

**Vzdelávacia  
a  
didaktická komunikácia  
2008**

**Educational  
&  
Didactic Communication 2008**



**didaktis**

**Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2008**  
**Educational & Didactic Communication 2008**



**Profesorka RNDr. Jitka Brockmeyerová, CSc.**

**Praha, 28. mája 2009**

**Autorka komunikačnej koncepcie didaktiky  
fyziky**

## Summary

The monograph Educational & Didactic Communication 2008 is a follow-up to earlier ones oriented to the development of didactic communication of physics and science based on the Brockmeyer's communicative conception of physics and science education theory.

The communicative conception of science education was described by the didactic communication of physics/science (Brockmeyerová) and by the curriculum process (Průcha, Záškodný). The both conceptions were in 2008 integrated.

Monografia „Educational & Didactic Communication 2007“ nadväzuje na predchádzajúce monografie P. Tarábka a P. Záškodného zamerané na rozvíjanie komunikačnej koncepcie didaktiky fyziky profesorky Brockmeyerovej ako aj komunikačnej koncepcie ďalších odborových didaktík.

Komunikačná koncepcia odborových didaktík zahŕňa nielen didaktickú komunikáciu prírodovedných predmetov a ekonomiky ako postupnosť didaktických transformácií ale aj kurikulárny proces ako líniu variantných foriem kurikula podľa profesora Průchu, ktoré sú prepojené kurikulárnymi transformáciami, pričom obe koncepcie boli v roku 2008 integrované.

## Content - Obsah

1. Kurikulární proces fyziky - Curricular Process of Physics (Transformace obsahu vzdělávání ve fyzice. Autor: P. Záškodný -----	3
2. Curricular Process of Physics. Authors: P. Záškodný, P. Procházka -----	32
3. Komunikačná koncepcia odborových didaktík. Autori: V. Adamčíková, P. Tarábek -----	38
4. Triangular Model of the Cognitive Architecture of Common and Scientific Concepts. Author: P. Tarábek -----	52
5. How to Construct and Represent Variant Forms of Curriculum. Author: P. Záškodný -----	84
6. Kurikulum v komunikační koncepci oborových didaktík. Autor: P. Tarábek -----	98
7. Classing Chemistry with a Scientific System – Reflection in the Curriculum Documents. Author: J. Škrabánková -----	106
8. Struktura kurikulárního procesu z pohledu jeho účastníků. Autor: P. Procházka -----	115
9. Altruistic Motivation, Empathy, and Affiliation. Authors: Z. Mlčák, H. Záškodná -----	123
10. Vývoj fyzikálního vzdělávání na střední škole. Autor: O. Lepil -----	135
11. Curricular Process of Physics – PowerPoint Presentation. Authors: M. Hudek, P. Záškodný -----	136
12. Komunikačná koncepcia odborových didaktík a reforma školstva. Autori: V. Adamčíková, M. Hudek, P. Tarábek -----	137
13. Report Regarding Knowledge Discovery: Curricular Process of Physics as a Result of Data Mining in Education. Authors: P. Procházka, P. Záškodný -----	146
14. Původ termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“. Autor: P. Záškodný -----	152
15. Education and a System of Care for Drug Using Women and Mothers in the Czech Republic and in Denmark. Author: B. Žižková -----	166
16. Vývoj fyzikálního vzdělávání na střední škole. Autor: O. Lepil -----	172
17. Curricular Process of Physics – PowerPoint Presentation. Authors: M. Hudek, P. Záškodný -----	189

Názov: Educational & Didactic Communication 2008 – Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2008

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

Rok vydania: 2008

© 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., Vysoká škola ekonomická, Praha, Česká republika  
Prof. Ing. Vladimír Novák, CSc., Vysoká škola finační a správní, Praha, Česká republika

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 reprodukciami bez písomného súhlasu majiteľa práv.

ISBN 978-80-89160-62-4

# Kurikulární proces fyziky - Curricular Process of Physics

## Transformace obsahu vzdělávání ve fyzice

Author: Přemysl Záškodný

University of South Bohemia, Institute of Applied Economical Studies, Czech Republic  
[pzaskodny@yahoo.com](mailto:pzaskodny@yahoo.com).

Tento příspěvek prezentuje metody transformace obsahu vzdělávání ve fyzice, jenž vytvoří podmínky pro kultivaci „expertních“ znalostí (znalostí s porozuměním a aplikační kvalitou) ve smyslu článku Carla Wiemana WHY NOT TRY A SCIENTIFIC APPROACH TO SCIENCE EDUCATION?, [www.cwsei.ubc.ca](http://www.cwsei.ubc.ca). Carl Wieman je nositel Nobelovy ceny za fyziku v r. 2001 (kondenzát degenерованého Boseho plynu vytvořený z par alkalických kovů) a ředitel CWSEI (Carl Wieman Science Education Initiative) na univerzitě v Britské Kolumbii, Kanada.

## Obsah příspěvku

1. Cíl příspěvku a způsob jeho naplňování
2. Didaktická komunikace fyziky
3. Výběr variantních forem kurikula
4. Definice kurikulárního procesu fyziky
5. Splnění cíle příspěvku
6. Diskuse a přehled výsledků příspěvku

**Dodatek 1** Struktura variantní formy kurikula – Cesta k matematickému modelování

**Dodatek 2** Metody modelování variantních forem kurikula

**Dodatek 3** Strukturální koncepce didaktiky fyziky

**Dodatek 4** Proces tvorby učebnice a možné výsledky jejího užívání (mechanika)

**Dodatek 5** Původ pojmů “Kurikulární proces” a “Variantní forma kurikula”

## Abstract

This contribution is a scientific dissertation about the comparison the results of transformations of physics knowledge piece with variant forms of curriculum existence. Organized sequence of physics knowledge piece transformations is the expression educational communication of physics, organized sequence of curriculum variant forms is the expression of curricular process.

The main aim was to verify the idea that the results of transformations (inputs and outputs of each transformation) of the physics knowledge piece can be identified with variant forms of curriculum. There was a special state of subject education and physics education investigation leading to the formulation of this idea. The communicative conception of physics education as an order of physics knowledge piece transformations was defined in the Czech-Slovak conception (and maybe also in conjunction with continental Europe). Also the interdisciplinary cooperation with physics science was pointed out. On the other hand, several forms of content of education existence were described in Anglo-American conception. Thus the interdisciplinary collaboration with educational science was pointed out.

The “assimilation” of physics education with physics in European conception on one side and the “assimilation” of physics education with educational science in Anglo-American conception on the second side led to the special phenomena: Anglo-American research quitted to use the concept “physics education” and European research quitted to use the concept “physics didactics”.

## Key Words

Curricular process

Curricular process of physics

Curricular process of physics education

Curricular process of educational science

Form of existence of education content

Curriculum as variant phenomenon

Variant form of curriculum

Transformations of physics knowledge piece  
 Educational communication (of physics)  
 Inputs and outputs of transformations of physics knowledge piece  
 Conceptual curriculum  
 Intended curriculum  
 Projected curriculum  
 Implemented curriculum-1  
 Implemented curriculum-2  
 Attained curriculum  
 Methods of construction and representation of variant forms of curriculum  
 Hierarchical, Analytical synthetic, Matrix, and Micromatrix modeling  
 Triangular, and Level modeling  
 Structure of variant form of curriculum  
 Structural conception of physics education

## 1. Cíl příspěvku a způsob jeho naplňování

Příspěvek „Kurikulární proces fyziky“ je vědeckým sdělením z oblasti didaktiky fyziky o srovnání 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.

Ověřovaným cílem 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)“.

## 2. Transformace didaktické komunikace 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 (Brockmeyerová, 1982). 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). 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**.

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 Brockmeyerová, Tarábek, 2007, Tarábek, Záškodný, 2006, Brockmeyerová, 1982).

Fyzikální pojmově-poznatkové systémy procházejí během didaktické komunikace fyziky několika **formami existence** a získávají tyto formy existence v transformacích T1 až T5 didaktické komunikace fyziky (viz např. Brockmeyerová, Tarábek, 2007).

Přehled transformací T1 až T5 lze uvést podle J.Brockmeyerové, 1982 a P.Tarábka, P.Záškodného, 2006, 2007 zjednodušeně následujícím způsobem:

**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

### 3. Výběr variantních forem kurikula

**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 učebnice, 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:

a) nalezení variantních forem kurikula typických pro fyziku jako školní předmět a jejich identifikace jako vstupů a výstupů transformací T1 až T5 didaktické komunikace fyziky,

b) spojení těchto variantních forem kurikula do kurikulárního procesu fyziky jako posloupnosti na sebe navazujících vstupů a výstupů transformací T1 až T5 didaktické komunikace fyziky,

c) postupné transformování vědeckého systému fyziky na nalezené variantní formy kurikula v rámci kurikulárního procesu fyziky (tj. konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula),

d) převzetí specifík endogenní a exogenní stránky edukačního procesu a jejich aplikace v rámci některých transformací mezi příslušnými variantními formami kurikula.

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 v české literatuře). Při těchto úpravách lze respektovat vazby na pět koncepcí kurikula (Certon, Gayle, 1991, Průcha, 2005) 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 spojit 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 žakovských 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 spojit 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 spojit 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**

Podle J.Průchy (2005) se k pěti koncepcím kurikula (Certon, Gayle, 1991) „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), 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). Objev „didaktické komunikace fyziky“ (Fenclová-Brockmeyerová, 1982) a jeho strukturální výklad pomocí transformací T1 až T5 (Tarábek, Záškodný, 2006) 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) nově označován pojmem „**kurikulární proces**“ (Maňák, 2005). Převzetím tohoto termínu lze kurikulární dimenzi didaktiky fyziky spojit s termínem „**kurikulární proces fyziky**“.

Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces fyziky představují jednak sled vstupů a výstupů 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.**



Spojení kurikulárního procesu fyziky s transformacemi didaktické komunikace fyziky lze pak popsat následujícím schématem:

**Transformace T1** (vstup → výstup)

**Vstup T1:** Vědecký systém fyziky → **Výstup T1:** Sdělitelný vědecký systém fyziky jako *konceptuální kurikulum*

**Transformace T2** (vstup → výstup)

**Vstup T2:** Sdělitelný vědecký systém fyziky jako konceptuální kurikulum → **Výstup T2:** Didaktický systém fyziky a jeho učivo jako *zamýšlené kurikulum*

**Transformace T3** (vstup → výstup)

**Vstup T3:** Didaktický systém fyziky a jeho učivo jako zamýšlené kurikulum → **Výstup T3:** Výukový projekt fyziky a jeho učebnice a připravenost učitele na výuku jako *projektové kurikulum a implementované kurikulum-1*

**Transformace T4** (vstup → výstup)

**Vstup T4:** Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, připravenost učitele na výuku jako projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 → **Výstup T4:** Výsledky výuky fyziky jako *implementované kurikulum-2*

**Transformace T5** (vstup → výstup)

**Vstup T5:** Výsledky výuky fyziky jako implementované kurikulum-2 → **Výstup T5:** Aplikovatelné výsledky výuky fyziky jako *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 předmětovou didaktiku ze zcela jiné oborové oblasti?

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

## 5. Splnění cíle příspěvku

V příspěvku „Kurikulární proces fyziky“ 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.

Předložený příspěvek se pokusil, s přispěním prací především P.Tarábka, J.Průchy a J.Maňáka, nejdříve o nepříliš záslužný čin – ověřit domněnku, 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,
- *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).

Cíl příspěvku lze považovat za zhruba ověřený. „Jemnější“ ověření je spojeno s průzkumem konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jako jednotlivých součástí kurikulárního procesu fyziky.

Ověřením cíle se tento příspěvek pokusil 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 příspěvku

**Za větší přínos tohoto příspěvku lze považovat vnesení otázky výběru vhodných kognitivně strukturních metod (tento výběr je předložen v 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 variantních forem kurikula je náplní 2.dílu monografie “Educational and Didactic Communication 2007 – Methods”).**

**Není podstatné, zda se výstupy transformací T1 až T5 nazývají**  
 „formy existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů“ (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 termínem J.Maňáka „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 tento příspěvek analyticko-syntetický model kognitivní struktury vědecké disciplíny, kterou se snažil obohatit dosaženými výsledky – model didaktiky fyziky jako svébytného a samostatného vědeckého oboru uznávaného zvláště edukační vědou jako jednou ze sociálních věd a fyzikou jako jednou z konkrétních věd o přírodě.

Analyticko-syntetický model kognitivní struktury didaktiky fyziky je uveden na obrázku Obr.1 a Obr.2 (Obr.1 – 1.část modelu, Obr.2 – 2.část modelu). 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 jako konkrétní vědou o přírodě** (specifické přebírání poznatků o vědeckém systému fyziky pro potřeby didaktiky fyziky).

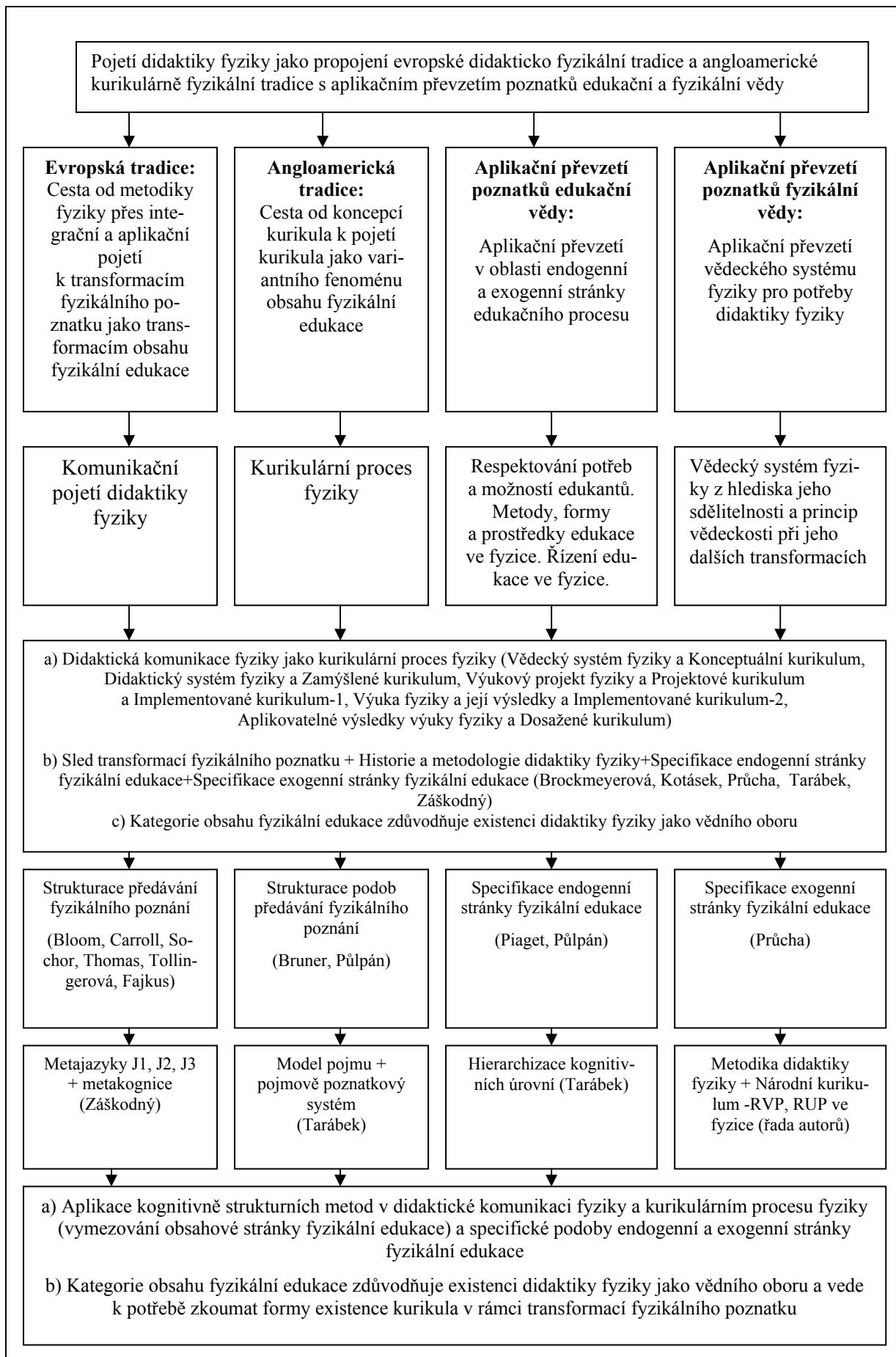
Druhá část modelu naznačuje, že se didaktice fyziky otevírá velký prostor pro vědecký výzkum. Tento prostor lze rozčlenit na konstrukci a vyjadřování:

- **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 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).

