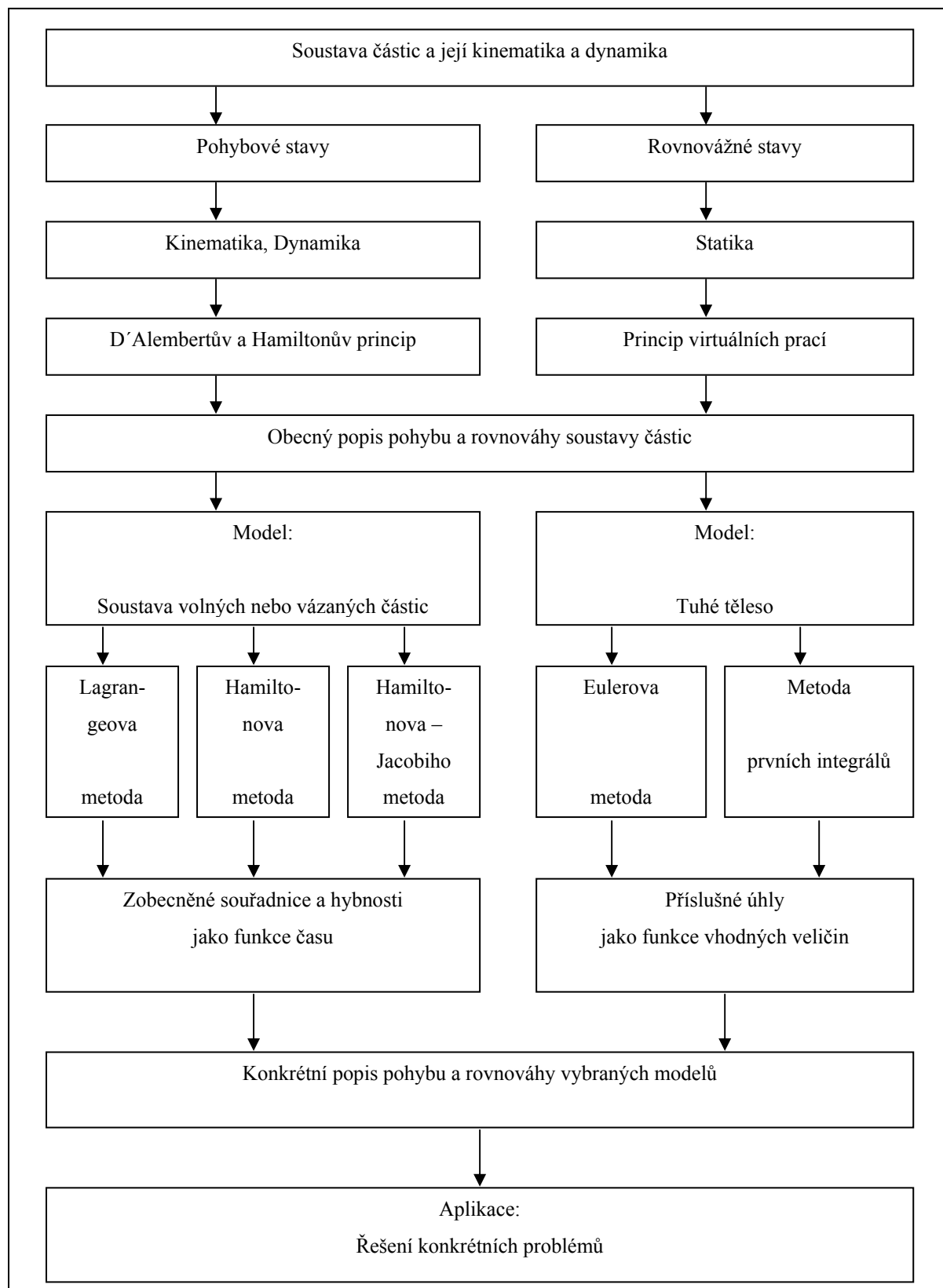
Lagrangeovský a hamiltonovský formalismus obsahuje pro kontinuum následující kroky:

- a) Vymezení fyzikálního problému a klasických počátečních podmínek s cílem použít obecnou pohybovou rovnici kontinua nebo obecnou rovnici rovnováhy kontinua,
- b) Volba modelu kontinua (Pascalova dokonalá tekutina, Newtonova vazká tekutina, Euklidova tuhá látka, Hookovo elastické kontinuum),
- c) Nalezení pohybové rovnice odpovídající vybranému modelu (Eulerova hydrodynamická rovnice pro Pascalův model, Navierova-Stokesova rovnice pro Newtonův model, přechod k newtonovskému formalismu pro Euklidův model, zobecněný Hookův zákon a obecné rovnice kontinua pro Hookův model),
- d) Řešení pohybových rovnic z hlediska rheologie látek (popis pohybových stavů a změn stavu pomocí 10 stavových parametrů: hustota hmotnosti, složky rychlosti, složky tenzoru napětí).

Lagrangeovský a hamiltonovský formalismus obsahuje pro elektromagnetické pole následující kroky:

- a) Nalezení pohybových rovnic náboje v elektromagnetickém poli (většinou Lagrangeovy rovnice druhého druhu, použita Lagrangeova funkce náboje v elektromagnetickém poli),
- b) Úprava pohybových rovnic a nalezení vztahu pro Lorentzovu sílu (včetně zavedení intenzity elektrického pole a magnetické indukce magnetického pole),
- c) Po vyřešení pohybu náboje v konstantním elektromagnetickém poli (konstantní pole nezávisí na čase) lze jako vedlejší produkt vymezit první dvě rovnice elektromagnetického pole (první dvojice Maxwellových rovnic pro víry elektrického pole a zřídla magnetického pole),
- d) Zapsání Hamiltonova principu (principu nejmenšího účinku jako základní úlohy variačního počtu) pro elektromagnetické pole,
- e) Nalezení třetí a čtvrté rovnice elektromagnetického pole (druhá dvojice Maxwellových rovnic pro víry magnetického pole a zřídla elektrického pole),
- f) Potvrzení existence elektromagnetických vln v prostředích bez volných nábojů (ve vakuu, v dielektriku) odvozením vlnové rovnice elektromagnetického vlnění.

Obr.3: Analyticko-syntetický model struktury teoretické mechaniky soustavy částic (bez mechaniky kontinua)



Modely klasické nestatistické fyziky na obrázcích Obr.2 a Obr.3 jsou demonstrovány záměrně. Prostřednictvím klasické mechaniky bude sledován postupný transformační vývoj variantních forem kurikula. Právě postupný transformační vývoj variantních forem kurikula je označován pojmem „**kurikulární proces**“ (viz definice kurikulárního procesu v práci P.Záškodného, 2007, [1], s.78, pojem „kurikulární proces“ zaveden také J.Maňákem, 2005, [8]).

Uvedené obrázky představují modely kurikula konceptuálního jako první variantní formy kurikula. V rámci **kurikulárního procesu** dochází k transformacím konceptuálního kurikula na další variantní formy – na kurikulum zamýšlené, projektové, implementované a dosažené.

1.3. Variantní forma „konceptuální kurikulum“ v literatuře

O potřebnosti tvorby konceptuálního kurikula jako dosažení sdělitelnosti vědeckého systému fyziky a o užitečnosti metody analyticko-syntetického modelování struktury konceptuálního kurikula svědčí následující postřehy z odborné literatury (tučně jsou uváděny vazby na variantní formy kurikula a na metody konstrukce a vyjadřování těchto variantních forem):

- Expertíza a výzkum učebních textů (**tj. složky projektového kurikula**) navíc vypovídá o pojetí kurikula (**tj. konceptuální kurikulum a zamýšlené kurikulum**), a to v mnoha ohledech: Např. je uváděn „výběr učiva a postihnutí souvislostí“ (**tj. použitelnost analyticko-syntetického modelování**)

J.Maňák (2005, [9])

- Zájmu badatelů neušly ani další aspekty kurikula: Např. jsou uváděny „struktury jednotlivých poznatkových oblastí“ (**tj. potřeba zkoumání konceptuálního kurikula**)

J.Maňák (2005, [9])

- Pro moderní pedagogiku je zřejmě nejužitečnější chápat kurikulum jako obsah vzdělávání (content of education, curricular content). Obsah vzdělávání má několik odlišných forem existence, např. koncepční forma (koncepte toho, co má být ve školách obsahem vzdělávání – **tj. konceptuální a zamýšlené kurikulum**)

J. Průcha (2005, [10])

- Koncepce kurikula orientující se na strukturu poznání (učivo jako soubor poznatků jednotlivých věd – **tj. vztah konceptuálního a zamýšleného kurikula**)

M.Certon, M.Gayle (1991, [11]), J.Průcha (2005, [10])

- Pedagogická teorie obsahu edukace (Content Pedagogy): Výzkum toho, jak převádět obsahy lidského poznání shromážděné v jednotlivých vědách (**tj. vztah konceptuálního a zamýšleného kurikula**)

W.Doyle (1992a, 1992b [12, 13]), J.Průcha (1995, [10])

- Konstruování učiva s takovými vlastnostmi, jež by respektovaly logické a sémantické struktury usnadňující učení. Rozpracování problematiky sdělitelnosti učiva (**tj. vztah konceptuálního a zamýšleného kurikula, použitelnost analyticko-syntetického modelování**)

A.M.Sochor (1974, [14]), J.Průcha (1995, [10])

- Počátkem devadesátých let dochází k postupnému sblížení evropské didaktické tradice s angloamerickou kurikulární tradicí (**tj. začíná hrát roli „kurikulární dimenze předmětové didaktiky jako kurikulární proces“ a v jejím rámci také konceptuální kurikulum**). V české pedagogice byl pojem „kurikulum“ do 80. let 20. století téměř neznámý

J.Skalková (1996, [15]), E.Walterová (1994, [16])

- Pragmatické pojetí kurikula v USA – Za fyziku, chemii, geografii a později i společensko-vědní předměty vznikají kurikula (**tj. konceptuální a zamýšlená kurikula**), která jsou obsahově odvozena ze systematiky a logiky vědních disciplín (**tj. splynutí logického a systémového přístupu**)

T.Janík (2005, [17])

- Objevují se práce o struktuře vědní disciplíny, které přinášejí další důsledky pro tvorbu kurikula (**tj. potřebnost konceptuálního kurikula**)

J.J.Schwab (1964, [18]), T.Janík (2005, [17])

Literatura k 1. kapitole

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007)Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communications. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [4] Záškodný,P. (2005) Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Switzerland, Lucerne, Slovak Republic, Bratislava: Didaktis
- [5] Záškodný,P. (2006) Survey of Principles of Theoretical Physics (with application to radiology). Switzerland, Lucerne, Czech Republic, Ostrava: Algoritmus
- [6] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006) Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. Matematika, fyzika, informatika. 16 (3,4)
- [7] Záškodný,P. (2007) E-learning: Vybrané kapitoly z radiologické fyziky. <http://kurzy.rentel.cz>
- [8] Záškodný,P. (2001) Description of Didactic Communication of Physics. In: Structural Textbook and its Creation. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [9] Maňák,J. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice výzkumu kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [10] Průcha,J (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [11] Certon,M., Gayle,M. (1991) Educational Renaissance. New York: St.Martin´s Press
- [12] Doyle,W. (1992a) Curriculum and Pedagogy (p.486-516). In: Handbook of Research on Curriculum. New York: Macmillan
- [13] Doyle,W. (1992b) Constructing Curriculum in the Classroom (p.66-79). In: Effective and Responsible Teaching – The New Synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- [14] Sochor,A.M. (1974) Logičeskaja struktura učebnogo materiala. Moskva: Pedagogika
- [15] Skalková,J. (1996) Aktuální otázky rozvíjení didaktického myšlení. Pedagogika. 46 (3)
- [16] Walterová,E. (1994) Kurikulum. Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě. Brno: CDVU
- [17] Janík,T. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [18] Schwab,J.J. (1964) Problems, Topics and Issues. In: Education and the Structure of Knowledge. Chicago: Smith,B.O. (ed.)

2. Didaktický systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, CSc.

College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Klíčová slova: Zamýšlené kurikulum jako výsledek transformace T2, Tři oblasti didaktického systému fyziky jako tři části zamýšleného kurikula, Hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a trojúhelníkové modelování jako vhodné metody konstrukce a vyjadřování zamýšleného kurikula, **Podrobnější popis maticového modelování**, Poloha zamýšleného kurikula v kurikulárním procese, **Ilustrace:** analyticko-syntetický model mechaniky pro 1. ročník gymnázia, **Ilustrace:** maticový model mechaniky pro 1. ročník gymnázia, **Ilustrace:** trojúhelníkový model pojmu síla, **Rešerše** zamýšleného kurikula v literatuře

Key words: Intended curriculum as result of transformation T2, Three areas of didactic system of physics as three parts of intended curriculum, Hierarchical, analytical synthetic, matrix, and triangular modeling as acceptable methods of construction and representation of intended curriculum, **More detail description of matrix modeling**, Location of intended curriculum in curricular process, **Illustration:** analytical synthetic model of mechanics for 1. grade of gymnasium, **Illustration:** matrix model of mechanics for 1. grade of gymnasium, **Illustration:** triangular model of concept “force”, **Recherché** of intended curriculum in publications

Abstract of the 2. chapter “Didactic System of Physics and Creation of Intended Curriculum”

V 2.kapitole je popsána konstrukce a vyjadřování zamýšleného kurikula. Je zde připomenuto, že didaktický (vzdělávací) systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula jako edukačního konstrukt je výsledkem transformace T2 didaktické (případně vzdělávací) komunikace fyziky. Po uvedení přehledu potřebných poznatků a dostupných metod je proveden výběr vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování zamýšleného kurikula.

In the 2.chapter the construction and representation of intended curriculum is described. Here is reminded the didactic (educational) system of physics and creation of intended curriculum as educational construct are result of transformation T2 of didactic (eventually educational) communication of physics. After presentation of survey of needed knowledge pieces and obtainable methods according to the 4.chapter the selection of acceptable methods for construction and representation of intended curriculum is carried out.

Tvorba zamýšleného kurikula fyziky spočívá ve vytvoření všech tří typů modelů (hierarchického, analyticko-syntetického a maticového, tj. použití všech **tří kognitivně strukturních metod předávání fyzikálního poznání v následujících třech oblastech:**

Pojetí a smysl didaktického nebo vzdělávacího systému fyziky jako první výsledek transformace T2 (první část zamýšleného kurikula),

Soustava cílů didaktického nebo vzdělávacího systému fyziky jako druhý výsledek transformace T2 (druhá část zamýšleného kurikula),

Soustava učiva didaktického systému fyziky nebo vzdělávací obsah vzdělávacího systému fyziky jako třetí výsledek transformace T2. V této oblasti je potřebné určit nejdříve **rámcové obsahy** didaktické komunikace fyziky nebo **strukturu studia** vzdělávací komunikace fyziky. Pak následuje konkretizace na základě přiměřenosti adresátům edukace (třetí část zamýšleného kurikula).

V poslední čtvrté oblasti (která představuje výstup transformace T1 a současně je také vstupem do transformace T2 „Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (konceptuální kurikulum)“ jako výsledek transformace T1 je dostačující (viz 1. kapitola) vytvářet jen analyticko-syntetický model konceptuálního kurikula jako jednoho z předpokladů pro vytváření tří částí kurikula zamýšleného.

The creation of intended curriculum of physics consists in forming all the three types of models (hierarchical, analytical synthetic, and matrix , i.e. application of **all the three cognitive structural methods of transfer of physical knowledge**) in following three areas:

Conception and interpretation of the didactic or educational systems of physics as the first result of transformation T2 (the first part of intended curriculum)

Compages of the objectives of didactic or educational systems of physics as the second result of transformation T2 (the second part of intended curriculum)

Compages of the subject matter of didactic system of physics or the educational content of educational system of physics as the third result of transformation T2. In this area firstly it is necessary to determine **the skeleton contents** of physics didactic communication or **the study structure** of physics educational system. Finally, the concretization, by virtue of the adequacy to addressees (the third part of intended curriculum)

In the last fourth area (which represents the output of transformation T1 and contemporarily the input into transformation T2) “Physics scientific system in light of its communicability (conceptual curriculum)” as the result of transformation T1 it is sufficient (see the 1. chapter) to form only analytical synthetic model of conceptual curriculum as one from assumptions for forming three parts of intended curriculum.

Zamýšlené kurikulum (didaktický nebo vzdělávací systém fyziky) je pak tvořeno hierarchickými modely kognitivních struktur (tj. sledem úrovní poznávacího procesu „identifikace problému, analýza, abstrakce, syntéza, myšlenková rekonstrukce“), analyticko-syntetickými modely kognitivních struktur (Sochorovými strukturálními vzorci) a konečně také maticovými modely kognitivních struktur (Thomasovými maticemi) **v popsáných třech oblastech a v poslední oblasti čtvrté.**

The intended curriculum (didactic or educational systems) is afterwards created by hierarchical models of cognitive structures (i.e. by succession of levels of cognitive process “identification of problem, analysis, abstraction, synthesis, intellectual reconstruction”), by analytical synthetic models of cognitive structures (Sochor structural formula) and finally also by matrix models of cognitive structures (Thomas matrices) **in described three areas and in last fourth area.**

Lze připomenout návaznost variantních forem kurikula jako kurikulární proces z hlediska polohy zamýšleného kurikula v kurikulárním procesu:

- Maticové modely kognitivních struktur (jako součást zamýšleného kurikula) představují základní výstup pro tvorbu učebnice. Tyto matice představují nejen lineární řazení kapitol dané hlavní diagonálou matice, ale také obsah kapitol daný soustředěním prvků matice kolem hlavní diagonály. Učebnice tvoří součást projektového kurikula jako jednoho z významných výsledků transformace T3.

- Analyticko-syntetické modely kognitivních struktur (jako součást zamýšleného kurikula, především jako vhodné modely učiva) potřebuje učitel nejen pro efektivní osvojování, ale také jako kontrolu, zda získané vědomosti jsou správné (jak vypadá implementované kurikulum-2).

Analyticko-syntetické a maticové modely kognitivních struktur (tj. zamýšlené kurikulum) jsou také důležité při přípravě učitele základní školy, středoškolského nebo vysokoškolského učitele na výuku (tj. při tvorbě implementovaného kurikula-1).

It is possible to remind the concurrence of curriculum variant forms as curricular process in light of a placement of intended curriculum in curricular process:

- Matrix models of cognitive structures (as component of intended curriculum) represent the basic output for the creation of textbook. These matrices represent not only the linear ranging of chapters given by main diagonal of matrix but also the content of chapter given by a concentration of matrix elements around main diagonal. The textbook is creating a component of projected curriculum as one from significant results of transformation T3.

- Analytical synthetic models of cognitive structures (as component of intended curriculum) are required by teacher not only for effective acquirement but also for checking if acquired foreknowledge are correct (how to look the implemented curriculum-2)

- Analytical synthetic and matrix models of cognitive structures (i.e. intended curriculum) are also important in the course of preparation of primary school teacher, secondary school teacher or university teacher for instruction (in the course of creation of implemented curriculum-1).

V 2. kapitole byly vybrané metody strukturace předávání fyzikálního poznání ilustrovány následujícím způsobem:

a) Pomocí tří obrázků byl předložen analyticko-syntetický model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia jako strukturální model zamýšleného kurikula.

b) Byl vytvořen maticový model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia jako maticová podoba zamýšleného kurikula. Nejdříve byl vymezen přehled lineárně na sebe navazujících prvků hlavní diagonály matice

se stručným popisem jejich obsahu. Prvky hlavní diagonály matice vytvořily definiční linii matice a byly nazvány jednotkami učiva. Pak byl zkonstruován výsledný maticový model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia, který obsahoval pět pojmově-poznatkových systémů I, II, III, IV a V.

In the 2. chapter the chosen methods of structuring transfer of physical knowledge were illustrated by following way:

a) With the help of three figures the analytical synthetic model of cognitive structure of mechanics for the 1. grade of gymnasium (as structural model of intended curriculum) was presented

b) The matrix model of cognitive structure of mechanics for the 1. grade of gymnasium (as matrix shape of intended curriculum) was formed. Soonest the survey of by linear way concurring elements (with brief description of their content) of main diagonal was delimited. The elements of main diagonal have formed a definition line of matrix and they were called by subject matter units. Afterwards the resulting matrix model of cognitive structure of mechanics for the 1. grade of gymnasium has been constructed and it contained five conceptual knowledge systems I, II, III, IV, and V.

Dále byly v **2. kapitole** ilustrovány vybrané metody strukturace podoby předávání fyzikálního poznání. Byl vytvořen trojúhelníkový model struktury didaktického pojmu síla (jádro pojmu, význam pojmu, smysl pojmu) a vymezena jeho role z hlediska vytváření strukturovaných pojmově-poznatkových systémů.

In the following **in the 2. chapter** the chosen methods structuring the shape of transfer of physical knowledge have been illustrated. The triangular model of structure of didactic concept “force” (core of concept, meaning of concept, sense of concept) has been formed and delimited its role in light of forming structured conceptual knowledge systems.

2. kapitola je uzavřena stručnou rešerší variantní formy „zamýšlené kurikulum“ v literatuře.

The 2. chapter is finished by brief recherche of variant form “intended curriculum” in publications.

OBSAH

2.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

2.2. Význam konstrukce a vyjadřování zamýšleného kurikula

2.3. Ilustrace tvorby zamýšleného kurikula

2.3.1. Pojetí, smysl a soustava cílů didaktického systému fyziky

2.3.2. Soustava učiva didaktického systému fyziky

2.3.3. Analyticko-syntetický model kognitivní struktury učiva mechaniky

2.3.4. Maticový model kognitivní struktury učiva mechaniky

2.3.5. Trojúhelníkový model struktury didaktického pojmu “síla”

2.4. Variantní forma “zamýšlené kurikulum” v literatuře

Literatura k 2.kapitole

2.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

Didaktický systém fyziky a tvorba zamýšleného kurikula jako edukačního konstruktu je výsledkem transformace T2 didaktické komunikace fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.71-72). Tuto druhou transformaci lze na základě kurikulárního procesu fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.77) stručně popsat následujícím způsobem:

Transformace T2 Sdělitelný vědecký systém fyziky → Didaktický systém fyziky a jeho učivo

Variantská forma kurikula a její tvorba Zamýšlené kurikulum a jeho vytvoření jako výsledek transformace T2

Na otázku spojené s tvorbou zamýšleného kurikula jako edukačního konstruktu

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat výstup transformace T2?**

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat didaktický systém fyziky, jeho cíle a učivo, aby se stal zamýšleným kurikulem?**

bude hledána odpověď pomocí kognitivně strukturních metod (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromatické modelování kognitivní struktury podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.89-97, trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmu podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.98-101). Jejich výběr pro tvorbu zamýšleného kurikula je podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.101-103 následující:

- **Hierarchické modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.89-90)

- **Analyticko-syntetické modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.90-91)

- **Maticové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.92-94)

- **Trojúhelníkové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.98-100)

- **Úroňové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.101)

Zdůvodnění výběru metod k tvorbě zamýšleného kurikula a tím i k tvorbě didaktického systému fyziky lze nalézt v dřívějších pracích, např. P.Záškodného, 1983, P.Tarábka, 2005, P.Tarábka, P.Záškodného, 2007, P.Tarábka, 2007 [3, 4, 5, 6]. V uvedených pracích bylo pro zobrazování výstupu transformace T2 používáno z **kognitivně strukturních metod předávání fyzikálního poznání** především analyticko-syntetické a maticové modelování kognitivní struktury, z hlediska **kognitivně strukturních metod tvorby podoby předávání fyzikálního poznání** bylo pak používáno trojúhelníkové modelování struktury pojmu a úroňové modelování pojmové struktury na adekvátní kognitivní úrovni.

2.2. Význam konstrukce a vyjadřování zamýšleného kurikula

Základní otázkou didaktické komunikace je tvorba didaktického systému fyziky (Fenclová-Brockmeyerová, 1980, 1982, [7, 8]). Didaktický systém fyziky jako výsledek transformace T2 didaktické komunikace představuje zamýšlené kurikulum, navazuje na vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výsledek transformace T1 jako konceptuální kurikulum) a vytváří předpoklad pro vznik výukového projektu fyziky (nejen kurikulární dokumenty a učebnice jako výsledek transformace T3, který odpovídá projektovému kurikulu, ale také příprava učitele na výuku jako další výsledek transformace T3, který odpovídá implementovanému kurikulu-1).

Na vysoké škole lze místo termínu „didaktická komunikace fyziky“ používat termín „vzdělávací komunikace fyziky“ (Tarábek, Záškodný, 2007a, 2007b, [9, 10]) – při edukaci vysokoškolských studentů je přebírání vědeckého základu studovaného programu podstatně vyšší než při výuce např. středoškolských studentů. Na vysoké škole je proto základní otázkou vzdělávací komunikace tvorba vzdělávacího systému fyziky (analogie tvorby didaktického systému fyziky) na bakalářské nebo magisterské nebo doktorské úrovni. Vzdělávací systém fyziky jako výsledek transformace T2 vzdělávací komunikace (zamýšlené kurikulum) navazuje na vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výsledek transformace T1 jako konceptuální kurikulum) a vytváří předpoklad pro vznik výukového projektu fyziky (nejen kurikulární dokumenty a vysokoškolské skriptum jako výsledek

transformace T3, který odpovídá projektovému kurikulu, ale také příprava přednášejícího na přednášku a cvičení jako další výsledek transformace T3, který odpovídá implementovanému kurikulu-1).

V kurikulární terminologii lze proto základní otázku didaktiky fyziky vyslovit jako otázku konstrukce a vyjadřování zamýšleného kurikula (výsledek transformace T2), které navazuje na konceptuální kurikulum (výsledek transformace T1) a na které dále navazují projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 (výsledky transformace T3), implementované kurikulum-2 (výsledek transformace T4) a dosažené kurikulum (výsledek transformace T5).

Jak je uvedeno v práci P.Záškodného, 1983, [3] tvorba didaktického systému fyziky (zamýšleného kurikula fyziky) spočívá v hierarchickém, analyticko-syntetickém, maticovém modelování následujících čtyř oblastí:

- Pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první výsledek transformace T2 (první část zamýšleného kurikula)
- Soustava cílů didaktického systému fyziky jako druhý výsledek transformace T2 (druhá část zamýšleného kurikula)
- Soustava učiva didaktického systému fyziky jako třetí výsledek transformace T2. V této oblasti je potřebné určit nejdříve **rámcové obsahy** didaktické komunikace fyziky. Pak následuje konkretizace na základě přiměřenosti adresátům edukace (třetí část zamýšleného kurikula)
- Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (konceptuální kurikulum) jako výsledek transformace T1 a vstup do transformace T2

Po přidání trojúhelníkového a úrovnového modelování struktury pojmu k modelování hierarchickému, analyticko-syntetickému a maticovému specifičnost využití **metod strukturace zamýšleného kurikula** bude při tvorbě zamýšleného kurikula odlišná pro popsané čtyři oblasti:

1. oblast - Pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první výsledek transformace T2 (první část zamýšleného kurikula)

V této oblasti bude využíváno především **hierarchické, analyticko-syntetické a maticové modelování** (Záškodný, 1983, [3])

2. oblast - Soustava cílů didaktického jako druhý výsledek transformace T2 (druhá část zamýšleného kurikula)

V této oblasti bude při stanovení cílů využíváno především **úrovnové modelování** – tj. výběr vhodné kognitivní úrovně z pěti vymezených úrovní v závislosti na možnostech adresátů edukace. Při samotném modelovém zobrazení soustavy cílů pak lze využít **hierarchické, analyticko-syntetické a maticové modelování**

3. oblast - Soustava učiva didaktického systému fyziky jako třetí výsledek transformace T2 (třetí část zamýšleného kurikula)

V této oblasti bude při vymezování soustavy učiva používáno **trojúhelníkové modelování** struktury didakticky přepracovaného vědeckého pojmu a především **úrovnové modelování** jako výběr vhodné kognitivní úrovně z pěti vymezených úrovní v závislosti na možnostech adresátů edukace. Při samotném modelovém zobrazení soustavy učiva pak lze využít **hierarchické, analyticko-syntetické a maticové modelování** – při použití každé z uvedených metod pak je nezbytné pracovat s faktorem přizpůsobení vytvářeného modelu příslušné kognitivní struktury možnostem adresátů edukace

4. oblast - Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (konceptuální kurikulum) jako výsledek transformace T1

V této oblasti byly vhodné metody popsány v 1.kapitole, která se otázkami tvorby konceptuálního kurikula zabývala. Lze jen připomenout, že šlo o používání především **analyticko-syntetického modelování kognitivní struktury a úrovnového modelování pojmové struktury** – z pěti kognitivních úrovní bylo pracováno především se strukturální a formální úrovní.

Popsaná specifičnost využití metod strukturace zamýšleného kurikula dává odpověď na častou otázku: Co je to didaktický nebo vzdělávací systém fyziky (co je to zamýšlené kurikulum fyziky)?

Odpověď zní: Jsou to zvláště **hierarchické modely kognitivních struktur, analyticko-syntetické modely kognitivních struktur, maticové modely kognitivních struktur, trojúhelníkové modely struktur pojmu a úrovnové modely struktur pojmu** v popsaných čtyřech oblastech.

Návaznost variantních forem kurikula z hlediska metod tvorby zamýšleného kurikula a z hlediska polohy zamýšleného kurikula v kurikulárním procesu je pak následující:

- Maticové modely kognitivních struktur (jako součást zamýšleného kurikula představují základní výstup pro tvorbu učebnice. Tyto matice představují nejen lineární řazení kapitol dané hlavní diagonálou matice (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.92-94), ale také obsah kapitol daný soustředěním prvků matice kolem hlavní diagonály. Učebnice tvoří součást projektového kurikula jako jednoho z významných výsledků transformace T3.
- Analyticko-syntetické modely kognitivních struktur (jako součást zamýšleného kurikula, především jako vhodné modely učiva) potřebuje učitel nejen pro efektivní osvojování, ale také jako kontrolu, zda získané vědomosti jsou správné (jak vypadá implementované kurikulum-2).
- Analyticko-syntetické a maticové modely kognitivních struktur (tj. zamýšlené kurikulum) jsou také důležité při přípravě učitele základní školy, středoškolského nebo vysokoškolského učitele na výuku (tj. při tvorbě implementovaného kurikula-1). „Aktivní tvořivý učitel, který k oficiálním dokumentům a učebnicím přistupuje tvůrčím způsobem a nespokojí se s pouhou stereotypní výukou podle pokynů z metodik, tedy s výukou bez vlastního tvůrčího vkladu“ (M.Pasch a kol., 2005, [11]) realizuje svou přípravu na výuku prostřednictvím implementovaného kurikula-1 a na základě aktivního přístupu k složkám projektového kurikula.

2.3. Ilustrace tvorby zamýšleného kurikula

2.3.1. Pojetí, smysl a soustava cílů didaktického systému fyziky

Pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první výsledek transformace T2 (první část zamýšleného kurikula) a soustava cílů didaktického fyziky jako druhý výsledek transformace T2 (druhá část zamýšleného kurikula) jsou hierarchickým, analyticko-syntetickým a maticovým modelováním popsány v práci P.Záškodného (1983, [3]). Práce P.Záškodného (1983, [3]) k modelovému popisu využila konkrétní pojetí, smysl a soustavu cílů didaktického systému fyziky, která byla publikována J. Fenclovou-Brockmeyerovou (1980, [7]) v roce 1980 v rámci Československé akademie věd jako závěrečná zpráva výzkumu „K perspektivám didaktického systému fyziky“.

Smysl didaktického systému fyziky pro základní a střední vzdělávání (složka první části zamýšleného kurikula) v současnosti vyplývá z kurikulárních dokumentů např. českého národního kurikula, které jsou tvořeny vedle „Národního programu rozvoje vzdělávání v České republice (Bílá kniha, 2002)“ také „Rámcovými vzdělávacími programy“ a „Rámcovými učebními plány“ pro základní, gymnaziální, střední odborné a další vzdělávání. Obsah je zde členěn do 9 vzdělávacích oblastí (1.jazyk a jazyková komunikace, 2.matematika a její aplikace, 3.člověk a jeho svět, 4.člověk a společnost, 5.člověk a příroda, 6.umění a kultura, 7.člověk a zdraví, 8.člověk a svět práce, 9.informační a komunikační technologie), zařazení předmětu fyzika jako samostatného předmětu se předpokládá od 6. ročníku základní školy a od primy na nižším stupni víceletého gymnázia. Zařazení fyziky jako samostatného předmětu umožňuje konkretizovat smysl didaktického systému fyziky požadavkem vytvářet fyzikální obraz světa ve vzájemných souvislostech od fyzikálních mikroobjektů (fyzika mikrosvěta), přes fyzikální makroobjekty (fyzika makrosvěta), až k fyzikálním megaobjektům (fyzika megasvěta).

Pojetí didaktického systému fyziky pro základní a střední vzdělávání (další složka první části zamýšleného kurikula) lze odvodit z konceptuálního kurikula, zobrazeného a popsaného obrázkem Obr.1 v kapitole 1.2. Fyzika je zde pojímána jako jedna z přírodních věd, která je členěna na statistickou a nestatistickou fyziku. Statistická fyzika zkoumá makrosystémy tvořené obrovským počtem objektů (většinou částic) pohybujících se neuspořádaným (statistickým) pohybem. Nestatistická fyzika zkoumá mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty, které jsou buď osamocené nebo tvořeny objekty, které se pohybují uspořádaným (nestatistickým) pohybem (např. proud částic nebo vlnění). Podstatou těchto objektů je vzájemné působení látek a polí. Vývoj těchto objektů až do současnosti je spojen s postupným rozpadem obecné unitární interakce na dílčí interakce (gravitační, elektromagnetickou, silnou a slabou interakci). Statistická i nestatistická fyzika mají svou variantu klasickou,

kvantovou (je uplatňován vlnově korpuskulární dualismus) a relativistickou (prostor a čas závisí na rozložení a pohybu fyzikálních objektů). V rámci statistické fyziky jsou tyto tři dimenze spojovány do kvaziklasického statistického přístupu, v rámci nestatistické fyziky je klasická dimenze zkoumána klasickou mechanikou a klasickými aplikacemi elektromagnetického pole, kvantová a relativistická dimenze kvantovou a relativistickou mechanikou a kvantovými a relativistickými aplikacemi elektromagnetického pole.