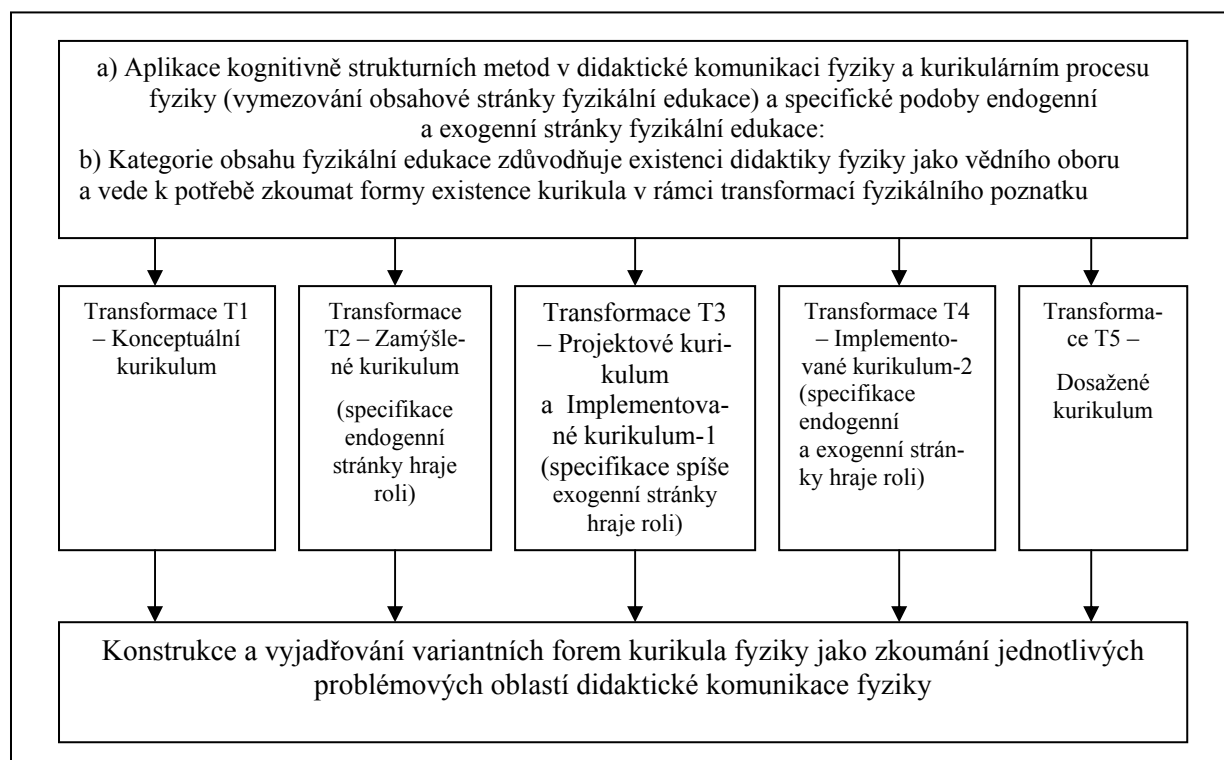
#### Výsledky práce lze uvést v následujícím přehledu:

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 curriculum-1) 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 popsanych 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 „strukturačním předáváním 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 „strukturační podoby předáváním 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.1 a Obr.2)

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



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



## 7. Bibliography – Academic Year 2007/2008

### 7.1 Monographs

- Tarábek,P., Záškodný,P. (2007). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk), ISBN 987-80-89160-56-3
- Tarábek,P., Záškodný,P. (2007) *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk), ISBN 987-80-89160-56-3
- Tarábek,P., Záškodný,P.(2007) *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.3 –Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk), ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný, P. (2009). *Kurikulární proces fyziky*. Luzern, Schweiz: Avenir Stiftung, Ostrava: Algoritmus, ISBN 978-80-902491-0-3

### 7.2 Professional papers

- Záškodný,P., Strnadová,O., Procházka,P. (2007) *Educational Science and Subject Didactics* (English). In: *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P., Strnadová,O., Procházka,P. (2007) *Variant Forms of Curriculum in Publications* (English). In: *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007). *Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces*. In: *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007). *Metody strukturace variantních forem kurikula*. In: *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P., Brockmeyerová,J. (2007). *Strukturální koncepce didaktiky fyziky*. In: *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3

- Záškodný, P. (2007). Metody modelování struktury řešení problémů poznávání a jejich použití v oblasti kurikulárního procesu fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný, P. (2007). *Konstrukce variantních forem kurikula*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Procházka, P., Záškodný, P. (2007). *Analytical Synthetic Models of Problem Solving* (English). In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný, P. (2007). *Cesta k matematickému modelování struktury variantních forem kurikula*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk). ISBN 987-80-89160-56-3

## Dodatek 1: Struktura variantní formy kurikula – Cesta k matematickému modelování

**Struktura variantní formy kurikula je tvořena čtyřmi hierarchicky uspořádanými substrukturami a), b), c), d):**

- Smysl a pojetí variantní formy kurikula (označení substruktury: index  $SP$ )
- Soustava cílů variantní formy kurikula (označení substruktury: index  $C$ )
- Forma existence pojmově-poznatkového systému variantní formy kurikula (označení substruktury: index  $PPS$ )
- Faktory transformace variantní formy kurikula na navazující variantní formu (označení substruktury:  $F$ )

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 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),
- dosažené kurikulum (zkratka  $AC$  – attained curriculum).

Libovolná variantní forma kurikula bude označena  $VFC^i$  (index  $i$  nabývá hodnot  $i = 0, 1, 2, 3a, 3b, 4, 5$ , hodnota indexu  $i = 0$  je přidělena vstupnímu nekurikulárnímu prvku  $VSF$  – vědeckému systému fyziky).

Variantní formy  $PC$  a  $IMC^1$  se sdružují jako výstup transformace  $T^3$  a vstup do transformace  $T^4$ . Toto sdružení bude vyjádřeno přidělením hodnot indexu  $i = 3a$  a  $i = 3b$ , variantní formy  $PC$  a  $IMC^1$  však budou zkoumány odděleně.

Struktura každé ze šesti variantních forem kurikula a vstupní nekurikulární prvek (vědecký systém fyziky  $VSF$ ) mají tři substruktury označené indexy  $SP$ ,  $C$  a  $PPS$ :

- |  |  |
|--|--|
| – $VSF = VSF_{SP} + VSF_C + VSF_{PPS}$ ,         | tj. $VFC^0 = VFC_{SP}^0 + VFC_C^0 + VFC_{PPS}^0$             |
| – $CC = CC_{SP} + CC_C + CC_{PPS}$ ,             | tj. $VFC^1 = VFC_{SP}^1 + VFC_C^1 + VFC_{PPS}^1$             |
| – $IC = IC_{SP} + IC_C + IC_{PPS}$ ,             | tj. $VFC^2 = VFC_{SP}^2 + VFC_C^2 + VFC_{PPS}^2$             |
| – $PC = PC_{SP} + PC_C + PC_{PPS}$ ,             | tj. $VFC^{3a} = VFC_{SP}^{3a} + VFC_C^{3a} + VFC_{PPS}^{3a}$ |
| – $IMC^1 = IMC_{SP}^1 + IMC_C^1 + IMC_{PPS}^1$ , | tj. $VFC^{3b} = VFC_{SP}^{3b} + VFC_C^{3b} + VFC_{PPS}^{3b}$ |
| – $IMC^2 = IMC_{SP}^2 + IMC_C^2 + IMC_{PPS}^2$ , | tj. $VFC^4 = VFC_{SP}^4 + VFC_C^4 + VFC_{PPS}^4$             |
| – $AC = AC_{SP} + AC_C + AC_{PPS}$ ,             | tj. $VFC^5 = VFC_{SP}^5 + VFC_C^5 + VFC_{PPS}^5$             |



Každá transformace  $T^1$  až  $T^5$  (obecně: každá transformace  $T^i$  pro  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) je tvořena třemi subtransformacemi  $SPT^1$  až  $SPT^5$ ,  $CT^1$  až  $CT^5$  a  $DT^1$  až  $DT^5$ ,

- kde  $SPT^1$  až  $SPT^5$  jsou transformace smyslu a pojetí předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde  $CT^1$  až  $CT^5$  jsou transformace soustavy cílů předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde  $DT^1$  až  $DT^5$  jsou již známé didaktické transformace pojmově-poznatkového systému předcházející variantní formy kurikula na pojmově-poznatkový systém navazující variantní formu kurikula.

Provedení každé transformace  $T^1$  až  $T^5$  je dáno faktorem  $F^0$  až  $F^4$ , lze tedy zapsat, že provedení  $T^1$  = aplikace  $F^0$  až provedení  $T^5$  = aplikace  $F^4$ .

Souhrn předcházejících úvah ukazuje, že strukturace 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  $T^1 = F^0$  až  $T^5 = F^4$  vyžaduje provedení 15 dílčích transformací ( $SPT^1$  až  $SPT^5$ ,  $CT^1$  až  $CT^5$ ,  $DT^1$  až  $DT^5$ ) a znalost 5 celkových faktorů  $F^0$  až  $F^4$  transformací  $T^1$  až  $T^5$  (není vyloučeno, že faktory  $F^0$  až  $F^4$  bude potřebné rozčlenit na subfaktory dílčích transformací).

Úplná strukturace variantních forem kurikula zřejmě vyžaduje vytvořit 18 modelů substruktur 6 variantních forem kurikula (a případně 3 modely substruktur nekurikulárního prvku *VSF* – vědeckého systému fyziky). Vytvoření 18 modelů vyžaduje znalost 5 faktorů transformací  $T^1$  až  $T^5$  (ne-li 15 subfaktorů dílčích transformací  $SPT^1$  až  $SPT^5$ ,  $CT^1$  až  $CT^5$ ,  $DT^1$  až  $DT^5$ ).

**Vymezených 18+5=23 problémů strukturace variantních forem kurikula nabízí, jak strukturovat a modelovat variantní formy kurikula.**

**Model konceptuálního kurikula fyziky v publikacích:**

- Záškodný, P.: Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology) (in Czech). Didaktis, Bratislava, Slovak Republic 2005
- Záškodný, P.: Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology) (in English). Avenira, Lucerne, Algoritmus, Ostrava, Switzerland, Czech Republic 2006
- Záškodný, P.: Curricular Process of Physics. Survey of Principles of Theoretical Physics (in Czech). Avenira, Lucerne, Switzerland, 2009

## Dodatek 2: Metody modelování variantních forem kurikula

**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

**Přehled kognitivně strukturních metod:**

- Hierarchické modelování kognitivní struktury
- Analyticko-syntetické modelování kognitivní struktury
- Maticové modelování kognitivní struktury
- Mikromaticové modelování kognitivní struktury
- Trojúhelníkové modelování struktury pojmu
- Úroňové modelování struktury pojmu



### **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

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

## **Dodatek 3: Strukturální koncepce didaktiky fyziky**

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 a Obr.2

## **Dodatek 4: Proces tvorby učebnice a možné výsledky jejího užívání (mechanika)**

### **Citace (VÚP, Masarykova univerzita) – rozšíření záběru výzkumu učebnic:**

Z pohledu na zahraniční a domácí výzkum je patrné, že záběr výzkumu učebnic se rozšiřuje od výzkumů orientovaných na product (obsahové – srovnávací – analýzy učebnic, měření obtížnosti textu dle různých vzorců, analýzy komunikačních vlastností učebnic apod.) take k výzkumům orientovaným na procesy výběru, schvalování a užívání učebnic (pozice učebnic v rámci kurikula, výběr a didaktické zpracování vzdělávacích obsahů v učebnicích, životní cyklus učebnic, žákovské porozumění textu apod.)

### **Struktura Dodatku 4 z pohledu citace (rozšíření záběru výzkumu učebnic):**

**A. Konceptuální kurikulum (Conceptual Curriculum)** – výběr vzdělávacích obsahů pro tvorbu učebnice

**B. Zamýšlené kurikulum (Intended Curriculum)** – didaktické zpracování vzdělávacích obsahů pro tvorbu učebnice

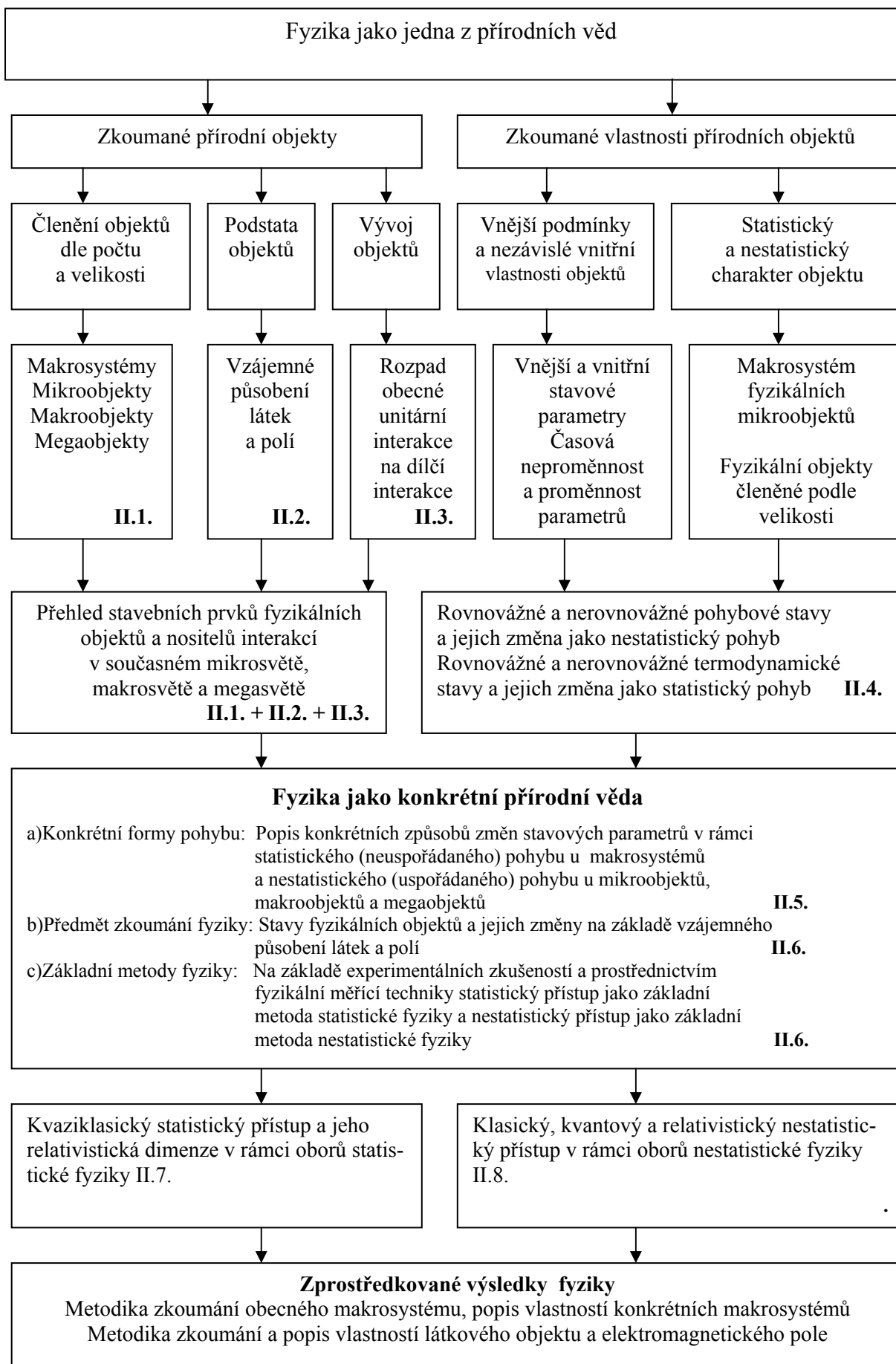
**C. Implementované kurikulum-1 (Implemented Curriculum-1)** – pozice učebnic v rámci kurikula z hlediska přípravy učitele na výuku

**D. Projektové kurikulum (Projected Curriculum)** – pozice učebnic v rámci kurikula a její vytvoření

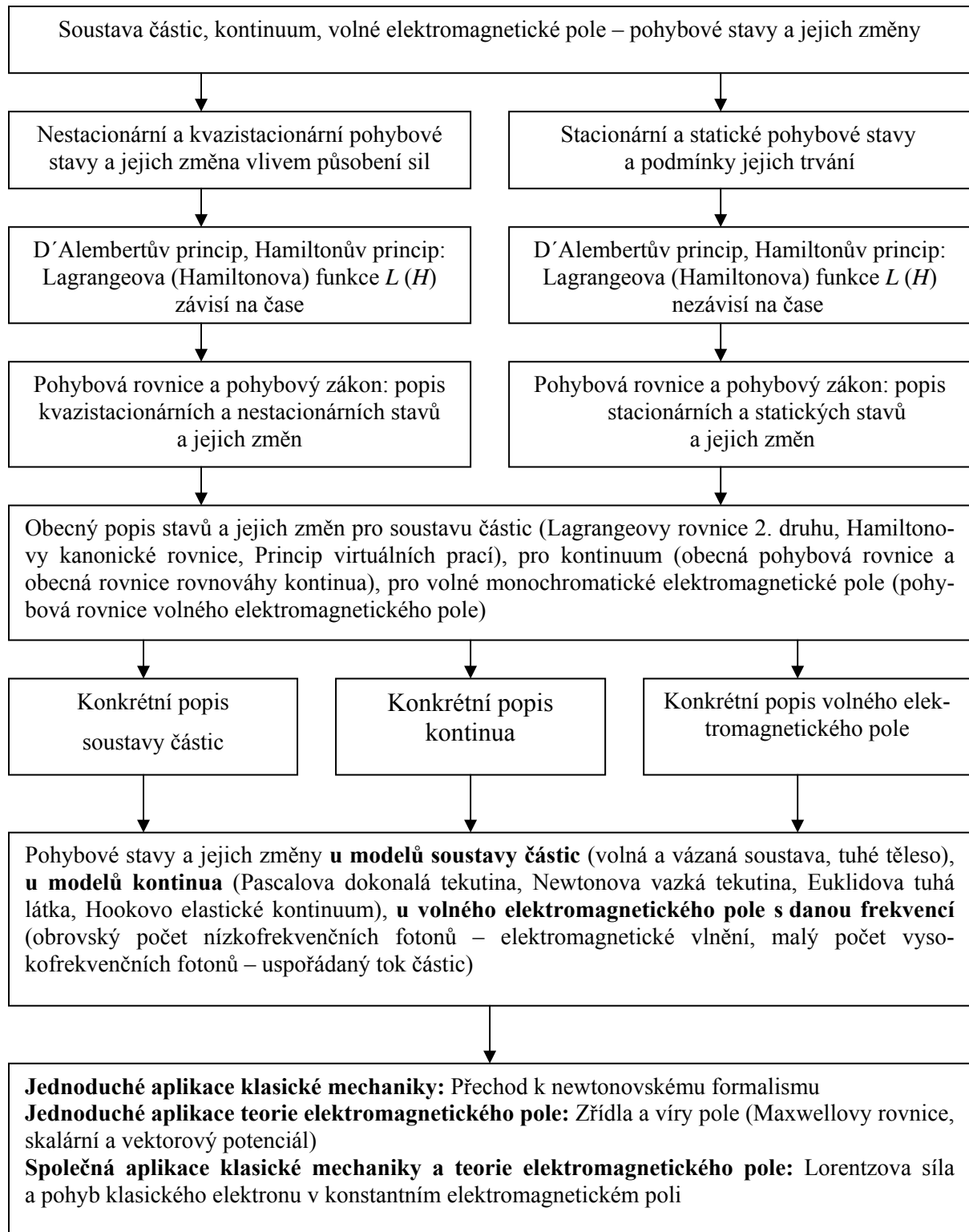
**E. Implementované kurikulum-2 (Implemented Curriculum-2)** – žákovské porozumění textu

**F. Dosažené kurikulum (Attained Curriculum)** – užitečnost a použitelnost osvojeného učiva

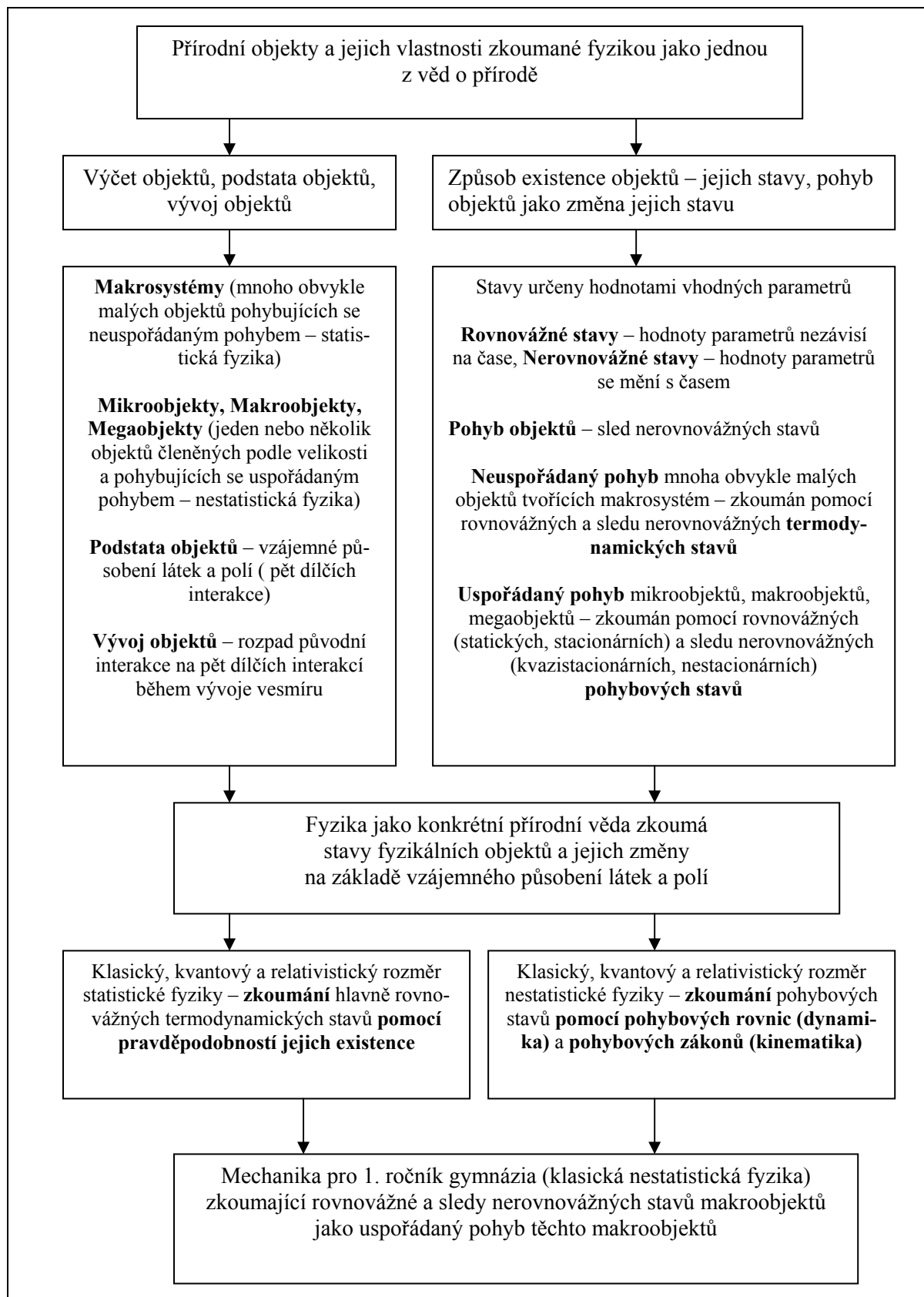
**A1) Konceptuální kurikulum: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury fyziky**



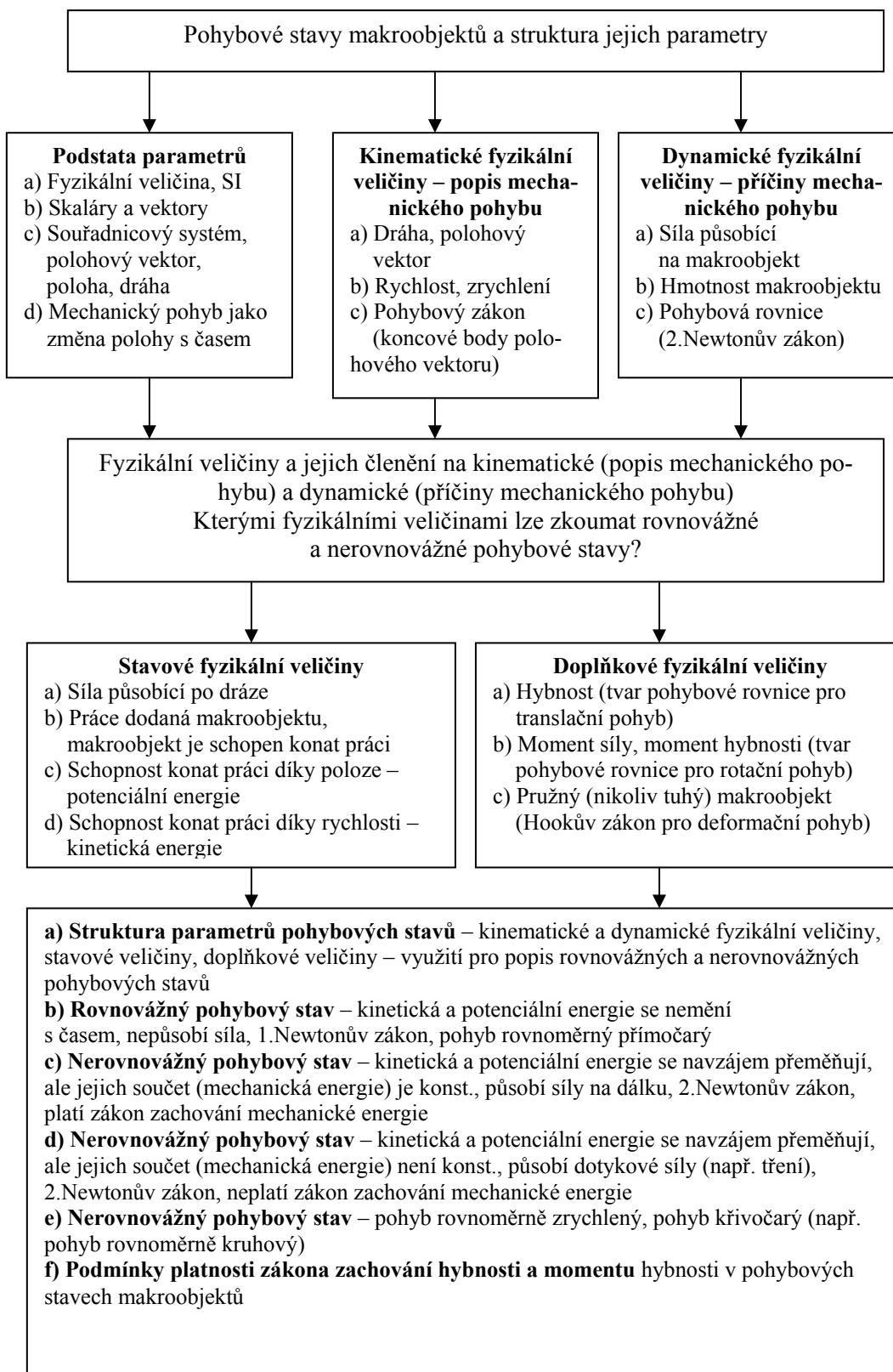
**A2) Konceptuální kurikulum: Analyticko-syntetický model klasické nestatistické fyziky**