Soustava cílů didaktického systému fyziky pro základní a střední vzdělávání (druhá část zamýšleného kurikula) může být vyvozována z obecných vzdělávacích cílů (Bruner, 1960, Bloom, 1956, Pasch, 2005, [12, 13, 11]). Ty mohou být členěny na cíle v oblasti obsahu učiva (především kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva podle Brunerova vymezení povahy a vnitřního řádu struktury učiva) a na cíle v oblasti procesu učení (především kognitivní cíle jako osvojení učebních činností podle Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů). Po výběru a analýze obecných cílů vyučování pak následuje formulace konkrétních cílů výuky vazebně již propojených s projektovým kurikulem a implementovaným kurikulem-1.

Konkrétní soustava cílů didaktického systému fyziky pro základní a střední vzdělávání (druhá část zamýšleného kurikula) jako aplikace obecných vzdělávacích cílů je popsána např. v práci E.Svobody a R.Kolářové (2006, [14]) pomocí strukturalizace cílů výuky fyziky (obecné cíle jako profil absolventa a klíčové kompetence, cíle přírodovědného vzdělávání, cíle výuky fyziky, specifické cíle výuky fyziky).

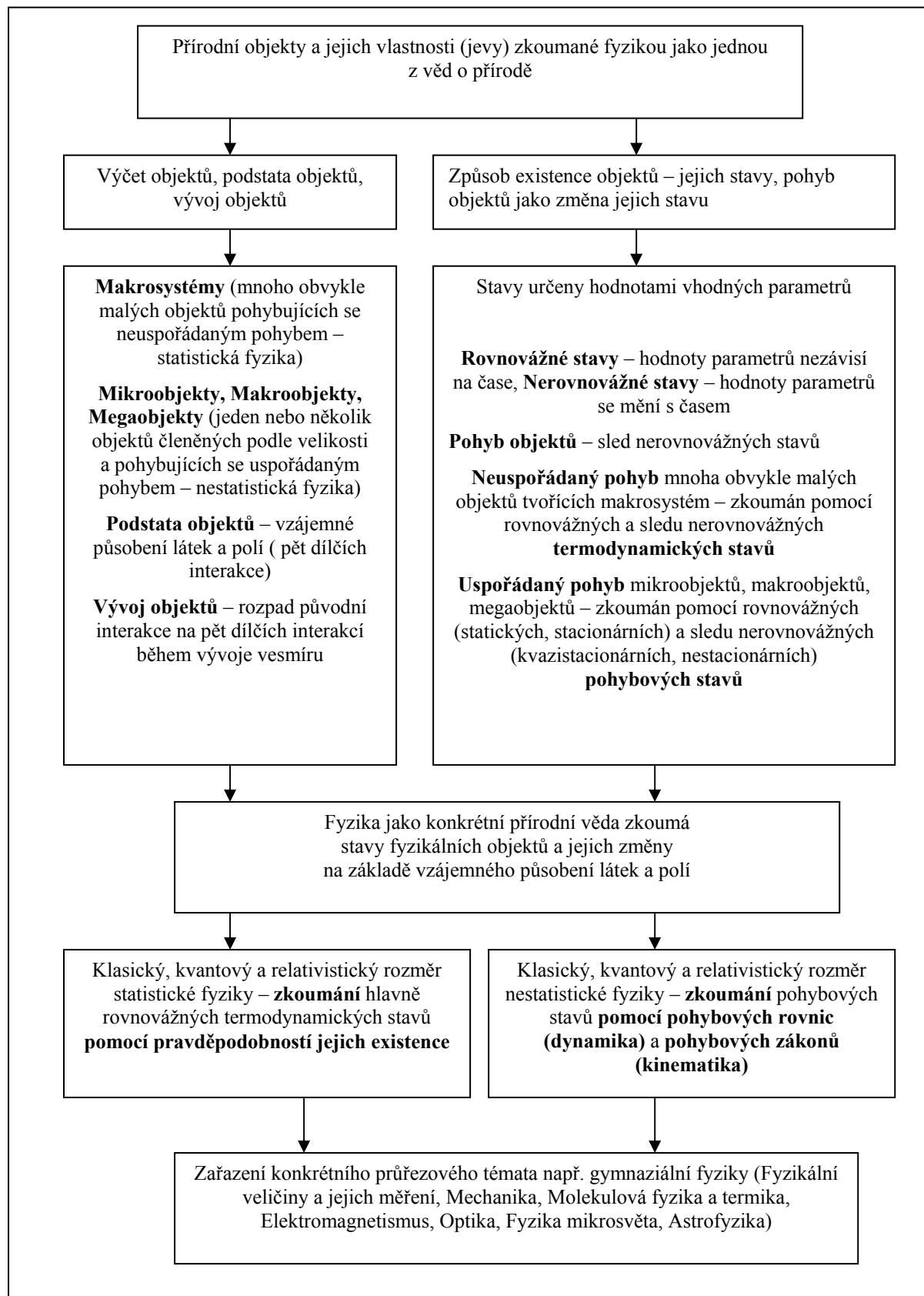
2.3.2. Soustava učiva didaktického systému fyziky

Rámcové učební plány např. v České republice stanovují povinnost zařadit průřezová témata jednotlivých předmětů. Např. vzdělávací obsah předmětu fyzika na základní škole je podle Rámcových vzdělávacích programů v České republice tvořen průřezovými tématy Látky a tělesa, Pohyb těles, síly, Mechanické vlastnosti tekutin, Energie, Zvukové děje, Elektromagnetické a světelné děje, Vesmír. Na gymnáziu jsou podle Rámcových vzdělávacích programů v České republice průřezovými tématy Fyzikální veličiny a jejich měření, Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Elektromagnetismus, Optika, Fyzika mikrosvěta, Astrofyzika.

Soustava učiva didaktického systému fyziky představuje třetí výsledek transformace T2 a třetí část zamýšleného kurikula. V této oblasti je potřebné určit nejdříve **rámcové obsahy** didaktické komunikace fyziky. Při respektování současných kurikulárních dokumentů českého národního kurikula lze rámcové obsahy např. gymnaziální fyziky ztotožnit s průřezovými tématy Fyzikální veličiny a jejich měření, Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Elektromagnetismus, Optika, Fyzika mikrosvěta, Astrofyzika.

Analýza konceptuálního kurikula fyziky, zobrazeného a popsáno obrázkem Obr.1 v kapitole 1.2., vede k požadavku, aby každé průřezové téma např. gymnaziální fyziky (každý rámcový obsah didaktické komunikace gymnaziální fyziky) bylo nejdříve zařazeno v rámci zamýšleného kurikula, které vzniklo transformací konceptuálního kurikula na Obr.1 na základě respektování faktorů transformací variantních forem kurikula (viz Záškodný, Fenclová-Brockmeyerová, 2007, s.106-107, [15]). Základním respektovaným faktorem by mělo být respektování potřeb a možností adresátů fyzikální edukace jako gymnaziálních studentů. Model zamýšleného kurikula pro zařazení průřezového tématu (rámcového obsahu didaktické komunikace gymnaziální fyziky) je uveden na obrázku Obr.4.

Obr. 4: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury zařazení průřezového tématu gymnaziální fyziky v rámci struktury fyziky jako celku



Analýzy konceptuálního kurikula fyziky, zobrazeného a popsáno obrázkem Obr.1 v kapitole 1.2., a zamýšleného kurikula pro zařazení průřezového tématu gymnaziální fyziky na obrázku Obr.4 umožňují navrhnout takový sled rámcových obsahů didaktické komunikace gymnaziální fyziky, který by vycházel ze smyslu a pojetí didaktického systému gymnaziální fyziky popsanych v kapitole 2.3.1.:

- Fyzika je zde členěna na statistickou a nestatistickou fyziku.
- Statistická i nestatistická fyzika mají svou variantu klasickou, kvantovou (je uplatňován vlnově korpuskulární dualismus) a relativistickou (prostor a čas závisí na rozložení a pohybu fyzikálních objektů).
- V rámci statistické fyziky jsou tyto tři dimenze často spojovány do kvaziklasického statistického přístupu.
- V rámci nestatistické fyziky je klasická dimenze zkoumána klasickou mechanikou a klasickými aplikacemi elektromagnetického pole, kvantová a relativistická dimenze kvantovou a relativistickou mechanikou a kvantovými a relativistickými aplikacemi elektromagnetického pole.

Na počátku každého ročníku studia gymnaziální fyziky by měl být zařazen výklad zkoumaných fyzikálních objektů, výklad jejich podstaty a výklad jejich vývoje.

Současně by přehled fyzikálních objektů, jejich podstaty a vývoje měl být doplněn výkladem jejich základních vlastností – způsobu existence objektů (tj. termodynamického nebo pohybového stavu) a pohybu objektů (tj. změny termodynamického nebo pohybového stavu).

Tento výklad by měl být kvalitativně rozšířen na počátku každého následujícího ročníku studia gymnaziální fyziky o výstupy fyzikální edukace dosažené v ročníku předcházejícím.

Nabízí se zkušenostmi ověřená cesta, aby pro 1. ročník gymnázia bylo jako jedno ze vstupních průřezových témat zařazena „Klasická mechanika“.

Před klasickou mechanikou by měli být gymnaziální studenti seznámeni se strukturou fyziky jako celku (viz obrázek Obr.4). Přitom by bylo nezbytné respektovat potřeby a možnosti začínajících gymnaziálních studentů.

2.3.3. Analyticko-syntetický model kognitivní struktury mechaniky

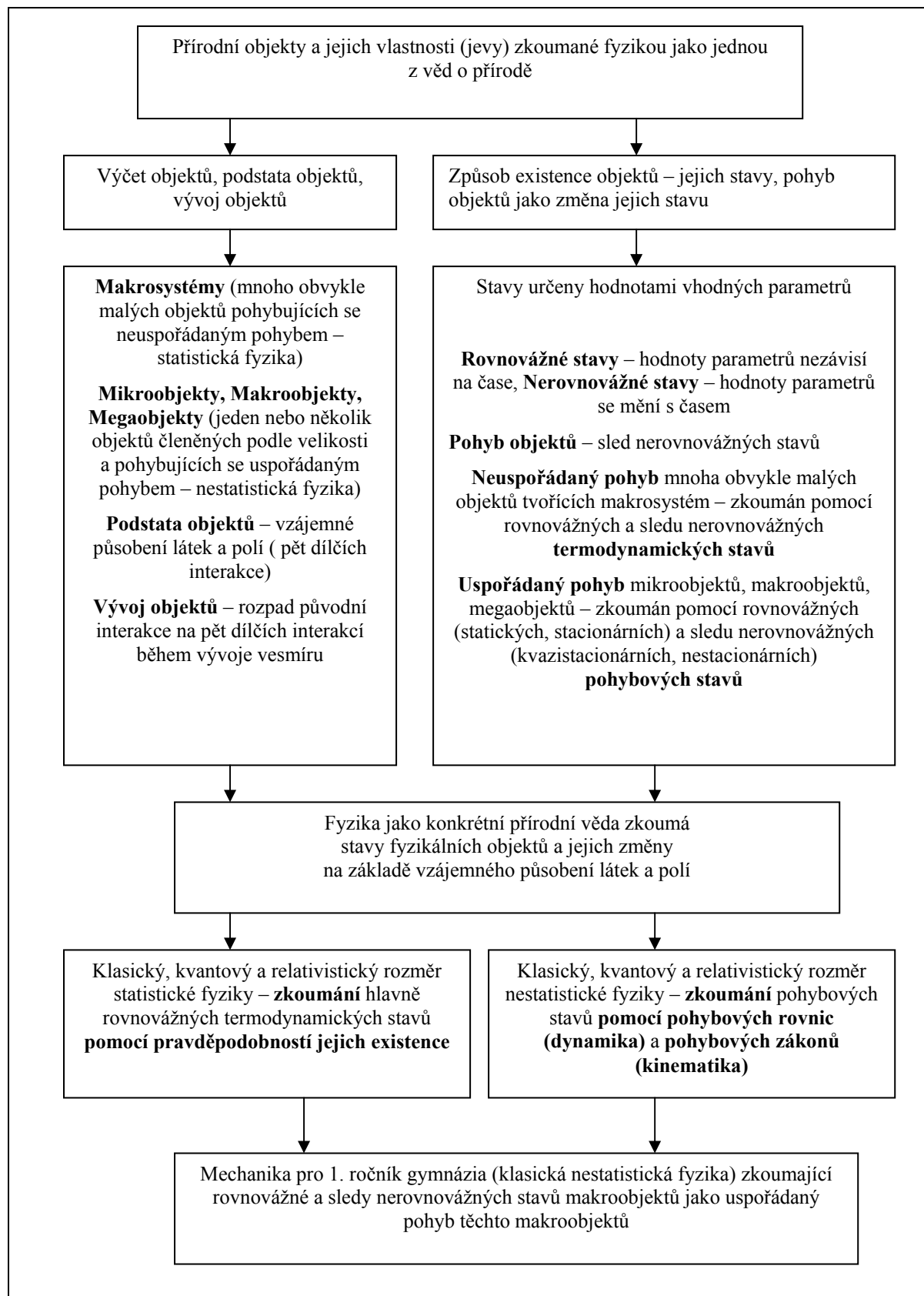
V rámci **analyticko-syntetického modelování** budou nyní uvedeny na obrázcích Obr.5, Obr.6 a Obr.7 analyticko-syntetické modely kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia.

Obrázek Obr.5 ukazuje zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia v rámci struktury fyziky jako celku – přitom využívá obrázku Obr.4.

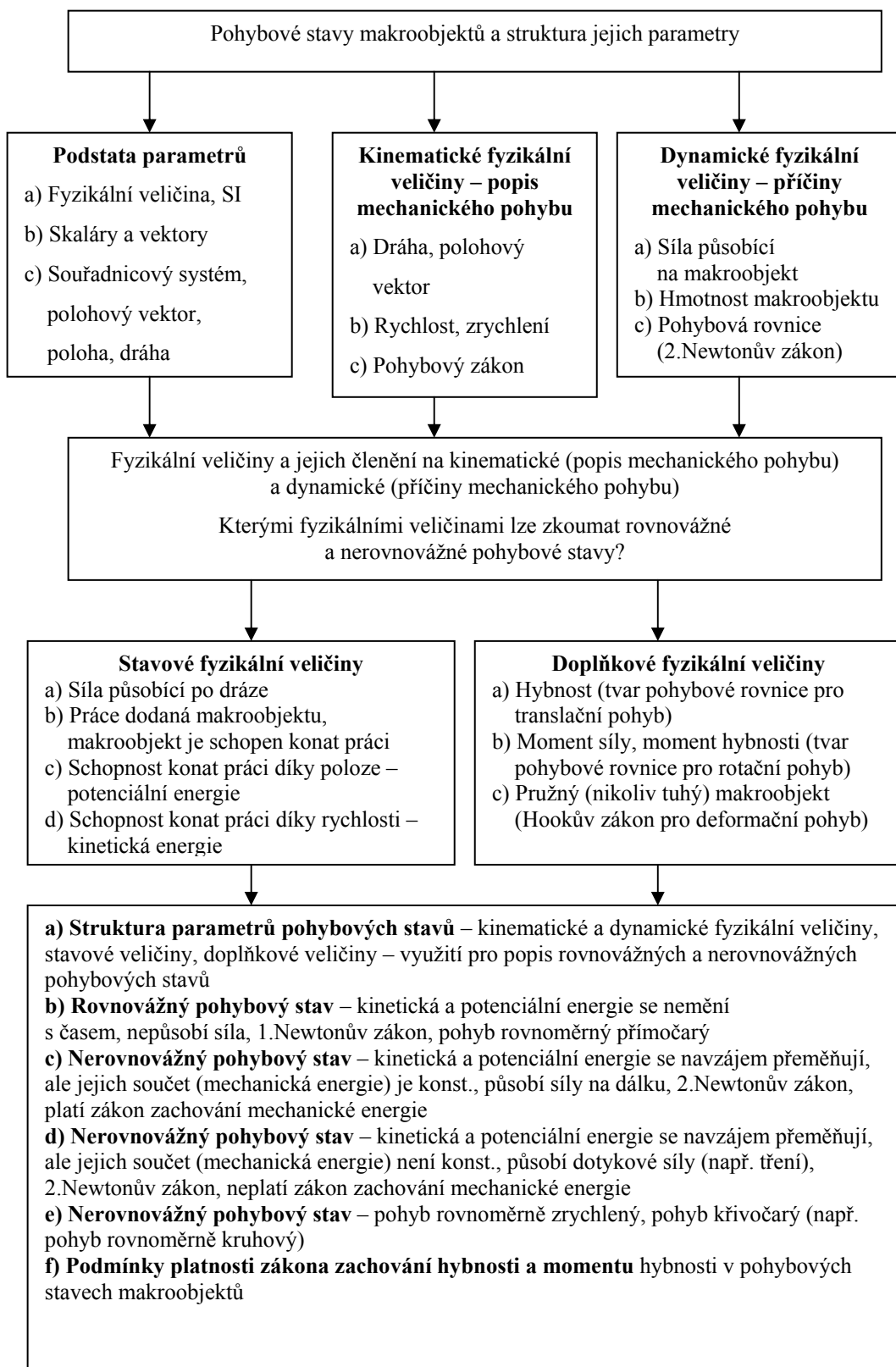
Uspořádaná posloupnost těchto modelů podle pořadových čísel obrázků Obr.5, Obr.6, Obr.7 vytváří výsledný analyticko-syntetický model kognitivní struktury učiva mechaniky pro 1. ročník gymnázia.

Na obrázku Obr.8 (podle P.Záškodného, 2001, [16]) je pak pro srovnání střední školy se základní školou uveden analyticko-syntetický model učiva dynamiky na 2. stupni základní školy.

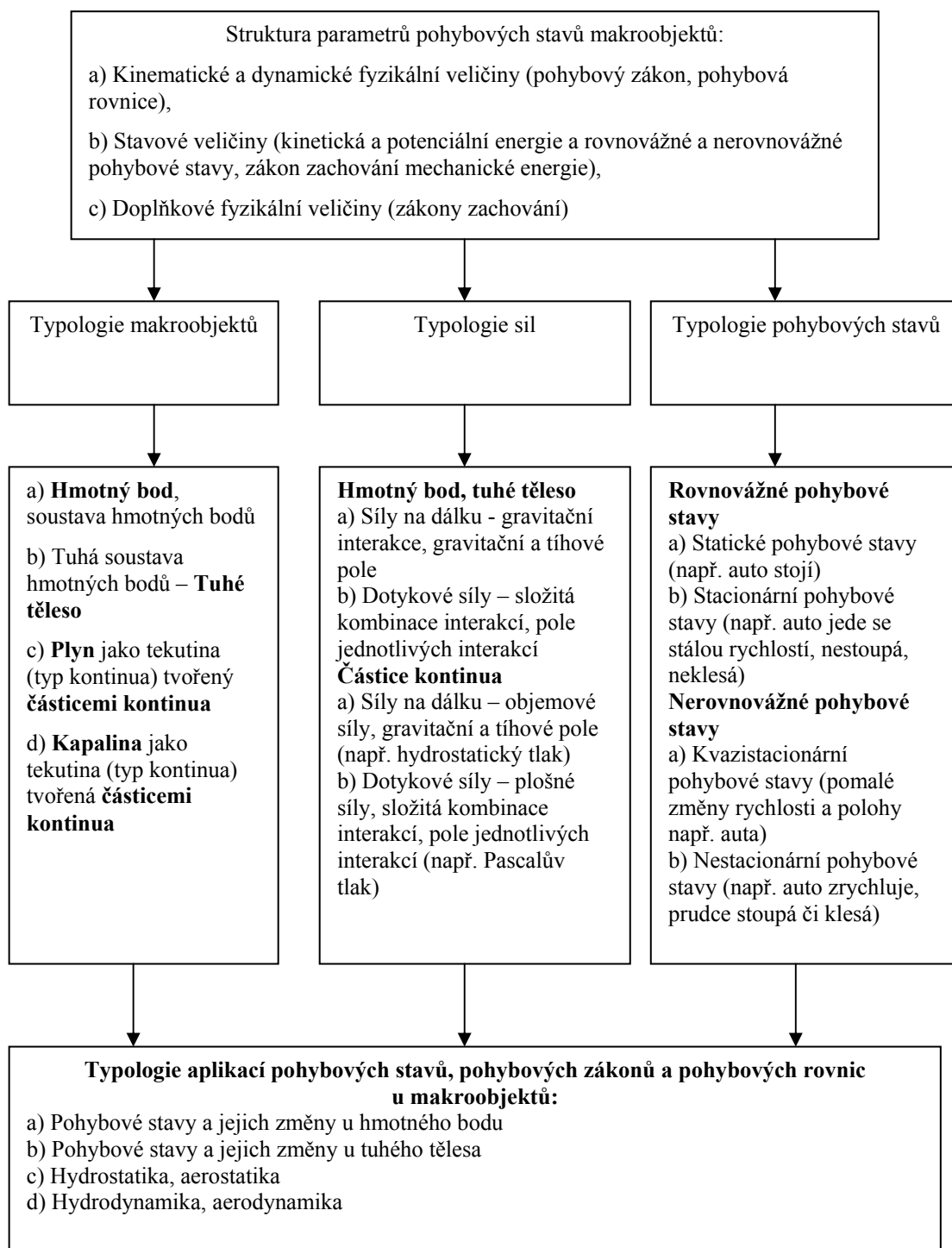
Obr. 5: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury zařazení mechaniky pro 1.ročník gymnázia v rámci struktury fyziky jako celku



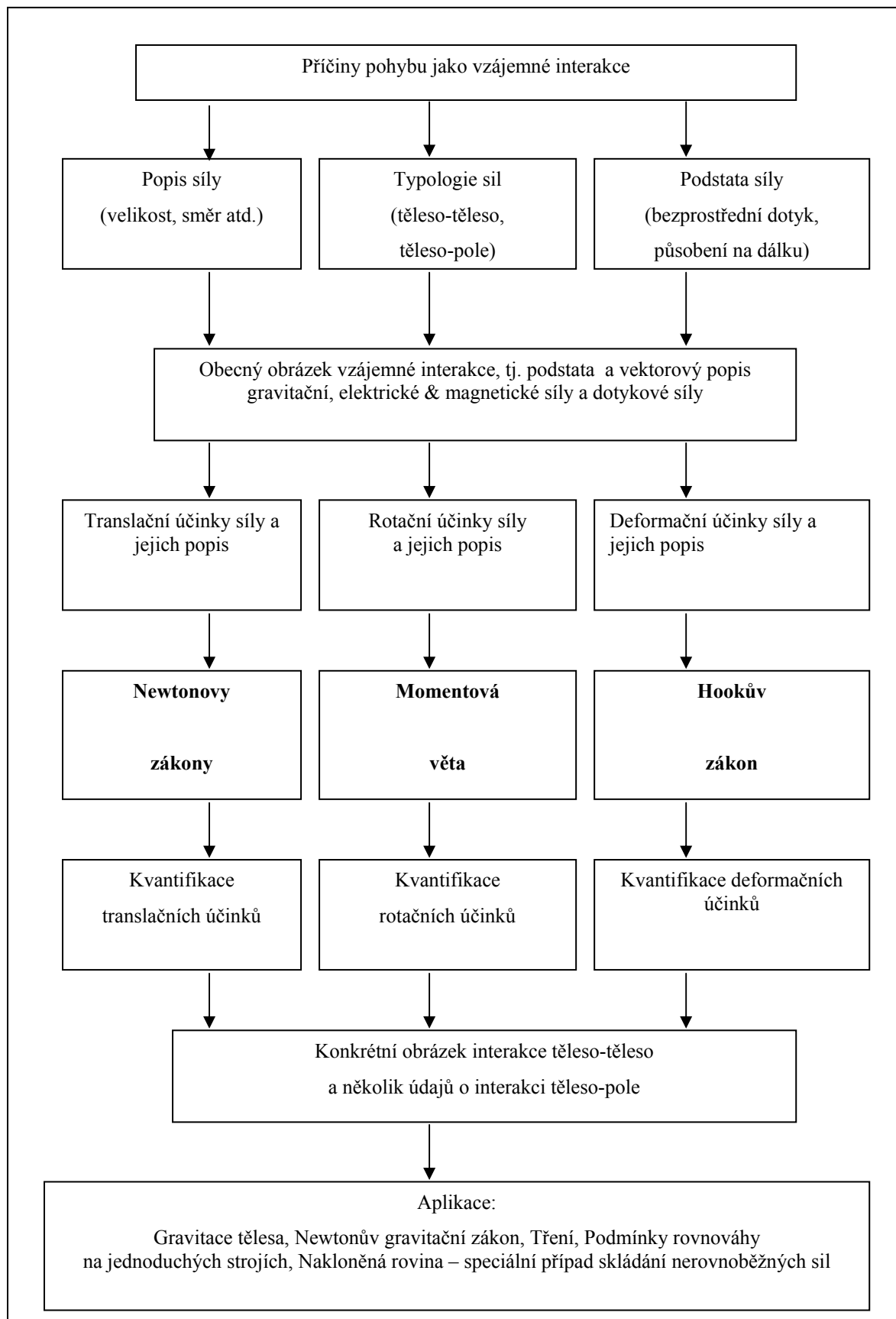
Obr.6: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury pohybových stavů makroobjektů



Obr. 7: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury aplikací pohybových stavů makroobjektů



**Obr.8: Analyticko-syntetický model učiva dynamiky
na druhém stupni základní školy**



2.3.4. Maticový model kognitivní struktury učiva mechaniky

Maticové modely kognitivních struktur představují základní výstup pro tvorbu učebnice. Tyto matice představují vedle lineárního řazení kapitol dané hlavní diagonálou matice také obsah kapitol daný soustředěním dalších prvků matice kolem prvků hlavní diagonály (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.92-94).

V rámci tvorby maticového modelu kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia bude nejdříve vymezen přehled lineárně na sebe navazujících prvků hlavní diagonály matice se stručným popisem jejich obsahu. Prvky hlavní diagonály matice vytvářejí definiční linii matice a často se nazývají jednotkami učiva.

Přehled prvků hlavní diagonály (definiční linie) maticového modelu:

1. prvek hlavní diagonály

Přírodní objekty a jejich vlastnosti zkoumané fyzikou jako jednou z věd o přírodě

2. prvek hlavní diagonály

Výčet objektů, podstata objektů, vývoj objektů

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- Mikroobjekty, Makroobjekty, Megaobjekty, Makrosystémy, Uspořádaný pohyb (nestatistická fyzika), Neuspořádaný pohyb (statistická fyzika)
- Fermiony jako stavební prvky, Bosony jako zprostředkující částice
- Fundamentální silná a zbytková silná interakce, slabá interakce, elektromagnetická interakce, gravitační interakce
- Rozpad původní interakce na pět dílčích interakcí v průběhu jednotlivých scénářů vývoje vesmíru

3. prvek hlavní diagonály

Vlastnosti fyzikálních objektů – stav jako způsob existence, změna stavu jako pohyb

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- Termodynamické a pohybové stavy
- Změna termodynamického stavu jako neuspořádaný pohyb, Změna pohybového stavu jako uspořádaný pohyb
- Parametry stavu, rovnovážné a nerovnovážné stavy

4. prvek hlavní diagonály

Fyzika jako konkrétní přírodní věda

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- Fyzika zkoumá termodynamické a pohybové stavy a jejich změny u fyzikálních objektů na základě vzájemného působení látek a polí
- Statistická fyzika: zkoumá pravděpodobnosti výskytu makrosystémů zvláště v možných rovnovážných termodynamických stavech
- Nestatistická fyzika: zkoumá pomocí pohybových zákonů (kinematika) a pohybových rovnic (dynamika) rovnovážné a nerovnovážné pohybové stavy u mikroobjektů (mikrofyzika), makroobjektů (mikrofyzika) a megaobjektů (megafyzika)

5. prvek hlavní diagonály

Kvantový rozměr fyziky

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- vlnově korpuskulární dualismus
- vlnově korpuskulární dualismus např. fotonu
- vlnově korpuskulární dualismus např. elektronu

6. prvek hlavní diagonály

Relativistický rozměr fyziky

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- speciální teorie relativity, vysoké rychlosti, klidová hmotnost a hmotnost za pohybu, dilatace času, kontrakce délek, plochý prostoročas
- obecná teorie relativity, vysoké hustoty hmotnosti, zakřivený prostoročas

7. prvek hlavní diagonály

Klasický rozměr fyziky

Obsah (podrobněji např. Záškodný, 2005, 2006, [17, 18])

- oddělené vlnové a korpuskulární vlastnosti u zkoumaných fyzikálních objektů, zvláště makroobjektů
- malé rychlosti fyzikálních objektů, zvláště makroobjektů
- nízké hustoty hmotnosti fyzikálních objektů, zvláště makroobjektů
- absolutní prostor a absolutní čas, třírozměrný prostor

8. prvek hlavní diagonály

Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia

Obsah:

- Klasická nestatistická fyzika zkoumající především pohybové stavy a jejich změny u makroobjektů v třírozměrném absolutním prostoru a za plynutí absolutního času
- Malé rychlosti a nízké hustoty hmotnosti u zkoumaných makroobjektů
- Zkoumané makroobjekty se chovají buď jako korpuskule (částice, těleso) nebo jako vlna

9. prvek hlavní diagonály

Podstata parametrů pohybových stavů makroobjektů

Obsah:

- a) Fyzikální veličina, soustava SI
- b) Skaláry a vektory
- c) Souřadnicový systém, polohový vektor, poloha, dráha
- d) Mechanický pohyb jako změna polohy s časem
- e) Mechanický pohyb nemusí znamenat změnu pohybového stavu

10. prvek hlavní diagonály

Kinematické fyzikální veličiny – popis mechanického pohybu

Obsah:

- a) Dráha, polohový vektor
- b) Rychlost, zrychlení
- c) Pohybový zákon (množina koncových bodů polohového vektoru je dráha – trajektorie)

11. prvek hlavní diagonály

Dynamické fyzikální veličiny – příčiny mechanického pohybu

Obsah:

- a) Síla působící na makroobjekt
- b) Hmotnost makroobjektu
- c) Pohybová rovnice (2.Newtonův zákon)
- d) Postup od kinematiky k dynamice je postup od pohybového zákona k pohybové rovnici
- e) Postup od dynamiky ke kinematice je postup od pohybové rovnice k pohybovému zákonu

12. prvek hlavní diagonály

Stavové fyzikální veličiny – popis rovnovážných a nerovnovážných pohybových stavů

Obsah:

- a) Síla působící po dráze
- b) Práce dodaná makroobjektu, makroobjekt je schopen konat práci
- c) Schopnost konat práci díky poloze – potenciální energie
- d) Schopnost konat práci díky rychlosti – kinetická energie
- e) Rovnovážný pohybový stav – kinetická a potenciální energie se nemění s časem, nepůsobí síla, 1.Newtonův zákon, pohyb rovnoměrný přímočarý
- f) Nerovnovážný pohybový stav – kinetická a potenciální energie se navzájem přeměňují, ale jejich součet (zákon zachování mechanické energie) je konstantní, působí síly na dálku, 2.Newtonův zákon, platí zákon zachování mechanické energie
- g) Nerovnovážný pohybový stav – kinetická a potenciální energie se navzájem přeměňují, ale jejich součet (mechanická energie) není konstantní, působí dotykové síly (např. tření), 2.Newtonův zákon, neplatí zákon zachování mechanické energie
- h) Nerovnovážný pohybový stav – pohyb rovnoměrně zrychlený, pohyb křivočarý (např. pohyb rovnoměrně kruhový – 3.Newtonův zákon a jeho ilustrace)

13. prvek hlavní diagonály

Doplňkové fyzikální veličiny – doplňkový popis pohybových stavů

Obsah:

- a) Hybnost (tvar pohybové rovnice pro translační pohyb)
- b) Moment síly, moment hybnosti (tvar pohybové rovnice pro rotační pohyb)
- c) Pružný (nikoliv tuhý) makroobjekt (Hookův zákon pro deformační pohyb)
- d) Podmínky platnosti zákona zachování hybnosti a momentu hybnosti v pohybových stavech makroobjektů

14. prvek hlavní diagonály

Struktura parametrů pohybových stavů makroobjektů a její využití pro typologii aplikací

Obsah:

- a) Kinematické a dynamické fyzikální veličiny (pohybový zákon, pohybová rovnice),
- b) Stavové veličiny (kinetická a potenciální energie a rovnovážné a nerovnovážné pohybové stavy, zákon zachování mechanické energie),
- c) Doplnkové fyzikální veličiny (doplňkový popis pohybových stavů a jejich změn, zákony zachování hybnosti a momentu hybnosti)

15. prvek hlavní diagonály

Typologie makroobjektů

Obsah:

- a) **Hmotný bod**, soustava hmotných bodů
- b) Tuhá soustava hmotných bodů – **Tuhé těleso** (nebude zahrnuta pružná soustava hmotných bodů, tj. nebude bráno v úvahu pružné těleso)
- c) **Plyn** jako tekutina (typ kontinua) tvořený **částicemi kontinua**
- d) **Kapalina** jako tekutina (typ kontinua) tvořená **částicemi kontinua**
- e) Souhrn makroobjektů: Hmotný bod, Tuhé těleso, Částice kapalného kontinua, Částice plynného kontinua

16. prvek hlavní diagonály

Typologie sil

Obsah:

Typologie sil působících na Hmotný bod a Tuhé těleso

- a) Síly na dálku - gravitační interakce, gravitační a tíhové pole
- b) Dotykové síly – složitá kombinace interakcí, pole jednotlivých interakcí

Typologie sil působících na Částici kontinua

- a) Síly na dálku – objemové síly, gravitační a tíhové pole (např. hydrostatický tlak)
- b) Dotykové síly – plošné síly, složitá kombinace interakcí, pole jednotlivých interakcí (např. Pascalův tlak)

17. prvek hlavní diagonály

Typologie pohybových stavů

Obsah:

Typologie Rovnovážných pohybových stavů

- a) Statické pohybové stavy (např. auto stojí)
- b) Stacionární pohybové stavy (např. auto jede se stálou rychlostí, nestoupá, neklesá)

Typologie Nerovnovážných pohybových stavů

- a) Kvazistacionární pohybové stavy (pomalé změny rychlosti a polohy např. auta)
- b) Nestacionární pohybové stavy (např. auto zrychluje, prudce stoupá či klesá)

18. prvek hlavní diagonály

Využití typologie makroobjektů, sil a pohybových stavů

Obsah:

- a) Aplikace u hmotného bodu
- b) Aplikace u tuhého tělesa
- c) Aplikace u kapalně a plynné částice kontinua

19. prvek hlavní diagonály

Aplikace pohybových stavů, pohybových zákonů a pohybových rovnic u hmotného bodu

Obsah:

- a) Kinematika hmotného bodu
- b) Dynamika hmotného bodu
- c) Mechanická práce a mechanická energie – rovnovážné a nerovnovážné pohybové stavy
- d) Gravitační a tíhové pole (gravitační interakce, nerovnovážné pohybové stavy)

20. prvek hlavní diagonály

Aplikace pohybových stavů, pohybových zákonů a pohybových rovnic u tuhého tělesa

Obsah:

- a) Pohyb tuhého tělesa
- b) Moment síly, skládání sil, dvojice sil, rozkládání sil
- c) Těžiště tuhého tělesa
- d) Rovnovážný pohybový stav tuhého tělesa, kinetická energie tuhého tělesa

21. prvek hlavní diagonály

Aplikace pohybových stavů, pohybových zákonů a pohybových rovnic u kapalně a plynné částice kontinua

Obsah:

- a) Vlastnosti kapalin a plynů, tlak v kapalinách a plynech
- b) Tlak v kapalinách vyvolaný plošnou silou
- c) Tlak v kapalinách vyvolaný objemovou silou
- d) Tlak vzduchu vyvolaný objemovou silou
- e) Vztlačková síla v kapalinách a plynech
- f) Stacionární pohybové stavy tekutin – stacionární proudění tekutiny a ideální kapaliny
- g) Zákon zachování mechanické energie – Bernoulliho rovnice
- h) Nestacionární pohybové stavy tekutin – proudění reálné kapaliny, obtékání těles reálnou tekutinou.