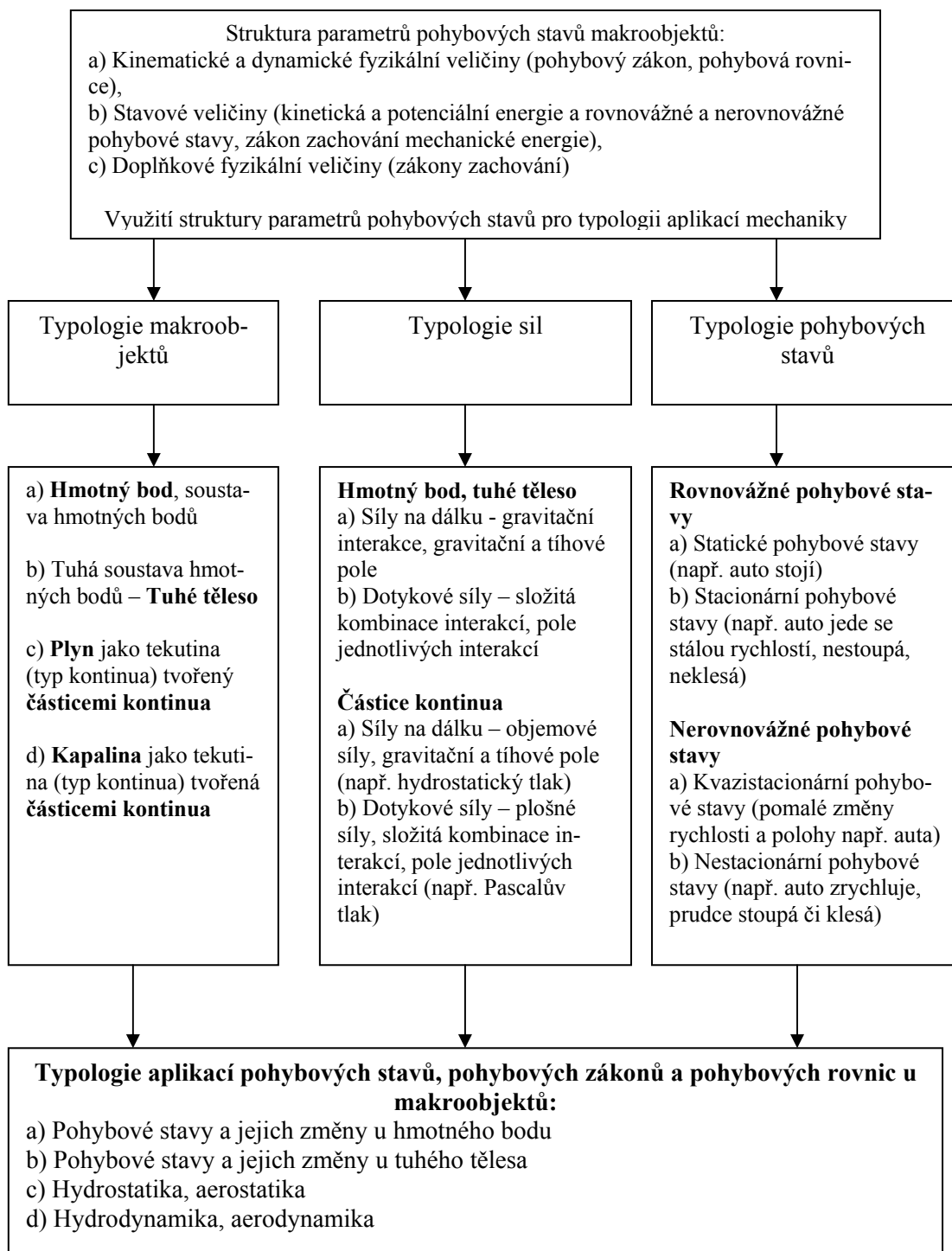
**B1) Zamýšlené kurikulum: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury zařazení mechaniky pro 1.ročník gymnázia v rámci struktury fyziky jako celku**



**B2) Zamýšlené kurikulum: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury pohybových stavů makroobjektů**



**B3) Zamýšlené kurikulum: Analyticko-syntetický model kognitivní struktury aplikací pohybových stavů makroobjektů**



**B4) Zamýšlené kurikulum: 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, Šíroká, 1993, 2000, [64])

Vytvářející prvky definiční linie: Osmnáctý až jednadvacátý prvek definiční linie.



**C1) Implementované kurikulum-1 (příprava učitele na výuku s použitím části B2 zamýšleného kurikula):**

**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  $[W] = J$ ) – 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:  $n=2, n - m = 1$

**C2) Implementované kurikulum-1(příprava učitele na výuku s použitím části B2):**

**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  $G = m \cdot g$  (tíhové pole Země vlivem otáčení Země kolem své osy úzce souvisí

s gravitačním polem Země) udílí makroobjektu tíhové zrychlení  $g$ . Necht' 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:  $n=4, n - m = 2$

**D) Projektové kurikulum (nárys učebního textu s použitím částí B3 a B4 zamýšleného kurikula, u makromatice B5 je východiskem Pojmově poznatkový systém V):**

## D1) MECHANIKA HMOTNÉHO BODU

(nemůže konat současně translaci – pohyb po přímce – a rotaci – pohyb po kružnici)

**Kinematika** – popis pohybu (dráha, rychlost, zrychlení) (**kinematické parametry pohybového stavu**)

**Dynamika** – příčiny pohybu (příčinami pohybu jsou síly – 5 typů interakcí, síla je vzájemné působení těles, u síly záleží na její velikosti i směru působení – síla je vektor, v mechanice jen síly dotykové jako kombinace čtyř interakcí a síly na dálku jako interakce gravitační) (**dynamické parametry pohybového stavu**)

### Translace hmotného bodu

#### 1.NZ (zákon setrvačnosti-druh pohybového stavu)

Hmotný bod (těleso se zanedbatelnými rozměry – **popis makroobjektu**) setrvává v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém, pokud na něj nepůsobí síla ( $F=0$ )

$F=0, s=vt, v=\text{konst.}, a=0, E_k = \frac{1}{2} m v^2, E_p = mgh$  (**kinematické, dynamické a stavové veličiny**)  
( $E_k$  a  $E_p$  se nemění-**popis rovnovážného pohybového stavu**)

#### 2.NZ (zákon síly-druh pohybového stavu)

Působící síla  $F$  uděluje hmotnému bodu o hmotnosti  $m$  zrychlení  $a$

$F=ma, s = \frac{1}{2} a t^2, v=at, a=\text{konst.}, E_k = \frac{1}{2} m v^2, E_p = mgh$  (**kinematické, dynamické a stavové veličiny**)  
( $E_k$  a  $E_p$  se mohou proměňovat jedna v druhou, při působení sil na dálku platí zákon zachování mechanické energie  $E$  ve tvaru  $E_k + E_p = E = \text{konst.}$ , při působení dotykových sil platí zákon zachování celkové energie-**popis nerovnovážných pohybových stavů obou typů**)

$W=Fs$  (práce  $W$  konaná silou  $F$  po dráze),  $P=W/t=Fv$  (výkon  $P$  je roven práci  $W$  vykonané za 1s, okamžitý výkon  $P$  je roven součinu síly  $F$  působící na hmotný bod a rychlosti hmotného bodu), účinnost  $\eta$  v procentech je rovna podílu výkonu a příkonu násobeného 100 (**některé doplňkové veličiny**)

### 3.NZ (zákon akce a reakce- **vlastnost dynamických parametrů pohybových stavů**)

Při působení akční síly hmotným bodem 1 na hmotný bod 2 působí hmotný bod 2 na hmotný bod 1 reakční silou, která je stejně velká jako akční síla, ale má s ní opačný směr. Akční a reakční síla se proto nesčítají

### Rotace hmotného bodu

$\varphi = \omega t$  (**kinematické veličiny**)

$\varphi$  je úhel, který opisuje hmotný bod pohybující se po kružnici, úhel  $\varphi$  je měřen v radiánech nebo v úhlových stupních,  $\pi$  radiánů je  $180^\circ$

$\omega$  je úhlová rychlost (úhlová frekvence) hmotného bodu pohybujícího se po kružnici,  $\omega$  je úhel uražený za jednotku času a měří se v  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$

$t$  je čas měřený v sekundách

$\omega = 2\pi f$ , kde  $f$  je frekvence hmotného bodu (počet oběhů hmotného bodu po kružnici za 1s), frekvence  $f$  je měřena v Hertzích (značka Hz) (**kinematické veličiny**)

$f = 1/T$ , kde  $T$  je perioda (perioda  $T$  je čas potřebný k vykonání jednoho oběhu hmotného bodu po kružnici) (**kinematické veličiny**)

$v = \omega r$  (rychlost  $v$  oběhu hmotného bodu po kružnici je rovna součinu úhlové rychlosti  $\omega$  a poloměru  $r$  kružnice) (**kinematické veličiny**)

Dynamickou příčinou oběhu hmotného bodu po kružnici je dostředivá síla  $F_{\text{dostř}} = m\omega^2 r$ , kde  $\omega^2 r$  je dostředivé (normálové) zrychlení  $a_{\text{dostř}}$  hmotného bodu. Dostředivá síla  $F_{\text{dostř}}$  je akční silou, reakční silou je síla odstředivá (**dynamické veličiny**).

## D2) MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

(může konat současně translaci i rotaci kolem osy)

Tuhé těleso je množina hmotných bodů, jejichž vzdálenosti se nemění (**popis makroobjektu**).

### Popis translace tuhého tělesa

Tuhé těleso lze pro translaci nahradit hmotným bodem (**popis makroobjektu**), v němž je působiště tíhové síly působící na tuhé těleso (gravitační pole Země lze nahradit tíhovým polem Země, vezmeme-li v úvahu vedle gravitační síly působící na tuhé těleso také sílu odstředivou, která existuje v důsledku rotace Země kolem své osy. Součet gravitační síly a odstředivé síly je síla tíhová). Hmotný bod, kterým jsme nahradili tuhé těleso, se nazývá těžiště tuhého tělesa a tento hmotný bod má stejnou hmotnost  $m$  jako celé tuhé těleso.

Dynamickou příčinou translace tuhého tělesa je síla  $F$  (**dynamické veličiny**)

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ,  $E_p = mgh$  (vztahy pro kinetickou a potenciální energii těžiště) (**stavové veličiny**)

### Popis rotace tuhého tělesa kolem pevné osy (např. dvěře při otevírání-**příklad makroobjektu**)

Dynamicky popisujeme rotaci tuhého tělesa pomocí momentu síly  $M=Fr$  ( $r$  je rameno síly  $F$  a je to kolmá vzdálenost vektoru síly od osy rotace,  $F$  je působící síla) (**dynamické veličiny**)

$E_k = \frac{1}{2} J \omega^2$ ,  $E_p = mgh$  (vztahy pro kinetickou energii tuhého tělesa otáčejícího se s úhlovou rychlostí  $\omega$  a pro potenciální energii, která je opět vztažena k těžišti tuhého tělesa) (**stavové veličiny**)

$J$  je moment setrvačnosti tuhého tělesa (**popis vlastnosti makroobjektu**) a závisí na hmotnostech  $m_i$  jednotlivých hmotných bodů tvořících tuhé tělesa a na jejich vzdálenostech  $r_i$  od osy rotace ( $m_i$  a  $r_i$  je hmotnost  $i$ -tého hmotného bodu tuhého tělesa a jeho vzdálenost od osy rotace)

Koná-li tuhé těleso současně translaci i rotaci, je jeho celková kinetická energie  $E_k = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} J \omega^2$  (**stavové veličiny**)

### Rovnovážné polohy tuhého tělesa (**rovnovážné pohybové stavy**)

Stabilní rovnovážná poloha (těžiště při vychýlení stoupá)

Labilní rovnovážná poloha (těžiště při vychýlení klesá)

Indiferentní rovnovážná poloha (těžiště při vychýlení ani nestoupá, ani neklesá)

## D3) MECHANIKA TEKUTIN

### Definice kontinua (**popis makroobjektu**)

Kontinuum je složeno z částic kontinua (obvykle jsou částice kontinua vymezeny jednotkou objemu, např.  $\text{mm}^3$ ), které na sebe spojitě navazují. Hmotnost částice kontinua je dána podílem hmotnosti  $m$  celého kontinua a objemu  $V$  celého kontinua - hmotnost částice kontinua je proto hustotou hmotnosti  $\rho = m/V$

### Typy kontinua, tekutina (**popis makroobjektu**)

a) Kontinuum nemění tvar, ani objem – jde o tuhé těleso

b) Kontinuum mění tvar a nemění objem – jde o kapalinu

c) Kontinuum mění tvar i objem – jde o plyn.

Společná název pro plyny a kapaliny je tekutina (tekutina jako kontinuum je tvořeno částicemi tekutin)

Ideální tekutina je tekutina, v níž zanedbáváme tření částic tekutina při jejich vzájemném pohybu.

Ideální kapalina je vedle zanedbání vnitřního tření také nestlačitelná.

### Zákon zachování energie pro částici tekutiny – Bernoulliho rovnice (hydrodynamika, aerodynamika – částice tekutin se pohybují) (**nerovnovážný pohybový stav tekutiny**)

Dráha, po níž se pohybuje částice tekutiny, se nazývá proudnice. Např. v širším profilu 1 trubky, kterou proudí kapalina, jsou proudnice od sebe dále, v užším profilu 2 trubky jsou proudnice „namačkány“ k sobě – kapalina proudí rychleji (rychlost  $v_2 > v_1$ ) (**kinematické veličiny**)

Kinetická energie částice kapaliny je v širším profilu 1 trubky  $E_{k1} = \frac{1}{2} \rho v_1^2$ , v užším profilu 2 trubky  $E_{k2} = \frac{1}{2} \rho v_2^2$  (**stavové veličiny**)

Potenciální energie částice kapaliny lze vypočítat jako práci  $W$  vykonané silou  $F$  po dráze  $s$ , kterou vydělíme objemem  $V = Ss$  ( $S$  je např. plocha pístu, kterým působíme na kapalinu v trubce o profilu  $S$  po dráze  $s$  – takto popsáný objem je objemem válce  $V = Ss$ )

$E_p = W/V = Fs/Ss = F/S = p$  (podíl síly  $F$  a plochy  $S$ , na kterou síla působí, se nazývá tlakem  $p$  – tlak  $p$  se měří v Pascálech, zkratka této jednotky tlaku je Pa) (**dynamické a stavové veličiny**)

Potenciální energie částice kapaliny je proto v širším profilu 1 trubky  $E_{p1} = p_1$ , v užším profilu 2 trubky  $E_{p2} = p_2$  (**stavové veličiny**)

Zákon zachování energie lze proto pro místa 1 a 2 napsat obecně pro libovolnou částici tekutiny (to je pro částici kapaliny i pro částici plynu) ve tvaru

$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = p_1 + p_2$  (tato rovnice se nazývá **Bernoulliho rovnici** – **nerovnovážený pohybový stav tekutiny**)

Důsledek Bernoulliho rovnice – např. schopnost letadel udržet se ve vzduchu (profil křídla je takový, že proudnice nad křídlem jsou více „namačkány na sebe“ a proudnice pod křídlem jsou od sebe vzdálenější – nad křídlem je větší rychlost proudění a nižší tlak, pod křídlem je nižší rychlost proudění a vyšší tlak – tento „vztlak“ při dostatečné rychlosti letadla neschopen udržet letadlo ve vzduchu) (**důsledek zákona zachování energie v rámci nerovnováženého pohybového stavu tekutiny**)

Poznámka: Při proudění ideální tekutiny se netvoří víry. Je-li uvažováno i vnitřní tření v tekutinách, při proudění skutečné tekutiny se při dostatečných rychlostech začnou víry tvořit.

**Druhy tlaku působící na částice tekutiny (hydrostatika, aerostatika – částice tekutiny jsou v klidu) (dynamické veličiny)**

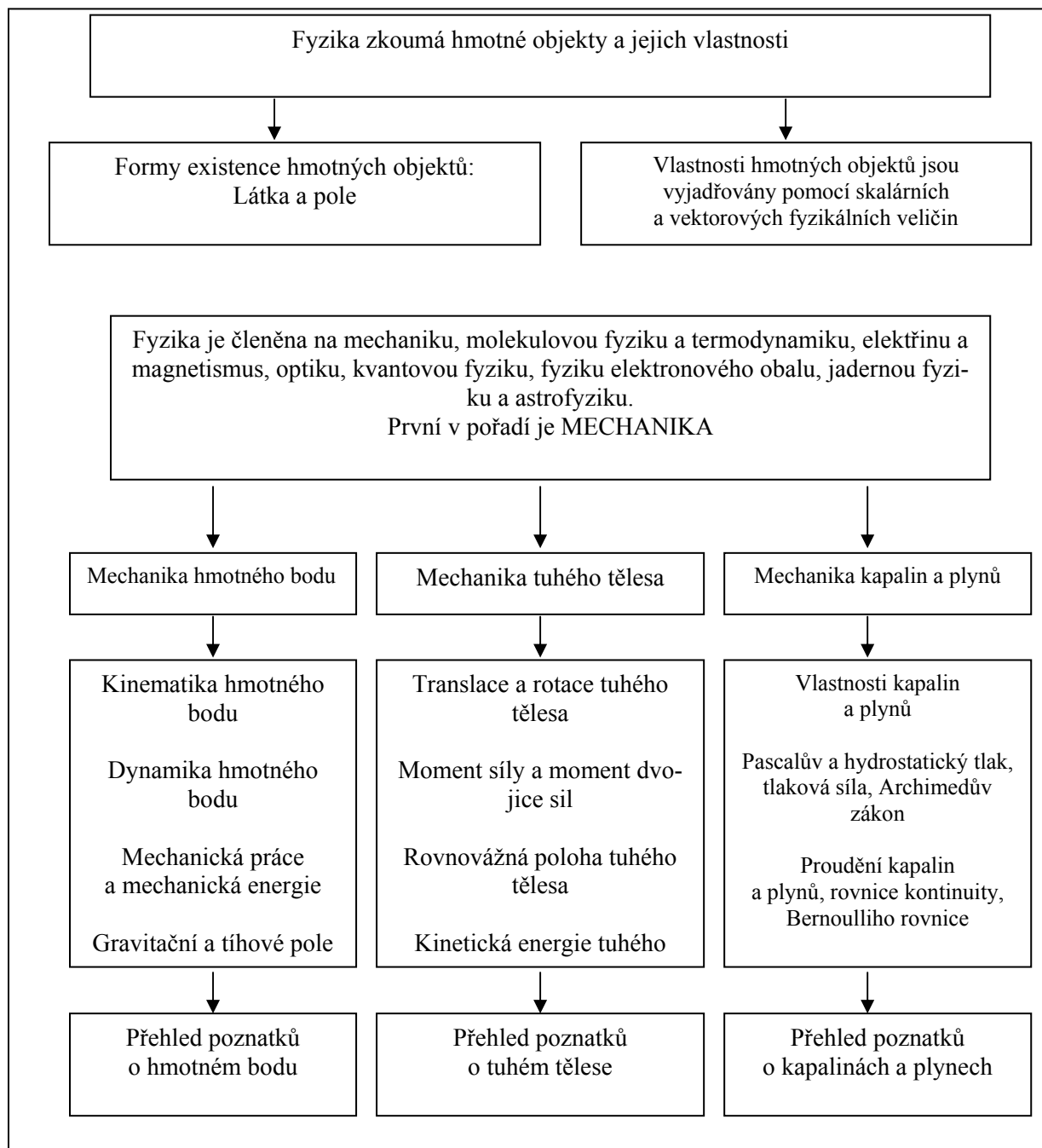
a) Tlak působící na povrch Země vlivem tíhy částic vzduchu nad povrchem Země – atmosférický tlak (jelikož se mění hustota vzduchu, mění se i atmosférický tlak)

b) Tlak působící na částice kapaliny vlivem dotykové (plošné) síly (např. píst tlačící na kapalinu – tento tlak se nazývá Pascalův tlak a platí pro něj Pascalův zákon (Pascalův tlak je v uzavřené kapalině všude stejný) – využití: hydraulické zvedáky např. aut, hydraulické lisy

c) Tlak působící na částice kapaliny vlivem sil na dálku (objemové síly – např. tlak vody o hustotě  $\rho$  tlačící v hloubce  $h$  na potápěče) – tento tlak se nazývá hydrostatický tlak a podle vztahu  $p = h \rho g$  stoupá s hloubkou  $h$  pod hladinou vody ( $g$  je tíhové zrychlení asi  $10 \text{ms}^{-2}$ ) – důsledkem existence hydrostatického tlaku je Archimédův zákon (vztlaková síla působící na tělesa ponořená v kapalině – je-li hustota tělesa větší než hustota kapaliny, těleso klesá, jsou-li si hustoty rovny, těleso se vznáší, je-li hustota tělesa menší než hustota kapaliny, těleso stoupá k povrchu kapaliny)

Poznámka: Atmosférický tlak je vlastně hydrostatický tlak v plynech

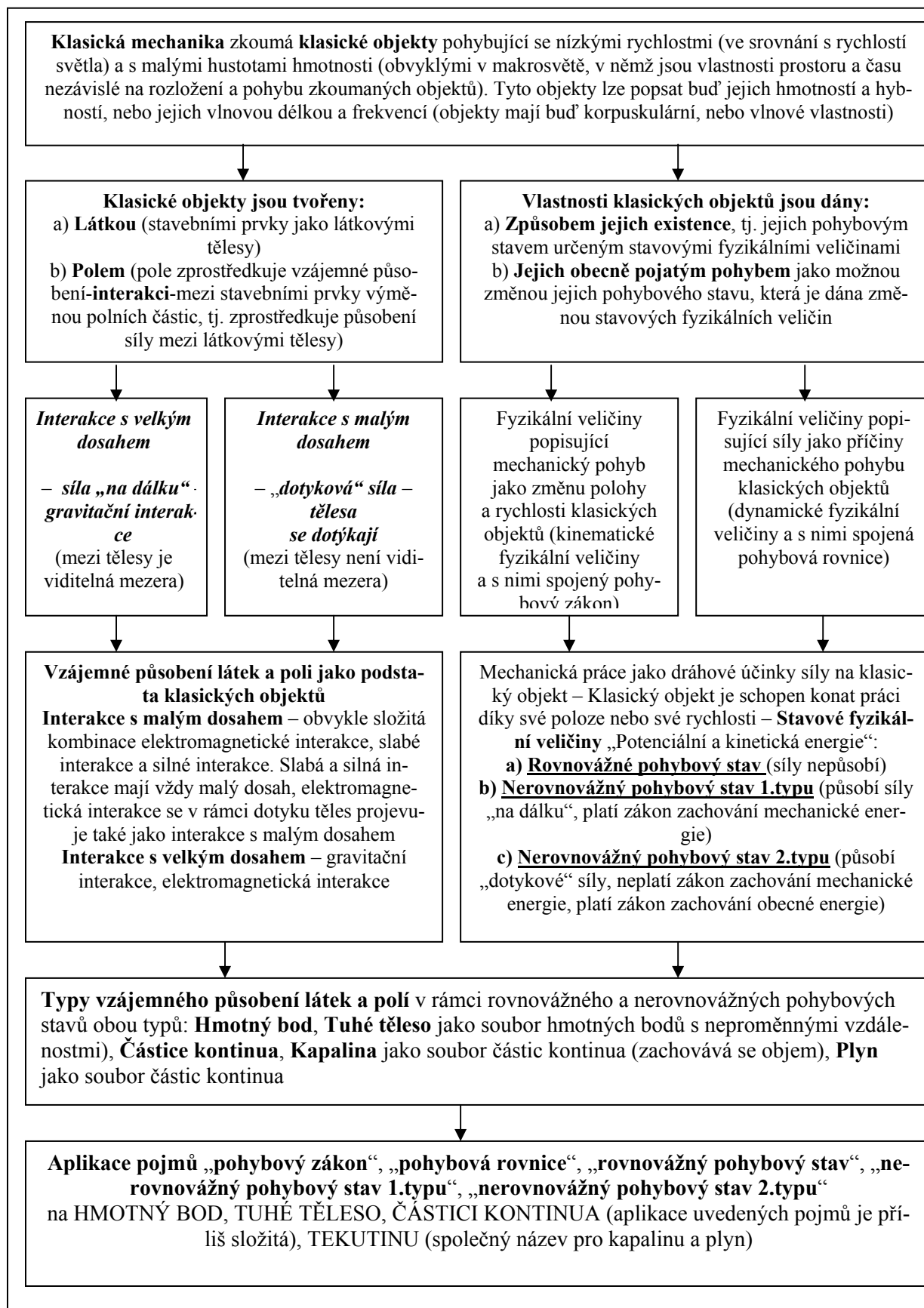
**E) Implementované kurikulum 2: Možná podoba osvojeného interního pojmově-poznatkového systému Mechaniky pro 1. ročník gymnázia při použití stávajících učebnic fyziky (šipky označují existující dílčí strukturní vazby, které lze v použitých učebnicích objevit)**



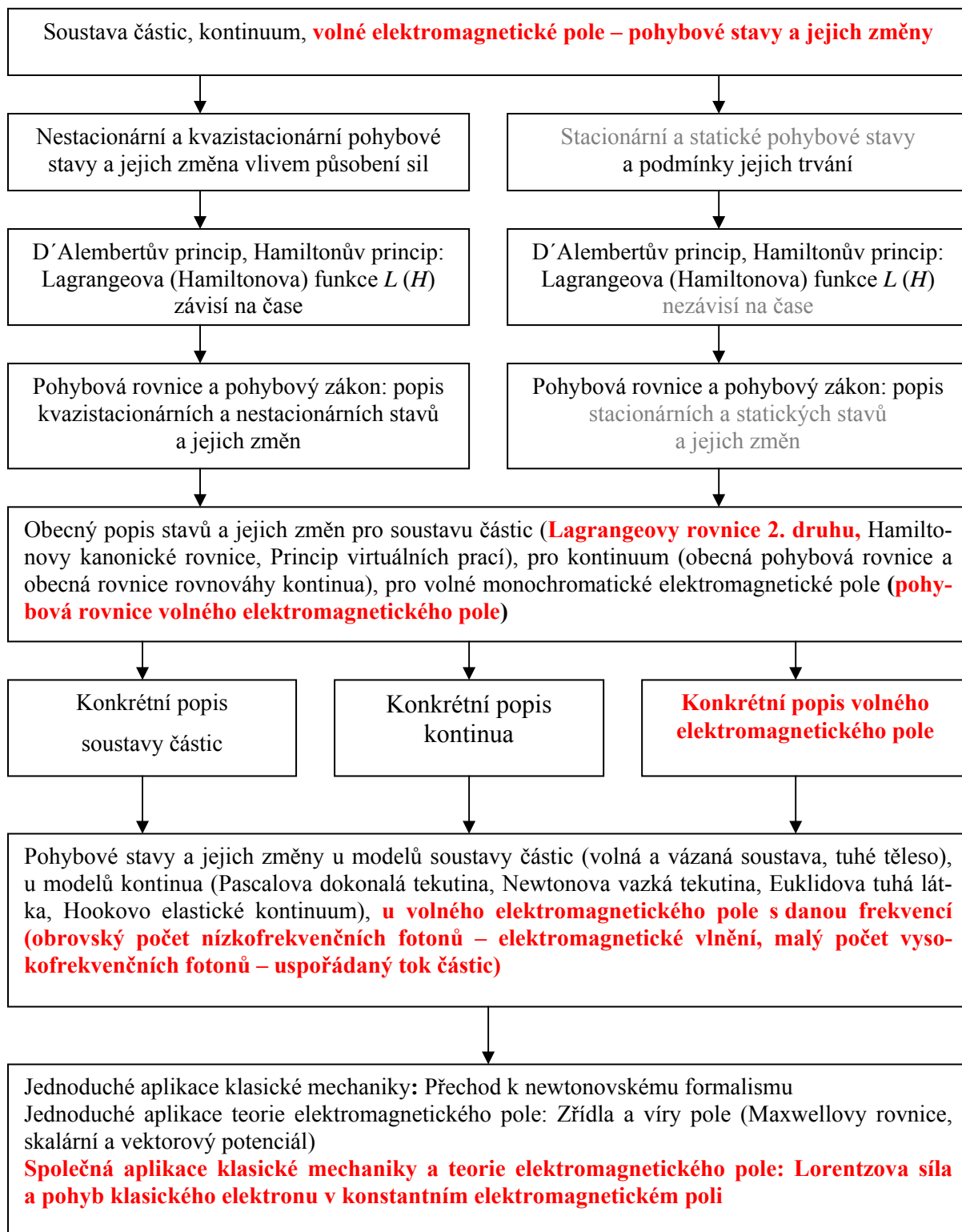
## Srovnání zamýšleného kurikula a implementovaného kurikula-2:

- 1) Zamýšlené kurikulum má strukturu vyjádřenou analyticko-syntetickými modely na Obr.B1), B2), B3), B4). Podstatou této struktury jsou tři základní rysy pohybového stavu makroobjektu (kinematické a dynamické veličiny, stavové veličiny, typy pohybových stavů) a jejich aplikace na hmotný bod, tuhé těleso a částici kontinua
- 2) Implementované kurikulum-2 nemá úplnou strukturu (viz obr.E) a je inventářem poznatků s dílčími strukturními vazbami o hmotném bodu, tuhém tělese, kapalinách a plynech
- 3) 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)
- 4) 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 (M.Pasch a kol., 2005)
  - tvůrci používaných učebnic (jako obrazu projektového kurikula) vycházeli z neúplně strukturované podoby soustavy učiva didaktického systému fyziky (tj. z neúplně strukturovaného zamýšleného kurikula)
- 5) 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, M.Pasch a kol., 2005) a redukce implementovaného kurikula-2 na několik dílčích poznatků.