Konec přehledu prvků hlavní diagonály (definiční linie) maticového modelu

Po vymezení přehledu 21 lineárně na sebe navazujících prvků hlavní diagonály matice (21 jednotek učiva) bude podle P. Záškodného, 2007a, [2], s.92-94 zkonstruován maticový model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia. Výsledná matice bude čtvercová s 21 řádky a sloupci.

Zkonstruovaný maticový model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia je uveden na Obr.9. Z maticového modelu je zřejmé, že k efektivní přípravě učitele na výuku a k pochopení učiva mechaniky pro 1. ročník gymnázia adresáty edukace (tj. pro vytváření implementovaného kurikula-1 jako dílčího výsledku transformace T3 a pro vytváření implementovaného kurikula-2 jako výsledku transformace T4) by měla maticová podoba zamýšleného kurikula (v oblasti učiva didaktického systému fyziky) obsahovat pět pojmově-poznatkových systémů I, II, III, IV a V.

Obr. 9: Maticový model kognitivní struktury mechaniky pro 1. ročník gymnázia

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | | | | | | | | | | | | | | | |
| = | 2 | = | = | | I | | | | | | | | | | | | | | |
| = | = | 3 | = | | | | | | | | | | | | | | | | |
| = | = | = | 4 | = | = | = | = | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | 5 | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | 6 | + | + | | II | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | + | 7 | = | | | | | | | | | | | | |
| | | | = | + | + | = | 8 | = | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | = | 9 | = | = | = | = | = | | | | | | |
| | | | | | | | | = | 10 | + | = | = | = | | | | | | |
| | | | | | | | | = | + | 11 | = | = | = | | III | | | | |
| | | | | | | | | = | = | = | 12 | + | = | | | | | | |
| | | | | | | | | = | = | = | + | 13 | = | | | | | | |
| | | | | | | | | = | = | = | = | = | 14 | = | = | = | = | | |
| | | | | | | | | | | | | = | 15 | + | + | = | | | |
| | | | | | | | | | | | | = | + | 16 | + | = | | IV | |
| | | | | | | | | | | | | = | + | + | 17 | = | | | |
| | | | | | | | | | | | | = | = | = | = | 18 | = | = | = |
| | | | | | | | | | | | | | | | = | 19 | + | + | |
| | | | | | | | | | | | | | | V | = | + | 20 | + | |
| | | | | | | | | | | | | | | | = | + | + | 21 | |

Stručný popis pojmově-poznatkových systémů I, II, III, IV a V lze provést následujícím způsobem:

Pojmově-poznatkový systém I

Vymezení fyziky jako konkrétní přírodní vědy (zkoumá termodynamické a pohybové stavy fyzikálních objektů a jejich změny na základě vzájemného působení látek a polí)

Vytvářející prvky definiční linie: První až čtvrtý prvek definiční linie

Pojmově-poznatkový systém II

Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia v rámci vymezené fyziky jako konkrétní přírodní vědy (mechanika představuje klasický rozměr nestatistické fyziky, zkoumá rovnovážné a nerovnovážné pohybové stavy na základě vhodně vybraných parametrů těchto stavů)

Vytvářející prvky definiční linie: Čtvrtý až osmý prvek definiční linie

Pojmově-poznatkový systém III

Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů (Vymezení parametrů pohybových stavů jako fyzikálních veličin a jejich členění na kinematické a dynamické fyzikální veličiny, stavové veličiny a doplňkové veličiny pro doplňkový popis pohybových stavů. Popis rovnovážných a nerovnovážných pohybových stavů stavovými veličinami. Role zákonů zachování).

Vytvářející prvky definiční linie: Osmý až čtrnáctý prvek definiční linie

Pojmově-poznatkový systém IV

Typologie makroobjektů (hmotný bod, tuhé těleso, částice kontinua), typologie sil (síly působící na dálku, dotykové síly), typologie pohybových stavů (statické, stacionární jako rovnovážné stavy, kvazistacionární a nestacionární jako nerovnovážné stavy)

Vytvářející prvky definiční linie: Čtrnáctý až osmnáctý prvek definiční linie

Pojmově-poznatkový systém V

Aplikace mechaniky hmotného bodu, tuhého tělesa a částice kontinua (viz např. obsah učebnice Bednařík, Široká, 1993, 2000, [64])

Vytvářející prvky definiční linie: Osmnáctý až jednadvacátý prvek definiční linie.

2.3.5. Trojúhelníkový model struktury didaktického pojmu „síla“

V rámci trojúhelníkového modelování struktury pojmu bude uveden popis trojúhelníkového modelu struktury didaktického pojmu „síla“ (Tarábek, 2005, [4]) – základní trojúhelníkový model (Tarábek, Záškodný, 2006, Tarábek, 2007, [5, 6]) je uveden pomocí kognitivní mapy (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.98-100).

Jádro pojmu „síla“ je tvořeno slovem „síla“, případně symbolem F a dominantní představou, která je v mysli žáka spojená s tímto slovem. V závislosti na zkušenosti a obsahu vyučování to může být představa svalové síly, představa síly, která zdvihá těžký předmět nebo deformuje těleso. U studentů středních škol to může být také orientovaná úsečka – vektor. Na základní škole „síla“ obvykle nadřazený pojem nemá, na střední škole se může nadřazeným pojmem stát pojem reprezentovaný termínem „interakce“.

Význam pojmu je tvořen podřazenými pojmy a všemi konkrétními představami, které si žák se slovem „síla“ spojuje. Podřazenými pojmy k pojmu „síla“ jsou na základní škole např. tlaková, tahová, třecí síla, ale také gravitační, elektrická, magnetická síla. Na střední škole to již mohou být nejen dotykové síly (působící bezprostředně formou dotyku), ale také síly působící na dálku (gravitační, elektrická, magnetická, jaderná), v posledním ročníku mohou být podřazenými pojmy jednotlivé fyzikální interakce – silná, slabá, elektromagnetická a gravitační, pojem „síla“ je pak nahrazen pojmem interakce. Konkrétní představy jsou v učebnicích reprezentovány obrázky.

Smysl pojmu „síla“ je tvořen všemi vazbami mezi jádrem pojmu a pojmy, které lze smysluplně se slovem „síla“ spojit. Na obecnější úrovni poznatků odpovídajících základní škole jsou to matematické vazby mezi silou F a hmotností m , resp. zrychlením a tělesa, reprezentované druhým Newtonovým zákonem $F = m \cdot a$. Kromě toho jsou to také vazby mezi silou a jejími účinky, např. síla způsobuje pohyb (nesprávná vazba), změnu pohybu (zrychlení, zpomalení, zastavení), zakřivení dráhy tělesa; síla deformuje tělesa (správné vazby). K tomu se také připojuje vazba síly k pojmu „měřit“ reprezentovaná představou síly jako měřitelné veličiny, která má velikost a směr.

Dobře vytvořený pojem „síla“ má vybudovány všechny vazby a jen tímto způsobem vytvořené pojmy umožňují vytváření komplexních pojmově-poznatkových systémů, které jsou základem schopnosti porozumět a aplikovat poznatky i v nestandardních situacích. Z tohoto důvodu je nutné při vytváření učebních textů a ve školním vzdělávání respektovat princip strukturalizace, při němž se struktury pojmů a poznatků spojují do komplexní pojmově-poznatkové sítě, která s podhoubím konkrétních představ vytváří v myslích studentů strukturované

pojmově-poznatkové systémy. Tyto systémy se opírají o klíčové pojmy a poznatky, které jsou uzly sítě. Odolnost strukturovaných systémů poznatků vůči zapomínání je značně vyšší než odolnost poznatkových mozaik. Jestliže student postupně zapomíná podrobnosti a konkrétní fakta, právě uzly pojmově-poznatkové sítě a jejich vzájemné vazby zůstávají déle v paměti a vhodné pomůcky (tabulky učiva, poznatkové mapky) umožňují obnovu a oživení znalostí.

2.4. Variantní forma „zamýšlené kurikulum“ v literatuře

O potřebnosti tvorby zamýšleného kurikula jako cesty k vytvoření didaktického (vzdělávacího) systému fyziky a o užitečnosti kognitivně strukturních metod při modelování struktury zamýšleného kurikula svědčí následující postřehy z odborné literatury (tučně jsou uváděny vazby na variantní formy kurikula a na metody konstrukce a vyjadřování těchto variantních forem):

- Počátkem devadesátých let dochází k postupnému sblížení evropské didaktické tradice s angloamerickou kurikulární tradicí (**tj. začíná hrát roli „kurikulární dimenze předmětové didaktiky jako kurikulární proces“ a v jejím rámci také zamýšlené kurikulum**). V české pedagogice byl pojem „kurikulum“ do 80. let 20. století téměř neznámý

J.Skalková (1996, [19]), E.Walterová (1994, [20])

- V didaktickém výzkumu je patrné úsilí o hledání oborově specifických aspektů výuky, které by nejlépe odpovídaly zvláštnostem obsahu daného vyučovacího předmětu (**tj. svou roli by mělo sehrát zamýšlené kurikulum**)

T.Janík (2005, [21])

- Není bez zajímavosti, že v této době začínají silit hlasy poukazující na obsáhlost lidského vědění a na potřebu, že pro účely školního vzdělávání je nezbytné zaměřit se na výběr tzv. jádra učiva (core curriculum – **tj. na konstrukci zamýšleného kurikula**)

J.J.Schwab (1964, [22]), T.Janík (2005, [21])

- Pedagogický výzkum je kritizován za to, že dostatečně nebere v úvahu kategorii obsahu vyučování a učení, a v této souvislosti je hovořeno o chybějícím výzkumném paradigmatu (**tj. potřeba zkoumat kurikulární proces a v jeho rámci také zamýšlené kurikulum**)

L.S.Schulman (1987, [23]), T.Janík (2004, 2005, [24, 21])

- Reforma kurikula vždy zvýrazňuje kategorii obsahu a její promýšlení ve vazbě na hledání jádrového kurikula (**tj. hledání zamýšleného kurikula**) a ve vazbě na harmonizaci kurikul v celosvětovém měřítku (**tj. harmonizace zamýšlených kurikul**)

T.Janík (2005, [21])

- V projektové formě má obsah vzdělávání (**tj. zamýšlené kurikulum**) dvě podoby: invariantní obsah vymezený v kurikulárních dokumentech normativního charakteru (**tj. projektové kurikulum**) a variantní obsah jako konkrétní obsah projektovaný a pak ztvárněný učitelem pro konkrétní třídu (**tj. implementované kurikulum-1**)

V.V.Krajevskij, I.J.Lerner (1983, [25]), J.Průcha (2005, [26])

- Co a jak se mění, když se plánované obsahy vzdělávání (**tj. zamýšlené kurikulum**) a ztvárněné např. v učebnicích (**tj. projektové kurikulum**) dostávají k žákům v hodinách školního vyučování (**tj. při vzniku implementovaného kurikula-2**)? Jakou roli v těchto přeměnách mají učitelé, tj. jaké je jejich chování ve vztahu ke kurikulu (**tj. jak vytvářejí implementované kurikulum-1**)?

V.V.Krajevskij, I.J.Lerner (1983, [25]), J.Průcha (2005, [26])

- Vedle teorie kurikula šlo o sledování praktického cíle: Prosadit názor, že plánovaný obsah vzdělávání (**tj. zamýšlené kurikulum**) není totožný s realizovaným obsahem vzdělávání (**tj. s implementovaným kurikulem-2**)
J.Průcha (1983, 2005, [26])

- Kurikulum je nutno chápat jako obsah toho, čemu se ve škole vyučuje a co se žáci učí (**tj. kurikulum jako je ho variantní forma „zamýšlené kurikulum“**)
W.Doyle (1992a, 1992b, [27, 28]), J.Průcha (2005, [26])

- Otázka výběru učivu (**tj. konstrukce zamýšleného kurikula**) pro konkrétní dílčí cíle vzdělávání je stále aktuálnější, poněvadž ani Rámcový vzdělávací program (**tj. projektové kurikulum na národní úrovni v České republice**) ji neřeší, spíš nároky zvyšuje.
J.Maňák (2005, [29])

- Základní znalosti a dovednosti (**tj. zamýšlené kurikulum**) jsou podle jednoho směru esencialistické filozofie kurikula obsaženy ve školních předmětech uspořádaných podle vědních disciplín.
McHugh,N.(1987, [30]), Pasch,M. a kol. (1995, 2005, [11])

- Podle Tylerova principu konstrukce kurikula patří mezi obecné cíle kurikula také cíle, které pomáhají zvládnutí obsahu předmětu (**tj. zvládnutí zamýšleného kurikula**)
Tyler,R.(1969, [31]), Pasch,M. a kol. (2005, [11])

- V učivu budou logické části, tedy seskupení a vztahy (**tj. zamýšlené kurikulum, potřeba splynutí logického a systémového přístupu**), podle nichž je obsah učiva uspořádán. Osnovu učiva lze vytvořit na základě důkladného pochopení povahy a vnitřní struktury učiva (**tj. na základě důkladného pochopení zamýšleného kurikula**). J.E.Bruner tvrdí, že každé téma vyučované ve školách má svou strukturu a tato struktura má konkrétní formu skládající se z pojmů, zobecnění a fakt (**tj. forma struktury zamýšleného kurikula**)
J.E.Bruner (1960, [12]), Pasch,M. a kol. (2005, [11])

- Pokud žáci porozumí struktuře učiva daného tématu, bude pro ně celé téma snáze pochopitelné, předmět je pochopitelnější, jestliže obecné a konkrétní znalosti jsou předkládány ve vzájemném vztahu (**tj. bude usnadněn přechod od zamýšleného kurikula přes projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 k implementovanému kurikulu-2**)
J.E.Bruner (1960, [12])

- Jedním z tajemství kvalitní výuky je schopnost jasně vyznačit hlavní linii spojující dílčí témata přemětu, jak tato jednotlivá témata zapadají do celkového schématu a do koncepce předmětu (**tj. respektování vazeb mezi konceptuálním a zamýšleným kurikulem na základě vhodného využití složek projektového kurikula a s cílem vytvořit kvalitní implementované kurikulum-1**)
Phenix,P.H. (1960, [32])

- Význam struktury obsahu: Představuje síť faktů (slov, pojmů) a jejich vzájemných vztahů v učební látce (**tj. význam zamýšleného kurikula a jeho modelování kognitivně strukturními metodami**)
Shavelson,A.J. (1974, [33])

- Tvorba pojmové mapy je myšlenkový proces, který vrcholí vizuálním zobrazením souvislostí mezi poznatky dané oblasti učiva, vztahy mezi pojmy, vlastnostmi pojmů nebo příklady pojmů jsou znázorněny spojnicemi a šípkami (**tj. vrcholí znázorněním zamýšleného kurikula např. hierarchickým, analyticko-syntetickým nebo maticovým modelem jeho kognitivní struktury**)

R.Fisher (1997, [34])

- Tvorba pojmových map (**tj. tvorba zamýšleného kurikula**) může sloužit i jako příprava k výuce (**tj. k tvorbě implementovaného kurikula-1**), i jako nástroj vstupní diagnostiky žáků (získat strukturu jejich spontánních prekonceptů)

Pasch,M. a kol. (2005, [11])

- Učení generalizacím (zobecněním): Vymezené generalizace (tj. vymezené vztahy mezi dvěma nebo více pojmy – **tj. vymezené složky zamýšleného kurikula**) jsou důležité pro tvorbu kurikula (**tj. zamýšleného kurikula**) a podle nich je organizován příslušný blok učiva (**tj. příslušné zamýšlené kurikulum**)

Pasch,M. a kol. (2005, [11])

Výběr a analýza obecných cílů vyučování

a) Výběr obecných vzdělávacích cílů (**tj. vazba na pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první složky zamýšleného kurikula**)

b) Analýza cílů v oblasti obsahu učiva (především kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva podle Brunerova vymezení povahy a vnitřního řádu struktury učiva), **tj. vazba na soustavu cílů didaktického systému fyziky jako druhé složky zamýšleného kurikula s preferencí kognitivních cílů**

c) Analýza cílů v oblasti procesu učení (především kognitivní cíle jako osvojení učebních činností podle Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů), **tj. vazba na soustavu cílů didaktického systému fyziky jako druhé složky zamýšleného kurikula s preferencí kognitivních cílů**

d) Po výběru a analýze obecných cílů vyučování v bodech a), b), c) následuje formulace konkrétních cílů výuky (**tj.vazba na projektové kurikulum a implementované kurikulum-1**)

J.E.Bruner (1960, [12]), B.Bloom (1956, [13]), Pasch,M. a kol. (2005, [11])

- Výběr obecných vzdělávacích cílů na základě Tylerova principu konstrukce kurikula (**tj. vazba na pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první složky zamýšleného kurikula**):

a) Cíle, které pomáhají zvládnutí obsahu předmětu (esencialistická filozofie kurikula),

b) Cíle, které souvisejí s potřebami společnosti (rekonstrukcionistická filozofie kurikula),

c) Cíle, které souvisejí s potřebami a zájmy žáků (progresivistická filozofie kurikula)

Tyler,R.(1969, [31]), Pasch,M. a kol. (2005, [11])

- Analýza cílů v oblasti obsahu učiva a v oblasti procesu učení lze rozčlenit na tři domény učiva – afektivní cíle jako postoje a hodnotové cíle (Krauthwohl, 1964, viz [14]), psychomotorické cíle jako dovednosti a operační cíle (Davy, 1970, viz [14]) a kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva a osvojení učebních činností (**tj. vazba na soustavu cílů didaktického systému fyziky jako druhé složky zamýšleného kurikula s preferencí kognitivních cílů**):

a) Brunerovo vymezení povahy a vnitřního řádu kognitivních znalostí jako cíle v oblasti obsahu učiva: fakta, pojmy, generalizace (zobecnění) a znázornění „stromem“ (kmen a hlavní větve – generalizace a pojmy, listy – fakta), **tj. identifikace strukturních prvků zamýšleného kurikula např. pomocí analyticko-syntetického modelování kognitivní struktury**

b) Bloomova taxonomie vzdělávacích cílů jako způsob hierarchického řazení učebních činností (znalost, porozumění, aplikace, analýza, syntéza, hodnotící posouzení), **tj. identifikace vazeb mezi strukturními prvky zamýšleného kurikula pomocí např. v rámci analyticko-syntetického modelování kognitivní struktury přizpůsobené možnostem a vývojovým potřebám adresátů edukace**

c) Carrollovo vymezení učební úlohy a jejího rozboru (rozložení na dílčí úlohy, rozdělení dílčích úloh na menší části, seřazení dílčích úloh a jejich částí do určitého hierarchického vzoru od prostých prvků ke složitým), **tj. používání např. analyticko-syntetického modelu kognitivní struktury při zprostředkovaném řešení problému předloženého učební úlohou a tím i při vytváření implementovaného kurikula-2**

D.R.Kratwohl, (1964, [35]), R.H.Davy (1970, [36]), J.E.Bruner (1960, [12]), B.Bloom (1956, [13]), J.Carroll (1963, [37])

Literatura k 2. kapitole

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007)Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy
- [4] Tarábek,P. (2005) Concept's Structure – Improvement of Education Process. In: Modern Science and Textbook Creation. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [5] Tarábek,P., Záškodný,P. (2006) Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. Matematika, fyzika, informatika. 16 (3,4)
- [6] Tarábek,P. (2007) Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept's Structure. In: Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communications. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [7] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980) K perspektivám didaktického systému fyziky. Závěrečná zpráva výzkumu VIII-5-4/2. Praha: KVVV, Československá akademie věd
- [8] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN
- [9] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communications. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [10] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007b) Educational and Didactic Communications – Ptogression. In: [9]
- [11] Pasch,M., Gardner,T.G., Langer,G.M., Stark,A.J., Moody,C.D.(1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [12] Bruner,J.E. (1960) The Process of Education. Cambridge: Harvard University
- [13] Bloom,B. (1956) Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I: Cognitive Domain. White Plains, New York: Longman
- [14] Svoboda,E., Kolářová,R. (2006) Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly. Praha: Nakladatelství Karolinum
- [15] Záškodný,P., Fenclová-Brockmeyerová,J. (2007) Strukturální koncepce didaktiky fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktik
- [16] Záškodný,P. (2001) Description of Didactic Communication of Physics. In: Structural Textbook and its Creation. Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [17] Záškodný,P. (2005) Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Lucerne, Bratislava: Didaktik

- [18] Záškodný,P. (2006) Survey of Principles of Theoretical Physics (with application to radiology). Lucerne, Ostrava: Algoritmus
- [19] Skalková,J. (1996) Aktuální otázky rozvíjení didaktického myšlení. Pedagogika. 46 (3)
- [20] Walterová,E. (1994) Kurikulum. Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě. Brno: CDVU
- [21] Janík,T. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [22] Schwab,J.J. (1964) Problems, Topics and Issues. In: Education and the Structure of Knowledge. Chicago: Smith,B.O. (ed.)
- [23] Shulman,L.S. (1987) Knowledge and Teaching. Foundations of New Reform. Harvard Educational Review. 57 (1)
- [24] Janík,T. (2004) Význam Shulmanovy teorie pedagogických znalostí pro oborové didaktiky a vzdělávání učitelů. Pedagogika. 54 (3)
- [25] Krajevskij,V.V.,Lerner,I.J. (1983) Teoretičeskoje osnovy soderžanija obščego srednego obrazovanija. Moskva: Pedagogika
- [26] Průcha,J (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [27] Doyle,W. (1992a) Curriculum and Pedagogy (p.486-516). In: Handbook of Research on Curriculum. New York: Macmillan
- [28] Doyle,W. (1992b) Constructing Curriculum in the Classroom (p.66-79). In: Effective and Responsible Teaching – The New Synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- [29] Maňák,J. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice výzkumu kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [30] McHugh,N. (1987) Education Week. Washington,DC: Editorial Projects in Education
- [31] Tyler,R.W. (1949) Basic Principles of Curriculum and Instruction (second part). University of Chicago Press
- [32] Phenix,P.H. (1960) The Topography of Higher Liberal Learning. PhiDelta Kappan. 41, 307
- [33] Shavelson,A.J. (1974) Methods for Examining Representations of Subject-Matter Structure in a Student's Memory (p.231-249). Journal of Research in Science Teaching. 11 (3)
- [34] Fisher,R. (1997) Učíme děti učit se a myslet. Praha: Portál
- [35] Kratwohl,D.R. (1964) Taxonomie hodnotových cílů. In: [14]
- [36] Davy,R.H. (1970) Taxonomie operačních cílů. In: [14]
- [37] Carroll,J. (1963) A Model of School Learning. Teachers College Record. 64 (723-733)

3. Výukový projekt fyziky a tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, Ph.D.

College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Klíčová slova: Projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 jako výsledky transformace T3, Národní úroveň projektového kurikula, Školní úroveň projektového kurikula, Mikromaticové modelování jako vhodná metoda konstrukce a vyjadřování implementovaného kurikula-1 jako přípravy učitele na výuku, Maticové a mikromaticové modelování jako vhodná metoda konstrukce a vyjadřování učebního textu jako významné složky projektového kurikula na školní úrovni, Podrobnější popis mikromaticového modelování, **Illustrace:** soustava mikromatic jako výraz připravenosti učitele na výuku mechaniky v 1. ročníku gymnázia (implementované kurikulum-1), **Illustrace:** učební text pro výuku mechaniky v 1. ročníku gymnázia strukturovaný na základě mikromaticového modelování (projektové kurikulum na školní úrovni), **Rešerše** projektového kurikula a implementovaného kurikula-1 v literatuře

Key words: Projected curriculum and implemented curriculum-1 as results of transformation T3, National level of projected curriculum, School level of projected curriculum, Micromatrix modeling as acceptable method of construction and representation of implemented curriculum-1 as teacher preparation for instruction, Matrix and micromatrix modeling as acceptable methods of construction and representation of textbook as important component of projected curriculum on school level, More detail description of micromatrix modeling, **Illustration:** compages of micromatrices as expression of teacher preparedness for instruction of mechanics for 1. grade of gymnasium (implemented curriculum-1), **Illustration:** instructed text, structured on the basis of micromatrix modeling, for instruction of mechanics for 1. grade of gymnasium (projected curriculum on school level), **Recherché** of projected curriculum and implemented curriculum-1 in publications

Abstract of the 3. chapter “Instruction Project of Physics and Creation of Projected Curriculum and Implemented Curriculum-1”

V 3.kapitole je popsána konstrukce a vyjadřování projektového kurikula a implementovaného kurikula-1. Je zde připomenuto, že výukový projekt fyziky a tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1 jako edukačních konstruktů je výsledkem transformace T3 didaktické (případně vzdělávací) komunikace fyziky. Po uvedení přehledu potřebných poznatků a dostupných metod je proveden výběr vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování projektového kurikula a implementovaného kurikula-1.

In the 3.chapter the construction and representation of projected curriculum and implemented curriculum-1 are described. Here is reminded the instruction project of physics and creation of projected curriculum and implemented curriculum-1 as educational constructs are result of transformation T3 of didactic (eventually educational) communication of physics. After presentation of survey of needed pieces of knowledge and approachable methods the selection of acceptable methods for construction and representation of projected curriculum and implemented curriculum-1 is carried out.

V 3. kapitole je dále připomenuto, že projektové kurikulum lze konstruovat na **úrovni národní a školní**. Běžně je projektové kurikulum na školní úrovni vymezováno v kurikulárních dokumentech jako jsou učební plány v podobě školních vzdělávacích programů, učebních osnov, učebnic, metodických příruček pro učitele, požadavků na zkoušku atd. Projektové kurikulum na národní úrovni je spojováno se vzdělávacími programy jako typy kurikulárních dokumentů na národní úrovni a je v mezinárodní terminologii spojováno s národním kurikulem (jako projektovým kurikulem garantovaným státem) či rámcovým kurikulem (national curriculum, framework curriculum).

In the 3. chapter it is in the following reminded the projected curriculum is possible to construct on the national and school levels. Routinely the school curriculum on school level is delimited in curricular documents as teaching plans in the shape of school educational programs, textbooks, handbooks for teachers, requirements for exam, etc. The projected curriculum on national level is connected with educational programs as types of

curricular documents on national level and it is in international terminology associated with national curriculum or framework curriculum (projected curriculum guaranteed by the state).

Pro **projektové kurikulum na školní úrovni** je v této knize prostřednictvím gymnaziálního průřezového tématu „Mechanika“ rámcového vzdělávacího programu ilustrována tvorba strukturovaného učebního textu. Tvorba učebního textu by měla vycházet z rozpracování maticového modelu kognitivní struktury „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia“ do soustavy kvalifikačních a kvantifikačních mikromatic. **Soustava kvalifikačních a kvantifikačních mikromatic je rovněž možným zobrazením implementovaného kurikula-1 jako vyjádření možné přípravy učitele na výuku.**

Within **projected curriculum on school level** in this book the creation of structural textbook is illustrated through gymnasium sectional theme “Mechanics” of skeleton educational program. The creation of textbook should start from projection of matrix model of cognitive structure of “Mechanics for 1. grade of gymnasium” into compages of qualification and quantification micromatrices. **The compages of qualification and quantification micromatrices is likewise by possible representation of implemented curriculum-1 as representation of possible preparation of teacher for instruction.**

3.kapitola nejdříve popisuje typy kvalifikačních a kvantifikačních mikromatic a pak uvádí 33 mikromatic jako vyjádření pojmově-poznatkových systémů I, II a III ((Fyzika jako konkrétní přírodní věda, Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia, Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů - viz přehled pojmově-poznatkových systémů obsažených v maticovém modelu kognitivní struktury „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia“ v 2.kapitole). **Touto cestou byla ilustrována konstrukce a vyjadřování implementovaného kurikula-1.**

The 3.chapter first of all describes the types of qualification and quantification micromatrices and afterwards presents 33 micromatrices as representation of conceptual knowledge systems I, II, and III (Physics as concrete natural science, Enlistment of mechanics for 1. grade of gymnasium, Apparatus of description of motional states and their changes at the macroobjects - see the survey of conceptual knowledge systems contained in matrix model of cognitive structure of “Mechanics for 1. grade of gymnasium” in the 2.chapter). **In this way the construction and representation of implemented curriculum-1 were illustrated.**

Mikromatice č.1 až č.11 implementovaného kurikula-1 a maticový model kognitivní struktury „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia“ v 2.kapitole se staly v **3. kapitole** vhodnou předlohou pro ilustraci učebního textu vztaženého k pojmově-poznatkovému systému I (Fyzika jako konkrétní přírodní věda) a k pojmově-poznatkovému systému II (Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia). **Touto cestou byla ilustrována konstrukce a vyjadřování projektového kurikula.**

The micromatrices No.1 to No.11 of implemented curriculum-1 and matrix model of cognitive structure of “Mechanics for 1. grade of gymnasium” in the 2.chapter have become, **in the 3.chapter**, by acceptable master for illustration of textbook corresponding the conceptual knowledge system I (Physics as concrete natural science) and conceptual knowledge system II (Enlistment of mechanics for 1. grade of gymnasium). **In this way the construction and representation of projected curriculum were illustrated.**

3.kapitola je uzavřena stručnou rešerší variantních forem „projektové kurikulum“ a „implementované kurikulum-1“ v literatuře.

The 3.chapter is closed by brief recherche of variant forms of “projected curriculum” and “implemented curriculum-1” in publications.

OBSAH

- 3.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod
 - 3.2. Konstrukce projektového kurikula na národní a školní úrovni
 - 3.3. Ilustrace tvorby implementovaného kurikula-1
 - 3.3.1. Význam mikromaticového modelování
 - 3.3.2. Mikromatice učiva mechaniky pro Pojmově-poznatkové systémy I, II, III
 - 3.4. Ilustrace tvorby projektového kurikula
 - 3.4.1. Ilustrace učebního textu pro Pojmově-poznatkový systém I (Fyzika jako konkrétní přírodní věda)
 - I.1. Členění fyzikálních objektů podle počtu a velikosti
 - I.2. Podstata fyzikálních objektů
 - I.3. Vývoj fyzikálních objektů do současnosti
 - I.4. Stavby a změny stavů fyzikálních objektů
 - I.5. Konkrétní formy pohybu fyzikálních objektů
 - 3.4.2. Ilustrace učebního textu pro Pojmově-poznatkový systém II (Zařazení mechaniky pro 1.ročník gymnázia)
 - II.1. Kvantová dimenze nestatistické fyziky u látkových a polních částic
 - II.2. Relativistická dimenze nestatistické fyziky
 - II.3. Klasická dimenze nestatistické fyziky
 - II.4. Zařazení mechaniky pro 1.ročník gymnázia
 - 3.5. Variantní formy “projektové kurikulum” a “implementované kurikulum-1” v literatuře
- Literatura k 3.kapitole

3.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

Výukový projekt fyziky a tvorba projektového kurikula a implementovaného kurikula-1 jako edukačních konstruktů je výsledkem transformace T3 didaktické komunikace fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.71-72). Tuto třetí transformaci lze na základě kurikulárního procesu fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.77) stručně popsat následujícím způsobem:

Transformace T3 Didaktický systém fyziky a jeho učivo → Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, příprava učitele na výuku

Variantní formy kurikula a jejich tvorba Projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 a jejich vytvoření jako výsledky transformace T3

Na otázky spojené s tvorbou zamýšleného kurikula jako edukačního konstruktu

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat výstupy transformace T3?**
- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat prvky výukového projektu fyziky, především učebnici, aby se stal projektovým kurikulem?**
- **Jak má provádět, vyjadřovat a zobrazovat učitel přípravu na výuku, aby se jeho příprava stala implementovaným kurikulem-1?**

bude hledána odpověď pomocí kognitivně strukturních metod (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.89-97, trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmu podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.98-101). Jejich výběr pro tvorbu zamýšleného kurikula je podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.101-103 následující:

Variantní forma kurikula – implementované kurikulum-1

- **Mikromaticové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.94-97)

Variantní forma kurikula – projektové kurikulum

- **Maticové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.92-94)
- **Mikromaticové modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.94-97)

Zdůvodnění výběru metod k tvorbě projektového kurikula a implementovaného kurikula-1 a tím i k tvorbě výukového projektu fyziky lze nalézt v dřívějších pracích, např. P.Záškodného, 1983, C.A.Thomase, 1963 [3, 4]. V uvedených pracích bylo pro zobrazování výstupů transformace T3 používáno z **kognitivně strukturních metod předávání fyzikálního poznání** především maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury.