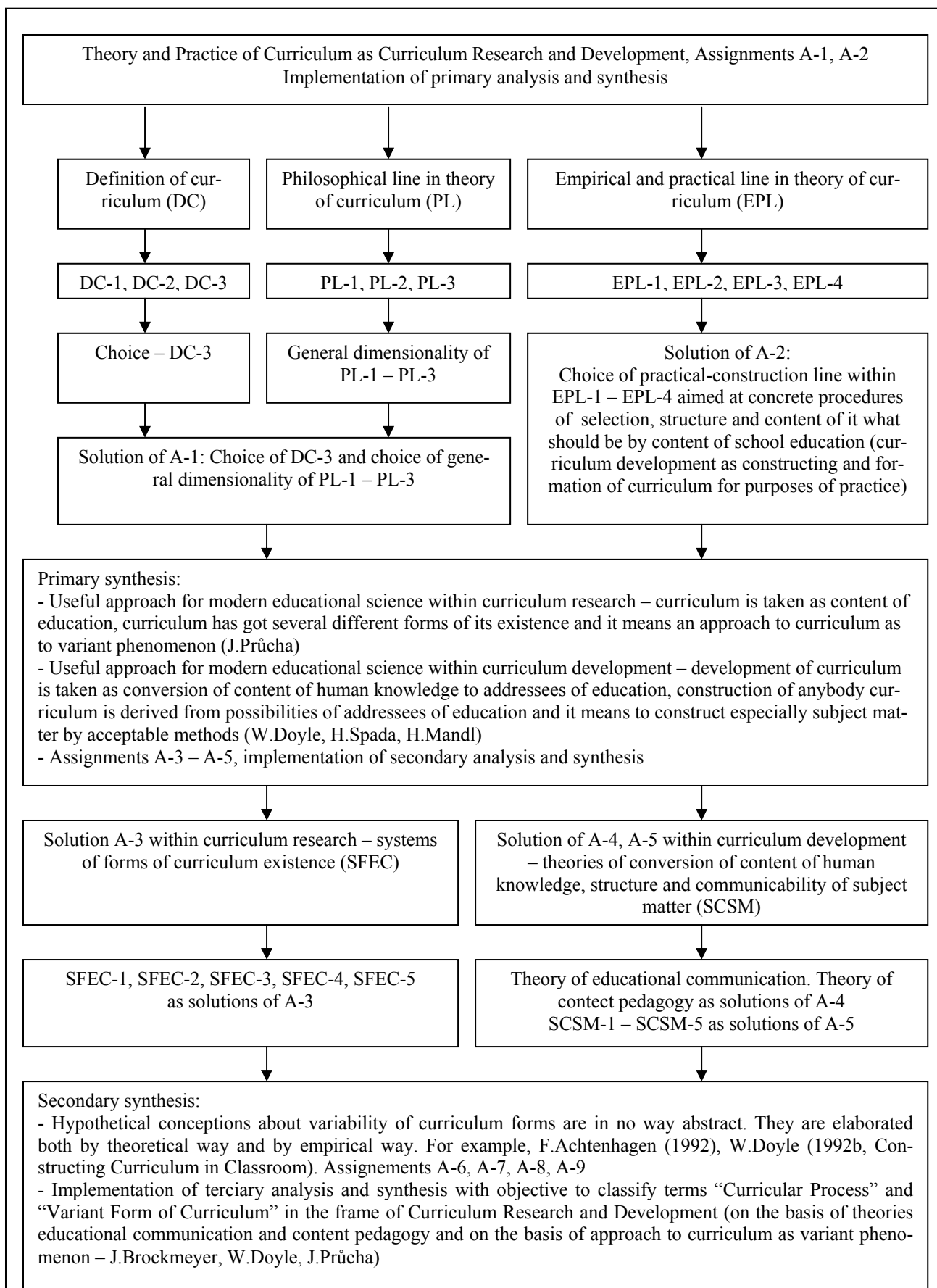


**F1) Dosažené kurikulum:****Analyticko-syntetický model kognitivní struktury dosaženého kurikula klasické mechaniky jako složky všeobecného středoškolského vzdělání**

**Analyticko-syntetický model kognitivní struktury dosaženého kurikula klasické mechaniky jako edukační konstrukt pro další vysokoškolské studium (podle práce R.Duškové, 2007 jsou tučně vyznačeny použité části modelu)**



## Dodatek 5: Analyticko-syntetický model “Curriculum Research and Development” – původ pojmů “kurikulární proces” a “variantní forma kurikula”



# Curricular Process of Physics

Přemysl Záškodný<sup>1)</sup> Petr Procházka<sup>2)</sup>

1) Department of Radiology and Toxicology, Faculty of Health and Social Studies, University of South Bohemia, ČR

2) Department of Toxicology, Faculty of Military Medicine, University of Defense, ČR

## Abstract

This contribution is a scientific dissertation about the comparison the results of transformations of physics knowledge piece with variant forms of curriculum existence. Organized sequence of physics knowledge piece transformations is the expression of educational communication of physics, organized sequence of curriculum variant forms is the expression of curricular process.

The main aim was to verify the idea that the results of transformations (inputs and outputs of each transformation) of the physics knowledge piece can be identified with variant forms of curriculum. There was a special state of subject education and physics education investigation leading to the formulation of this idea. The communicative conception of physics education as an order of physics knowledge piece transformations was defined in the Czech-Slovak conception (and maybe also in conjunction with continental Europe). Also the interdisciplinary cooperation with physics science was pointed out. On the other hand, several forms of content of education existence were described in Anglo-American conception. Thus the interdisciplinary collaboration with educational science was pointed out.

The “assimilation” of physics education with physics in European conception on one side and the “assimilation” of physics education with educational science in Anglo-American conception on the second side led to the special phenomena: Anglo-American research quitted to use the concept “physics education” and European research quitted to use the concept “physics didactics”.

## Key Words

Subject education, Physics education, Educational science (Pedagogy)  
Curricular process, Curricular process of physics  
Curricular process of physics education, Curricular process of educational science  
Form of existence of education content  
Curriculum as variant phenomenon, Variant form of curriculum  
Transformations of physics knowledge piece, Educational communication of physics  
Inputs and outputs of transformations of physics knowledge piece  
Conceptual curriculum  
Intended curriculum  
Projected curriculum  
Implemented curriculum 1, Implemented curriculum 2  
Attained curriculum  
Methods of construction and representation of variant forms of curriculum  
Hierarchical, Analytical synthetic, Matrix, and Micromatrix modeling  
Triangular, and Level modeling  
Structure of variant form of curriculum  
Structural conception of physics education

## 1. Transformations in Educational Communication of Physics

The educational communication of physics is the subject of physics education in the communicative conception (this includes also methodic, integrative and application conception). The physics education is a whole continuous process of forwarding and negotiation of results and methods of physics knowledge to the sense of individuals, who are not directly bounded with the knowledge creation. This process is leading to the transfer of physics knowledge to the sense of whole society [1]. This process is done by various participants with educational intention and includes not only the teaching and education in all levels of educational system, but also lifelong studies carried out institutionally and information transfer from physics science to society.

The physics knowledge piece undergoes several transformations during the educational communication [2], [3]. Physics education has to follow the whole way of physics knowledge transfer and thus is passed through totally different areas of thinking, investigation and locution, which

approximately come up to mentioned physics knowledge transformation. These are the basic problematic areas of physics didactics.

The basic problematic areas of physics didactics are: the scientific system of physics, the educational system of physics, instructional project – instructional process, the results of instruction and their evaluation. Also the teacher's preparation of physics and methodology of physics education belong to this group of problematic areas of physics education. The transformations of physics knowledge piece and inputs and outputs of each transformation define these basic problematic areas of physics education [2], [3], [1]).

Physics conceptual-knowledge systems undergo several forms of existence during the educational communication of physics and gain this forms of existence in transformations T1 to T5 [2].

The survey of transformations could be described according to Brockmeyer, 1982 and Tarábek, Záškodný, 2006 and 2007, respectively following way:

Transformation T1 (input → output)

Input T1: Scientific system of physics → Output T1: Scientific system of physics from the point of view of its communication.

Transformation T2 (input → output)

Input T2: Scientific system of physics from the point of view of its communication → Output T2: Educational system of physics and its content.

Transformation T3 (input → output)

Input T3: Educational system of physics and its content → Output T3: Instructional project of physics and its textbook.

Transformation T4 (input → output)

Input T4: Instructional project of physics and its textbook, preparedness of teacher → Output T4: Results of physics education.

Transformation T5 (input → output)

Input T5: Results of physics education → Output T5: Applied results of physics education.

## 2. Choose of Variant Forms of Curriculum

Interdisciplinary cooperation of physics education and physics is integrated with described sequence of transformations T1 – T5 of physics knowledge piece. There are three questions bounded with these transformations:

The question number one: How to create, express and figure inputs and outputs of transformations T1 to T5? How to create, express and figure the scientific system of physics to be communicable? How to create, express and figure the educational system of physics, its aims and content? How to create, express and figure the elements of instructional project of physics, mainly textbook? How to figure the preparedness of teacher for education? How to negotiate the knowledge to students to make it their own knowledge, and how to find, figure and evaluate the achieved results of physics education? How to find, figure and evaluate the applicability of achieved physics knowledge?

The question number two: How is the educational dimension of physics education related to the physics dimension of physics education? If the physics and educational dimension of physics didactics are joined by physics knowledge piece transformations, which educational constructs can be used for each transformation description?

The question number three: Could we the first two questions consider as important also for subject education in the case of another science disciplines, eventually also for subject education of another totally different specializations (e.g. technical, economical etc.)?

There is a common answer for these three questions. This is based on the interdisciplinary cooperation with physics science, besides also on the interdisciplinary cooperation with educational science (pedagogy). The common content of education and content of physics education are bounded

with the variant forms of curriculum as forms of existence of physics education content, and with the way of expression and construction of these types of curriculum by effective educational constructs (i.e. effective modeling of education content in its variant forms of existence).

The tasks which can be solved only by physics education and which are besides the scientific independence of physics education also the expression of interdisciplinary cooperation of physics education with especially educational science and physics science are following:

- a) definition of variant forms of curriculum typical for physics as a school subject and their identification as inputs and outputs of transformations T1 to T5 of educational communication of physics,
- b) connection of these variant forms of curriculum into curriculum process of physics as a sequence of linked together inputs and outputs of transformations T1 to T5 of educational communication of physics,
- c) sequent transformation of scientific system of physics into defined variant forms of curriculum within the curriculum process of physics (i.e. construction and expression of each variant form of curriculum),
- d) takeover of endogenous and exogenous aspect of educational process and their application within some transformations between appropriate variant forms of curriculum.

We can perform the modification of the survey of variant forms of curriculum identified in literature to interconnect the transformations T1 to T5 with variant forms of curriculum [4], [5] Czech literature. We can respect the relationships with five conceptions of curriculum [6], [4] and with transformations T1 to T5 during these modifications.

Following selection of variant forms of curriculum is the expression of interdisciplinary cooperation of physics education especially with educational and physics science.

### **Conceptual curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Conceptual form (the conception of the education content in schools).

Curriculum conception: The conception which is focused to the structure of scientific knowledge (structured and communicable set of knowledge of particular sciences).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T1. Conceptual curriculum can be identified with the result of transformation T1.

### **Intended curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Intended curriculum – planned goals and content of education with explicit definition in curriculum documents (curriculum, textbooks). There are three categories of content: content of education itself, its operational level (the actions of students and teachers e.g. during solving suitable types of tasks), prospects level (planned changes of student's attitudes, interests and motivation).

Curriculum conception: Conception is focused on structure of knowledge (curriculum – content – as a structured set of knowledge of particular sciences optimized for abilities of students). This conception is also based on development of cognitive processes (the ability of thinking is more than the list of facts!).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T2. Intended curriculum can be identified with the result of transformation T2.

### **Projected curriculum and Implemented curriculum 1**

Variant form of curriculum in literature: Project and realization form (concrete planned projects of content of education, the content of education presented to the subjects of education).

Curriculum conception: This conception is focused on the technologies of education (the method of forwarding is in the centre of knowledge).

Transformation of physics finding: These forms can be identified with the result of transformation T3. The expecting result of transformation T3, "Projected curriculum", can be extended to a new variant form of curriculum bounded with preparing of teacher for education. This has not been mentioned in literature yet. This new variant form of curriculum can be named "Implemented curriculum 1" and thus it can be divided from variant form of implemented curriculum connected with subject of matter took over by learners (Projected curriculum and Implemented curriculum 1).

## **Implemented curriculum 2**

Variant form of curriculum in literature: Resulting form (content of education accepted with the subjects of education).

Curriculum conception: Conception is based on self-realization of learner (to give the learner the space to investigate the world with his own action, to start with his interests).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be identified with transformation T4. We can identify implemented curriculum as a content of education accepted with the subjects of education with the result of transformation T4. Implemented curriculum is in terms of this analysis of variant forms of curriculum divided into Implemented curriculum 1 (identified with transformation T3) and Implemented curriculum 2 (identified with transformation T4).

## **Attained curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Effect form as an achieved curriculum (the content of education operating on the side of subjects of education), the form of acquired knowledge modified by learners in the term of their own experiences and interests.

Curriculum conception: The conception of society reparation (to solve the problems of society by education).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T5. Attained curriculum can be identified with the result of transformation T5 as a permanent component of education.

## **3. The Definition of Curricular Process of Physics**

According to Průcha there is a problem of agreement in the case of five conceptions of curriculum [4], [6]. We can assume that if the subject of physics education is the educational communication of physics [1], the problems with agreement could be relative easily replaced. Particular conceptions of curriculum and particular variant forms of curriculum “only” express different transformations of physics knowledge piece. From this point of view, the partial conceptions of curriculum would cooperate very well. By the way the approach to curriculum as a variant phenomenon was worked up in the eighties in the Czech Republic [7]. The discovery of the educational communication of physics [1] and its structural interpretation through transformations T1 to T5 [3] can confirm the benefit of the approach to curriculum as a variant phenomenon. This confirmation can be done by the interconnection of conceptions and particular forms of curriculum. Also the important role of the physics education as a one of the subject education is shown nowadays – physics education (physics didactics) is defined as an independent scientific subject. This definition and identification is made right through the curricular dimension. Curricular dimension of physics education (bounded with cognitive structural methods of construction and expression of particular variant forms of curriculum) can be also the way to structural conception of physics education.

The sequent development of variant forms of curriculum is as “an analysis of knowledge and method of knowledge acquiring by students” newly defined as curricular process [5]. We can identify the curricular dimension of physics with curricular process of physics by application of this nomenclature.

The educational communication of physics and curricular process of physics represent sequence of inputs and outputs of transformations of physics knowledge piece T1 to T5, as well as sequence of five variant forms of curriculum (conceptual, intended, projected, implemented divided into implemented curriculum 1 and implemented curriculum 2, and attained curriculum).

Curricular process can be defined as an order of consequential and transformational system of variant forms of curriculum (the first and the only “non-curricular” element of this system is the content of physics science as a scientific system of physics, transformational sequence is described with arrows→).

*Scientific system of physics → Conceptual curriculum*

*Conceptual curriculum → Intended curriculum*

*Intended curriculum → Projected curriculum and Implemented curriculum 1*

*Projected curriculum and Implemented curriculum 1 → Implemented curriculum 2*

*Implemented curriculum 2 → Attained curriculum*



The connection of curricular process of physics with the transformations of educational communication of physics can be described with following scheme:

*Transformation T1* (input → output)

Input T1: Scientific system of physics → Output T1: Scientific system of physics from the point of view of its communication as Conceptual curriculum.

*Transformation T2* (input → output)

Input T2: Scientific system of physics from the point of view of its communication → Output T2: Educational system of physics and its content as Intended curriculum.

*Transformation T3* (input → output)

Input T3: Educational system of physics and its content → Output T3: Instructional project of physics and its textbook as Projected curriculum and Implemented curriculum 1.

*Transformation T4* (input → output)

Input T4: Instructional project of physics and its textbook, preparedness of teacher → Output T4: Results of physics education as Implemented curriculum 2.

*Transformation T5* (input → output)

Input T5: Results of physics education → Output T5: Applied results of physics education as Attained curriculum.

The description of the curricular process of physics is not only the expression of interdisciplinary cooperation with educational and physics science. The description is also the definition of important part of physics education. We can also search the answer for the following question: Is it possible to generalize the described importance of curricular dimension of physics education and find the way of its application to subject educations of science education or other specializations? Considering some works [8], [9], [10], [11], [12], our answer will not be negative.