3.2. Konstrukce projektového kurikula na národní a školní úrovni

Projektové kurikulum lze konstruovat na **úrovni národní a školní**. Projektové kurikulum na školní úrovni (běžně je projektové kurikulum na školní úrovni vymezováno v kurikulárních dokumentech jako jsou učební plány v podobě školních vzdělávacích programů, učební osnovy, učebnice, metodické příručky pro učitele, požadavky na zkoušku atd. – J.Průcha, 2005, [5]) „oživá“ (Doyle, 1992b, [6]) až ve třídě, kdy je v průběhu výuky realizováno učiteli. Projektové kurikulum na národní úrovni je spojováno se vzdělávacími programy jako typy kurikulárních dokumentů na národní úrovni (Průcha, 2005, [5]) a je v mezinárodní terminologii spojováno s národním

kurikulem (jako projektovým kurikulem garantovaným státem) či rámcovým kurikulem (national curriculum, framework curriculum).

Vzdělávací program jako projektové národní kurikulum (pro edukační soustavu země nebo pro určitý typ školy a jako komplexní systém řízení **obsahu školního vzdělávání** na celonárodní úrovni) obsahuje obvykle tyto složky kurikula (Průcha, 2005, [5]):

- koncepce vzdělávání
- cíle daného vzdělávání
- učební plán jako seznam předmětů
- učivo (témata učiva) v jednotlivých nebo v integrovaných (oborových) předmětech
- cílové standardy jako požadavky, co se mají exulanti naučit v ročnicích či stupních školy
- evaluační nástroje zjišťování splnění cílových standardů
- implementační plán, kterým bude vzdělávací program uváděn do edukační praxe.

V České republice byly zpracovávány nové vzdělávací programy základních a středních škol na základě vládního dokumentu a uvedeny v život Zákonem o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (platnost od r.2005). Kurikulární dokumenty českého národního kurikula jsou tvořeny „Národním programem rozvoje vzdělávání“ a z něho vyplývajícími „Rámcovými vzdělávacími programy“ a „Rámcovými učebními plány“ pro předškolní, základní, gymnaziální, střední odborné a další vzdělávání.

Např. (Svoboda, Kolářová, 2006, [7]) vzdělávací obsah předmětu fyzika na základní škole je podle Rámcového vzdělávacího programu tvořen předem vymezenými průřezovými tématy (viz kapitola 2.3.2.). **Jak na úrovni základní školy, tak na úrovni gymnázia patří mezi průřezová témata (rámcové obsahy didaktické komunikace fyziky) „Mechanika“.**

Projektové kurikulum na školní úrovni je úzce spojeno s tvorbou školních vzdělávacích programů, v oblasti fyziky to znamená rozpracování učiva fyziky z rámcového vzdělávacího programu do jednotlivých ročníků a do jednotlivých tematických okruhů průřezových témat. Jedním z výstupů by měl být kvalitní učební text.

V tomto 2.dílu monografie “Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods” je prostřednictvím gymnaziálního průřezového tématu „Mechanika“ (v rámci 1. ročníku gymnázia) ilustrován kurikulární proces fyziky pro jednotlivé variantní formy kurikula. **Proto v rámci projektového kurikula na školní úrovni** půjde především o způsob tvorby strukturovaného učebního textu z oblasti „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia“. Využívání strukturovaného textu je posléze spojeno s přípravou učitele na výuku, tj. s tvorbou **implementovaného kurikula-1** jako výrazu dobré připravenosti na výukový proces.

3.3. Ilustrace tvorby implementovaného kurikula-1

3.3.1. Význam mikromaticového modelování

Kvalifikační mikromatice a čtyři typy kvantifikačních mikromatic jako výsledky mikromaticového modelování jsou popsány z hlediska typologie a kognitivní náročnosti v práci P.Záškové, 2007a, [2], s.94-97 a zobrazeny pomocí obrázků na těchto stránkách. Kognitivní náročnost obvykle stoupá s rostoucím n (počet prvků definiční linie spojených s číslicí 2 a s klesajícím $n-m$, kde m je počet prvků definiční linie spojených s číslicí 3).

Mikromatice jsou specifickými vlastnostmi projektového kurikula a implementovaného kurikula-1. Představují strukturální charakteristiky učebního textu (a dalších případných kurikulárních dokumentů jako složek projektového kurikula) a jsou současně podkladem pro přípravu učitele na výuku (výrazem připravenosti na výuku je existence implementovaného kurikula-1).

Kvalifikační a kvantifikační mikromatice jsou jednou z možností, jak si představit vyjádření implementovaného kurikula-1, tj. přípravy učitele na výuku. V rámci učiva mechaniky pro 1. ročník gymnázia, které bylo v rámci didaktického systému fyziky (zamýšleného kurikula) znázorněno analyticko-syntetickými modely na Obr.5, 6 a 7 a maticovým modelem na Obr.9, lze přípravu na výuku znázornit sledem kvalifikačních a kvantifikačních mikromatic vycházejících z celkové matice (makromatice) tohoto učiva na Obr.9.

3.3.2. Mikromatice učiva mechaniky pro Pojmově-poznatkové systémy I,II,III

Sled mikromatic je v podstatě určen jako pomůcka pro učitele připravujícího se na výuku. Z této příčiny budou podrobně popsány jen první dvě mikromatice, jednotky učiva definičních linií dalších mikromatic budou vymezovány jen stručně.

Mikromatice 1: Přírodní objekty zkoumané fyzikou

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | | = |
| = | | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Přírodní objekty

2a – Makrosystém tvořený velkým množstvím objektů (obvykle velmi malých – např. molekuly vzduchu v konkrétní místnosti), které se pohybují neuspořádaným pohybem (neuspořádaný pohyb – základní rys tzv. statistické fyziky)

2b – Mikroobjekty (od kvarků k velkým makromolekulám), Makroobjekty (od velkých makromolekul až k sluneční soustavě), Megaobjekty (od hranic sluneční soustavy přes galaxie až k vesmíru), které se pohybují uspořádaným pohybem (uspořádaný pohyb – základní rys tzv. nestatistické fyziky)

3 – Fyzikální objekty zkoumané statistickou a nestatistickou fyzikou

Typ mikromatic: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 2: Podstata přírodních objektů zkoumaných fyzikou

| | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | = | = | |
| = | 2a | | = | | | = |
| = | | 2b | | | | = |
| = | = | | 2c | | | = |
| = | | | | 2d | | = |
| = | | | | | 2e | = |
| | = | = | = | = | = | 3 |

1 – Podstata přírodních objektů zkoumaných fyzikou

2a – Stabilita nukleonu v jádře: Fundamentální silná interakce

Stavební prvky (látka, látkové částice) – kvarky (především kvarky up-u a down-d)

Nositelé vzájemného působení mezi stavebními prvky (pole, polní částice) – gluony

Příklad: Proton má kvarkové složení uud, neutron udd

2b – Přeměna např. nukleonu v jiný druh nukleonu v rámci jádra: Slabá interakce

Stavební prvky (látka, látkové částice) – kvarky

Nositelé vzájemného působení mezi stavebními prvky (pole, polní částice) – intermediální bosony W a Z

Příklad: neutron v jádře se mění na proton (jeden kvark d se mění na kvark u), přitom je vysíláno jádrem radioaktivní beta záření tvořené elektrony

2c – Stabilita jádra atomu: Zbytková silná interakce

Stavební prvky (látka, látkové částice) – nukleony jádra

Nositelé vzájemného působení mezi stavebními prvky (pole, polní částice) – π -mezon (pion)

Poznámka: Nukleon má kvarkové složení, π -mezon rovněž, proto se hovoří o zbytkové silné interakci

2d – Stabilita atomu: Elektromagnetická interakce

Stavební prvky (látka, látkové částice) – kladně nabitě jádro, záporně nabitý obal

Nositelé vzájemného působení mezi stavebními prvky (pole, polní částice) – fotony vytvářející elektromagnetické pole

Rozšíření na stabilitu molekul: Stabilita molekuly s iontovou vazbou (např. NaCl), kladně nabitý iont Na^+ a záporně nabitý iont Cl^- si vyměňují fotony

Rozšíření na stabilitu makroobjektů: Kladně nabitý makroobjekt a záporně nabitý makroobjekt si vyměňují fotony

2e – Stabilita makroobjektů, megaobjektů: Gravitační interakce

Stavební prvky (látka, látkové částice) – fyzikální objekty a jejich hmotnost

Nositelé vzájemného působení mezi stavebními prvky (pole, polní částice) – gravitony vytvářející gravitační pole

Příklad: Zeměkoule obíhající kolem Slunce – Zeměkoule a Slunce jako stavební prvky, které si vyměňují gravitony

3 – Podstatou fyzikálních objektů je vzájemné působení látek a polí, které je popsáno 5 interakcemi, 5 typy sil (síla je vzájemné působení fyzikálních objektů)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=5$ (kognitivně velmi náročná mikromatice)

Mikromatice 3: Vývoj přírodních objektů

| | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | = | = | = | |
| = | 2a | | | | | | = |
| = | | 2b | | | | | = |
| = | | | 2c | = | = | | = |
| = | | | = | 2d | = | | = |
| = | | | = | = | 2e | | = |
| = | | | | | | 2f | = |
| | = | = | = | = | = | = | 3 |

1 – Vývoj přírodních objektů zkoumaných fyzikou

2a – První vývojový scénář vesmíru (TOE – Theory of Everything – Unitární interakce)

2b – Druhý vývojový scénář vesmíru (Standardně-inflační vesmír – oddělení gravitační interakce)

2c – Třetí vývojový scénář vesmíru (Poinflační standardní vesmír – oddělení fundamentální silné interakce v hadronové éře)

2d – Třetí vývojový scénář vesmíru (Poinflační standardní vesmír – oddělení zbytkové silné interakce v leptonové éře)

2e – Třetí vývojový scénář vesmíru (Poinflační standardní vesmír – oddělení elektromagnetické interakce od interakce slabé v éře záření)

2f – Třetí vývojový scénář vesmíru (Poinflační standardní vesmír – vznik velkorozměrných struktur současného vesmíru)

3 – Rozpad unitární interakce na 5 dílčích interakcí

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=6$ (kognitivně velmi náročná mikromatice)

Mikromatice 4: Typy vlastností fyzikálních objektů

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | | = |
| = | | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Vlastnosti fyzikálních objektů jako fyzikální jevy

2a – Termodynamické stavy a jejich změny (neuspořádaný pohyb fyzikálních objektů zkoumaný statistickou fyzikou)

2b – Pohybové stavy a jejich změny (uspořádaný pohyb fyzikálních objektů zkoumaný nestatistickou fyzikou)

3 – Stav jako způsob existence fyzikálního objektu a změna stavu jako pohyb fyzikálního objektu

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev, Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 5: Určení stavu fyzikálních objektů vhodnými parametry

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | | = |
| = | | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Určení stavu vhodnými parametry – vhodnými fyzikálními veličinami

2a – Parametry stavu se s časem nemění

2b – Parametry stavu se s časem mění

3 – Rovnovážné a nerovnovážné stavy fyzikálních objektů

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 6: Fyzika jako konkrétní přírodní věda

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | = | = |
| = | = | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Fyzika jako jedna z přírodních věd

2a – Podstata fyzikálních objektů – vzájemné působení látek a polí

2b – Vlastnosti fyzikálních objektů – termodynamické a pohybové stavy a jejich změny

3 – Fyzika jako konkrétní přírodní věda zkoumá stavy fyzikálních objektů a jejich změny na základě vzájemného působení látek a polí

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící Pojmově-poznatkový systém I

Kognitivní náročnost: $n=2$ (syntéza jednotek učiva 2a a 2b)

Mikromatice 7: Počet rozměrů statistické a nestatistické fyziky

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | | = |
| = | | | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Nejcharakterističtější rysy fyziky megasvěta, fyziky mikrosvěta a fyziky makrosvěta

2a – Velkorozměrové struktury vesmíru a jejich vliv na uspořádání vesmíru (tento rys zvláště fyziky megasvěta lze nazvat relativistickým rozměrem)

2b – Mikroobjekty se někdy chovají jako korpuskule (fotony ve Stoletovově pokusu), někdy jako vlny (fotony při pozorování mikroskopem) – tento rys zvláště fyziky mikrosvěta lze nazvat kvantovým rozměrem

2c – Makroobjekty se proti mikroobjektům a megaobjektům pohybují pomalu a zcela odděleně jsou buď částicí (kámen vržený v gravitačním poli Země), nebo vlnou (vlnění na vodní hladině) – tyto rysy zvláště fyziky makrosvěta lze nazvat klasickým rozměrem

3 – Statistická i nestatistická fyzika mají tři rozměry – relativistický, kvantový, klasický (z hlediska mechaniky pro 1. ročník gymnázia má význam uvažovat uspořádaný pohyb makroobjektů a proto diskutovat kvantový, relativistický a klasický rozměr nestatistické fyziky)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 8: Kvantový rozměr nestatistické fyziky

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | = | |
| = | | 2b | = | |
| | = | = | 2c | = |
| | | | = | 3 |

1 – Mikroobjekty se někdy chovají jako korpuskule, někdy jako vlny

2a – Vlnové vlastnosti především mikroobjektu

2b – Korpuskulární vlastnosti především mikroobjektu

2c – U mikroobjektu nelze při vytváření celkového obrazu mikroobjektu oddělit vlnové a korpuskulární vlastnosti, ale experimentálně se projevují zvlášť

3 – Kvantový rozměr nestatistické fyziky je dán vlnově-korpuskulárním dualismem mikroobjektů

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 9: Relativistický rozměr nestatistické fyziky

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | | = |
| = | | | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Velkorozměrové struktury vesmíru a fyzikálně pole ovlivňují uspořádání vesmíru

2a – Plynutí času a velikosti délek nejsou při velkých rychlostech absolutní (speciální teorie relativity a její dilatace času a kontrakce délek)

2b – Hmotnost objektů se při velkých rychlostech zdatelně zvětšuje (speciální teorie relativity a hmotnost za pohybu velkými rychlostmi)

2c – Prostor a čas přestávají být nejen absolutními (tj. objekty jsou do nich jen vloženy), ale spojují se v prostoročas uspořádaný podle pohybu a rozložení objektů s velkými hustotami hmotnosti (obecná teorie relativity a její zakřivený prostoročas)

3 – Relativistický rozměr nestatistické fyziky je dán závislostí vlastností prostoru a času na rozložení a pohybu objektů

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 10: Klasický rozměr nestatistické fyziky

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | | = |
| = | | | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Makroobjekty se pohybují pomalu a zcela odděleně jsou buď částicí nebo vlnou

2a – Celkový obraz makroobjektu vytvářejí zcela odděleně buď vlnové nebo korpuskulární vlastnosti

2b – Celkový obraz makroobjektu je vytvářen na základě malých rychlostí

2c – Celkový obraz makroobjektu je vytvářen na základě nízkých hustot hmotnosti

3 –Klasický rozměr nestatistické fyziky je dán možností za jistých podmínek zanedbat vlnově-korpuskulární dualismus a možností za jistých podmínek zanedbat závislost vlastností prostoru a času na rozložení a pohybu objektů (prostor a čas jsou absolutní)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 11: Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | = | |
| = | | 2b | = | |
| | = | = | 2c | = |
| | | | = | 3 |

1 – Mechanika pro 1. ročník gymnázia zkoumá makroobjekty s nízkými hustotami hmotnosti, pohybující se pomalu a které jsou zcela odděleně buď částicí nebo vlnou

2a – Mechanika pro 1. ročník gymnázia je nerelativistická

2b – Mechanika pro 1. ročník gymnázia je nekvantová

2c – Mechanika pro 1. ročník gymnázia je klasická

3 – Mechanika pro 1. ročník gymnázia je klasickou nestatistickou fyzikou, zkoumající uspořádaný, nerelativistický a nekvantový pohyb makroobjektů

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící Pojmově-poznatkový systém II

Kognitivní náročnost: $n=3$ (syntéza jednotek učiva 2a až 2c)

Mikromatice 12: Zavedení fyzikální veličiny

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | | = |
| = | | | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Kvantita a kvalita parametrů popisujících stav fyzikálního makroobjektu

2a – Kvantitativní vlastnosti parametru závisí jak na jeho velikosti, tak i na směru (v němž se parametr projevuje) – kvantita vektorové fyzikální veličiny

2b – Kvantitativní vlastnosti parametru závisí jen na jeho velikosti – kvantita skalární fyzikální veličiny

2c – Kvalitativní vlastnosti parametru jsou dány jednotkou, jejichž počet určuje velikost parametru – kvalita fyzikální veličiny

3 – Fyzikální veličina je jednota kvantity a kvality parametru pohybového stavu makroobjektu

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 13: Systém fyzikálních veličin

| | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|---|
| 1 | | | | | | |
| | 2a | | | | | |
| | | 2b | | | | |
| | | | 2c | | | |
| | | | | 3a | | |
| | | | | | 3b | |
| | | | | | | 4 |

1 – Členění fyzikálních veličin pro potřeby teorie i praxe

2a – Základní fyzikální veličiny

2b – Doplnkové fyzikální veličiny

2c – Jednotky základních a doplňkových fyzikálních veličin

3a – Násobky a díly jednotek

3b – Odvozené fyzikální veličiny a jejich jednotky

4 – Soustava SI jako systém fyzikálních veličin pro potřeby teorie a praxe

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 4. typu

Kognitivní náročnost: bez kognitivní náročnosti

Mikromatice 14: Popis pohybu makroobjektů

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | | = | = | |
| = | 2a | = | | | = |
| | = | 2b | = | | = |
| = | | = | 2c | = | = |
| = | | | = | 2d | = |
| | = | = | = | = | 3 |

1 – Popis pohybu makroobjektů

2a – Souřadnicová soustava a polohový vektor

2b – Dráha (trajektorie) a mechanický pohyb

2c – Rychlost

2d – Zrychlení

3 – Kinematika jako popis pohybu makroobjektů a její kinematické fyzikální veličiny

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=4$ (vyšší kognitivní náročnost)

Mikromatice 15: Typy mechanických pohybů podle směru pohybu

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | = | = |
| | | = | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Typy mechanických pohybů podle směru pohybu

2a – Směr se nemění

2b – Směr se mění

2c – Směr se mění tak, že se makroobjekt pohybuje po kružnici

3 – Přímočaré a křivočaré pohyby, pohyb kruhový

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 16: Typy přímočarých pohybů podle velikosti rychlosti

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | = | = |
| | | = | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Typy přímočarých pohybů podle velikosti rychlosti

2a – $v = 0$ (stačí uvažovat velikost vektoru rychlosti)

2b – $v = \text{konstant.}$ (zrychlení $a = 0$)

2c – $v = a \cdot t$ ($a = \text{konst.}$)

3 – Přímocará pohyby lze pro 1. ročník gymnázia členit na klid, pohyb rovnoměrný přímočarý a pohyb rovnoměrně zrychlený

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 17: Pohyb rovnoměrný přímočarý a jeho dráha

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | | |
| = | 2a | | = | | |
| = | | 2b | = | | |
| | = | = | 2c | = | |
| | | | = | 3a | = |
| | | | | = | 4 |

1 – Pohyb rovnoměrný přímočarý a jeho dráha

2a – $v = \text{konst.}$ (zrychlení $a = 0$)

2b – Plyne čas t

2c – Graf závislosti rychlosti na čase vymezuje obdélník se stranami v a t

3a – Obsah obdélníka v grafu závislosti rychlosti na čase je dráha $s = v \cdot t$ ($s = v \cdot t + s_0$), vztah pro velikost dráhy je pohybovým zákonem pohybu rovnoměrného přímočarého

4 – Kinematický popis pohybu rovnoměrného přímočarého pohybovým zákonem

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 1. typu ($n = 3, m = 1$)

Kognitivní náročnost: $n=3, n - m = 2$

Mikromatice 18: Pohyb rovnoměrně zrychlený a jeho dráha

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | | |
| = | 2a | | = | | |
| = | | 2b | = | | |
| | = | = | 2c | = | |
| | | | = | 3a | = |
| | | | | = | 4 |

1 – Pohyb rovnoměrně zrychlený a jeho dráha

2a – $v = a \cdot t$ ($a = \text{konst.}$)

2b – Plyne čas t

2c – Graf závislosti rychlosti na čase vymezení pravouhlý trojúhelník s odvěsnami $a \cdot t$ a t

3a – Obsah trojúhelníka v grafu závislosti rychlosti na čase je dráha $s = \frac{1}{2} at^2$ ($s = \frac{1}{2} at^2 + v_0 \cdot t + s_0$), vztah pro velikost dráhy je pohybovým zákonem pohybu rovnoměrně zrychleného

4 – Kinematický popis pohybu rovnoměrně zrychleného pohybovým zákonem

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 1. typu ($n = 3, m = 1$)

Kognitivní náročnost: $n=3, n - m = 2$

Mikromatice 19: Příčina pohybu makroobjektu

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | | = |
| = | | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Příčina pohybu daného makroobjektu

2a – Působení jiného makroobjektu na daný makroobjekt

2b – Jiným makroobjektem může být látka nebo pole, daným makroobjektem může být opět látka nebo pole

3 – Příčinou pohybu makroobjektu je síla jako vzájemné působení fyzikálních objektů, tj. vzájemné působení látek a polí, tj. interakce látek a polí

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 20: Typy sil v mechanice makroobjektů

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | | = |
| = | | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Typy sil v mechanice makroobjektů

2a – Gravitační interakce

2b – Složitá kombinace všech interakcí

3 – V mechanice pro 1. ročník gymnázia lze pracovat se silami působícími na dálku (gravitační interakce – dva fyzikální objekty a jejich hmotnosti, které si vyměňují gravitony) a dotykovými silami (které představují složitou kombinaci interakcí)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 21: Vztah pro sílu

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | = | |
| = | | 2b | = | |
| | = | = | 3a | = |
| | | | = | 4 |

1 – Nalezení vztahu pro sílu (bude uvažována síla působící na makroobjekt ve směru přímočarého pohybu, proto stačí uvažovat jen velikosti fyzikálních veličin)

2a – Síla F , aby byla splněna podmínka dosažení např. potřebné rychlosti makroobjektu, musí být přímo úměrná hmotnosti m makroobjektu

2b – Síla F , aby byla splněna podmínka dosažení např. potřebné rychlosti makroobjektu, musí být přímo úměrná zrychlení a , které by mělo být udělováno makroobjektu

3a – $F = m \cdot a$, vztah pro sílu je pohybovou rovnicí makroobjektu (jednotka síly je volena tak, aby se konstanta přímé úměrnosti rovnala jedné, tj. $[F] = \text{N}$)

4 – Dynamický popis mechanického pohybu makroobjektu daný pohybovou rovnicí $F = m \cdot a$ jako nalezenou příčinou pohybu (v případě křivočarého pohybu je potřebné vyjít z vektorového tvaru pohybové rovnice $\vec{F} = m \vec{a}$). Nalezený tvar pohybové rovnice se nazývá 2. Newtonovým pohybovým zákonem

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 1. typu ($n = 2, m = 1$)

Kognitivní náročnost: $n=2, n - m = 1$

Mikromatice 22: Energie jako stavová veličina pohybového stavu

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | | |
| = | 2a | | = | |
| = | | 2b | = | |
| | = | = | 3a | = |
| | | | = | 4 |

1 – Nalezení fyzikální veličiny, která by se stala stavovou veličinou, tj. takovým parametrem pohybového stavu, který by pohybový stav určoval rozhodujícím způsobem

2a – Na makroobjekt působí síla F

2b – Je zkoumán tzv. dráhový účinek síly F , tj. její působení na makroobjekt ve směru přímočaré dráhy s (za této podmínky stačí pracovat jen s velikostí síly i dráhy)

3a – Dráhový účinek síly lze vyjádřit prací $W = F \cdot s$ (jednotkou skalární fyzikální veličiny práce W je $[W] = \text{J}$) – tato práce představuje práci dodanou danému makroobjektu

4 – V důsledku dodané práce je makroobjekt schopen konat práci. Schopnost makroobjektu konat práci se nazývá energií E makroobjektu. Energie E je parametr pohybového stavu makroobjektu, který tento stav určuje rozhodujícím způsobem. Energie E je stavovou veličinou.

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 1. typu ($n = 2, m = 1$)

Kognitivní náročnost: $n=2, n - m = 1$

Mikromatice 23: Členění energií jako stavových veličin pohybového stavu

| | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | = | | | |
| = | 2a | = | | | | | |
| = | = | 2b | | | = | | |
| = | | | 2c | = | | | |
| = | | | = | 2d | | = | |
| | | = | | | 3a | | = |
| | | | | = | | 3b | = |
| | | | | | = | = | 4 |

1 – Členění energie na dílčí druhy energie jako rozhodujících stavových veličin pohybového stavu makroobjektu

2a – Gravitační pole Země působí na makroobjekt o hmotnosti m gravitační silou, která v tíhovém poli Země jako tíhová síla G (tíhové pole Země vlivem otáčení Země kolem své osy úzce souvisí s gravitačním polem Země) udílí makroobjektu tíhové zrychlení g (nechť vektory tíhové síly G a tíhového zrychlení g leží v téže přímce – pak lze používat jen velikosti obou vektorů a tíhová síla je podle 2. Newtonova pohybového zákona dána vztahem $G = m \cdot g$). Nechť makroobjekt je vyzdvihován kolmo vzhůru silou, která překonává tíhovou sílu G

2b – Makroobjekt je vyzdvižen do výšky h (tato výška h odpovídá dráze s , po které se makroobjekt pohyboval působením síly překonávající tíhovou sílu G) nad např. povrch Země

2c – Síla působící na dálku nebo dotyková síla F působí (např. vodorovně s povrchem Země – opět stačí pracovat s velikostí síly F) na makroobjekt a uděluje mu zrychlení a (opět stačí pracovat s velikostí zrychlení a). Tato síla je podle 2. Newtonova pohybového zákona dána vztahem $F = m \cdot a$

2d – Dráha s , kterou makroobjekt urazí působením síly $F = m \cdot a$ je dráhou pohybu rovnoměrně zrychleného, tj. $s = \frac{1}{2} a t^2$.

3a – Při vyzdvižení makroobjektu do výše h nad povrch Země je dodána makroobjektu práce $W = F \cdot s = mgh$. Tato schopnost makroobjektu konat práci (po dodání práce) se nazývá potenciální (polohovou) energii $E_p = mgh$.

3b – Při udělení rychlosti $v = a \cdot t$ makroobjektu na základě působení síly $F = m \cdot a$ (např. vodorovně s povrchem Země) je dodána makroobjektu práce $W = F \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} m v^2$. Tato schopnost makroobjektu konat práci (po dodání práce) se nazývá kinetickou energii $E_k = \frac{1}{2} m v^2$.

4. Stavovými veličinami pohybového stavu makroobjektu jsou polohová energie $E_p = mgh$ a kinetická energie $E_k = \frac{1}{2} m v^2$.

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 2. typu ($n = 4, m = 2$)

Kognitivní náročnost: $n=4, n - m = 2$

Mikromatice 24: Stavové veličiny rovnovážného pohybového stavu makroobjektu

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | |
| = | 2a | | | = |
| = | | 2b | | = |
| = | | | 2c | = |
| | = | = | = | 3 |

1 – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k jako stavové veličiny pohybového stavu makroobjektu

2a – Na makroobjekt nepůsobí síla

2b – Práce není dodávána, původní polohová energie E_p se nemění (nemění se výška nad povrchem Země)

2c – Práce není dodávána, původní kinetická energie E_k se nemění (makroobjekt je v klidu nebo se pohybuje konstantní rychlostí)

3 – Makroobjekt setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém (1. Newtonův pohybový zákon)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=3$

Mikromatice 25: Stavové veličiny makroobjektu v klidu

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | |
| = | 2a | | | | = |
| = | | 2b | | | = |
| = | | | 2c | = | = |
| | | | = | 2d | = |
| | = | = | = | = | 3 |

1 – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k jako stavové veličiny pohybového stavu makroobjektu

2a – Vodorovná síla s povrchem Země nepůsobí

2b – Makroobjekt neměl žádnou počáteční rychlost

2c – Makroobjekt tlačí na podložku akční silou

2d – Podložka působí na makroobjekt stejně velkou reakční silou v opačném směru

3 – Makroobjekt setrvává v klidu, vedle 1. Newtonova pohybového zákona lze ilustrovat platnost 3. Newtonova pohybového zákona

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=4$ (vyšší kognitivní náročnost)

Mikromatice 26: Stavové veličiny nerovnovážného pohybového stavu makroobjektu v tíhovém poli Země

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | = | = |
| = | = | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k jako stavové veličiny pohybového stavu makroobjektu

2a – Působí síly na dálku

2b – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k se navzájem přeměňují, ale $E_p + E_k = \text{konst.}$

3 – Zákon zachování mechanické energie jako speciální případ nerovnovážného pohybového stavu makroobjektu (platí 2. Newtonův pohybový zákon)

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 27: Stavové veličiny nerovnovážného pohybového stavu makroobjektu při působení dotykových sil

| | | | |
|---|----|----|---|
| 1 | = | = | |
| = | 2a | = | = |
| = | = | 2b | = |
| | = | = | 3 |

1 – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k jako stavové veličiny pohybového stavu makroobjektu

2a – Působí dotykové síly (např. třecí síla) jako složitá kombinace interakcí

2b – Polohová energie E_p a kinetická energie E_k se navzájem přeměňují, ale $E_p + E_k \neq \text{konst.}$

3 – Zákon zachování mechanické energie neplatí, platí 2. Newtonův pohybový zákon

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící dílčí jev

Kognitivní náročnost: $n=2$

Mikromatice 28: Popis translačního pohybu makroobjektu úpravou 2. Newtonova pohybového zákona

| | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | | |
| = | 2a | | | = | | |
| = | | 2b | | = | | |
| = | | | 2c | | = | |
| | = | = | | 3a | = | |
| | | | = | = | 3b | = |
| | | | | | = | 4 |

1 – Popis translačního pohybu úpravou 2. Newtonova zákona (stačí používat jen velikosti vektorových fyzikálních veličin)

2a – Na makroobjekt působí síla o velikosti F po dobu $\Delta t = t_2 - t_1$

2b – Počáteční rychlost v_1 v čase t_1 , koncová rychlost v_2 v čase t_2 , rozdíl rychlostí $\Delta v = v_2 - v_1$

2c – 2. Newtonův pohybový zákon $F = m \cdot a$

3a – Zrychlení $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

3b – $p = m \cdot v$ (zavedení hybnosti), $p_1 = mv_1$, $p_2 = mv_2$, $\Delta p = p_2 - p_1$

4 – $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ (upravený 2. Newtonův pohybový zákon pro translaci)

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 2. typu ($n = 3, m = 2$), Kognitivní náročnost: $n=3, n - m = 1$

Mikromatice 29: Zákon zachování hybnosti

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | |
| = | 2a | | | = | |
| = | | 2b | | | |
| = | | | 2c | = | |
| | = | | = | 3a | = |
| | | | | = | 4 |

1 – Při translačním pohybu nepůsobí na makroobjekt síla

2a – Vnější síly na makroobjekt jako celek nepůsobí ($F = 0$, stačí používat velikost síly)

2b – Síly mezi částmi makroobjektu působit mohou (tzv. vnitřní síly)

2c – Upravený 2. Newtonův pohybový zákon pro translaci $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, $\Delta p = p_2 - p_1$

3a – $p_2 = p_1$

4. Při nepůsobení vnějších sil při translaci platí zákon zachování hybnosti

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 2. typu ($n = 3, m = 1$), Kognitivní náročnost: $n=3, n - m = 2$

Mikromatice 30: Popis rotačního pohybu makroobjektu úpravou

2. Newtonova pohybového zákona

| | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | = | = | | | | |
| = | 2a | | | | | | | | |
| = | | 2b | | = | | | | | |
| = | | | 2c | | | | | | |
| = | | = | | 2d | | = | | | |
| = | | | | | 2e | | = | = | |
| | | | | = | | 3a | | | |
| | | | | | = | | 3b | = | |
| | | | | | = | | = | 3c | = |
| | | | | | | | | = | 4 |

1 – Popis rotačního pohybu úpravou 2. Newtonova zákona (stačí používat jen velikosti vektorových fyzikálních veličin)

2a – Makroobjekt je otáčivý kolem pevné osy o (translace nepřichází v úvahu)

2b – Ve vzdálenosti r kolmé na osu o působí síla F

2c – Síla F je kolmá jak na vzdálenost r , tak na osu o

2d – Otáčivé účinky síly F jsou závislé jak na velikosti síly F , tak na velikosti vzdálenosti r

2e – 2. Newtonův pohybový zákon $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = m \cdot a$, $\Delta p = p_2 - p_1$

3a – Otáčivé účinky popisuje moment síly o velikosti $M = F \cdot r$

3b – Lze zavést moment hybnosti o velikosti $b = rp$, $b_1 = rp_1$, $b_2 = rp_2$, $\Delta b = b_2 - b_1$

$$3c - rF = \frac{rp_2 - rp_1}{\Delta t} = \frac{b_2 - b_1}{\Delta t} = \frac{\Delta b}{\Delta t}$$

4 – $M = \frac{\Delta b}{\Delta t}$ (upravený tvar 2. Newtonova pohybového zákona pro rotaci)

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 2. typu ($n = 5$, $m = 3$)

Kognitivní náročnost: $n=5$, $n - m = 2$ (kognitivně velmi náročná mikromatice)

Mikromatice 31: Zákon zachování momentu hybnosti

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | |
| = | 2a | | | = | |
| = | | 2b | | | |
| = | | | 2c | = | |
| | = | | = | 3a | = |
| | | | | = | 4 |

1 – Při rotačním pohybu nepůsobí na makroobjekt moment síly

2a – Vnější moment síly na makroobjekt jako celek nepůsobí ($M = 0$, stačí používat velikost momentu síly)

2b – Síly mezi částmi makroobjektu a jejich momenty sil působit mohou (tzv. vnitřní momenty sil, vnitřní síly)

2c – Upravený 2. Newtonův pohybový zákon pro rotaci $M = \frac{\Delta b}{\Delta t}$, $\Delta b = b_2 - b_1$

3a – $b_2 = b_1$

4. Při nepůsobení vnějších momentů sil při rotaci platí zákon zachování momentu hybnosti

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 2. typu ($n = 3$, $m = 1$)

Kognitivní náročnost: $n=3$, $n - m = 2$

Mikromatice 32: Popis deformačního pohybu makroobjektu

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|
| 1 | | | | | |
| | 2a | | | | |
| | | 2b | | | |
| | | | 2c | | |
| | | | | 3a | |
| | | | | | 4 |

1 – Popis deformace makroobjektu jako změny jeho tvaru

2a – Na makroobjekt působí dotykové síly (tzv. plošné síly) nebo i síly na dálku (tzv. objemové síly)

2b – Makroobjekt jako celek nemůže konat ani translaci (posuvný pohyb), ani rotaci (otáčivý pohyb)

2c – Makroobjekt mění svůj tvar, jeho částice se posouvají po dráze (pružný makroobjekt – kontinuum)

3a – Na částice kontinua působí deformační síly (plošné a objemové síly)

4. Popis deformace vhodnými zákony (Hookův zákon, tvar 2. Newtonova pohybového zákona pro částici kontinua)

Typ mikromatice: kvantifikační mikromatice 4. typu

Kognitivní náročnost: bez kognitivní náročnosti

Mikromatice 33: Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů

| | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | = | = | = | | | | | |
| = | 2a | | | | | | | = |
| = | | 2b | | = | = | | | = |
| = | | | 2c | = | = | | | = |
| | | = | = | 2d | | = | = | = |
| | | = | = | | 2e | | = | = |
| | | | | = | | 2f | = | = |
| | | | | = | = | = | 2g | = |
| | = | = | = | = | = | = | = | 3 |

1 – Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů

2a – Parametr pohybového stavu jako fyzikální veličina

2b – Kinematické fyzikální veličiny a pohybový zákon

2c – Dynamické fyzikální veličiny a pohybová rovnice

2d – Stavové fyzikální veličiny a rozhodující určení pohybového stavu

2e – Doplňkové fyzikální veličiny dokreslující pohybové stavy

2f – Rovnovážné a nerovnovážné pohybové stavy

2g – Zákony zachování a pohybové stavy

3 – Aparát popisu pohybových stavů daný pohybovým zákonem jako popisem pohybu, pohybovou rovnicí jako příčinami pohybu, polohovou a kinetickou energií jako stavovými veličinami, rovnovážnými a nerovnovážnými pohybovými stavy, zákony zachování mechanické energie, hybnosti a momentu hybnosti a podmínkami jejich platnosti

Typ mikromatice: kvalifikační mikromatice zavádějící Pojmově-poznatkový systém III

Kognitivní náročnost: $n=7$ (syntéza jednotek učiva 2a až 2g – vysoká kognitivní náročnost)

Konec sledu mikromatic vycházejících z makromatic na Obr.9

Předložený sled 33 mikromatic ilustroval vyvíjení prvních tří Pojmově-poznatkových systémů I, II a III znázorněných v makromatici na Obr. 9 (Fyzika jako konkrétní přírodní věda, Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia, Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů).