## 4. Conclusion

This contribution presents the experimental fusion of European education tradition and Anglo-American curricular tradition. This experiment would not have been performed without revolutionary theoretical work of Professor Jitka Fenclová-Brockmeyer. Her lifelong work must be honored. The authors tried to verify the idea, that the educational communication of physics as a sequence of transformation of physics knowledge piece T1 to T5, which was described by Professor Fenclová-Brockmeyer, is on the summary of inputs and outputs the sequence of consequential variant forms of curriculum:

- a) Conceptual curriculum as an expression of communicable scientific system of physics,
- b) Intended curriculum as an expression of educational system of physics,
- c) Projected curriculum and Implemented curriculum 1 as an expression of instructional project of physics and preparing of teacher for education,
- d) Implemented curriculum 2 as an expression of results of physics education (outputs of physics education) in the sense of learners within physics instruction,
- e) Attained curriculum as an expression of permanent component of education and its application as an effect of physics education (expression of applicable outputs of physics education).

The main goal of the contribution can be considered as verified. More detailed verification is connected with the investigation of construction and expression of particular variant forms of curriculum as particular components of curricular process in physics education.

The authors tried to contribute to the discussion about the solving of problem defined by Průcha. This problem is connected with five conception of curriculum in Anglo-American curricular science. We can think that the educational communication of physics and its curricular process are possible solution of the problem and offer the consensus among supporters of particular curricular conception.

## 5. References

- [1] Brockmeyerová, J. Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN, 1982.
- [2] Brockmeyer, J., Tarábek, P. Teoretická koncepce didaktiky fyziky. Educational&Didactic communication 2007. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [3] Tarábek, P., Záškodný, P. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. Matematika, fyzika, informatika 3/2006 str. 146-157, 4/2006 str. 224-227.
- [4] Průcha, J. Moderní pedagogika. Praha: Portál, 2002.
- [5] Maňák, J. K problematice výzkumu kurikula. Bulletin centra pedagogického výzkumu. Brno : Masarykova univerzita, 2005.
- [6] Certon, M., Gayle, M. Educational Renaissance. New York: St. Martin's Press, 1991.
- [7] Průcha, J. Učení z textu a didaktické informace. Praha : Academia, 1987.
- [8] Procházka, P., Záškodný, P. Analytical-synthetic model of mathematical integration. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [9] Škrabánková, J., Procházka, P. Analytical-synthetic model of chemistry. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [10] Šimoník, O., Škrabánková, J. Model of logical structure of the educational process. Modern tendencies in textbook creation. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2005.
- [11] Procházka, P. Optimalization of the systemic evidence of returnable packaging transport – Analytical-synthetic model. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [12] Paulín, R. Structural model of CAPM and choice of optimal portfolio. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [13] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 1. - Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [14] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 2. – Methods. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [15] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 3. – Applications. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [16] Záškodný, P. Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Slovak Republic, Bratislava, : Didaktis, 2005.
- [17] Záškodný, P. Survey of principles of theoretical physics (with application on radiology). Switzerland, Lucerne, Czech Republic, Ostrava: Avenir, Algoritmus, 2006.
- [18] Záškodný, P. Kurikulární proces fyziky (s přehledem základů teoretické fyziky). Switzerland, Lucerne, Czech Republic, Ostrava: Avenir, Algoritmus, 2009, ISBN ISBN 978-80-902491-0-3.

# Komunikačná koncepcia odborových didaktík

Veronika Adamčíková<sup>1)</sup>, Pavol Tarábek<sup>2)</sup>

1) Educational Publisher Didaktis – member of the European Educational Publishers Group, Denmark  
Adresa: Didaktis, Hýrošova 4, 81104 Bratislava, Slovak Republic

2) Didaktis & Curriculum Studies Research Group, College of Applied Economic Studies, České Budějovice,  
Czech Republic

For correspondence please contact: [didaktis@t-zones.sk](mailto:didaktis@t-zones.sk)

## Abstrakt

Práca uvádza výsledky dosiahnuté v rámci komunikačnej koncepcie odborových didaktík v roku 2008. Komunikačná koncepcia odborových didaktík je teoretickým konštruktom, ktorý integruje koncepciu didaktickej komunikácie vedeckých a technických disciplín charakterizovanú fázami a didaktickými transformáciami a koncepciu kurikulárneho procesu charakterizovanú variantnými formami kurikula.

## Kľúčové pojmy

Didaktická komunikácia, didaktická transformácia, poznatková transformácia, pojmový poznatkový systém, kurikulum, kurikulárny proces, kurikulárna transformácia, variantná forma kurikula, variantná forma znalostného obsahu, variantná forma vzdelávacieho obsahu

## Abstract

The paper describes results in integration of the didactic communication of science and the curricular process of science in the year 2008. **Didactic communication** of science is a continuous process of transfer of scientific knowledge and methods into the minds of learners and is characterized by the **didactic phases** P0 to P6 and the sequence of **didactic transformations** DT1 – DT6, where F0 is “non-didactical member of this sequence. The last “non-didactical” members T7 & P7 as effects of education in the society are connected to the didactic communication.

Phase P0 is the scientific system.

Transformation DT1 = scientific system → conceptual model of a given science (F1)

Phase P1: conceptual model of a given science communicable to teachers and curriculum makers

Transformation DT2 = conceptual model (P1) → didactic system (P2)

Phase P2: didactic system – content of education adapted to the cognitive level of learners

Transformation DT3 = didactic system (P2) → educational project (P3)

Phase P3: educational project – curriculum specified in syllabus, course of study, textbooks

DT4 (educational process) = educational project (P3) → operational/realized curriculum (P4)

Phase P4: operational curriculum realized in teaching and instruction process

Transformation DT5 = operational curriculum (P4) → outcomes of education (P5)

Phase P5: outcomes of education – knowledge, skills, competencies and attitudes of learners

Transformation DT6 = outcomes of education (P5) → applicable outcomes of education (P6)

Phase P6: applicable outcomes of education – knowledge and skills of learners applicable in practice;

Transformation T7: applicable outcomes of education (P6) → effects of education in the profession and the daily life of a person (P7)

**Curricular process** is the sequence of **variant forms of curriculum** mutually interconnected by the **curriculum transformations** CT1 – CT6:

CT1 = scientific system → conceptual curriculum,

CT2 = conceptual curriculum → intended curriculum,

CT3 = intended curriculum → project curriculum,

CT4 = project curriculum → operational curriculum,

CT5 = operational curriculum → implemented curriculum,

CT6 = implemented curriculum → attained curriculum.

The **components of the curriculum** are as follows:

- **the intentional component** comprises the philosophy, conception, aims, objectives, and goals of education,
- **the content knowledge component** comprises the variant forms of conceptual knowledge systems of science that are also called the content knowledge of a given subject (in phases 2 – 5),
- **the methodical component** comprises the methods and forms of teaching and instruction,
- **the cognitive component** comprises knowledge of cognitive psychology and science used in the curriculum process (e.g. perception and cognition of learners in the instruction process, structure of concepts and knowledge to be taught) and also information about the cognitive level of the learners' concepts and knowledge, methods of adaptation of scientific knowledge to the cognitive level and input knowledge of learners, etc.,

- **the pedagogical component** comprises the pedagogical content knowledge of teachers, curriculum makers, text-book creators and designers, and also the pedagogical knowledge concerning the teaching, instruction, learning, etc.,
- **the efficiency component** comprises the methods and tools of detection, assessment, and evaluation of knowledge, skills, and competencies,
- **the organizational component** comprises an external organization of education (kinds of schools, organizational forms of education, financial and legal components of educational system, etc.).

## Key words

Didactic communication, didactic transformation, knowledge transformation, conceptual knowledge system, curriculum, curricular process, curriculum transformations, variant forms of curriculum

## 1. Úvod

V priebehu rokov 1982 – 2005 boli publikované štúdie formujúce a rozvíjajúce **komunikačnú koncepciu didaktiky fyziky** (Fenclová, 1982; Fenclová, Bednařík, Půlpán, Svoboda, 1984; Brockmeyerová, 2002; Tarábek, Záškodný a kol., 2002, 2003, 2004, 2005). V rámci komunikačnej koncepcie je predmetom didaktiky fyziky **didaktická komunikácia fyziky** – celý súvislý proces odovzdávania výsledkov a metód fyzikálneho poznania do vedomia jednotlivcov, ktorí sa na vzniku poznania nepodieľali.

Po roku 2000 bola formovaná **komunikačná koncepcia odborových a predmetových didaktík** predovšetkým v didaktikách prírodovedných predmetov a ekonomiky (Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Brockmeyerová 2002; Tarábek, Záškodný a kol., 2002; Tarábek, Záškodný, Pavlát, Škrabánková a kol., 2003; Kotásek, 2004; Tarábek, Záškodný, Šimoník, Škrabánková a kol., 2005) a v priebehu posledných rokov bola komunikačná koncepcia dopracovaná do systémovej podoby (Tarábek, Záškodný, 2006; Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Tarábek, 2007; Záškodný, 2007a; Adamčíková, Tarábek, 2007, 2008a, 2008b). V rámci komunikačnej koncepcie odborovej didaktiky je didaktická komunikácia poznatkov danej vedy/odboru charakterizovaná **variantnými formami pojmovo poznatkového systému danej vedy/odboru**, ktoré sú prepojené **poznatkovými transformáciami**. Odborová aj predmetová didaktika musí sledovať celú cestu transformácie pojmov a poznatkov príslušnej vedy/odboru, pričom variantným formám pojmovo poznatkového systému zodpovedajú kvalitatívne odlišné **fázy didaktickej komunikácie**. V súlade s poznatkovými transformáciami pojmovo poznatkového systému rozlišujeme aj **didaktické transformácie** v didaktickej komunikácii (DK) príslušnej vedeckej alebo odbornej disciplíny. Fázy a didaktické transformácie tvoria **etapy didaktickej komunikácie danej vedy/odboru**.

Po roku 2000 sa v Českej republike postupne formovala koncepcia **variabilného pojatia kurikula**, v rámci ktorej nie je kurikulum vnímané ako statický jav, ale ako fenomén prechádzajúci rôznymi fázami svojej existencie, ktoré sú prepojené transformáciami (Průcha, 2002, 2006; Maňák 2007). Prvá teoretická koncepcia kurikula ako variantného fenoménu bola predložená približne v rovnakom čase ako komunikačná koncepcia didaktiky fyziky (Průcha, 1983). Koncepcia variantného kurikula nadväzuje na americkú koncepciu teórie vzdelávania (Bobbitt, 1918, 1928; Kelly, 2004; Rohlehr, 2006; Smith, 1996, 2000; Stenhouse, 1975; Westbury, 2008; Adamčíková, Tarábek, 2008c; Tarábek, 2008b). Didaktická komunikácia vychádza z európskej koncepcie odborových didaktík popísanej v prácach (Fenclová, 1982; Möhlenbrock, 1982; Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003; Kotásek, 2004; Průcha, 2002; Tarábek, Záškodný, 2006). V prácach (Záškodný, 2007a, 2008; Adamčíková, Tarábek, 2008c; Tarábek 2008a, 2008b) bola konštatovaná zhoda medzi variantnými formami kurikula a fázami didaktickej komunikácie fyziky a prírodných vied.

V priebehu roku 2008 bola teoretická koncepcia didaktickej komunikácie vedy integrovaná s koncepciou variabilného pojatia kurikula ako **kurikulárna koncepcia odborových didaktík** a prezentovaná na viacerých zahraničných a domácich konferenciách:

1. Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008). Učebnice a variatní formy kurikula. (Textbooks and Variant Forms of Curriculum). Konferencia *Kurikulum a učebnice z pohľadu pedagogického výzkumu*, June 25 – 26, 2008. Brno: Centrum pedagogického výzkumu, Pedagogická fakulta, Masarykova Universita.
2. Tarábek, P. (2008). Variantní formy kurikula z hlediska didaktické komunikace v předmětových didaktikách (Educational Communication of Science and Curricular Process in Science Education), Konferencia: *Kurikulum a učebnice z pohľadu pedagogického výzkumu* (Curriculum and textbooks form the light of educational research), June 25 – 26, 2008. Brno: Centrum pedagogického výzkumu, Pedagogická fakulta, Masarykova Universita.

3. Záškodný, P. (2008) Didaktická komunikace a kurikulární proces fyziky. Konferencia: *Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*, 25 – 26. júna 2008. Brno: Pedagogická fakulta, Masarykova Univerzita.
4. Tarábek, P. (2008). Curricular Process and Communicative Conception in Physics Education. *Physics Education Research Conference PERC 2008*, Contributed Poster Session, Edmonton, Canada: University of Alberta, Canada.
5. Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008). Educational Communication and Curriculum Process in Physics Education. *GIREP 2008 International conference*, Nicosia, CY: University of Cyprus.
6. Tarábek, P. (2008). Curriculum Process Conception in the Light of Carl Wieman Science Education Initiative. *Konferencia s medzinárodnou účasťou DIDFYZ 2008*, 15.-18. októbra 2008, Račkova dolina. Nitra: Prírodovedecká fakulta Univerzita Konštantína Filozofa.
7. Tarábek, P. (2008). Kurikulárny proces v predmetových didaktikách – okružly stôl, konferencia *Inovácie v škole 2008*.

Podnety, otázky, kritické a recenzné pripomienky viedli ku korekciám, k doplneniu a dopracovaniu vyššie uvedenej teoretickej koncepcie. Táto práca predkladá náčrt štruktúry komunikačnej koncepcie odborových didaktík ako integrácie didaktickej komunikácie vedy a teoretickej koncepcie kurikulárneho procesu, pričom sú zohľadňované pedagogické teórie didaktickej redukcie a sprostredkovania vedeckých poznatkov (Knecht, 2007), didaktickej transformácie (Möhlenbrock, 1982; Skalková, 1999) vrátane onto- a psychodidaktickej transformácie (Helus, 2007; Janík, Slavík, 2007), didaktickej rekonštrukcie (Jelemeniská, Sander, Kattmann, 2003) a didaktickej znalosti obsahu (Shulman, 1987; Janík, 2007).

## 2. Didaktická komunikácia vedy

Predmetom didaktiky danej vedeckej disciplíny/odboru v **komunikačnej koncepcii** (zahrnujúcej aj metodické, aplikačné a integračné poňatie odborovej didaktiky) je **didaktická komunikácia** (DK) príslušnej vedy/odboru. Didaktická komunikácia danej vedy/odboru je celý súvislý proces odovzdávania a sprostredkovania výsledkov a metód vedeckého/odborného poznania do vedomia jednotlivcov, ktorí sa na vzniku poznania nepodieľali. Tento proces je konaný rôznymi aktérmi so vzdelávacími intenciami a zahŕňa nielen vzdelávanie a výučbu na všetkých úrovniach školskej sústavy, ale aj celoživotné vzdelávanie realizované inštitucionálne. **Didaktická komunikácia vedy** tvorí didaktický most medzi vedeckými poznatkami a ich mentálnymi reprezentáciami v myšliach edukantov (Brockmeyerová, Tarábek, 2007). Dôležitou vlastnosťou didaktickej komunikácie vedy je dvojsmernosť – každá z jej fáz má spätnú väzbu korigujúcu transformačný proces. Didaktická komunikácia vedy (DKV) je modelom reprezentujúcim predmet odborovej didaktiky v komunikačnej koncepcii.