Pojmově-poznatkový systém I „Fyzika jako konkrétní přírodní věda“ byl vyjádřen pomocí Mikromatic 6 a postupně vyvíjen pomocí mikromatic 1 až 5.

Pojmově-poznatkový systém II „Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia“ byl vyjádřen pomocí Mikromatic 11 a postupně vyvíjen pomocí mikromatic 7 až 10.

Pojmově-poznatkový systém III „Aparát popisu pohybových stavů a jejich změn u makroobjektů“ byl vyjádřen pomocí Mikromatic 33 a postupně vyvíjen pomocí mikromatic 12 až 32.

Zbývající dva Pojmově-poznatkové systémy IV a V (Typologie makroobjektů, sil a pohybových stavů a Aplikace mechaniky hmotného bodu, tuhého tělesa a částice kontinua) je rovněž možné vyjádřit mikromaticemi jako vhodnou reprezentací přípravy učitele na výuku, tj. jako vhodnou reprezentací implementovaného kurikula-1.

3.4. Ilustrace tvorby projektového kurikula na školní úrovni

Na uvedený sled mikromatic 1 až 33 jako reprezentace implementovaného kurikula-1 bude navázáno ilustrací učebního textu jako reprezentace projektového kurikula. Učební text je úmyslně předložen ve velmi stručné a strukturované podobě s cílem zviditelnit jeho vazbu na mikromatice ze sledu mikromatic 1 až 33. Při ilustraci učebního textu bude vycházeno především z prací P.Záškodného (2005, 2006, 2007, [8, 9, 10]) a P.Tarábka (2004, [11]).

3.4.1. Ilustrace učebního textu pro Pojmově-poznatkový systém I

(Fyzika jako konkrétní přírodní věda – Mikromatice 1 až 6)

K porozumění fyziky jako jedné z přírodních věd je nejdříve potřebné vymezit přírodní objekty a jejich vlastnosti, které fyzika zkoumá.

Přírodní objekty zkoumané fyzikou budou popsány

1. na základě jejich členění podle počtu a velikosti,
2. z hlediska jejich podstaty,
3. z hlediska jejich vývoje až do současnosti.

Vlastnosti přírodních objektů, které zkoumá fyzika, jsou dány

4. stavy fyzikálních objektů a změnami těchto stavů,
5. konkrétními formami pohybu fyzikálních objektů.

Po pochopení úkolů 1. až 5. popsaných v odstavcích I.1. až I.5. bude možné popsat nejen předmět, který zkoumá fyzika jako konkrétní přírodní věda, ale také provést zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia. Čtení celého textu lze značně zpřehlednit a usnadnit, bude-li s jednotlivými odstavci sledováno také jejich umístění ve znázorněném modelu na obrázcích Obr.1 a Obr.4.

I.1. Členění fyzikálních objektů podle počtu a velikosti

Počet zkoumaných fyzikálních objektů je kritériem pro rozlišení statistického a nestatistického přístupu ke zkoumání fyzikálních objektů a jevů. Je-li zkoumán nestatisticky pojatý objekt jako jeden fyzikální objekt nebo soustava několika fyzikálních objektů, je zkoumání záležitostí oborů **nestatistické fyziky** (např. klasická mechanika, kvantová mechanika, relativistická mechanika). Je-li zkoumán statisticky pojatý objekt jako fyzikální objekt složený z obrovského počtu dílčích fyzikálních objektů nebo je-li zkoumán přímo tento obrovský počet dílčích fyzikálních objektů, je zkoumání záležitostí oborů **statistické fyziky** (např. termodynamika). Soubor obrovského počtu zkoumaných fyzikálních objektů obvykle nese název **makrosystém** (předpona makro poukazuje na velký počet zkoumaných objektů, nikoliv na velikost zkoumaných fyzikálních objektů).

Podle velikosti lze nestatisticky pojaté fyzikální objekty dělit do tří kategorií: makrofyzikální objekty (makroobjekty), mikrofyzikální objekty (mikroobjekty) a megafyzikální objekty (megaobjekty).

Makrofyzikální objekty (se souhrnným názvem "**makrosvět**") jsou přístupné přímému pozorování smysly, optickým mikroskopem nebo dalekohledem průměrné velikosti. Patří mezi ně pozemské objekty až k velkým molekulám, ale i Slunce s planetami a hvězdy tvořící galaxii "Mléčná dráha". Makrofyzika vykládá stavy a změny stavů makrofyzikálních objektů a často přitom nepřihlíží k mikrostruktuře látek a interakcím mikroobjektů, ani nepřipouští vliv kosmických objektů na pozemské jevy. K makrofyzice patří celá klasická fyzika s výjimkou molekulové fyziky (kinetické teorie látek).

Mikrofyzikální objekty (se souhrnným názvem "**mikrosvět**") jsou z části přístupny pozorování nejmodernějšími elektronovými a iontovými mikroskopy, z části lze jejich existenci dokázat nepřímými experimentálními metodami (např. experimentálními informacemi, které poskytují čárová spektra prvků) založenými na teoretických představách a odvozených abstraktními úvahami. Mezi mikroobjekty patří zejména molekuly, atomy, ionty, atomová jádra a elementární částice. Mikrofyzika vykládá stavy a fyzikální jevy spojené s mikroobjekty na základě mikrostrukturních vlastností těchto objektů. Zahrnuje především molekulovou, atomovou a jadernou fyziku, fyziku pevných látek, fyziku vysokých energií a relativistickou a nerelativistickou kvantovou fyziku, která je teoretickým základem všech jmenovaných oborů.

Megafyzikální objekty (se souhrnným názvem "**megasvět**") jsou z části přístupné pozorování nejsilnějšími optickými dalekohledy, z části lze jejich existenci dokázat nepřímými experimentálními metodami (např. mohutnými radioteleskopy, které přijímají rádiové vlny z nejvzdálenějších míst kosmického prostoru) založenými na teoretických představách a odvozených abstraktními úvahami. Mezi megafyzikální objekty patří kupy galaxií a nadkupy těchto kup - soubor těchto metaskupin tvoří megastrukturu vesmíru jako celku. Megafyzika se zabývá studiem vlivu megafyzikálních objektů na stavy a fyzikální jevy. Interdisciplinárně zahrnuje astrofyziku, relativistickou kosmologii a kosmogonii. Z hlediska „čisté“ fyziky patří k megafyzice především obecná teorie relativity a gravitace a další navazující obory jako např. speciální teorie relativity.

I.2. Podstata fyzikálních objektů

Z hlediska klasifikace fyzikálních objektů podle velikosti na mikrofyzikální, makrofyzikální a megafyzikální objekty je zřejmé, že fyzikální objekty se strukturou vyššího řádu vznikají složením ze struktur řádů nižších. K vystižení podstaty fyzikálních objektů je potřebné popsat především struktury nejnižších úrovní.

Tyto struktury odrážejí nejmenší známé mikroobjekty - elementární částice. Elementární částice lze dělit na dva základní typy - **fermiony** („nesnášenlivé“ částice, ve stavu s danou energií může být nejvýše jeden fermion) a **bosony** („snášenlivé“ částice, ve stavu s danou energií může být libovolný počet bosonů). Většina elementárních částic má svou antičástici s opačným nábojem, při jejich setkání dochází k anihilaci částice a antičástice. Např. při anihilaci elektronu a antielektronu (pozitronu) obě částice zanikají a na jejich místě vznikají dva až tři vysoce energetické fotony zánikového záření. Jen elektricky neutrální bosony nejsou při svém vzniku nebo zániku spojeny se svou antičásticí.

Fermiony lze členit na kvarky a leptony a fermionové hadrony (baryony). Kvarky a leptony jsou tvořeny třemi generacemi (tzv. vůněmi) kvarků, elektronů a neutrin. Každá generace obsahuje dva kvarky, elektron nebo nějakou jeho variantu a jeden druh neutrina (viz Tab.1). **Souhrnně mezi kvarky a leptony patří 6 kvarků** (u - kvark up, d - kvark down, c - kvark charm, s - kvark strange, t - kvark top, b - kvark bottom), **3 varianty elektronů** (běžný elektron, mion, tauon) a **3 druhy neutrin** (elektronové neutrina, mionové neutrina, tauonové neutrina). Všechno, co bylo do současnosti fyzikou prozkoumáno jako **strukturní stavební prvky** fyzikálních

objektů, se skládá z nějaké kombinace těchto tří generací kvarků a leptonů a z jejich antičástic. Elektrony mají záporný elektrický náboj o velikosti elementárního elektrického náboje $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, který byl ještě v nedávné minulosti dále nedělitelný. Kvarky mají vedle elektrického náboje, který je třetinovým nebo dvoutřetinovým dílem náboje elementárního, rovněž jednu ze tří možných variant tzv. náboje barevného nebo také náboje silného. **Vnitřní struktura kvarků a leptonů není známá.** Nejznámějšími **fermionovými hadrony (baryony)** jsou protony (kvarkové složení uud) a neutrony (kvarkové složení udd). **Fermionové hadrony mají vnitřní kvarkovou strukturu.**

| 1.generace | částice | hmotnost | náboj (násobky e) |
|------------|----------------------|-------------|----------------------|
| | elektron | 0,00054 | -1 |
| | elektronové neutrino | $< 10^{-8}$ | 0 |
| | up - kvark u | 0,0047 | 2/3 |
| | down - kvark d | 0,0074 | -1/3 |
| 2.generace | částice | hmotnost | náboj (násobky e) |
| | mion | 0,11 | -1 |
| | mionové neutrino | $< 0,0003$ | 0 |
| | charm - kvark c | 1,6 | 2/3 |
| | strange - kvark s | 0,16 | -1/3 |
| 3.generace | částice | hmotnost | náboj (násobky e) |
| | tauon | 1,9 | -1 |
| | tauonové neutrino | $< 0,033$ | 0 |
| | top - kvark t | 189 | 2/3 |
| | bottom - kvark b | 5,2 | -1/3 |

Tab.1: Tři generace kvarků a leptonů (hmotnost v jednotkách hmotnosti protonu)

Rovněž bosony lze členit na bosony bez známé vnitřní struktury (gravitony, fotony, gluony, intermediální nebo také slabé kalibrační bosony Z a W) **a na bosonové hadrony s vnitřní kvarkovou strukturou** (mezony, z nichž důležitý je např. pion s nábojem $+e$ a s kvarkovým složením $u\bar{d}$, kde \bar{d} je antikvark). Všechno, co bylo do současnosti fyzikou prozkoumáno jako **nositelé vzájemného působení** mezi strukturními stavebními prvky fyzikálních objektů, ať již to existuje v přírodě nebo to bylo vyrobeno experimentálně, je tvořeno bosony.

Struktury fyzikálních objektů jsou tvořeny strukturními stavebními prvky a nositeli vzájemného působení mezi stavebními prvky. Vzájemné působení umožňuje existenci fyzikálního objektu jako celku. Fyzikální objekty se strukturami nejnižších řádů mají jako stavební prvky fermiony, nositeli vzájemného působení jsou pak bosony.

Struktury nejnižších řádů jsou tři. Podle typu vzájemného působení je lze nazvat Fundamentální silná interakce, Zbytková silná interakce a Slabá interakce. Tyto tři interakce mají jednu společnou vlastnost, dosah vzájemného působení je velmi krátký (uplatňují se jen u těch nejmenších mikrofyzikálních objektů). Pokud je však mikroobjekt v dosahu jejich působení, mnohonásobně převyšují interakce s neomezeným dosahem.

Struktury vytvářené interakcemi s neomezeným dosahem jsou dvě - Elektromagnetická interakce a Gravitační interakce. Tyto interakce vzhledem k svému neomezenému dosahu dominují při vytváření struktur spojených s makrofyzikálními i megafyzikálními objekty.

Tři struktury vytvářené interakcemi s velmi krátkým dosahem a dvě struktury vytvářené interakcemi s neomezeným dosahem budou popsány.

Struktura "**Fundamentální silná interakce**" je zodpovědná za stabilitu nukleonů - tj. protonů a neutronů. Stavebními prvky této struktury jsou ve zjednodušené podobě kvarky, nositeli fundamentální silné interakce pak gluony. Silná interakce je spojena s působením gluonového pole na tzv. barevný (silný) náboj kvarků.

Struktura "**Zbytková silná interakce**" je zodpovědná za stabilitu jader atomů. Stavebními prvky této struktury jsou ve zjednodušené podobě nukleony, nositeli zbytkové silné interakce piony (opět však jde o existenci vzájemného působení mezi kvarky a gluonovým polem).

Struktura "**Slabá interakce**" je zodpovědná nikoliv za stabilitu mikroobjektů, ale za jejich přeměnu, případně rozpad. Stavebními prvky těchto přeměnových struktur jsou opět fermiony (kvarky, leptony), nositeli slabé interakce pak intermediální (slabé kalibrační) bosony Z^0 , W^- a W^+ . Slabá interakce je spojena s působením na tzv. slabý náboj příslušných stavebních prvků - slabý náboj lze charakterizovat pomocí izospinu. Izospin úzce souvisí s tzv. multiplicitou, která je dána počtem částic lišících se jen elektrickým nábojem. Např. multiplicita nukleonu je rovna 2 - nukleon je tvořen dubletem proton, neutron. Přeměnová struktura "Slabá interakce" vede např. k přeměně jaderného nukleonu "neutron" na jaderný nukleon "proton", elektronové antineutrino a elektron známého radioaktivního beta záření. Základem této přeměny je přeměna kvarku d na kvark u a vzájemné působení mezi kvarky zprostředkované polem intermediálních (slabých kalibračních) bosonů W^- .

Struktura "**Elektromagnetická interakce**" je zodpovědná za stabilitu nejen atomů jako celku, ale také za stabilitu řady makroobjektů. Její dosah je neomezený a projevuje se proto v mikrosvětě i makrosvětě. Stavebními prvky jsou konkrétní látkové prvky fyzikálních objektů popsané veličinou "elektrický náboj" (např. protony jader, elektrony obalu atomu, ale i nositelé makronáboje), nositeli elektromagnetické interakce pak fotony, které jsou úzce spojeny s elektromagnetickým polem.

Struktura "**Gravitační interakce**" je zodpovědná za stabilitu a vývoj řady makroobjektů i megaobjektů. Vzhledem ke své slabosti při srovnání se silnou a slabou interakcí se neuplatňuje v mikrosvětě v oblasti dosahu těchto interakcí. Stavebními prvky této struktury jsou látkové prvky makrofyzikálních a megafyzikálních objektů popsané veličinami "hmotnost" a "energie", nositeli gravitační interakce jsou pak gravitony, které jsou úzce spojeny s gravitačním polem.

Zatímco struktury tří nejnižších řádů vytvářejí mikrofyzikální objekty (stavebními prvky i nositeli vzájemného působení jsou elementární částice), dvě struktury vytvářené interakcemi s neomezeným dosahem mohou vytvářet nejen mikrofyzikální objekty, ale i makrofyzikální objekty a megafyzikální objekty.

V tabulce Tab. 2 je uveden přehled čtyř základních interakcí, které jsou podkladem pro popis tří struktur nejnižšího řádu a dvou struktur vytvářených interakcemi s neomezeným dosahem.

Pomocí těchto pěti struktur je možné pochopit podstatu libovolného fyzikálního objektu jako vzájemné působení látek a polí.

Z hlediska forem hmoty, které zkoumá fyzika, představují látka a pole dvě základní formy hmoty - látkovou formu hmoty a polní formu hmoty. Fyzikální objekty jsou tvořeny stavebními prvky (které jsou často tvořeny látkovou formou hmoty) a nositeli vzájemného působení mezi stavebními prvky (kteří jsou často tvořeni polní formou hmoty). U složitějších fyzikálních objektů může být kombinace látek a polí velmi komplikovaná.

| Název interakce | Nositel vzájemného působení | Hmotnost |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|
| silná (fundamentální, zbytková) | gluon | 0 |
| elektromagnetická | foton | 0 |
| slabá | intermediální bosony W, Z | 86, 97 |
| gravitační | graviton | 0 |

Tab.2: Přehled základních interakcí (klidová hmotnost nositele vzájemného působení uváděna v jednotkách klidové hmotnosti protonu)

I.3. Vývoj fyzikálních objektů do současnosti

Podstatu fyzikálního objektu a tím i celého fyzikálního světa (tvořeného mikrosvětlem, makrosvětlem a megasvětlem a zkoumaného statistickou a nestatistickou fyzikou) lze pochopit jako vzájemné působení látek a polí. Vzájemné působení látek a polí je spojeno s pojmy "stavební prvek fyzikálního objektu", "nositel vzájemného působení mezi stavebními prvky", "tři struktury nejnižšího řádu" a "dvě struktury vytvářené interakcemi s neomezeným dosahem". Z těchto pojmů rovněž vyplývá členění elementárních částic (z nichž jsou tvořeny fyzikální objekty) na fermiony a bosony a přehled čtyř dílčích interakcí (interakce silná, interakce slabá, interakce elektromagnetická a interakce gravitační). Interakce silná je často dělena na interakci silnou fundamentální a interakci silnou zbytkovou. Proto je často uváděna existence pěti dílčích interakcí.

Vývoj fyzikálních objektů lze popsat pomocí vývojových fází vesmíru až k dnešní vývojové fázi, v jejímž rámci se člověk snaží poznávat fyzikální svět. Vývojové fáze vesmíru jsou vhodným ilustračním podkladem pro popis postupného rozpadu původní jediné obecné interakce na pět dílčích interakcí. Rozpad obecné interakce na interakce dílčí lze chápat jako postupnou redukci dokonalé symetrie vesmíru. Tato redukce se projevuje přechodem od jedné interakce, charakterizované stejnými vlastnostmi pro celý vesmír, k interakcím dílčím, které se již svými vlastnostmi vzájemně odlišují. Během tohoto postupného rozpadu vznikaly konkrétní fyzikální objekty v podobě, v níž jsou známy v současnosti.

V současné době přijímaná vědecká teorie o původu a vývoji vesmíru vychází ze sledu tří na sebe navazujících vývojových kosmologických scénářů. První vývojový kosmologický scénář lze nazvat jako „Teorii všeho (Theory of everything - TOE)“. Základním rysem tohoto scénáře je existence spojené obecné interakce a jeho trvání od počátku rozpínání vesmíru (počátek vesmíru je populárně nazýván „Velký třesk“) až do času 10^{-43} s. Zbývající dva vývojové kosmologické scénáře vycházejí ze střídání standardního a inflačního rozpínání vesmíru. Druhý scénář trval od časového okamžiku 10^{-43} s do okamžiku 10^{-34} s a nese název „standardně-inflační vesmír“. Třetí scénář trvá od okamžiku 10^{-34} s až do současnosti a nese název „poinflační standardní vesmír“. Současnost lze zhruba vystihnout 15 miliardami let, které uplynuly od počátku rozpínání. Během **prvního scénáře TOE** nebyla symetrie vesmíru narušena. Během **druhého scénáře standardně-inflačního vesmíru** došlo k dvojitmu narušení symetrie. Oddělila se gravitační interakce a byly vytvořeny podmínky pro oddělování silné interakce. Během **třetího scénáře poinflačního standardního vesmíru** se definitivně rozpadla původně obecná interakce na pět dílčích interakcí a vznikl současný obraz vesmíru.

1. Popis prvního vývojového scénáře TOE

Původní obecná interakce "Unitární interakce" je spojená s prvním scénářem TOE. **Teorie unitární interakce nese název "kvantová geometrodynamika" a je vlastně kvantovou teorií gravitace.** V současné době přijímaná vědecká teorie sjednocující obecnou teorii relativity a kvantovou mechaniku do kvantové geometrodynamiky vychází z předpokladu, že vesmír na samém počátku své existence prošel obdobím velmi extrémních podmínek - velmi vysoké teploty, energie, hustoty, veškerá hmota byla soustředěna do velmi nepatrného prostoru. **Na počátku, asi před 15 miliardami let, došlo k jedinečné události, při níž se hmota vlivem kvantové gravitační fluktuace začala rozpínat z nepatrného prostoru.** Není obtížné nalézt, kde k této rychlé expanzi došlo - tam, kde nyní sedíme, ale i všude jinde, neboť při „velkém třesku“ byla různá místa soustředěna v nepatrném zárodečném prostoru.

Počáteční zárodečný prostor nikdy nebyl pouhým bodem, nýbrž ve všech směrech mohl měřit asi jednu Planckovu délku. Planckova délka vyjadřuje spojení obecné teorie relativity (charakterizované Newtonovou gravitační konstantou κ a rychlostí světla c) a kvantové mechaniky (charakterizované Planckovou konstantou h). **Jde o spojení teorií megasvěta a mikrosvěta v oblasti zárodečného prostoru.** Teoretickým přístupem umožňujícím toto spojení je v současné době vedle teorie strun také teorie twistorů nebo i M-teorie. Např. podle teorie strun je každá elementární částice výrazem jednoho z možných způsobů kmitání uzavřené struny, jejíž délka je srovnatelná s Planckovou délkou. Zkoumáním jednotek konstant κ , c a h lze zjistit, že kombinace

$$[(h \cdot \kappa) / (2\pi \cdot c^3)]^{1/2}$$

má jednotky délky a hodnotu asi $1,6 \cdot 10^{-35}$. Planckova délka kolem 10^{-35} m tak obsahuje jak časoprostorové vstupy κ , c , tak i vstupy kvantové mechaniky h . Planckova délka je obvykle brána v přibližném smyslu, je jí míněna délka, která se liší od 10^{-35} m nejméně o několik řádů.

Obecná teorie relativity sama o sobě počáteční rychlé rozpínání z nepatrného prostoru neřeší. Její aplikací lze dojít k závěru, že v čase $t = 0$ byla velikost vesmíru nulová (vesmír byl pouhým bodem) a teplota T , energie E a hustota ρ měly nekonečné hodnoty. To signalizuje, že tento nekvantový teoretický model vesmíru, často

nazývaný „velkým třeskem“, neumí vysvětlit počátek rozpínání. **Pouze spojení obecné teorie relativity a kvantové mechaniky umožňuje řešit počátek vesmíru.** Teplota, energie a hustota sice byly obrovské, ale nikoliv nekonečné. Všechny prostorové rozměry (např. podle teorie superstrun, které obsahují bosony i fermiony, je dimenze prostoročasu rovna 10) byly svinuty do nejmenší možné velikosti přibližně rovné Planckově délce. Velikost vesmíru tedy nikdy nemohla být menší než určitá dolní mez. Působila jediná obecná interakce „Unitární interakce“, vesmír byl dokonale symetrický.

2. Popis druhého vývojového scénáře standardně-inflačního vesmíru

Po uplynutí Planckova času 10^{-43} s (čas ukončení scénáře TOE) byly např. podle teorie strun vybrány tři prostorové rozměry pro rozpínání, ostatní rozměry si zachovaly původní planckovskou velikost. Teplota činila asi 10^{32} K (tj. teplota asi 10^{24} krát větší než je v nitru Slunce) a vesmír prošel **první redukcí symetrie: z obecné „Unitární interakce“ se vydělila gravitační interakce a ve velkém sjednocení GUT (tzv. grandunifikační teorie) zůstaly spojeny slabá, elektromagnetická a silná interakce.** Za těchto podmínek nastala realizace druhého vývojového scénáře standardně-inflačního, který trval asi do 10^{-34} s od začátku času. V rámci standardně-inflačního vývojového scénáře **po standardním předinflačním rozpínání** dominovalo v krátkém časovém údobí od 10^{-36} s do 10^{-34} s **inflační rozpínání**. U inflačního rozpínání probíhala expanze se zvětšující se rychlostí. U standardního předinflačního i standardního poinflačního rozpínání expanze probíhala a probíhá s rychlostí, která se zmenšuje - dominuje brzdící přitažlivá gravitační síla.

Inflační expanze vesmíru byla tedy odlišná od standardní expanze. Rychlost rozpínání se zvětšovala exponenciálně, v časovém intervalu od 10^{-36} s do 10^{-34} s se vzdálenosti ve vesmíru prodloužily asi 10^{30} krát. Za tuto kratičkou dobu po velkém třesku vzrostla velikost vesmíru o více procent než za celých následujících 15 miliard let. **Vysvětlení inflační expanze** vychází z úvahy o odpudivé „antigravitační“ síle, která se objevila jako důsledek předinflačního standardního rozpínání, a z úvahy o poklesu teploty pod teplotu kritickou, při níž měla původně nastat druhá redukce symetrie vesmíru oddělením silné interakce od slabé a elektromagnetické. Přes uvedený pokles teploty k druhé redukci symetrie nedošlo.

K pochopení vzniklé situace lze využít analogií se změnami skupenství u vody. Např. při opatrném snižování teploty vody lze dosáhnout teploty pod bodem mrazu, kdy voda zůstává v tomto „podchlazeném stavu“ tekutá. Nenarušuje se „symetričnost tekuté vody“, tj. stejné vlastnosti ve všech místech a směrech, na rozdíl od zamrznutí v ledové krystalky, které se uspořádají v určitém směru. Existence význačného směru je pak narušením symetrie zmrzlé vody. Nestabilní „podchlazený stav“ obsahuje více energie, než kdyby došlo ke skupenskému přechodu. Obdobná existence přebytku energie při vývoji vesmíru mohla být vyřešena působením odpudivé „antigravitační“ síly, vznikem inflační expanze v časovém intervalu od 10^{-36} s do 10^{-34} s. Tak se také vytvořily podmínky pro uskutečnění druhé redukce symetrie. **V časovém okamžiku 10^{-34} s po velkém třesku byl ukončen druhý vývojový kosmologický scénář, scénář standardně-inflačního vesmíru.**

Pro existenci inflační expanze jsou k dispozici také experimentální poznatky. V roce 1965 bylo pomocí antény, která měla původně sloužit v telekomunikačních družicích, nalezeno elektromagnetické záření o teplotě 2,7 K. Toto reliktní záření jako pozůstatek velkého třesku v současnosti homogenně zaplňuje celý vesmír - má bez ohledu na směr, jímž byla natočena anténa, vždy stejnou teplotu. V konkrétních číslech - v každém m^3 vesmíru (i v tom, v němž se právě nacházíme) je asi $400 \cdot 10^6$ fotonů, které tvoří nikde nekončící moře mikrovlnného záření jako „dosvitu“ velkého třesku.

Reliktní záření, homogenně rozložené ve všech směrech, by nemohlo vzniknout bez inflační expanze. Kdyby vždy fungovala pouze standardní expanze, nemohly by v minulosti docílit všechny objekty shodné teploty jako nezbytné podmínky pro vznik dokonale homogenního reliktního záření. Nastolení tepelné rovnováhy mohl zajistit signál, předávající informaci maximálně rychlostí světla. Při působení pouze standardní expanze, byly by např. po 10^9 s od velkého třesku objekty od sebe vzdáleny asi 30 cm. Tuto vzdálenost však signál letící rychlostí světla nemohl překonat za 10^9 s.

3. Popis třetího vývojového scénáře poinflačního standardního vesmíru

Oddělení gravitační interakce od velkého sjednocení GUT zbývajících interakcí je výsledkem druhého vývojového scénáře "standardně-inflačního vesmíru". Teorie gravitační interakce nese název "obecná teorie relativity", teorie velkého sjednocení GUT pak název "grandunification theory". Třetí vývojový scénář "poinflačního standardního vesmíru" již nepracuje s kvantovým aspektem gravitace a během první sekundy poinflační standardní expanze dochází k postupnému narušování velkého sjednocení GUT. Projevem je „uvěznění“ kvarků v hadronech (tj. oddělení fundamentální silné interakce) a během dalších sekund začátek prvotní nukleosyntézy, tj. vznik nejjednodušších jader vodíku a helia se současným oddělením zbytkové silné interakce. Teorie silné interakce (fundamentální i zbytkové) nese název „kvantová chromodynamika“. V důsledku oddělení záření od látky dochází v dalším vývoji také k oddělení elektromagnetické interakce od slabé interakce. Teorie spojené elektromagnetické a slabé interakce nese název „Weinbergova-Salamova teorie“, teorie oddělené

elektromagnetické interakce název „Maxwellova elektrodynamika“, teorie oddělené slabé interakce pak název „Fermiho teorie“.

Třetí vývojový scénář "poinflačního standardního vesmíru" lze až do současnosti rozčlenit na **čtyři časově na sebe navazující vývojové éry**:

Hadronová éra

- „uvěznění“ kvarků v hadronech s oddělením fundamentální silné interakce,
- anihilace hadronů a antihadronů se vznikem tzv. baryonové asymetrie (přebytek nukleonů nad antinukleony),
- přebytek fotonů a leptonů

Leptonová éra

- oddělení neutrin od ostatní látky,
- vznik prvotní nukleosyntézy, tj. vznik prvních jader atomů - společně s "uvězněním" nukleonů v jádrech dochází k oddělení zbytkové silné interakce,
- probíhání dalších nukleosyntéz až k vytvoření pralátky tvořené hvězdami a prvními galaxiemi,
- anihilace elektronů a pozitronů se vznikem nábojové neutrality vesmíru a jen s malým přebytkem elektronů,
- fotony ionizující vznikající atomy vodíku

Éra záření

- fotony již neionizují atomy vodíku, vzniká plynný vodík a hélium,
- oddělení záření od látky, neboť plynný vodík a plynné hélium jsou průzračné pro elektromagnetické záření,
- v důsledku oddělení záření od látky dochází k oddělení elektromagnetické interakce od slabé interakce

Éra látky (trvá dosud)

- vytváření velkorozměrných struktur ve vesmíru, tj. galaxií, kup galaxií, nadkup galaxií,
- gravitace se snaží scelit fyzikální objekty do kompaktních útvarů, tlak se snaží vyrovnávat nehomogenity v rozložení fyzikálních objektů,
- reliktní elektromagnetické záření jako pozůstatek po oddělení elektromagnetického záření od látky.

4. Výsledkem vývoje fyzikálního objektu jsou fyzikální objekty existující v současnosti.

Doprovodným výsledkem tohoto vývoje je soustava pěti dílčích interakcí (gravitační, elektromagnetická, slabá, fundamentální silná a zbytková silná), které se postupně oddělovaly z jediné obecné „Unitární interakce“ předinflační epochy.

I.4. Stavy a změny stavů fyzikálních objektů

Statistický přístup (statistická fyzika) a nestatistický přístup (nestatistická fyzika) ke zkoumání stavu a změny stavu fyzikálního objektu umožňují provést členění těchto stavů na termodynamické (statistické) a pohybové (nestatistické). Pohyby jako změny těchto stavů lze pak členit na pohyb statistický (termodynamický, neuspořádaný) a pohyb nestatistický (uspořádaný).

Stav fyzikálního objektu je určen **souhrnem vnějších podmínek (vnějších parametrů)**, za nichž fyzikální objekt existuje, a **souhrnem nezávislých vnitřních vlastností (vnitřních parametrů)** zkoumaného fyzikálního objektu. Vnější a vnitřní parametry nesou společný název **parametry stavu**. Stav fyzikálního objektu lze obecně dělit na **stavy nerovnovážné** (vnější nebo vnitřní parametry jsou funkcí času) a **stavy rovnovážné** (vnější i vnitřní parametry jsou ustálené, s časem neproměnné).

Souhrn těch vnějších parametrů, které souvisejí s pohybem fyzikálního objektu jako celku (není brána v úvahu vnitřní struktura fyzikálního objektu) je úzce navázán na **nestatistický přístup a nestatistickou fyziku**. Naopak, souhrn zbývajících vnějších parametrů a souhrn vnitřních parametrů (vnitřní struktura fyzikálního objektu je brána v úvahu) je úzce navázán na **přístup statistický a statistickou fyziku**.

Při zkoumání makrosystému, jehož pohyb jako celek není brán v úvahu, lze nejobecnější stavy rovnováhy nebo nerovnováhy nazvat stavy termodynamické rovnováhy nebo termodynamické nerovnováhy. **Souhrnně lze pro stavy termodynamické rovnováhy a stavy termodynamické nerovnováhy používat název „termodynamické**

stavy“. Typickým přístupem pro jejich popis je statistický přístup jako hlavní metoda statistické fyziky. Přejídy mezi termodynamickými stavy jsou spojeny s termodynamickými procesy. Termodynamický proces jako způsob změny stavových parametrů termodynamického stavu je popisem pohybu neuspořádaného.

Naopak, je-li brán v úvahu pouze pohyb fyzikálního objektu jako celku (fyzikální objekt není považován za makrosystém), lze redukovat nejobecnější stavy rovnováhy na tzv. statické a stacionární stavy a nejobecnější nerovnovážné stavy na tzv. kvazistacionární a nestacionární stavy. **Souhrnně lze pro statické, stacionární, kvazistacionární a nestacionární stavy používat název „pohybové stavy“.** Typickým přístupem pro popis pohybových stavů je nestatistický přístup jako hlavní metoda nestatistické fyziky. Příkladem členění pohybových stavů může být např. statická, stacionární, kvazistacionární a nestacionární teorie elektromagnetického pole nebo stacionární a nestacionární stavy elektronu vázaného v obalu atomu. U elektronu ve stacionárním stavu se nemění s časem tvar "pravděpodobnostního oblaku", tj. nemění se s časem rozložení pravděpodobnosti výskytu elektronu v okolí jádra atomu. U elektronu v nestacionárních stavech se tvar "pravděpodobnostního oblaku" s časem mění. U fotonu ve stacionárním stavu se nemění s časem tvar jeho „pravděpodobnostního oblaku (Gaussiánu)“, tj. nemění se s časem rozložení pravděpodobnosti vlnové délky fotonu. U fotonu v nestacionárních stavech se „Gaussián“ s časem mění. Přejídy mezi pohybovými stavy jsou spojeny s příslušnou formou pohybu uspořádaného.

1.5. Konkrétní formy pohybu fyzikálních objektů

Fyzikální objekty se statistickou povahou jsou nazývány makrosystémy, fyzikální objekty s nestatistickou povahou jsou členěny podle velikosti na mikrofyzikální, makrofyzikální a megafyzikální objekty. Makrosystémy se nacházejí v termodynamických stavech, jejichž změna jako změna příslušných stavových parametrů se nazývá pohybem neuspořádaným. Mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty se nacházejí v pohybových stavech, jejichž změna jako změna příslušných stavových parametrů se nazývá pohybem uspořádaným.

Neuspořádaný pohyb makrosystémů a uspořádaný pohyb mikroobjektů, makroobjektů a megaobjektů lze názorně popsat jejich konkrétními formami. Z hlediska mechaniky pro 1. ročník gymnázia budou popsány **konkrétní formy pohybu makroobjektů:**

- Mechanický pohyb jako pohyb rovnoměrný přímočarý (např. hmotných bodů nebo tuhých těles) v rámci rovnovážných pohybových stavů podle 1. Newtonova pohybového zákona (zákona setrvačnosti)
- Mechanický pohyb jako křivočaré pohyby (např. hmotných bodů nebo tuhých těles) jako posloupnost nerovnovážných pohybových stavů podle 2. Newtonova pohybového zákona (zákona síly)
- Mechanický pohyb jako posouvání částic kontinua (částice kontinua vytvářejí tekutiny, které lze členit na kapaliny a plyny).

3.4.2. Ilustrace učebního textu pro Pojmově-poznatkový systém II (Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia – Mikromatice 7 až 11)

K zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia v rámci fyziky jako konkrétní přírodní vědy je zapotřebí krátce popsat klasickou, kvantovou a relativistickou dimenzi nestatistické fyziky. Tento popis a zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia budou provedeny v odstavcích II.1 až II.4.

II.1 Kvantová dimenze nestatistické fyziky u látkových a polních částic

Kvantová dimenze nestatistického přístupu u látkových částic je spojena s jejich vlnově korpuskulárním dualismem. Korpuskulární vlastnosti mohou být vystiženy např. hmotností mikroobjektu, vlnové vlastnosti vlnovou délkou a frekvencí (součin vlnové délky a frekvence je rychlost šíření vlnění). Vlnově korpuskulární dualismus látkových částic je zřejmý v oblasti vlastností korpuskulárních. O tom, že látkový objekt je nadán hmotností, je člověk přesvědčen na základě svých běžných zkušeností. Vlnové vlastnosti postuloval de Broglie s překvapivým výsledkem - rychlost šíření de Broglieových vln (pravděpodobnostních vln) byla větší než rychlost světla.

Zavedení de Broglieových vln bylo spojeno se vznikem kvantové mechaniky. Rozdělení pravděpodobnosti výskytu látkové částice bylo nazváno „pravděpodobnostním oblakem“ a jeho tvar charakterizoval stav částice.

Také kvantová dimenze nestatistického přístupu u polních částic je spojena s jejich vlnově korpuskulárním dualismem. Korpuskulární vlastnosti mohou být vystiženy hmotností a hybností mikroobjektu, vlnové vlastnosti vlnovou délkou a frekvencí (součin vlnové délky a frekvence je rychlost šíření vlnění).

Vlnově korpuskulární dualismus polní částice lze ukázat na příkladu fotonu. Modelem individuálního fotonu je „vlnový balík (vlnové klubko)“. Vlnové vlastnosti vlnového balíku jsou spojeny s vlnovou délkou a frekvencí individuálního fotonu - vlnový balík se šíří rychlostí světla. Korpuskulární vlastnosti vlnového balíku jsou spojeny např. s hmotností individuálního fotonu - při interakci s látkovou částicí platí zákony zachování hmotnosti a energie.

Pohybové stavy fotonu souvisejí s pravděpodobnostmi hodnot jeho vlnové délky, rozdělení těchto pravděpodobností lze nazvat „Gaussiánem“. Změna „Gaussiánu“ představuje změnu pohybového stavu fotonu. „Gaussián“ představuje tvar „pravděpodobnostního oblaku“ u fotonu jako nejnámějšího příkladu polní částice.

II.2 Relativistická dimenze nestatistické fyziky

Závislost prostoru a času na rozložení a pohybu fyzikálních objektů vyžaduje relativistické dimenze nejen nahrazení klasických pojmů „absolutní prostor“ a „absolutní čas“ vhodnými modely prostoročasu, ale také zavést relativistickou dimenzi nestatistické fyziky.

Relativistická dimenze nestatistické fyziky vychází z vhodných modelů prostoročasu, které se při velkých rychlostech (závislost času a rozměru délek na rychlosti pohybu fyzikálního objektu – tzv. dilatace času a kontrakce délek, závislost hmotnosti fyzikálního objektu na rychlosti jeho pohybu – vztah mezi klidovou hmotností a hmotností za pohybu) a při velkých hustotách hmotnosti mohou stát i zakřivenými prostoročasy. Důsledkem je např. známý Einsteinův vztah pro energii $E = mc^2$ fyzikálního objektu s hmotností m .

II.3 Klasická dimenze nestatistické fyziky

Klasické „přímé“ pozorování a klasické pojmy „dráha“, „absolutní prostor“ a „absolutní čas“ lze používat v rámci oborů klasické fyziky při splnění dvou limitních podmínek. První limitní podmínkou jsou malé rychlosti a malé hustoty hmotnosti fyzikálních objektů. Pak prostor a čas nezávisí na rozložení a pohybu fyzikálních objektů a nabývají absolutního charakteru (lze zanedbat relativistický rozměr nestatistické fyziky). Druhou limitní podmínkou je obvykle vzetí v úvahu jen jedné stránky vlnově korpuskulárního dualismu - buď stránky korpuskulární bez vazby na stránku vlnovou, nebo stránky vlnové bez vazby na stránku korpuskulární (lze zanedbat kvantový rozměr nestatistické fyziky).

Klasická dimenze nestatistického přístupu je spojena s používáním klasických pohybových rovnic a klasických pohybových zákonů při zkoumání pohybových stavů klasické částice (např. hmotného bodu nebo tuhého tělesa), menšího počtu klasických částic (např. soustavy hmotných bodů nebo soustavy částic kontinua) nebo také velkého počtu klasických částic pohybujících se uspořádaným pohybem (např. vlnění na vodní hladině nebo např. uspořádaný tok částic používaný při ozařování nádoru).

II.4 Zařazení mechaniky pro 1. ročník gymnázia

Mechanika pro 1. ročník gymnázia je klasická nestatistická fyzika zkoumající jak látkové částice (např. hmotné body, tuhá tělesa, částice kontinua), tak částice polní (především gravitony vytvářející gravitační pole a v případě Země otáčející se kolem své vlastní osy také pole tíhové). Klasický rozměr mechaniky pro 1. ročník gymnázia je dán oddělením korpuskulárních a vlnových vlastností fyzikálních objektů (tj. se zanedbáním rozměru kvantového) a uvažováním absolutního prostoru a absolutního času (tj. se zanedbáním rozměru relativistického spojeného s neuvažováním příliš vysokých rychlostí a příliš velkých hustot hmotnosti fyzikálních objektů).

3.5. Variantní formy „projektové kurikulum“ a „implementované kurikulum-1“ v literatuře

O potřebnosti tvorby projektového kurikula jako cesty k vytvoření výukového projektu fyziky, o potřebnosti zkoumání implementovaného kurikula-1 jako přípravy učitele na výuku a o užitečnosti kognitivně strukturních metod při modelování struktury projektového kurikula a implementovaného kurikula-1 svědčí následující postřehy z odborné literatury (tučně jsou uváděny vazby na variantní formy kurikula a na metody konstrukce a vyjadřování těchto variantních forem):

- Vhodným objektem reálného kurikula (**projektového kurikula**) jsou různé učební materiály, učebnice, metodické příručky atd. Analýzu učebnic provádí vlastně každý učitel.

J.Maňák (2005, [12])

- Posner rozlišuje kurikulum oficiální (zachycené ve školních dokumentech – **projektové kurikulum**), kurikulum operační, které se na školách vyučuje (**tj. kurikulum implementované-1**)

G.J.Posner (1992, [13]), J.Maňák (2005, [12])

- Obsah vzdělávání má několik odlišných forem existence, z nichž jedna je projektová forma, jako konkrétně plánované projekty obsahu vzdělávání (**vazba na projektové kurikulum**), další je realizační forma jako obsah vzdělávání prezentovaný učitelem subjektům edukace (**vazba na implementované kurikulum-1**),

J.Průcha (2005, [5])

- Mechanismy přechodu mezi formami existence kurikula – nejméně jsou prozkoumány způsoby transformace projektové formy kurikula (projektového kurikula) do realizační roviny kurikula (vazba na implementované kurikulum-1 a implementované kurikulum-2) ...

J.Průcha (2005, [5])

- V projektové formě má obsah vzdělávání (**tj. zamýšlené kurikulum**) dvě podoby: invariantní obsah vymezený v kurikulárních dokumentech normativního charakteru (**tj. projektové kurikulum**) a variantní obsah jako konkrétní obsah projektovaný a pak ztvárněný učitelem pro konkrétní třídu (**tj. implementované kurikulum-1**)

V.V.Krajevskij, I.J.Lerner (1983, [14]), J.Průcha (2005, [5])

- Co a jak se mění, když se plánované obsahy vzdělávání (**tj. zamýšlené kurikulum**) a ztvárněné např. v učebnicích (**tj. projektové kurikulum**) dostávají k žákům v hodinách školního vyučování (**tj. při vzniku implementovaného kurikula-2**)? Jakou roli v těchto přeměnách mají učitele, tj. jaké je jejich chování ve vztahu ke kurikulu (tj. jak vytvářejí **implementované kurikulum-1**)?

V.V.Krajevskij, I.J.Lerner (1983, [14]), J.Průcha (2005, [5])

- Pokud žáci porozumí struktuře učiva daného tématu, bude pro ně celé téma snáze pochopitelné, předmět je pochopitelnější, jestliže obecné a konkrétní znalosti jsou předkládány ve vzájemném vztahu (**tj. bude usnadněn přechod od zamýšleného kurikula přes projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 k implementovanému kurikulu-2**)

J.E.Bruner (1960, [15])

- Jedním z tajemství kvalitní výuky je schopnost jasně vyznačit hlavní linii spojující dílčí témata přemětu, jak tato jednotlivá témata zapadají do celkového schématu a do koncepce předmětu (**tj. respektování vazeb mezi konceptuálním a zamýšleným kurikulem na základě vhodného využití složek projektového kurikula a s cílem vytvořit kvalitní implementované kurikulum-1**)

Phenix,P.H. (1960, [16])

- Tvorba pojmových map (**tj. tvorba zamýšleného kurikula**) může sloužit i jako příprava k výuce (**tj. k tvorbě implementovaného kurikula-1**), i jako nástroj vstupní diagnostiky žáků (získat strukturu jejich spontánních prekonceptů)

Pasch,M. a kol. (2005, [17])

- Po výběru a analýze obecných cílů vyučování (**tj. vazba na pojetí a smysl didaktického systému fyziky jako první složky zamýšleného kurikula a vazba na soustavu cílů didaktického systému fyziky jako druhé složky zamýšleného kurikula s preferencí kognitivních cílů**) následuje formulace konkrétních cílů výuky (**tj.vazba na projektové kurikulum a implementované kurikulum-1**)

Pasch,M. a kol. (2005, [17])

- Učebnice jako kurikulární projekt, jako zdroj obsahu vzdělávání pro žáky, jako didaktický prostředek pro učitele (**součást projektového kurikula**) – učebnice je jedním z edukačních konstruktů, který vymezuje ty obsahy vzdělávání, jež mají být prezentovány vzdělávajícím se subjektům.

J.Průcha (2005, [5])

- Světový názor ve výzkumu učebnic (**tj. ve výzkumu součásti projektového kurikula**) – vnitřní reprezentace světa, kterou si jednotlivec vytváří v průběhu svého života. Je to celková struktura konceptuálních schémat subjektu vztahená k sobě samému a k okolnímu světu. Světový názor se vytváří jednak spontánně, jednak je formován také skrze poznatky (**obsažené v projektovém kurikulu**), které jsou dětem komunikovány zvláště ve vyučování.

A.Tahala, K.Vepsäläinen (1983, [18]), J.Průcha (2005, [5])

- Význam učebnice v současnosti (**tj. význam učebnice jako součásti projektového kurikula**) – Učebnice nejen nezmizí ze škol, nýbrž nastává bouřlivý rozvoj jejich využívání – např. v USA mluví pedagogičtí odborníci o „renesanci učebnic“

J.Průcha (2005 – str.277, [5])

- Dvě protikladná pojetí učitele z hlediska jeho přípravy na výuku (**protikladné cesty vznikání implementovaného kurikula-1**):

a) učitel spotřebitel – tvůrcem kurikula je učebnice (množství témat a řada nedůležitých informací v učebnicích nutí učitele k povrchnímu probírání široké škály informací)

b) učitel tvořivý odborník – tvůrcem kurikula je učitel (po formulaci dílčích cílů výuky a výběru metody výuky rozhoduje o tom, zda a které pasáže z jedné nebo několika učebnic použije, rozhodne se se svými kolegy vytvářet vlastní vzdělávací program)

M.Pasch a kol., (2005, [17])

- Formulace dílčích cílů výuky při přípravě učitele na výuku (**vznikání implementovaného kurikula-1**) by měla obsahovat ABCD:

a) určení adresáta či cílové skupiny (A – audience)

b) specifikace cílového chování či činnosti (B – behaviour)

c) označení konkrétních podmínek (C – conditions)

d) označení kritérií pro hodnocení (D – degree statement)

M.Pasch a kol., (2005, [17])

Literatura k 3. kapitole

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007)Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy
- [4] Thomas,C.A. (1963) Programmed Learning in Perspective. Essex: Barkong
- [5] Průcha,J (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [6] Doyle,W. (1992b) Constructing Curriculum in the Classroom (p.66-79). In: Effective and Responsible Teaching – The New Synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- [7] Svoboda,E., Kolářová,R. (2006) Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly. Praha: Nakladatelství Karolinum
- [8] Záškodný,P. (2005) Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Lucerne, Bratislava: Didaktis
- [9] Záškodný,P. (2006) Survey of Principles of Theoretical Physics (with application to radiology). Lucerne, Ostrava: Algoritmus
- [10] Záškodný,P. (2007) E-learning: Vybrané kapitoly z radiologické fyziky. <http://kurzy.rentel.cz>
- [11] Tarábek,P. et.al. (2004) Odmaturuj z fyziky. Brno: Didaktik
- [12] Maňák,J. (2005) Bulletin Centra pedagogického výzkumu. K problematice výzkumu kurikula. Brno: Masarykova univerzita
- [13] Posner,G.J. (1992) Analyzing the Curriculum. New York: McGraw-Hill
- [14] Krajevskij,V.V.,Lerner,I.J. (1983) Teoretičeskoje osnovy soderžanija obščego srednego obrazovanija. Moskva: Pedagogika
- [15] Bruner,J.E. (1960) The Process of Education. Cambridge: Harvard University
- [16] Phenix,P.H. (1960) The Topography of Higher Liberal Learning. PhiDelta Kappan. 41, 307
- [17] Pasch,M., Gardner,T.G., Langer,G.M., Stark,A.J., Moody,C.D.(1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [18] Tahala,A., Vepsäläinen,K. (1983) Elements of World View Conveyed by ABC-Books and First Readers in Different Countries. Joensuu: University of Joensuu

4. Výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení a tvorba implementovaného kurikula-2

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, Ph.D.

College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Klíčová slova: Implementované kurikulum-2 jako výsledek transformace T4, Převzetí poznatků edukační vědy v oblasti endogenní stránky edukačního procesu – **rešerše** literatury, Převzetí poznatků edukační vědy v oblasti exogenní stránky edukačního procesu – **rešerše** literatury, Aplikace poznatků edukační vědy v oblasti exogenní stránky fyzikální edukace – **rešerše** literatury, Výsledky fyzikální edukace jako implementované kurikulum-2 (osvojený obsah v myslích adresátů fyzikální edukace), Hodnocení fyzikální edukace pomocí testového srovnání modelu zamýšleného kurikula a modelu implementovaného kurikula-2, Struktura didaktického testu korespondující se strukturou zamýšleného kurikula, **Ilustrace:** struktura didaktického testu ověřující znalosti z učiva mechaniky pro 1. ročník gymnázia, **Ilustrace:** možný výsledek testování odpovídající použitým učebnicím – vytvoření možného obrazu implementovaného kurikula-2, **Ilustrace:** možné důvody odlišnosti zamýšleného kurikula a implementovaného kurikula-2

Key words: Implemented curriculum-2 as result of transformation T4, Takeover of knowledge pieces of educational science in the area of endogenous side of educational process - **recherché** of publications, Takeover of knowledge pieces of educational science in the area of exogenous side of educational process - **recherché** of publications, Applications of knowledge pieces of educational science in the area of exogenous side of physical schooling - **recherché** of publications, Results of physical schooling as implemented curriculum-2 (acquired content in the minds of addressees of physical schooling), Evaluation of physical schooling with the help of test comparison of intended curriculum model and implemented curriculum-2 model, Structure of didactic test corresponding intended curriculum structure, **Illustration:** structure of didactic test verifying the attainments from subject matter of mechanics for 1. grade of gymnasium, **Illustration:** the possible result of testing corresponding applied textbooks - forming the possible picture of implemented curriculum-2, **Illustration:** the possible reasons of difference of intended curriculum and implemented curriculum-2

Abstract of the 9. chapter “Instructional Process of Physics, Its Results and Evaluation and Creation of Implemented Curriculum-2”

Ve 4.kapitole je popsána konstrukce a vyjadřování implementovaného kurikula-2. Je zde připomenuto, že výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení a tvorba implementovaného kurikula-2 jako edukačního konstruktu je výsledkem transformace T4 didaktické komunikace fyziky.

In the 4.chapter the construction and representation of implemented curriculum-2 are described. Here is reminded the instructional process of physics, its results and evaluation and creation of implemented curriculum-2 as educational construct are result of transformation T4 of didactic communication of physics.

Na otázky spojené s tvorbou implementovaného kurikula-2 jako edukačního konstruktu bude hledána odpověď nejen pomocí dvou obvyklých přehledů kognitivně strukturálních metod jako výrazu druhého rysu strukturální koncepce didaktiky fyziky („strukturace předávání fyzikálního poznání“) a třetího rysu strukturální koncepce didaktiky fyziky („strukturace podoby předávání fyzikálního poznání“), ale také pomocí převzetí poznatků edukační vědy v oblasti endogenní stránky (respektování potřeb a možností edukantů při učení) a exogenní stránky (metody, formy, prostředky a řízení edukace např. při vyučování) edukačního procesu obecně a aplikačního převzetí těchto poznatků v oblasti fyzikální edukace zvlášť.

On the questions associated with creation of implemented curriculum-2 as educational construct the answer will be searched not only with the help of two usual surveys of cognitive structural methods as expression of the second feature of physics education structural conception (“structuring the transfer of physical knowledge”) and of the third feature of physics education structural conception (“structuring the shape of transfer of physical knowledge”) but also with the help of knowledge pieces takeover of educational science in the area of endogenous side (respecting the needs and possibilities of learners in the course of learning) and of exogenous side (methods, forms, means and education administration, for example, in the course of teaching) of educational process in general and application takeover of these knowledge pieces in the area of physical schooling separately.

4. kapitola pokračuje nejdříve popisem převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti endogenní stránky edukačního procesu, **přítom využívá odkazů na literaturu**. Pak **4. kapitola** navazuje popisem převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti exogenní stránky edukačního procesu, **přítom opět využívá odkazů na literaturu**. Touto cestou je řešena otázka „Jak zprostředkovávat fyzikální poznatky studentům, aby se staly jejich fyzikálními znalostmi (fyzikálními vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2 u edukantů ve fyzice“ – odpovědi na tyto otázky jsou spojovány také s pracemi z metodiky a didaktiky fyziky, které vznikly právě převzetím poznatků edukační vědy v oblasti jak endogenní, tak exogenní stránky edukačního procesu.

The 4. chapter first of all goes on by description of educational science knowledge pieces takeover in the area of educational process endogenous side, **in so doing it applies the references to publications**. Afterwards **the 4. chapter** connects by description of educational science knowledge pieces takeover above all in the area of educational process exogenous side, **in so doing again it applies the references to publications**. In this way the question “How to mediate the physical knowledge pieces to students to become their physical attainments (physical foreknowledge), to form gradually implemented curriculum-2 at learners in physics” is solved - the answers to these questions are also associated with the works from physics methodics and education which have come into being exactly by takeover of educational science knowledge pieces in the area both endogenous and exogenous sides of educational process.

Výstupem fyzikální edukace v oblasti transformace T4 je implementované kurikulum-2, vstupem do procesu jeho vytváření je v rámci transformace T2 kurikulum zamýšlené. **Z kognitivně strukturních metod předávání fyzikálního poznání se při hodnocení výsledků fyzikální edukace** (výuky fyziky) ukazují jako použitelné didaktické testovací techniky, které jsou schopny komparovat zamýšlené kurikulum a implementované kurikulum-2. Tyto testovací techniky by měly vycházet při ověřování znalostí např. z učiva mechaniky pro 1. ročník gymnázia ze struktury zamýšleného kurikula a měly by také „umět“ na základě odpovědí na testové položky vytvořit obraz implementovaného kurikula-2.

The implemented curriculum-2 is output of physical schooling in the area of transformation T4, the intended curriculum is input into the process of its forming within transformation T2. The didactic test techniques, which are able to compare intended curriculum and implemented curriculum-2, are showing themselves as applicable from the **cognitive structural methods of physical knowledge transfer in the course of evaluation of physical schooling** (physics instruction). These test techniques should start from the structure of intended curriculum in the course of verification of the attainments, for example, from subject matter of mechanics for 1. grade of gymnasium and they should also “know” to form the picture of implemented curriculum-2 on the basis of answers to test items.

4. kapitola proto uvádí strukturu testu vycházející ze struktury zamýšleného kurikula v oblasti „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia“, uvádí možné výsledky testu mapujícího povahu implementovaného kurikula-2 (na základě používaných učebnic fyziky) a zobrazuje tyto možné výsledky modelem implementovaného kurikula-2. Na základě komparace zamýšleného kurikula a implementovaného kurikula-2 posléze **4. kapitola** uvádí, že takto vytvořené implementované kurikulum-2 nemá na rozdíl od kurikula zamýšleného úplnou strukturu a je inventářem poznatků o hmotném bodu, tuhém tělese, kapalinách a plynech.

That is why **the 4. chapter** presents the structure of test starting from the structure of intended curriculum in the area of “Mechanics for 1. grade of gymnasium”, it presents possible results of test mapping the nature of implemented curriculum-2 (on the basis of applied physics textbooks), and it represents these possible results by model of implemented curriculum-2. On the basis of comparison of intended curriculum and implemented curriculum-2 **the 4. chapter** finally presents in this way formed implemented curriculum-2 has not (in contrast to intended curriculum) the complete structure and it is the list of knowledge pieces about mass point, solid body, liquids, and gases.

V závěru 4. kapitola uvádí možné příčiny odlišnosti obou variantních forem kurikulů.

In conclusion the 4. chapter presents the possible reasons of difference of both variant forms of curricula.

OBSAH

- 4.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod
 - 4.2. Převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti endogenní stránky edukačního procesu
 - 4.3. Převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti exogenní stránky edukačního procesu
 - 4.4. Ilustrace tvorby implementovaného kurikula-2
 - 4.4.1. Struktura testu z mechaniky vycházející ze struktury zamýšleného kurikula
 - 4.4.2. Možné výsledky testu z mechaniky mapující podobu implementovaného kurikula-2
 - 4.4.3. Komparace zamýšleného kurikula a implementovaného kurikula-2 v oblasti mechaniky pro 1.ročník gymnázia
- Literatura ke 4.kapitole

4.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

Výukový proces fyziky, jeho výsledky a hodnocení a tvorba implementovaného kurikula-2 jako edukačního konstruktů jsou důsledkem transformace T4 didaktické fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.71-72). Tuto čtvrtou transformaci lze na základě kurikulárního procesu fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.77) stručně popsat následujícím způsobem:

Transformace T4 Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, vstupní znalosti a zkušenosti učících se (včetně běžných znalostí), připravenost učitele na výuku → Výstupy výuky fyziky (transformace T4 je realizována prostřednictvím školní výuky fyziky)

Variantní forma kurikula a její tvorba Implementované kurikulum-2 a jeho vytvoření a zjištění jako výsledek transformace T4

Na otázky spojené s tvorbou implementovaného kurikula-2 jako edukačního konstruktů

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat výstupy transformace T4?**
- **Jak zprostředkovávat poznatky studentům, aby se staly jejich znalostmi (vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2?**
- **Jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit dosažené výsledky školní výuky fyziky, aby mohlo být popsáno implementované kurikulum-2?**

bude hledána odpověď nejen pomocí kognitivně strukturních metod (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování kognitivní struktury podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.89-97, trojúhelníkové a úroňové modelování struktury pojmu podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.98-101), ale také pomocí aplikace metod edukační vědy. Jejich výběr pro tvorbu implementovaného kurikula-2 (tj. pro popis výsledků výukového procesu fyziky a jejich hodnocení) je realizován podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.101-103 a pro úplnost doplněn aplikovanými metodami edukační vědy pro zkoumání výukového procesu fyziky:

Výsledky a hodnocení výukového procesu fyziky jako implementované kurikulum-2

- **Analyticko-syntetické modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.90-91)

Výukový proces fyziky

- **Respektování potřeb a možností edukantů při učení v oblasti endogenní stránky edukačního procesu obecně a fyzikální edukace zvlášť**

- **Metody, formy, prostředky a řízení edukace (např. při vyučování) v oblasti exogenní stránky edukačního procesu obecně a fyzikální edukace zvlášť**

Zdůvodnění výběru metod ke zkoumání výukového procesu fyziky na jedné straně, jeho výsledků a hodnocení jako implementovaného kurikula-2 na straně druhé lze nalézt v dřívějších pracích, např. J.Průchy, 2005, M.Pasche a kol., 2005, O.Šimoníka, J.Škrabánkové, 2006, [3, 4, 5]), P.Ferka, 1988, E.Svobody, R.Kolářové, 2006, P.Tarábka, P.Záškodného, 2007a [6, 7, 8]. Z **kognitivně strukturních metod** (P.Záškodný, 2007a, [2]) bylo pro zobrazování výstupů transformace T4 navrženo používání především analyticko-syntetické modelování struktury testovacích technik při zjišťování implementovaného kurikula-2.

4.2. Převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti endogenní stránky edukačního procesu

Jak obecně zprostředkovávat poznatky studentům, aby se staly jejich znalostmi (vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2, je řešeno v řadě prací z oblasti edukační vědy.

O tom svědčí následující postřehy z odborné literatury týkající se především endogenní stránky edukačního procesu (tučně jsou uváděny vazby na endogenní stránku edukačního procesu).

- Vedle analýzy cílů v oblasti obsahu učiva a v oblasti procesu učení (které lze rozčlenit na tři domény učiva – afektivní cíle jako postoje a hodnotové cíle, psychomotorické cíle jako dovednosti a operační cíle a kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva a osvojení učebních činností včetně vazby na soustavu cílů didaktického systému fyziky jako druhé složky zamýšleného kurikula s preferencí kognitivních cílů) a vedle Brunerova vymezení povahy a vnitřního řádu kognitivních znalostí jako cílů v oblasti obsahu učiva (fakta, pojmy, generalizace a znázornění „stromem“: kmen a hlavní větve – generalizace a pojmy, listy – fakta, vše jako identifikace strukturních prvků zamýšleného kurikula např. pomocí analyticko-syntetického modelování kognitivní struktury) lze uvést následující **vazbu na endogenní stránku edukačního procesu:**

a) Bloomova taxonomie vzdělávacích cílů jako způsob hierarchického řazení učebních činností (znalost, porozumění, aplikace, analýza, syntéza, hodnotící posouzení), tj. vedle identifikace vazeb mezi strukturními prvky zamýšleného kurikula pomocí např. v rámci analyticko-syntetického modelování kognitivní struktury **přizpůsobené možnostem a vývojovým potřebám adresátů edukace také vazba na vytváření přiměřeného implementovaného kurikula-2 v průběhu výukového procesu)**

b) Carrollovo vymezení učební úlohy a jejího rozboru (rozložení na dílčí úlohy, rozdělení dílčích úloh na menší části, seřazení dílčích úloh a jejich částí do určitého hierarchického vzoru od prostých prvků ke složitým), tj. používání např. analyticko-syntetického modelu kognitivní struktury **při zprostředkovaném řešení problému předloženého učební úlohou** a tím i při vytváření implementovaného kurikula-2

J.E.Bruner (1960, [9]), B.Bloom (1956, [10]), J.Carroll (1963, [11])

- Analýza procesu učení (navazující na analýzu obsahu učiva s identifikací pojmů, příkladů pojmů, generalizací a fakt – viz J.E.Bruner, 1960, [9]) **jako vazba na endogenní stránku edukačního procesu:**

a) Zjištění dosavadních schopností a předpokladů adresátů edukace (předběžná diagnostika)

b) Analýza kognitivních (intelektových) učebních procesů jako práce lidské mysli s tématem, kterému se má naučit (řízení učebních činností, nejpoužívanějším postupem pro řazení učebních činností je taxonomie vzdělávacích cílů podle B.Blooma, 1956, [10] a navazujících prací)

c) Vymezení učební úlohy (učební úloha – převod mysli „z nevědomosti o faktech, pojmech, generalizacích k jejich znalosti či pochopení“, J.Carroll, 1963, [11])

M.Pasch a kol. (2005, [4])

- Bloomova taxonomie kognitivní domény (vedle domény pro kognitivní cíle je potřebné brát v úvahu také doménu pro cíle afektivní a doménu pro cíle psychomotorické) obsahuje 6 kategorií intelektuálních cílů (hranice nelze jednoznačně určit – **vazba na endogenní stránku edukačního procesu**):

- a) Znalost (zapamatování)
- b) Porozumění (opět jde „jen“ o vybavení informací jako u kategorie „znalost“)
- c) Aplikace (určení, zda předložený neznámý objekt či jev je příkladem pojmu, který již byl dříve určen)
- d) Analýza (rozbor neznámého složitého podnětu s vytvořením dedukce či hypotézy)
- e) Syntéza (na základě použití řady pojmů a principů vytvoření něčeho, co předtím ve zkušenosti adresáta neexistovalo)
- f) Hodnotící posouzení (posouzení hodnoty dvou či více možností s obhájením výběru na základě specifikovaných kritérií)

B.Bloom (1956, [10]), M.Pasch a kol., (2005, [4])

- Charakteristiky osobnosti žáka (**vazba na endogenní stránku edukačního procesu**):

- a) Inteligenční schopnosti (např. tří složková teorie inteligence podle R.Sternberga, 1985, [12] v rámci subsystémů „myšlenkových pochodů“, „reakce na nové situace“ a „obratnosti v mezilidském styku“ a vymezení 7 nezávislých inteligenčních okruhů podle H.Gardnera, 1983, [13]: jazyková inteligence, hudební inteligence, logicko-matematická inteligence, prostorová inteligence, tělesně pohybová inteligence, interpersonální inteligence, intrapersonální inteligence jako metakognice – schopnost myslet o vlastním myšlení a řídit ho)
- b) Předchozí znalosti a zkušenosti
- c) Kultura
- d) Zájmy
- e) Učební styly žáka (např. teorie učebních stylů daná způsobem organizace a zpracování informací, které člověk vnímá všemi smysly, A.Gregorc, 1982, [14]: styl konkrétně sekvenční, styl abstraktně sekvenční, styl abstraktně náhodný, styl konkrétně náhodný)

R.Sternberg (1985, [12]), H.Gardner (1983, [13]), A.Gregorc (1982 [14]), M.Pasch a kol., (2005, [4])

- Teorie učení (jak dojde k tomu, že se člověk něco naučí - **vazba na endogenní stránku edukačního procesu**):

- a) Teorie zpracování informace (information processing theory) jako popis postupu práce mozku při činnostech vyžadujících zapamatování nebo vybavení informace z paměti (lineární model: senzorická paměť jako příjem signálů, krátkodobá paměť jako vědomé myšlení, dlouhodobá paměť jako skladiště informací a síť významů)
- b) Konstruktivistická teorie učení (Jean Piaget a jeho práce o kognitivním vývoji) jako soustavné snažení mozku nacházet v předkládaných zkušenostech a signálech smysl a význam s následnou konstrukcí významu (asimilace a akomodace jako zpětné propojení dlouhodobé a senzorické paměti: asimilace ukazuje ovlivňování schopnosti interpretovat nové vjemy přicházející do senzorické paměti nashromážděnými významy, akomodace ukazuje ovlivňování sítě významu v dlouhodobé paměti dobře zpracovanými vjemy, role opakování a procvičování v krátkodobé paměti)
- c) Teorie mozkově kompatibilního učení opouští lineární model senzorická paměť-krátkodobá paměť-dlouhodobá paměť (při současném zpracování velkého množství informací k uložení nějaké informace do dlouhodobé paměti není často třeba procvičování nebo opakování)
- d) Autentické učení (authentic achievement – Newmann, 1991, [15]) jako proces, v němž je výuka organizována s důrazem na smysluplné využití učební látky pomocí projektů odpovídajících reálné situaci (autentické učení znamená řešit skutečné problémy – zahrnuje shromažďování, interpretaci a syntézu znalostí, autentický produkt obsahuje vedle myšlenek jiných lidí také vyjádření žákových vlastních myšlenek, otázek, zjištění a výkladů)

F.K.Newman (1991, [15]), M.Pasch a kol. (2005, [4])

- Uplatnění Piagetovy teorie v pedagogice (**vazba na endogenní stránku edukačního procesu**):

a) Jean Piaget sám svou teorii na školní výuku neaplikoval

b) Většina závěrů a doporučení se zakládá na tom, co vyvodili z Piagetových prací jiní

c) Vzhledem k Piagetovým názorům na stádia kognitivního vývoje je důležitá myšlenka „přípravenosti“. „Kdy učit“ – děti daného věku by měly být vyučovány jen pojmy přiměřeným vzhledem k dosažené úrovni kognitivního vývoje

d) Důsledky pro kurikulum

- určité pojmy by měly být vyučovány dříve než jiné, nebo dokonce ve specifickém pořadí

- nové poznatky by měly stavět na již existujících schématech, která by se měla rozšiřovat akomodací (tj. učením se novým pojmy a koncepcím). Děti ve stádiu konkrétních operací by měly začínat s konkrétními příklady

- měla by existovat rovnováha mezi akomodací a asimilací (tj. procvičováním a využíváním nově naučených pojmů a koncepcí)

e) Role učitele je rolí facilitátora – měl by se zaměřovat na proces učení spíše než na jeho konečný produkt (měl by se účastnit nepřímého předávání vědomostí, nikoli přímé výuky)

G.Hill (2004, [16])

- Uplatnění Brunerových (Jerome Bruner) a Vygotského (Lev Semjonovič Vygotskij) teorií v pedagogice (**vazba na endogenní stránku edukačního procesu**):

a) Učitel by měl aktivně zasahovat, aby žákovi pomohl rozvíjet porozumění (nesouhlas s Piagetovým „úzkým“ chápáním přípravenosti) – výuka je důležitá součást učebního procesu

b) Učitel poskytuje „nástroje“ nebo „zapůjčené vědomosti“ – strukturu, směr, vedení a podporu, nikoliv jen fakta

c) Spirálové kurikulum:

- strukturuje učivo tak, aby složité myšlenky byly předávány nejdříve na zjednodušených úrovních a aby bylo možno později se k nim vracet na úrovních složitějších (protiklad k Piagetově myšlence „přípravenosti“)

- studenti by se měli dovědět o struktuře a zaměření oborů (**konceptuální kurikulum, zamýšlené kurikulum**), které studují, a postupovat by se mělo procesem aktivního řešení problémů (**kognitivně strukturní metody předávání poznání**)

d) Zóna nejbližšího vývoje a pedagogika: Vyučování spočívá v podpoře výkonu v oblasti zóny nejbližšího vývoje, k vyučování dochází tehdy, je-li pomoc nabízena v těch bodech zóny nejbližšího vývoje, v nichž výkon pomoc vyžaduje

G.Hill (2004, [16])

- Ve vazbě na tři různé typy kurikula (transmission or technical, transactional or practical, transformation or emancipatory) jsou načrtnuty čtyři výukové modely (zpracování informací nebo konceptuální model – information processing model or conceptual model, přímá výuka – direct instruction, sociální výuka – social interaction, osobnostní model – personal model) a rovněž teorie učení (např. behaviorální – behaviourist, konstruktivistická – constructivist)- **vazba na exogenní i endogenní stránku edukačního procesu**. Kurikula saskatchewanské vědy jsou transakční, pevně zasazená v konstruktivistické teorii učení a konceptuálně orientovaná

J.McVittie (2007a, [17])

- Učební úloha jako autentická učební úloha by měla splňovat 5 kritérií (Neumann, Wehlege, 1993, [18] - **vazba na endogenní stránku edukačního procesu**) pro měření toho, zda určitá činnost „vede žáky k používání vlastního rozumu“, tj. zda taková činnost vede k autentickému učení:

a) použití tvořivého myšlení

b) hloubka poznání (práce by neměla být povrchní)

c) souvislost s reálným světem

d) rozhovor o podstatných věcech (sdílení důležitých myšlenek mezi žákem a učitelem)

e) sociální klima podporující dobré výkony (vysoká očekávání a ovzduší vzájemné úcty)

Odtud pramení principy návrhů učebních činností: princip kulturního kontextu, princip soustředění se na klíčové pojmy (nikoliv memorování množství izolovaných fakt), princip předchozích znalostí, princip kognitivní náročnosti (zaměřování učebních činností k autentickému projektu nebo k vyjádření s požitím tvořivého myšlení), princip aktivního zpracování (přímá zkušenost ve smysluplném kontextu), princip rozmanitosti (přizpůsobení výuky různým učebním stylům, potřebám a preferencím žáků)

F.K.Newman, G.G.Wehele (1993, [18]), M.Pasch a kol. (2005, [4])

- Learning from text (učení z textu): rozvinutý obor teorie a výzkumu slučující poznatky psychologie učení, textové lingvistiky, psychodidaktiky, sémantiky a dalších. Učení z textu se objasňuje jako interakce mezi subjektem a textem (**vazba na endogenní stránku edukačního procesu**)

J.Průcha (2005, [3])

- Učení z textu není pasivním vnímáním informací, ale spíše konstruování nových poznatkových systémů na základě interakce mezi předchozími poznatky a novými informacemi subjektem zpracovávanými (**vazba na endogenní stránku edukačního procesu**)

H.Mandl, J.R.Levin (1989, [19]), J.Průcha (2005, [3])

- Pedagogická komunikace (komunikace ve vyučování) jako výměna informací mezi účastníky edukačního procesu (classroom communication) - **vazba na endogenní a exogenní stránku edukačního procesu**

J.Průcha (2005, [3])

4.3. Převzetí poznatků edukační vědy především v oblasti exogenní stránky edukačního procesu

Jak obecně zprostředkovávat poznatky studentům, aby se staly jejich znalostmi (vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2, je řešeno v řadě prací z oblasti edukační vědy.

O tom svědčí následující postřehy z odborné literatury týkající se především exogenní stránky edukačního procesu (tučně jsou uváděny vazby na exogenní stránku edukačního procesu).

Jak zprostředkovávat fyzikální poznatky studentům, aby se staly jejich fyzikálními znalostmi (fyzikálními vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2 u edukantů ve fyzice, je řešeno opět v řadě prací z metodiky a didaktiky fyziky.

O tom opět svědčí další postřehy z literatury vztahené k metodice a didaktice fyziky z hlediska především exogenní stránky fyzikální edukace (opět jsou tučně uváděny vazby na exogenní stránku edukačního procesu).

- Přístupy k výuce (**vazba na exogenní stránku edukačního procesu**):

a) Deduktivní vyučování (zavedení nového pojmu nebo generalizace – učitel vysvětluje a předvádí – procvičování a hodnocení úrovně dosažení cílů) obvykle vede k lepším výsledkům žáků při standardizovaných testech, ale nepodporuje rozvoj tvořivějšího myšlení, ani nevede k lepším postojům k učení

b) Induktivní vyučování (badatelské činnosti související s pojmem nebo generalizací – žáci objevují pojem nebo generalizaci – učební činnosti ověřující či potvrzující pojem nebo generalizaci) postupuje od konkrétního k obecnému a podle H.Taby, 1967, [20] lze rozlišit tři základní úlohy induktivního myšlení (utváření pojmu, interpretace dat, aplikace zjištěného principu). Badatelské hodiny vedou ke generalizacím, principům nebo vysvětlením struktury, existuje vztah Brunnerovy struktury poznání a induktivní výuky

c) Sociální vyučování (žáci se učí společně – učitel je zprostředkovatel místo toho, aby poskytoval veškeré informace – informace jsou čerpány od žáků samých nebo je mohou vyvodit z prožitku) umožňuje žákům učit se od sebe navzájem, při kooperativním vyučování formě vyučování sociálního) žáci pracují ve skupinách a usilují o zvládnutí nebo zpracování konkrétní látky

d) Výzkum vyučování (Stallings, Needels, Stayrook, 1979, [21]) pro National Institute of Education ukázal, že žáci učitelů, kteří tráví více vyučovacího času za stolem, dosahují při standardizovaných testech horších výsledků než žáci, kteří jsou učiteli vedeni k aktivnímu zapojení do studia

H.Taba (1967, [20]), J.E.Bruner (1960, [9]), J.A.Stallings, M.Needels, N.Stayrook (1979, [21]), M.Pasch a kol. (2005, [4])

- Metakognice (myšlení o myšlení) a 6 fází induktivního přístupu (**vazba na exogenní stránku edukačního procesu a na strukturně kognitivní metody – analyticko-syntetické modelování**):

a) Průzkumné činnosti (**identifikace problému**)

b) Hledání zákonitostí (**analytické rozčlenění složitého problému**)

c) Vytváření a ověření hypotéz (**abstrakce jako cesta k nalezení podstaty dílčích problémů**)

d) Formulace pojmů nebo generalizací (**syntetické propojení dílčích závěrů**)

e) Metakognice jako zkoumání myšlenkového procesu použitého při hledání zákonitostí a formulaci závěrů (**myšlenková rekonstrukce zkoumaného problému**)

f) Aplikace získaných znalostí v nové situaci

M.Pasch a kol. (2005, [4])

- Vyučovací metody spojené s výukovými modely (např. s osobnostním modelem jako modelem zkušenostním) jsou následující: Field Trip, Guided Inquiry, Predicting-Observing-Explaining, Playing-Thinking-Scienting, Concept Formation, Concept Attainment, Independent Research, Jig Saw (**vazba na exogenní stránku edukačního procesu**)

J.McVittie (2007a, [17])

- Didaktické prostředky: vše, co vede ke splnění výchovně-vzdělávacích cílů. Člení se na nemateriální (např. vyučovací metody) a materiální (učební či vyučovací pomůcky) - **vazba na exogenní stránku edukačního procesu**

J.Maňák (1994, [22]), J.Průcha (2005, [3])

- Škola je sociální instituce vytvořená k realizaci svého základního úkolu – tj. k zajišťování řízené a systematické edukace (s funkcí personalizační, kvalifikační, socializační a integrační) - **vazba na exogenní stránku edukačního procesu**

J.Průcha (2005, [3])

- Metody vyučování fyziky: klasifikace vyučovacích metod (**vazba na exogenní stránku edukačního procesu fyziky**):

a) Metody slovního vyučování

b) Metody názorného vyučování

c) Metody praktického vyučování

d) Diagnostické a klasifikační metody

P.Ferko (1988, [6])

- Organizační formy vyučování fyziky: klasifikace organizačních forem (**vazba na exogenní stránku fyzikální edukace**):

- a) Vyučovací hodina fyziky
- b) Problémové vyučování
- c) Skupinové vyučování
- d) Programované vyučování
- e) Diferencované vyučování
- f) Exkurze, Fyzikální praktikum, Další organizační formy

- materiální didaktické prostředky ve vyučování fyziky (**vazba na exogenní stránku fyzikální edukace**):

- a) Plošné učební pomůcky (Fyzikální obrazy, schémata, grafy. Školní fyzikální film, atd.)
- b) Materiální podmínky vyučování fyziky (Odborná učebna fyziky. Fyzikální laboratoř, atd.)
- c) Prostředky názorného vyučování fyziky (Prostředky pro odborné učebny. Projektory, atd.)

P.Ferko (1988, [6])

- Výukové metody a organizační formy fyzikální edukace (**vazba na exogenní stránku fyzikální edukace**):

- a) Třídění metod fyziky podle zdroje poznání a typů poznatku
- b) Třídění metod fyziky podle obsahu vzdělání
- c) Metoda informačně receptivní
- d) Metoda reproduktivní
- e) Metoda problémového výkladu
- f) Typy problémových úloh
- g) Heuristická metoda
- h) Výzkumná (částečně badatelská) metoda
- i) Diagnostika fyzikálních vědomostí a dovedností
- j) Organizační formy výuky

- pokusy ve výuce fyziky (typy experimentů, didaktické funkce fyzikálního experimentu, modelování)

- didaktické prostředky ve výuce fyziky

- a) Učební pomůcky
- b) Didaktická technika
- c) Nové technologie ve výuce fyziky, internet

E.Svoboda, R.Kolářová (2006, [7])

4.4. Ilustrace tvorby implementovaného kurikula-2

Jak zprostředkovávat fyzikální poznatky studentům, aby se staly jejich fyzikálními znalostmi (fyzikálními vědomostmi), aby bylo postupně vytvářeno implementované kurikulum-2 u edukantů ve fyzice, je řešeno v řadě prací z metodiky a didaktiky fyziky prostřednictvím převzetí poznatků edukační vědy v oblasti jak endogenní, tak exogenní stránky edukačního procesu.

Výsledky výuky fyziky představují základní výstup fyzikální edukace v oblasti transformace T4 a jsou zvláště v rámci dosažení kognitivních cílů jako osvojení obsahu učiva a osvojení učebních činností (Bruner, 1960, Bloom, 1956, [9, 10]) dány vytvořením implementovaného kurikula-2 u edukantů. Vstupem do procesu vytváření implementovaného kurikula-2 je zamýšlené kurikulum jako jedno z možných vyjádření didaktického systému fyziky a jeho soustavy učiva v rámci transformace T2. Meziproduktem se stalo projektové kurikulum (dobře

strukturovaný text učebnice jako jeden z výsledků transformace T3) a implementované kurikulum-1 jako jedno z možných vyjádření přípravy učitele na výuku (další z výsledků transformace T3).

Výstupem fyzikální edukace v oblasti transformace T4 je implementované kurikulum-2, vstupem do procesu jeho vytváření je v rámci transformace T2 kurikulum zamýšlené. **Při hodnocení výsledků fyzikální edukace (výuky fyziky) se ukazují jako použitelné didaktické testovací techniky, které jsou schopny komparovat zamýšlené kurikulum a implementované kurikulum-2.** Tyto testovací techniky by měly vycházet při ověřování znalostí např. z učiva mechaniky pro 1.ročník gymnázia ze struktury zamýšleného kurikula (viz Obr.5 až Obr.7) a měly by také „umět“ na základě odpovědi na testové položky vytvořit obraz implementovaného kurikula-2.

4.4.1. Struktura testu z mechaniky vycházející ze struktury zamýšleného kurikula

Tato struktura by měla obsahovat otázky týkající se následujících testovaných obsahů (viz Obr.5 až Obr.7, Mikromatice 1 až 33):

- **a1)** Kinematické a dynamické fyzikální veličiny popisující pohybový stav makroobjektu (pohybový zákon, pohybová rovnice)
- **a2)** Stavové veličiny „kinetická energie“ a „potenciální energie“ určující pohybový stav makroobjektu
- **a3)** Možné pohybové stavy makroobjektu určené stavovými veličinami „kinetická energie“ a „potenciální energie“:

Rovnovážný pohybový stav

Síly nepůsobí, hodnoty kinetické a potenciální energie se nemění

Nerovnovážný pohybový stav 1. typu

Působí síly „na dálku“, součet kinetické a potenciální energie se nemění, platí zákon zachování mechanické energie

Nerovnovážný pohybový stav 2. typu

Působí síly „dotykové“, součet kinetické a potenciální energie se nezachovává, neplatí zákon zachování mechanické energie, platí zákon zachování obecné energie

- **Shrnutí testovaných obsahů a1), a2) a a3):** Pohybový zákon, pohybová rovnice. Možnosti silového působení: síly nepůsobí, působí síly „na dálku“, působí síly „dotykové“. Rovnovážný pohybový stav a dva typy nerovnovážných pohybových stavů.

- **a4)** Typologie makroobjektů: Hmotný bod, tuhé těleso, částice kontinua (kapalina, plyn jako soubory částic kontinua)

- **a5)** Aplikace a1), a2) a a3) na hmotný bod: **Pohybová rovnice** (3 Newtonovy zákony), **Pohybový zákon a typy pohybu** (rovnoměrný přímočarý, rovnoměrný zrychlený, rovnoměrný kruhový), **Nerovnovážný pohybový stav 1. typu** (pohyby v gravitačním a tíhovém poli, zákon zachování mechanické energie), **Nerovnovážný pohybový stav 2. typu** (pohyby ovlivněné třením a odporem prostředí, zákon zachování obecné energie)

- **a6)** Aplikace a1), a2) a a3) na tuhé těleso: **Pohybová rovnice** pro pohyb posuvný, **Pohybová rovnice** pro pohyb otáčivý kolem pevné osy (moment síly, moment hybnosti), **Rovnovážný pohybový stav** (součet sil je nula, součet momentů sil je roven nule), **Nerovnovážný pohybový stav 1. a 2. typu** (precese, nutace, výpočet kinetické energie pro posuvný a otáčivý pohyb)

- **a7)** Aplikace a1), a2) a a3) na částici kontinua: **Pohybová rovnice** částice kontinua (není uvedena), **Pohybový zákon** částice kontinua (pro soubor částic kontinua stacionární a nestacionární proudění), **„Dotykové“ síly jako síly plošné** (Pascalův tlak), **Síly působící „na dálku“ jako síly objemové** (hydrostatický tlak), **Rovnovážný pohybový stav** (výslednice plošných a objemových sil je nulová), **Nerovnovážný pohybový stav 1. typu** (Působí jen síly „na dálku“, tj. objemové síly, Bernoulliho rovnice jako zákon zachování mechanické energie, Rovnice kontinuity, Stacionární proudění), **Nerovnovážný pohybový stav 2. typu** (Působí také „dotykové“ síly, tj. síly plošné jako např. tření mezi částicemi kontinua, Vířivé proudění jako proudění nestacionární)

4.4.2. Možné výsledky testu z mechaniky mapující podobu implementovaného kurikula-2

(použité učebnice: P.Tarábek a kol., 2004, M.Bednařík, M.Široká, 1993, 2000, [23, 24])

Možné výsledky testu z mechaniky mapující podobu implementovaného kurikula-2 vycházejí z předpokladu, že při výuce byly používány učebnice P.Tarábka a kol., 2004 a M.Bednaříka, M.Široké, 1993, 2000, [23, 24]). Dalším předpokladem je dominování učebnic při přípravě učitele na výuku (tvůrcem implementovaného kurikula-2 je učebnice) nad tvořivým přístupem učitele (při dominování tvořivého přístupu učitele při přípravě na výuku by tvůrcem implementovaného kurikula-2 byl především učitel).

Za těchto dvou předpokladů by znalosti studentů mohly mít následující podobu:

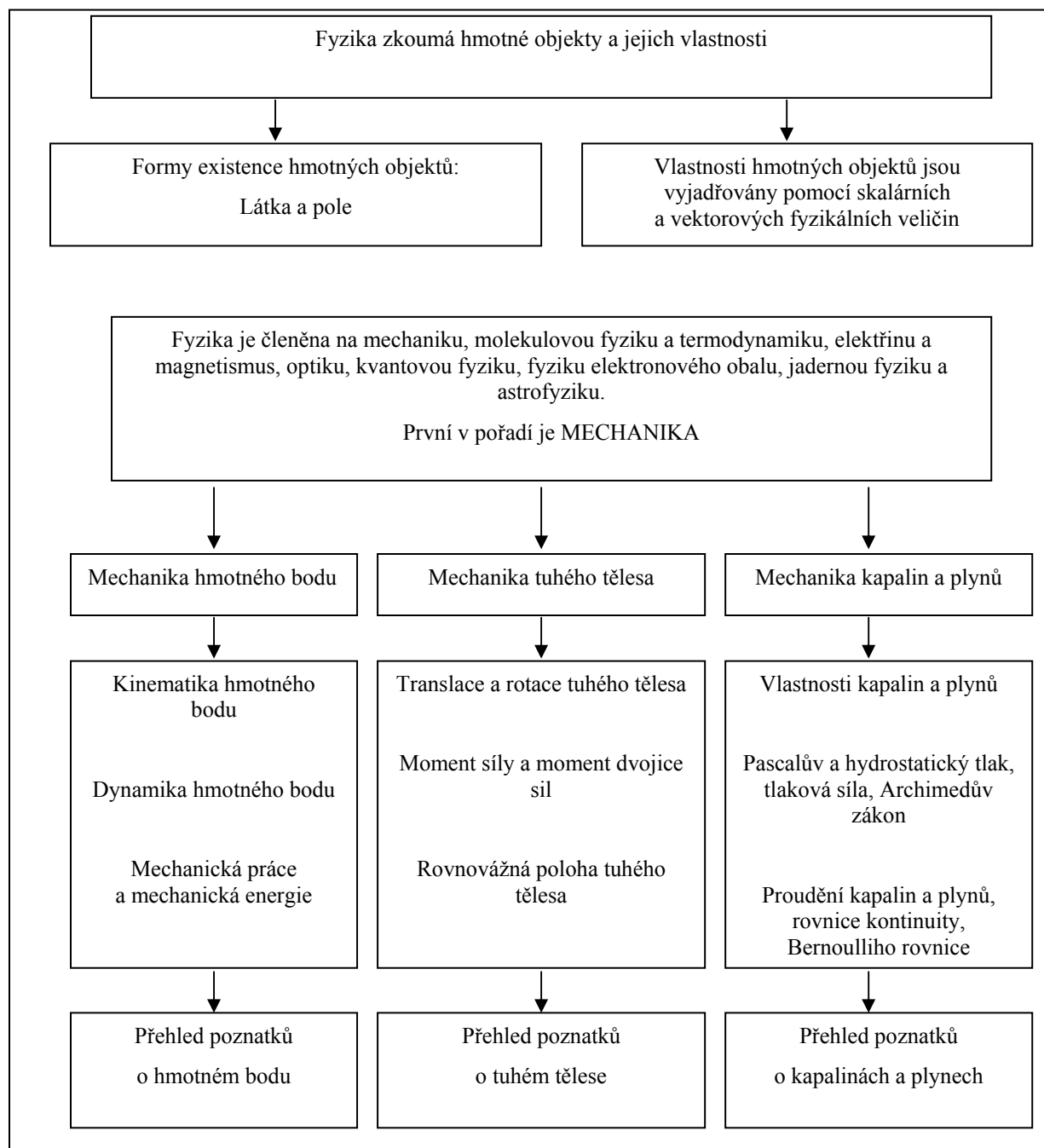
- **b1)** Pojem fyzikální veličiny
- **b2)** Kinematika hmotného bodu (Dráha, rychlost, zrychlení, Pohyb rovnoměrný přímočarý, pohyb rovnoměrný zrychlený, volný pád, pohyb rovnoměrný kruhový)
- **b3)** Dynamika hmotného bodu (Síla, První a druhý Newtonův zákon, Hybnost, Třetí Newtonův zákon, Zákon zachování hybnosti, Tření, Dostředivá síla, Inerciální a neinerciální soustavy)
- **b4)** Mechanická práce a mechanická energie (Práce, Kinetická energie, Potenciální energie, Mechanická energie, Zákon zachování mechanické energie, Výkon a účinnost)
- **b5)** Gravitační pole (Newtonův gravitační zákon, Gravitační a tíhové zrychlení, Tíhová síla a tíha, Pohyby v tíhovém a gravitačním poli)
- **b6)** Mechanika tuhého tělesa
- **b7)** Mechanika kapalin a plynů

Shrnutí možných výsledků testu a tím i možných znalostí studentů b1) až b7) (tj.možné podoby implementovaného kurikula-2) získaných na základě položení testu strukturovaného podle kapitoly 4.4.1. by pak ukázalo, že implementované kurikulum-2 lze popsat následujícím způsobem:

- **Student umí rozlišit** hmotný bod, tuhé těleso, kapalinu a plyn,
- **U hmotného bodu** student umí rozlišit tři Newtonovy zákony,
- **U hmotného bodu** umí student provádět výpočty práce, kinetické a potenciální energie, výkonu a účinnosti a ověřovat platnost zákona zachování mechanické energie,
- **U hmotného bodu** umí student rozlišit pohyby v gravitačním a tíhovém poli,
- **U tuhého tělesa** dokáže student rozlišit posuvný a otáčivý pohyb kolem pevné osy, umí zavést moment síly a formulovat podmínky rovnováhy tuhého tělesa, umí vypočítat kinetickou energii tuhého tělesa,
- **U kapalin a plynů** umí student zavést tlak působením vnější a tíhové síly a napsat Bernoulliho rovnice jako tvar zákona zachování energie

Znalosti studenta (možnou podobu implementovaného kurikula-2 vycházející z použitých učebnic P.Tarábka a kol., 2004 a M.Bednaříka, M.Široké, 1993, 2000, [23, 24]) lze pak vystihnout modelem na Obr.10. V modelu mechaniky pro 1.ročník gymnázia na Obr.10 jsou pak šipkami vystiženy dílčí strukturní vazby mezi jednotkami učiva, které lze v použitých učebnicích objevit. Při prohlížení modelu na Obr.10 je zapotřebí připomenout předpoklad, že tvůrcem demonstrovaného implementovaného kurikula-2 není především učitel, nýbrž použité učebnice – učitel pouze reprodukuje text použitých učebnic.

Obr.10: Model Mechaniky pro 1. ročník gymnázia (implementované kurikulum-2)
 (šipky označují existující dílčí strukturální vazby, které lze v použitých učebnicích objevit)



4.4.3. Komparace zamýšleného kurikula a implementovaného kurikula-2 v oblasti mechaniky pro 1. ročník gymnázia

Komparaci zamýšleného kurikula a možné podoby implementovaného kurikula lze provést na základě srovnání struktury testu respektující strukturu zamýšleného kurikula (viz položky a1) až a3) a a4) až a7) uvedené v kapitole 4.4.1.) a souboru znalostí studentů, které byly hypoteticky diagnostikovány v kapitole 4.4.2. (viz znalosti b1) až b7)) na základě položení testu se strukturou popsanou v kapitole 4.4.1. Provedená komparace obsahuje body c1) až c5):

c1) Zamýšlené kurikulum má strukturu (viz kapitola 4.4.1.) vyjádřenou analyticko-syntetickými modely na Obr.5 až Obr.7. Podstatou této struktury jsou tři základní rysy a1), a2) a a3) pohybového stavu makroobjektu a aplikace a4) až a7) těchto tří rysů na hmotný bod, tuhé těleso a částici kontinua

c2) Implementované kurikulum-2 nemá úplnou strukturu (viz Obr.10 a kapitola 4.4.2.) a je inventářem poznatků b1) až b7) s dílčími strukturními vazbami o hmotném bodu, tuhém tělesu, kapalinách a plynech

c3) Komparace obou kurikulů: Zamýšlené kurikulum jako jeden z možných obrazů didaktického systému fyziky (v rámci transformace T2) se podstatně odlišuje od implementovaného kurikula-2 jako výsledku výuky fyziky (fyzikální edukace) v rámci transformace T4. Příčinou značného rozdílu mezi zamýšleným kurikulem a hypotetickým implementovaným kurikulem-2 se zdá být projektové kurikulum (učebnice fyziky jako jeden z výsledků transformace T3) a implementované kurikulum-1 (příprava učitele na výuku s použitím příslušné učebnice fyziky jako obrazu projektového kurikula)

c4) Možné příčiny odlišnosti obou kurikulů:

- tvůrcem implementovaných kurikulů (implementovaného kurikula-1 jako přípravy učitele-edukátora na výuku a implementovaného kurikula-2 jako osvojeného obsahu výuky studentem-edukantem) nebyl především učitel, nýbrž učebnice (Pasch a kol., 2005, [4])

- tvůrci používaných učebnic (jako obrazu projektového kurikula) vycházeli z neúplně strukturované podoby soustavy učiva didaktického systému fyziky (tj. z neúplně strukturovaného zamýšleného kurikula)

c5) Důsledek odlišnosti obou kurikulů: Adresát fyzikální edukace získá nestrukturovaný inventář poznatků o hmotném bodu, tuhém tělese, kapalinách a plynech. Pro tento případ osvojení je typické nepochopení struktury mechaniky pro 1.ročník gymnázia jako celku, vytěsnění nestrukturované soustavy znalostí o mechanice z dlouhodobé paměti (F.K.Newman, 1991, [13], M.Pasch a kol., 2005, [4]) a redukce implementovaného kurikula-2 na několik dílčích poznatků.

Literatura ke 4. kapitole

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007)Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktik
- [3] Průcha,J (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [4] Pasch,M., Gardner,T.G., Langer,G.M., Stark,A.J., Moody,C.D.(1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [5] Šimoník,O., Škrabánková,J. (2006) Model of Logical Structure of the Educational Process. In: Tarábek,P., Záškodný,P.: Modern Tendencies in Textbook Creation. Frankfurt a.M, Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [6] Ferko,P. (1988) Základy didaktiky fyziky. Bratislava: SPN
- [7] Svoboda,E., Kolářová,R. (2006) Didaktika fyziky základní a střední školy. Vybrané kapitoly. Praha: Nakladatelství Karolinum
- [8] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communications-Progression. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [9] Bruner,J.E. (1960) The Process of Education. Cambridge: Harvard University
- [10] Bloom,B. (1956) Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I: Cognitive Domain. White Plains, New York: Longman
- [11] Carroll,J. (1963) A Model of School Learning. Teachers College Record. 64 (723-733)
- [12] Sternberg,R. (1985) Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence. New York: Cambridge University Press

- [13] Gardner,H. (1983) Frames of Mind. New York: Basic Book
- [14] Gregorc,A. (1982) An Adult's Guide to Style. Maynard,MA: Gabriel
- [15] Newmann,F.K. (1991) Linking Restructuring to Authentic Student Achievement. PhiDelta Kappan. 41 (463)
- [16] Hill,G. (2004) Moderní psychologie. Praha: Portál
- [17] McVittie,J. (2007a) Advanced Methods for Teaching Science in Secondary School.
www.usask.ca/education/coursework/mcvittiej/method.html. University of Saskatchewan
- [18] Newmann,F.K., Wehlege,G.G. (1993) Five Standards of Authentic Instruction (p.8-12). Educational Leadership. 50 (7)
- [19] Mandl,H., Levin,J.R. (1989) Knowledge Acquisition from Text and Pictures. Amsterodam: North-Holland
- [20] Taba,H. (1967) Teacher's Handbook for Elementary School. Social Studies: Reading. MA: Addison-Wesley
- [21] Stallings,J.A., Needels,M., Stayrook,N. (1979) How to Change the Process of Teaching. Basic Reading Skills in Secondary Schools. Final Report for National Institute of Education. Menlo Park,CA: SRI International
- [22] Maňák,J. (1994) Návys didaktiky. Brno: Masarykova univerzita
- [23] Tarábek,P. et.al. (2004) Odmaturuj z fyziky. Brno: Didaktis
- [24] Bednařík,M., Šíroká,M. (1993, 2000) Mechanika. Fyzika pro gymnázia. Praha: Prometheus

5. Trvalá složka vzdělání z oblasti fyziky, aplikovatelné výstupy výuky fyziky a tvorba dosaženého kurikula

Assoc.Prof. Přemysl Záškodný, Ph.D.

College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Klíčová slova: Dosažené kurikulum jako výsledek transformace T5, Analyticko-syntetické modelování jako vhodná metoda při konstrukci a vyjadřování dosaženého kurikula, Možné podoby dosaženého kurikula dané mírou potřebné aplikace osvojených obsahů, **Ilustrace:** možná podoba dosaženého kurikula klasické mechaniky při aplikaci (při efektech edukace) mimo fyziku, **Ilustrace:** možná podoba dosaženého kurikula při aplikaci (při efektech edukace) ve fyzice, Zapojení dalších věd ze skupiny sociálních věd při zkoumání dosaženého kurikula, **Rešerše** dosaženého kurikula v literatuře

Key words: Attained curriculum as result of transformation T5, Analytical synthetic modeling as acceptable method in the course of construction and representation of attained curriculum, Attained curriculum possible shapes given by the measure of needed application of acquired contents, **Illustration:** possible shape of attained curriculum of classical mechanics in the course of application (in the course of education effects) out of physics, **Illustration:** possible shape of attained curriculum in the course of application (in the course of education effects) in physics, Participation of additional sciences from group of social sciences in the course of investigation of attained curriculum, **Recherché** of attained curriculum in publications

Abstract of the 5. chapter “Permanent Component of Education from Physics Area, Applied Outputs of Physical Schooling and Creation of Attained Curriculum”

V 5. kapitole je popsána konstrukce a vyjadřování dosaženého kurikula. Je zde připomenuto, že trvalá složka vzdělání z oblasti fyziky, její aplikace a tvorba dosaženého kurikula jako edukačního konstruktů jsou důsledkem transformace T5 didaktické komunikace fyziky. Po uvedení přehledu potřebných poznatků a dostupných metod je proveden výběr vhodných metod pro konstrukci a vyjadřování dosaženého kurikula.

In the 5. chapter the construction and representation of projected curriculum and implemented curriculum-1 are described. Here is reminded the permanent component of education from physics area and creation of attained curriculum as educational construct are result of transformation T5 of didactic communication of physics. After presentation of survey of needed pieces of knowledge and approachable methods the selection of acceptable methods for construction and representation of attained curriculum is carried out.

Na otázky spojené s tvorbou dosaženého kurikula jako edukačního konstruktů byla hledána odpověď nejen pomocí dvou obvyklých přehledů kognitivně strukturálních metod jako výrazu druhého rysu strukturální koncepce didaktiky fyziky („strukturace předávání fyzikálního poznání“) a třetího rysu strukturální koncepce didaktiky fyziky („strukturace podoby předávání fyzikálního poznání“), ale měly by být také zapojeny další vědy ze skupiny sociálních věd, kam spadá rovněž edukační věda a s ní spolupracující didaktika fyziky (physics education) a případně i oborová didaktika skupiny přírodovědních předmětů (science education).

On the questions associated with creation of attained curriculum as educational construct the answer will be searched not only with the help of two usual surveys of cognitive structural methods as expression of the second feature of physics education structural conception (“structuring the transfer of physical knowledge”) and of the third feature of physics education structural conception (“structuring the shape of transfer of physical knowledge”) but also the additional sciences from the group of social sciences where is likewise belonging the educational science and with its collaborating physics education and eventually also science education.

V 5. kapitole byly v případě zkoumání konstrukce a vyjadřování dosaženého kurikula jen naznačeny možné podoby dosaženého kurikula **při aplikaci (při efektech edukace) mimo fyziku a při aplikaci (při efektech edukace) v oblasti fyziky** (např. při možnosti zpětného vstoupení do transformace T1 vedoucí od vědeckého systému fyziky k vědeckému systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti, tj. ke konceptuálnímu kurikulu).

In the 5. chapter the possible shapes of attained curriculum were, in the case of investigation of construction and representation of attained curriculum, only indicated **in the course of application (in the course of education effects) out of physics and in the course of application (in the course of education effects) in physics area.**

Možné podoby dosaženého kurikula jsou v podstatě dány mírou potřebné aplikace osvojených obsahů. Tato míra se liší z hlediska aplikace mimo fyziku a z hlediska aplikace ve fyzice. Podle odlišnosti této míry byly zkoumány možné podoby dosaženého kurikula a při modelování možných podob dosaženého kurikula bylo používáno analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury.

The possible shapes of attained curriculum are given in principle by the measure of needed application of acquired contents. This measure is differing in light of application out of physics and in light of application in physics. According to difference of this measure the possible shapes of attained curriculum were explored and in the course of modeling the attained curriculum possible shapes the analytical synthetic modeling cognitive structure was used.

5.kapitola nejdříve uvádí analyticko syntetický model kognitivní struktury dosaženého kurikula klasické mechaniky jako složky všeobecného středoškolského vzdělání. Je uplatněno hledisko „aplikace mimo fyziku“. Analyticko syntetický model je modelem užitečným pro adresáta fyzikální edukace, který má zájem používat dosažený edukační konstrukt buď již v praktickém životě, nebo např. v rámci následného vysokoškolského studia, kde fyzika nehraje roli ani základu studijního programu, ani potřebné doplňující disciplíny.

The 5.chapter the analytical synthetic model of cognitive structure of classical mechanics attained curriculum as component of general secondary schools education presents primarily. It is applied the aspect of “application out of physics”. The analytical synthetic model is model useful for an addressee of physical schooling who takes concern to use the attained educational construct either already in practical life or, for example, within following university study where the physics does not play the role neither base of study program nor needed complete discipline.

Dosažené kurikulum vyjádřené tímto analyticko syntetickým modelem se liší od zamýšleného kurikula „Mechaniky pro 1. ročník gymnázia. Odlišnost není odlišností strukturální (obě kurikula mají v podstatě stejnou funkci struktury), nýbrž je odlišností danou mírou potřebné aplikace. Míra potřebné aplikace rozhoduje o podobě dosaženého kurikula. Ani zjednodušení vycházející z míry potřebné aplikace by však nemělo znamenat změnu funkce kognitivní struktury znázorněné analyticko syntetickým modelem.

The attained curriculum expressed by this analytical synthetic model differs from the intended curriculum of “Mechanics for 1. grade of gymnasium. The difference is not by structural difference (both curriculums have got in principle the same function of structure) but it is the difference given by the measure of needed application. The measure of needed application decides about the shape of attained curriculum. Not even the simplification starting from the measure of needed application should not however mark the change of function of cognitive structure represented by analytical synthetic model.

Na model spojený s „aplikací mimo fyziku“ navazuje **5.kapitola** analyticko-syntetickým modelem spojeným s „aplikací ve fyzice“. Na příkladě odborné práce z oblasti aplikace lagrangeovského formalismu ukazuje, že v tomto případě by se dosaženým kurikulem v oblasti klasické mechaniky mělo stát osvojené konceptuální kurikulum.

Up to model associated with “application out of physics” **the 5.chapter** connects by analytical synthetic model associated with “application in physics”. On an example of the expert work from the area of application of lagrangian formalism it shows in this case the acquired conceptual curriculum (see the 6.chapter) should become by attained curriculum in the area of classical mechanics.

5.kapitola je uzavřena stručnou rešerší variantní formy „dosažené kurikulum“ v literatuře.

The 5. chapter is closed by brief recherche of variant form of “attained curriculum” in publications.

OBSAH

5.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

5.2. Ilustrace tvorby dosaženého kurikula

5.2.1. Možná podoba dosaženého kurikula při aplikaci mimo fyziku

5.2.2. Možná podoba dosaženého kurikula při aplikaci ve fyzice

5.3. Variantní forma “dosažené kurikulum” v literatuře

Literatura k 5.kapitole

5.1. Přehled potřebných poznatků a výběr metod

Trvalá složka vzdělání z oblasti fyziky, její aplikace a tvorba dosaženého kurikula jako edukačního konstrukturu jsou důsledkem transformace T5 didaktické komunikace fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.71-72). Tuto pátou transformaci lze na základě kurikulárního procesu fyziky (P.Záškodný, 2007, [1], s.77) stručně popsat následujícím způsobem:

Transformace T5 Výstupy výuky fyziky → Aplikovatelné výstupy výuky fyziky

Variantní forma kurikula a její tvorba Dosažené kurikulum a jeho zjištění a zobrazení jako výsledek transformace T5

Na otázky spojené s tvorbou dosaženého kurikula jako edukačního konstrukturu

- **Jak vytvářet, vyjadřovat a zobrazovat výstupy transformace T5?**
- **Jak zjišťovat, zobrazovat a hodnotit aplikabilitu osvojených fyzikálních poznatků, aby bylo zjištěno a popsáno dosažené kurikulum?**

bude hledána odpověď nejen pomocí kognitivně strukturních metod (hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromatické modelování kognitivní struktury podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.89-97, trojúhelníkové a úrovněvé modelování struktury pojmu podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.98-101), ale měly by být také zapojeny další vědy ze skupiny sociálních věd, kam podle J.Průchy, 2005, [3] spadá rovněž edukační věda a s ní spolupracující didaktika fyziky. Jejich výběr pro tvorbu dosaženého kurikula (podle P.Záškodného, 2007a, [2], s.101-103) a jeho širšího sociálního rámce je následující:

Variantní forma – dosažené kurikulum

- **Analyticko-syntetické modelování** (viz P.Záškodný, 2007a, [2], s.90-91)

Širší sociální rámec zkoumání aplikovatelných výstupů a efektů fyzikální edukace

- **Zapojení dalších věd ze skupiny sociálních věd**

Zdůvodnění výběru metod k tvorbě dosaženého kurikula a tím i ke konstrukci a vyjadřování aplikovatelných výstupů fyzikální edukace systému fyziky lze nalézt v dřívějších pracích, např. D.M.Windhama (1988, [4]), J.Průchy (2005, [3]). Z hlediska zobrazování výstupů ze všech transformací didaktické komunikace fyziky (tedy i transformace T5) se podle některých prací, např. P.Tarábka, P.Záškodného (2007a, [5]), ukazuje jako velmi užitečné analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury.

V případě zkoumání konstrukce a vyjadřování dosaženého kurikula budou jen naznačeny možné podoby dosaženého kurikula **při aplikaci mimo fyziku a při aplikaci v oblasti fyziky** (např. při možnosti zpětného vstoupení do transformace T1 vedoucí od vědeckého systému fyziky ke sdělitelnému vědeckému systému fyziky, tj. ke konceptuálnímu kurikulu). Někteří autoři (Brockmeyerová, Tarábek, 2007, Adamčíková, Tarábek, Záškodný, 2007, [6, 7]) z hlediska zkoumání aplikovatelných výstupů fyzikální edukace a efektů fyzikální edukace hovoří o dvou odlišných transformacích fyzikálního poznatku.

Možné podoby dosaženého kurikula jsou v podstatě dány mírou potřebné aplikace osvojených obsahů. Tato míra se liší z hlediska aplikace mimo fyziku a z hlediska aplikace ve fyzice. Podle odlišnosti této míry budou zkoumány možné podoby dosaženého kurikula a při modelování možných podob dosaženého kurikula bude používáno analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury.

5.2. Ilustrace tvorby dosaženého kurikula

5.2.1. Možná podoba dosaženého kurikula klasické mechaniky při aplikaci mimo fyziku

Obrázek Obr.11 je analyticko-syntetickým modelem možné podoby dosaženého kurikula klasické mechaniky adresáta středoškolské fyzikální edukace, který má zájem používat dosažený edukační konstrukt jako složku středoškolského všeobecného vzdělání. Buď již v praktickém životě, nebo např. v rámci následného vysokoškolského studia, kde fyzika nehraje roli ani základu studijního programu, ani potřebné doplňující disciplíny.

Dosažené kurikulum klasické mechaniky vyjádřené analyticko-syntetickým modelem na Obr.11 se liší od zamýšleného kurikula klasické mechaniky na obrázcích Obr.5 až Obr.7. Odlišnost není odlišností strukturální (obě kurikula mají v podstatě stejnou funkci struktury), nýbrž je odlišností danou mírou potřebné aplikace. Míra potřebné aplikace rozhoduje o podobě dosaženého kurikula.

Ani zjednodušení vycházející z míry potřebné aplikace by však nemělo znamenat změnu funkce kognitivní struktury znázorněné analyticko-syntetickým modelem. V oblasti hodnocení výsledků fyzikální edukace v oblasti klasické mechaniky (implementované kurikulum-2) jako výstupu transformace T4 získaného výukovým procesem fyziky by se tato funkce neměla příliš odlišovat od funkce didaktického systému v téže oblasti (zamýšlené kurikulum) jako výstupu transformace T2.

Takto “univerzálně” pojatá funkce kognitivní struktury implementovaného kurikula-2 byla pro klasickou mechaniku spojena v kapitole 4.4.1. s promítnutím tří osvojených obsahů

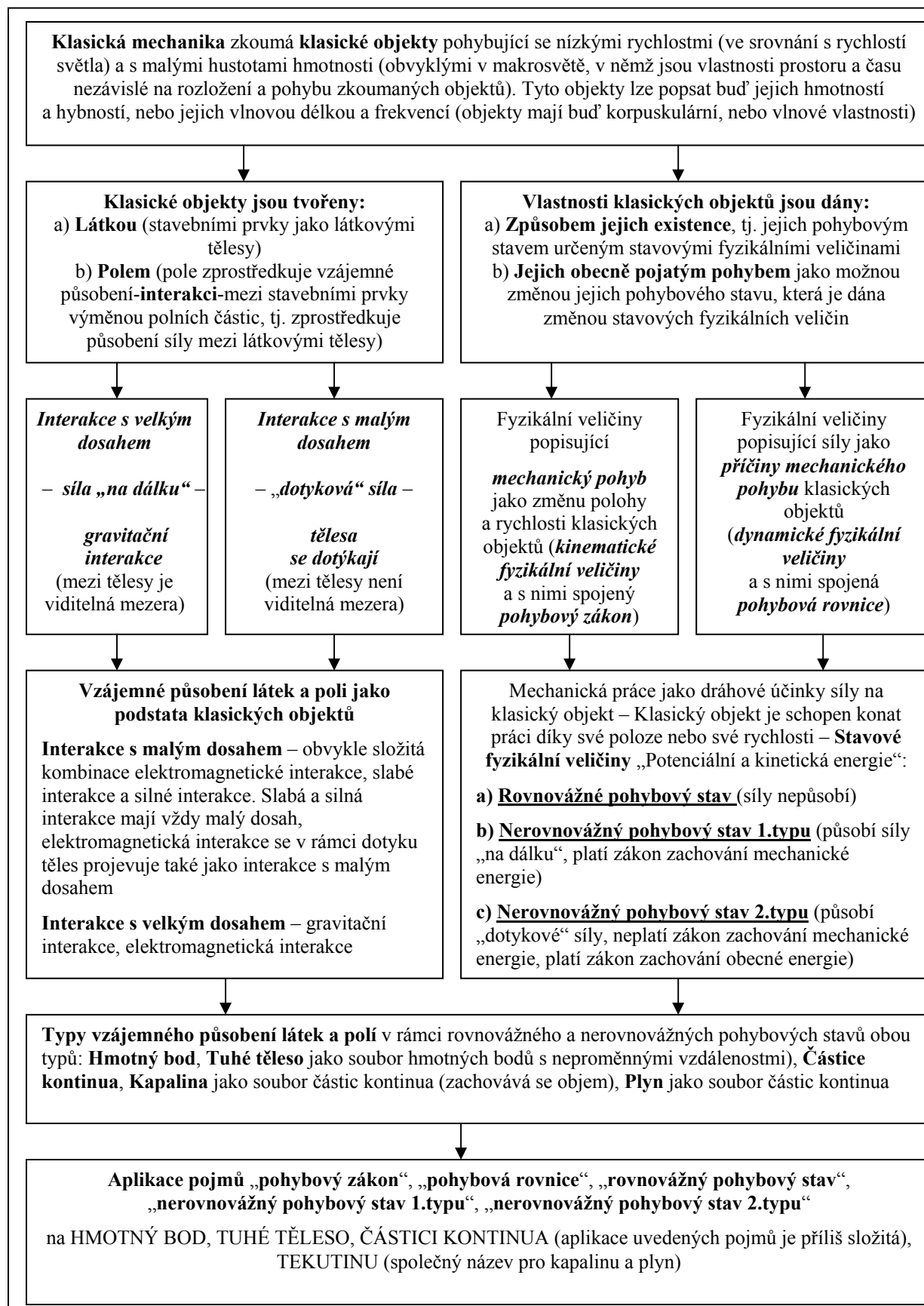
- a1) Pohybový zákon, pohybová rovnice,
- a2) Možnosti silového působení: síly nepůsobí, působí síly „na dálku“, působí síly „dotykové“,
- a3) Rovnovážný pohybový stav a dva typy nerovnovážných pohybových stavů

na zkoumání jednotlivých typů makroobjektů klasické mechaniky:

- a4) Typologie makroobjektů: Hmotný bod, tuhé těleso, částice kontinua (kapalina, plyn jako soubory částic kontinua)
- a5) Aplikace a1), a2) a a3) na hmotný bod
- a6) Aplikace a1), a2) a a3) na tuhé těleso
- a7) Aplikace a1), a2) a a3) na částici kontinua

Analyticko-syntetický model dosaženého kurikula klasické mechaniky na Obr.11 demonstruje, že funkce struktury popsána v kapitole 4.4.1. jako promítnutí osvojených obsahů a1), a2) a a3) na zkoumání jednotlivých typů makroobjektů klasické mechaniky (hmotného bodu, tuhé tělesa a částice kontinua) nebyla ani zmenšenou mírou potřebné aplikace narušena. Funkce struktury zamýšleného kurikula klasické mechaniky (obrázky Obr.5 až Obr.7) odpovídá funkci struktury dosaženého kurikula klasické mechaniky (obrázek Obr.11).

Obr. 11 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury dosaženého kurikula klasické mechaniky jako složky všeobecného středoškolského vzdělání



5.2.2. Možná podoba dosaženého kurikula klasické mechaniky při aplikaci ve fyzice

Následující ilustrace možné podoby dosaženého kurikula představuje dosažené kurikulum adresáta fyzikální edukace, který má zájem používat dosažený edukační konstrukt v rámci následného vysokoškolského studia, kde fyzika hraje roli alespoň potřebné doplňující disciplíny. Podle R.Duškové (2007, 2008, „Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field“, [8]) je při aplikaci lagrangeovského formalismu na pohyb nabitých částic v homogenním magnetickém poli (v rámci vysokoškolského studia, v němž fyzika hraje podstatnou roli při pochopení podstaty a použití kruhových urychlovačů v radiologii) zapotřebí vycházet z teorie kurikula, především pak z konceptuálního kurikula fyziky (viz obrázky Obr.1 a Obr.2) a rovněž ze zamýšleného kurikula v oblasti pohybu nabitých částic v magnetickém poli („presented paper is issuing from theory of curriculum, above all from conceptual curriculum and intended curriculum in the area of movement of charged particles in magnetic field“).

R.Dušková (2007, 2008, [8]) uvádí následující vztahy (v angličtině) mezi variantními formami kurikula a transformacemi T1 až T5 didaktické (vzdělávací) komunikace fyziky (viz také P.Procházka, P.Záškodný, 2007, [9]):

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application. (**Attained Curriculum**)

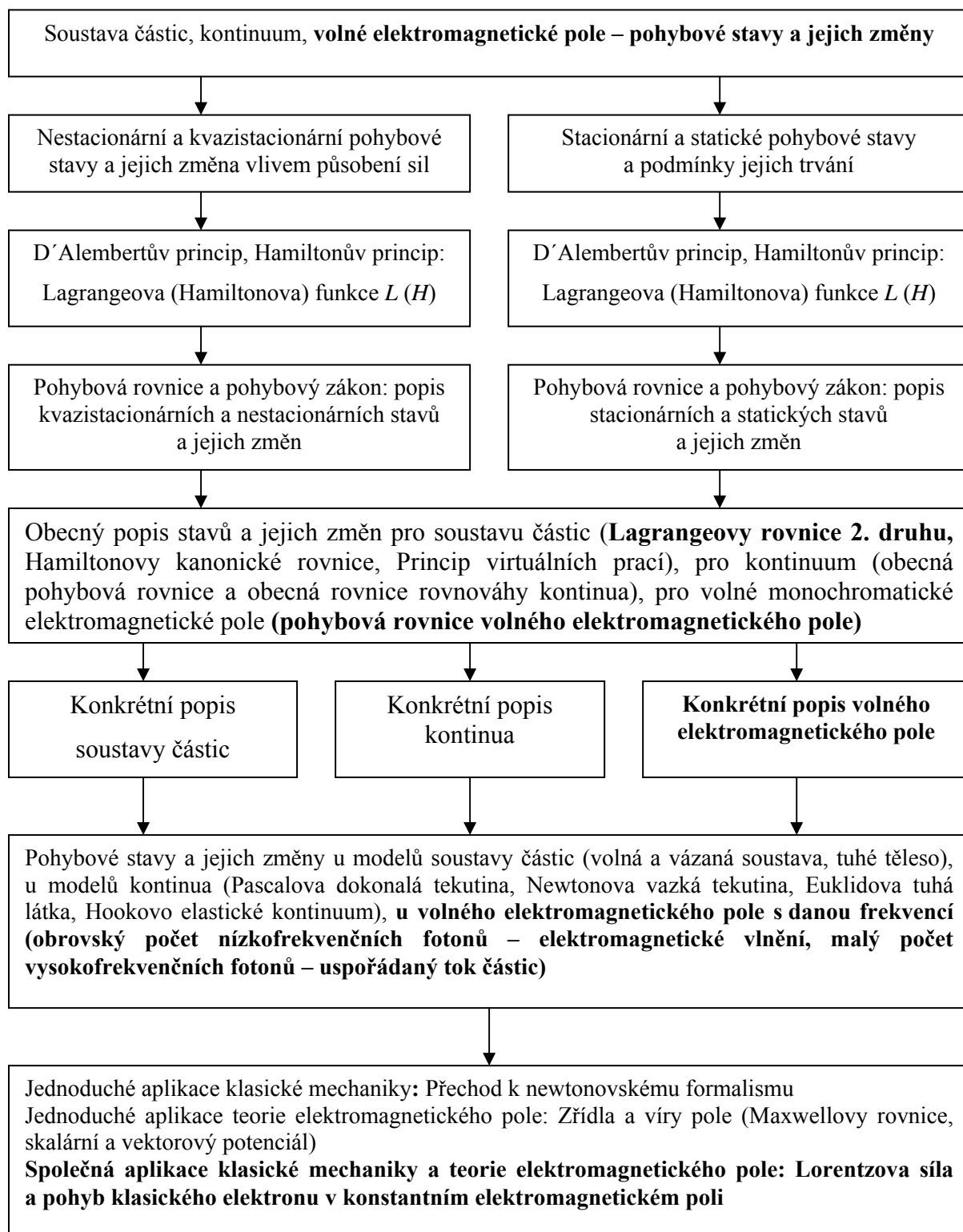
Svou práci pak R.Dušková (2007, 2008, [92]) zařazuje následujícím způsobem:

„Presented paper is possible to classify into area of **Conceptual Curriculum** (model of physics structure and model of classical non-statistical physics) and **Intended Curriculum** (the movement of classical particle in magnetic field). These parts of theory of curriculum will be investigated from the point of view of the movement of classical charged particle in magnetic field“.

Je pravděpodobné, že pro R.Duškovou (2007, 2008, [8]) se dosaženým kurikulem stalo osvojené konceptuální kurikulum (Obr.1, Obr.2).

Na obrázku Obr.12 je toto dosažené kurikulum popsáno vyznačením tučnými písmeny v obrázku Obr.2 a popsáno z hlediska lagrangeovského a hamiltonovského formalismu pro elektromagnetické pole.

Obr.12: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury dosaženého kurikula v oblasti klasických aplikací elektromagnetického pole (tučně vyznačené části)



Popis modelu dosaženého kurikula na Obr.12 (viz tučně vyznačené části obrázku) – **lagrangeovský a hamiltonovský formalismus obsahuje pro elektromagnetické pole následující kroky:**

- Nalezení pohybových rovnic náboje v elektromagnetickém poli (většinou Lagrangeovy rovnice druhého druhu, použita Lagrangeova funkce náboje v elektromagnetickém poli),
- Úprava pohybových rovnic a nalezení vztahu pro Lorentzovu sílu (včetně zavedení intenzity elektrického pole a magnetické indukce magnetického pole),
- Po vyřešení pohybu náboje v konstantním elektromagnetickém poli (konstantní pole nezávisí na čase) lze jako vedlejší produkt vymezit první dvě rovnice elektromagnetického pole (první dvojice Maxwellových rovnic pro víry elektrického pole a zřídla magnetického pole),
- Zapsání Hamiltonova principu (principu nejmenšího účinku jako základní úlohy variačního počtu) pro elektromagnetické pole,
- Nalezení třetí a čtvrté rovnice elektromagnetického pole (druhé dvojice Maxwellových rovnic pro víry magnetického pole a zřídla elektrického pole),
- Potvrzení existence elektromagnetických vln v prostředích bez volných nábojů (ve vakuu, v dielektriku) odvozením vlnové rovnice elektromagnetického vlnění.

Mírou aplikace dosaženého kurikula na Obr.12 bylo vytvoření zamýšleného kurikula v oblasti použití kruhových urychlovačů v radiologii (na příkladu klasického protonu). Náplní práce R.Duškové (2007, 2008, [8]) se stal popis vytvořeného zamýšleného kurikula v oblasti pohybu klasické částice (na příkladu klasického protonu) v magnetickém poli. **Vytvořené zamýšlené kurikulum obsahovalo tyto strukturální roviny:**

- a) Nalezení tvaru Lagrangeovy funkce
- b) Nalezení tvarů Lagrangeových rovnic druhého druhu
- c) Nalezení pohybového zákona pro klasický proton
- d) Nalezení tvaru dráhy klasického protonu
- e) Zapsání rezonanční podmínky pro cyklotron použitý pro urychlování klasického protonu

Obsah jednotlivých strukturálních rovin zamýšleného kurikula lze zjednodušeně popsat následujícím způsobem:

a) Nalezení tvaru Lagrangeovy funkce

Pro homogenní magnetické pole $\vec{B} (0,0,B)$ nalezení tvaru Lagrangeovy funkce

$$L = \frac{1}{2} m v^2 + Q \vec{E} \vec{r} + \frac{Q}{2} \vec{B} (\vec{r} \times \vec{v}).$$

Výsledek

Hledaný tvar Lagrangeovy funkce je $L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + \frac{Q}{2} B (x\dot{y} - \dot{x}y)$

b) Nalezení tvarů Lagrangeových rovnic druhého druhu

Pro homogenní magnetické pole $\vec{B} (0,0,B)$ a jeho Lagrangeovu funkci

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + \frac{Q}{2} B (x\dot{y} - \dot{x}y) \text{ je nalezení tvarů Lagrangeových rovnic}$$

spojeno s dosazením L do tvaru $\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial L}{\partial q_j} = 0$.

Výsledek

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(m\dot{x} - \frac{Q}{2} B y \right) - \frac{Q}{2} B \dot{y} = 0 \Rightarrow m\ddot{x} - Q B \dot{y} = 0 \Rightarrow \ddot{x} = \omega \dot{y}, \omega = \frac{QB}{m}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} - \frac{\partial L}{\partial y} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(m\dot{y} + \frac{Q}{2} Bx \right) + \frac{Q}{2} B\dot{x} = 0 \Rightarrow m\ddot{y} + QB\dot{x} = 0 \Rightarrow \ddot{y} = -\omega\dot{x}, \omega = \frac{QB}{m}$$

Tvary hledaných pohybových rovnic jsou $\ddot{x} = \omega\dot{y}$, $\ddot{y} = -\omega\dot{x}$, $\ddot{z} = 0$.

c) Nalezení pohybového zákona pro klasický proton

Pro homogenní magnetické pole $\vec{B} (0,0,B)$ a jeho Lagrangeovy rovnice 2. druhu

$$\ddot{x} = \omega\dot{y}, \ddot{y} = -\omega\dot{x}, \omega = \frac{QB}{m} \text{ nalezení pohybového zákona pro klasický proton}$$

s nábojem $Q = e$. Počáteční podmínky jsou $\vec{r} = \vec{r}(0,0,0)$, $\vec{v} = \vec{v}(0, v_0, 0)$.

Výsledek

$$\text{Pohybový zákon má tvar } \vec{r} = \left(-\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega} \right) \vec{i} + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \vec{j} + 0 \vec{k}.$$

d) Nalezení tvaru dráhy klasického protonu, Rezonanční podmínka

Pohybový zákon pro klasický proton s počátečními podmínkami

$\vec{r} = \vec{r}(0,0,0)$, $\vec{v} = \vec{v}(0, v_0, 0)$ má v homogenním magnetickém poli $\vec{B} (0,0,B)$

$$\text{tvar } \vec{r} = \left(-\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega} \right) \vec{i} + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \vec{j} + 0 \vec{k}, \text{ kde } \omega = \frac{QB}{m}.$$

Nalezení tvaru dráhy protonu a zapsání rezonanční podmínku

pro případný cyklotron použitý k urychlování protonu.

Výsledek 1

$$\text{Dráhou protonu je kružnice se středem } S \left[\frac{v_0}{\omega}, 0 \right] \text{ a s poloměrem } r = \frac{v_0}{\omega}$$

Výsledek 2

Úhlová frekvence oběhu po kružnici je $\omega = \frac{QB}{m}$, frekvence $\nu = \frac{QB}{2\pi m}$. Střídavé napětí na duantech cyklotronu by mělo splňovat uvedenou rezonanční podmínku.

Vytvořením zamýšleného kurikula se strukturálními rovinami a), b), c), d) byl v práci R.Duškové (2007, 2008, [8]) realizován zpětný vstup do transformace T1 – od vědeckého systému fyziky ke sdělitelné podobě tohoto vědeckého systému. Potřebná míra aplikace dosaženého kurikula (osvojeného konceptuálního kurikula) byla natolik vysoká, aby autorce práce umožnila dosáhnout nových výsledků v rámci transformace T1.

5.3. Variantní forma „dosažené kurikulum“ v literatuře

O potřebnosti zkoumání dosaženého kurikula jako způsobu zkoumání uplatnění nejen fyzikálního vzdělání a o užitečnosti kognitivně strukturních metod při modelování struktury dosaženého kurikula svědčí následující postřehy z odborné literatury (tučně jsou uváděny vazby na variantní formy kurikula a na metody konstrukce a vyjadřování těchto variantních forem):

- Výstupy školní edukace (model edukační produkce – educational production – **vazba na dosažené kurikulum**):

Výsledky edukace (charakteristiky, které vznikají na straně vzdělávajících se subjektů působením určitých kurikulárních obsahů – **vazba na implementované kurikulum-2** jako na výsledky v podobě kognitivních vlastností, kognitivně-motorických vlastností a kognitivně-afektivních vlastností)

- Efekty edukace

D.M.Windham (1988, [4]), J.Průcha (2005, [3])

- Efekty edukace jsou nepřímé důsledky interakce mezi vzdělávacími výsledky a sociálním prostředím (**dosažené kurikulum**)

D.M.Windham (1988, [4])

- Efekty edukace jsou důsledky či účinky vyvolávané u jedinců a celé společnosti působením výsledků edukace – lidé se začleňují do různých profesních skupin, mají hodnoty, na které se v životě orientují. Efekty edukace mají na rozdíl od výsledků edukace a) dlouhodobý charakter, někdy i celoživotní trvání (**dosažené kurikulum**), b) lze je mnohem obtížněji exaktně měřit a zjišťovat (**možná použitelnost kognitivně strukturních metod**)

D.M.Windham (1988, [4]), J.Průcha (2005, [3])

- Vzdělávací výsledky nejen jako osvojené vědomosti a dovednosti samy o sobě (learning outcomes), ale i jejich aplikace, tj. jak subjekty dokáží využívat vědomosti a dovednosti v reálných životních situacích (evaluační projekt OECD zvaný PISA) – vyhodnocování by mělo probíhat na několika úrovních (**různé úrovně dosaženého kurikula**): aplikabilita vzdělávacích výsledků u žáků, tříd a škol, aplikabilita vzdělávacích výsledků dosahovaných národní školskou soustavou, aplikabilita vzdělávacích výsledků zemí hodnocená v mezinárodní komparaci

J.Průcha (2005, [3])

Literatura k 5. kapitole

- [1] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný,P. (2007)Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktik
- [3] Průcha,J (2005) Moderní pedagogika. Praha: Portál
- [4] Windham,D.M. (1988) Effectiveness Indicators in the Economic Analysis of Educational Activities. International Journal of Educational Research. 12 (6)
- [5] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communications. Frankfurt a.M., Bratislava: Educational Publisher Didaktik
- [6] Fenclová-Brockmeyerová,J., Tarábek,P.(2007) Teoretická koncepce didaktiky fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory. Bratislava: Didaktik
- [7] Adamčíková,V., Tarábek,P., Záškodný,P. (2007) Didactic Phases of Concept-Knowledge Systems in Process of Didactic Communication. In: [5]
- [8] Dušková,R. (2007) Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3. - Applications. Bratislava: Didaktis
- [93] Procházka,P., Záškodný,P. (2007) Analytical-Synthetic Modeling of Problem Solving. In: Tarabek,P., Zaskodny,P.: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3. – Applications. Bratislava: Didaktis