Predmetová didaktika sa v procese didaktickej komunikácie zaoberá vedeckým systémom danej vedeckej disciplíny, ktorý je tvorený **vedeckým pojmovým poznatkovým systémom** (VPPS) zahrnujúcim vedecké pojmy a poznatky – fakty, zákony, princípy, teórie, ako aj poznávacie metódy. **Pojmový poznatkový systém**<sup>3)</sup> danej vedy nadobúda v priebehu didaktickej komunikácie niekoľko odlišných variantných foriem a podstupuje niekoľko výrazných transformácií – nazývame ich **poznatkové transformácie** (pozri obr. 2). Predmetová didaktika musí sledovať celú cestu odovzdávania vedeckého poznania, pričom variantným formám pojmového poznatkového systému danej vedeckej disciplíny/odboru zodpovedajú kvalitatívne odlišné **fázy didaktickej komunikácie** F1 – F6. V súlade s poznatkovými transformáciami pojmového poznatkového systému rozlišujeme aj **didaktické transformácie** v didaktickej komunikácii danej vedy/odboru DT1 – DT6 (pozri obr. 1). Fázy a didaktické transformácie v didaktickej komunikácii tvoria **etapy didaktickej komunikácie**. Fázy didaktickej komunikácie zodpovedajú fázam kurikulárneho procesu a didaktické transformácie zodpovedajú kurikulárnym transformáciám (pozri kap. 3 a obr. 3).

Termín **didaktická transformácia** sa používa v didaktike na vyjadrenie procesu pretvárania a transformácie vedeckých a odborných poznatkov na učivo zrozumiteľné učiteľom a edukantom vzhľadom na koncepciu a ciele vzdelávania ako aj poznatkovú a kognitívnu úroveň edukantov, ako to ukazujú nižšie uvedené citácie.

Termín **didaktická transformácia** používaný v tejto práci zodpovedá zaužívanému významu, je však špecifikovaný konkrétnejšie, a to tak, že označuje jednotlivé transformačné etapy kurikulárneho procesu resp. didaktickej komunikácie vedeckých a technických disciplín.



Prof. Jitka Brockmeyerová  
a Pavol Tarábek  
Praha, 28. mája 2009

Citácie:

- „Výběr a strukturování vzdělávacího obsahu se nedá oddělit od procesu přetváření vzdělávacího obsahu do podoby učiva. Tato **didaktická transformace** vědeckého nebo uměleckého poznatku do učiva prezentovaného žákům je podle našeho názoru jádrem profesní činnosti didaktika a učitele (Trna, Janík, 2006).“
- „Na poli didaktiky se můžeme setkat s několika modely procesu zprostředkování vědeckých poznatků žákům. Snahu o přizpůsobení vzdělávacích obsahů poznávacím schopnostem žáků můžeme nalézt již u Komenského, obdobná doporučení lze nalézt v dílech Pestalozziho, Herbarta a zejména reformních pedagogů. V současnosti u nás tento proces nejčastěji označujeme pojmem **didaktická transformace**. (Knecht, 2007)“
- „Möhlenbrock (1982) oproti tomu definoval **didaktickou transformaci** jako „přenesení daného, z didaktického hlediska pečlivě vybraného vědeckého obsahu (transformandum), do podoby zjednodušeného a pro žáky srozumitelného vzdělávacího obsahu (transformát), s přihlédnutím k receptivním a kognitivním vlastnostem žáka i vzdělávacím cílům vztažených k tomuto vzdělávacímu obsahu“ (Knecht, 2007)“.
- „Obsah, jemuž se vyučuje, nelze chápat jako zjednodušené, redukované, degradované poznání, ale je třeba jej chápat jako rekonstruované, specifické poznání. Předpokládá se, že pojetí vyučovacího předmětu i při nezbytné **didaktické transformaci** bude v principu odpovídat soudobému pojetí dané výchozí disciplíny (Skalková 2006; Knecht, 2007)“.

Helus (2007) rozlišuje **ontodidaktickou transformáciu** spoločenskej skúsenosti do vzdelávacích obsahov – t.j. do projektovej formy znalostného resp. vzdelávacieho obsahu v terminológii tejto práce (kapitola 3, fáza 3, obr. 3) a **psychodidaktickú transformáciu** vzdelávacieho obsahu do učiva vzhľadom na dosiahnutú úroveň kognitívneho a poznatkového vývoja edukantov, čo zodpovedá realizačnej forme znalostného resp. vzdelávacieho obsahu v terminológii tejto práce (kapitola 3, fáza 4, obr. 3). Psychodidaktická transformácia súčasne zodpovedá adaptačnej etape č. 2 kurikulárneho procesu – kurikulárnej transformácii KT2 a realizačnej etape č. 4 kurikulárneho procesu – realizačnej transformácii KT4 (kapitola 3, obr. 3).

### 3. Teoretická koncepcia kurikulárneho procesu

Teoretický model reprezentujúci predmet odborovej didaktiky v kurikulárnom poňatí je koncepcia **kurikulárneho procesu**. Model vychádza z komunikačnej koncepcie odborových didaktík a bol spracovaný na základe prác (Průcha 2002, 2006; Maňák 2007; Trna, Janík, 2006; Záškodný 2007a, 2007b; Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Adamčíková, Tarábek 2007, 2008; Tarábek 2007; Kurajová-Stopková, Kuraj, 2006). Predmetom **odborovej didaktiky** v rámci kurikulárnej koncepcie je **kurikulárny proces** danej vedy/odboru – celý komplexný proces odovzdávania a sprostredkovania výsledkov a metód vedeckého/odborného poznania do vedomia jednotlivcov, ktorí sa na vzniku poznania nepodieľali. Tento proces je realizovaný prostredníctvom transformácií **variantných foriem kurikula** resp. **fáz (rovín) kurikulárneho procesu**. Transformačný proces nie je jednosmerný, pretože jednotlivé jeho komponenty sú korigované spätnou väzbou. Kurikulárny proces danej vedy/odboru tvorí didaktický most medzi vedeckými/odbornými poznatkami a ich mentálnymi reprezentáciami v mysliach edukantov.

Predmetová didaktika sa v kurikulárnom procese zaoberá vedeckým systémom danej vednej disciplíny, ktorý je tvorený vedeckým pojmovým poznatkovým systémom zahrnujúcim vedecké pojmy a poznatky – fakty, zákony, princípy, teórie, ako aj poznávacie metódy<sup>3)</sup>. Pojmový poznatkový systém danej vedy/odboru nadobúda v priebehu kurikulárneho procesu odlišné formy, ktoré nazývame **variantné formy znalostného obsahu** danej vedy/odboru (variant forms of content knowledge). Tieto formy sú prepojené **poznatkovými transformáciami** znalostného obsahu (pozri obr. 3).

Predmetová didaktika musí sledovať celú cestu odovzdávania vedeckého poznania, pričom formám pojmového poznatkového systému danej vednej disciplíny/odboru – variantným formám znalostného obsahu – zodpovedajú kvalitatívne odlišné **fázy kurikulárneho procesu**, ktoré sú nazývané aj **variantné formy kurikula** (Průcha 2002, 2006; Maňák 2007; Záškodný 2007; Tarábek, 2007). Variantné formy znalostného obsahu tvoria obsahový komponent kurikula. Variantné formy kurikula sú okrem obsahového komponentu tvorené aj ďalšími komponentmi kurikula – intencionálnym (zámery, koncepcia, ciele vzdelávania), metodickým (metodika výučby), pedagogickým a didaktickým (didaktická znalosť obsahu u edukátorov, metodi-

kov, tvorcov kurikula a učebníc), kognitívnym (kognitívna úroveň edukantov, adaptačné metódy) a organizačným (organizácia výučby, formy vzdelávania, formy a typy škôl, finančné a právne prostredie).

**Kurikulárny proces (KP)** je tvorený sekvenciou **variantných foriem kurikula** a prebiehajú v ňom dva rozpoznatelne transformačné procesy:

1. Prvým transformačným procesom je **sekvencia variantných foriem znalostného obsahu** danej vedy/odboru, ktoré sú prepojené **poznatkovými transformáciami** PT1 – PT6 (pozri obr. 3). Variantné formy znalostného obsahu zodpovedajú variantným formám pojmovu poznatkových systémov<sup>3)</sup> danej vedy/odboru (obr. 2).
2. Druhým transformačným procesom je **sekvencia variantných foriem** resp. **fáz kurikula** F0 – F6, ktoré sú prepojené **kurikulárnymi transformáciami** KT1 – KT6 (resp. **didaktickými transformáciami** DT1 – DT6, pozri obr. 1 a 3).

### 3.1 Fázy kurikulárneho procesu a kurikulárne transformácie

**Fáza F0** je vedecký/odborný systém tvorený vedeckým pojmovu poznatkovým systémom (VPPS) daného odboru<sup>3)</sup>.

#### **Kurikulárna transformácia KT1 = vedecký/odborný systém → konceptuálne kurikulum (F1)**

V procese kurikulárnej transformácie KT1 sa najprv vytvára komunikatívny vedecký pojmovu poznatkový systém, ktorý je zrozumiteľný pre tvorcov konceptuálneho, zamýšľaného a projektového kurikula. Komunikatívny vedecký pojmovu poznatkový systém je určený aj učiteľom a študentom pedagogických fakúlt – budúcim učiteľom. Tento systém sa v procese didaktickej analýzy a syntézy ďalej transformuje na konceptuálnu formu znalostného obsahu danej vedy/odboru, ktorá je výberom pojmov a poznatkov danej vedy z hľadiska východiskovej koncepcie vzdelávania. Východisková koncepcia vzdelávania a konceptuálna forma znalostného obsahu tvoria konceptuálne kurikulum ako celok. Transformáciu T1 teda tvoria dve subtransformácie: komunikačná (vedie na komunikatívny VPPS) a konceptuálna, ktorá vedie na konceptuálnu formu kurikula danej vednej disciplíny/odboru.

**Fáza F1** je **konceptuálne kurikulum**, ktoré je tvorené dvomi komponentmi:

1. **konceptuálna forma znalostného obsahu** danej vedy/odboru – konceptuálny model vedeckého systému daného odboru vytvorený ako výber a usporiadanie pojmov a poznatkov komunikatívneho vedeckého pojmovu poznatkového systému danej vedy/odboru z hľadiska východiskovej koncepcie vzdelávania. Konceptuálny model je vytvorený z komunikatívneho vedeckého pojmovu poznatkového systému pomocou konceptuálnej transformácie.
2. východisková koncepcia vzdelávania vrátane filozofie kurikula, jeho východiskových zámerov a cieľov.

#### **Kurikulárna transformácia KT2**

##### **KT2 = konceptuálne kurikulum (F1) → zamýšľané kurikulum (F2)**

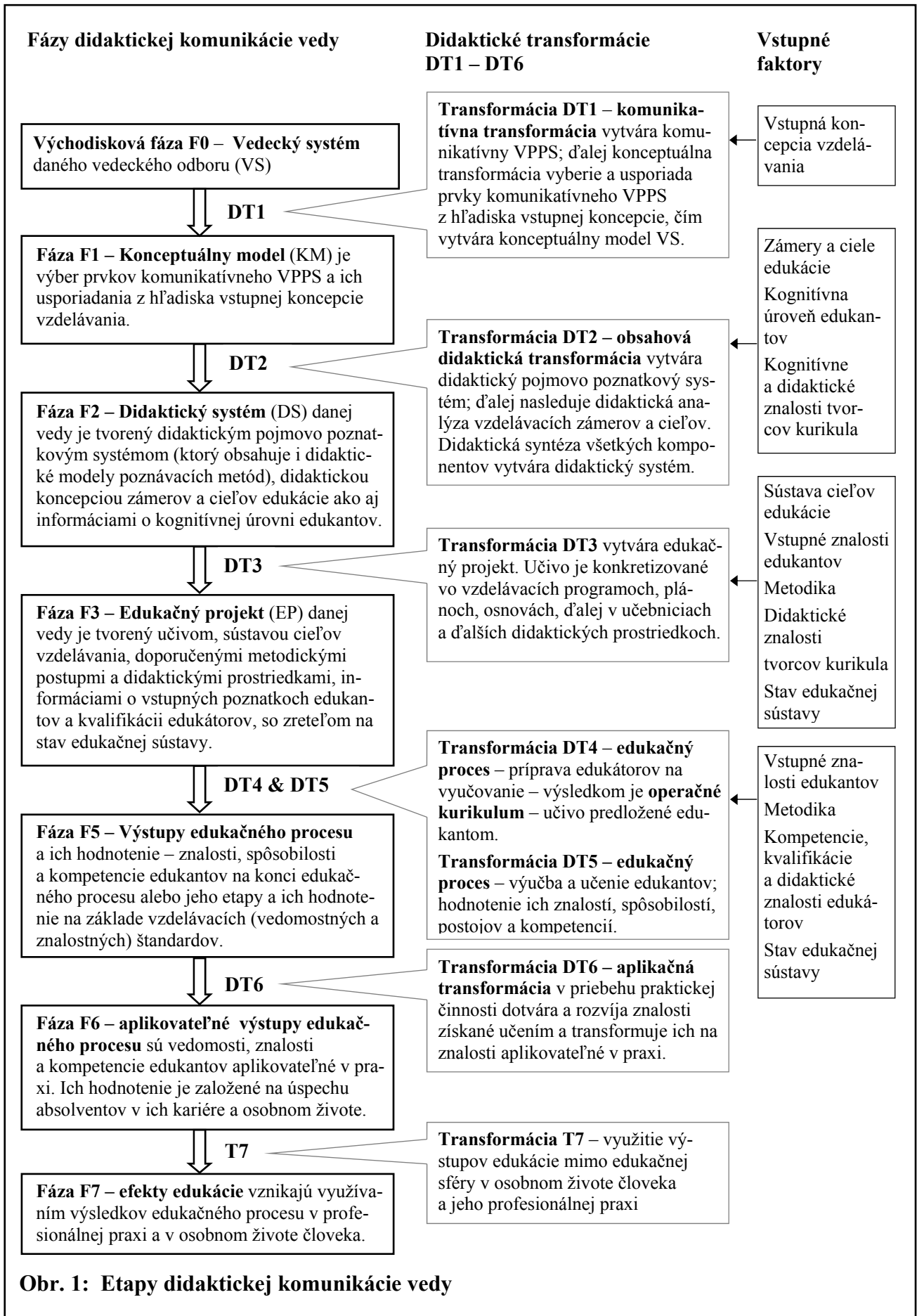
Tvorba zamýšľaného kurikula predpokladá vyjasnenie povahy vedeckých/odborných poznatkov z hľadiska náročnosti ich osvojovania. Konceptuálna forma znalostného obsahu je v priebehu didaktickej a kognitívnej analýzy a syntézy adaptovaná na kognitívnu úroveň adresátov vzdelávania, čím sa vytvorí didaktická forma znalostného obsahu danej vedy/odboru.

---

3) **Pojmovu poznatkové systémy (PPS)** sú tvorené systémom pojmov a poznatkov, ako aj väzieb medzi nimi, ktoré vytvárajú štruktúru PPS. Rozlišujeme externé a interné PPS.

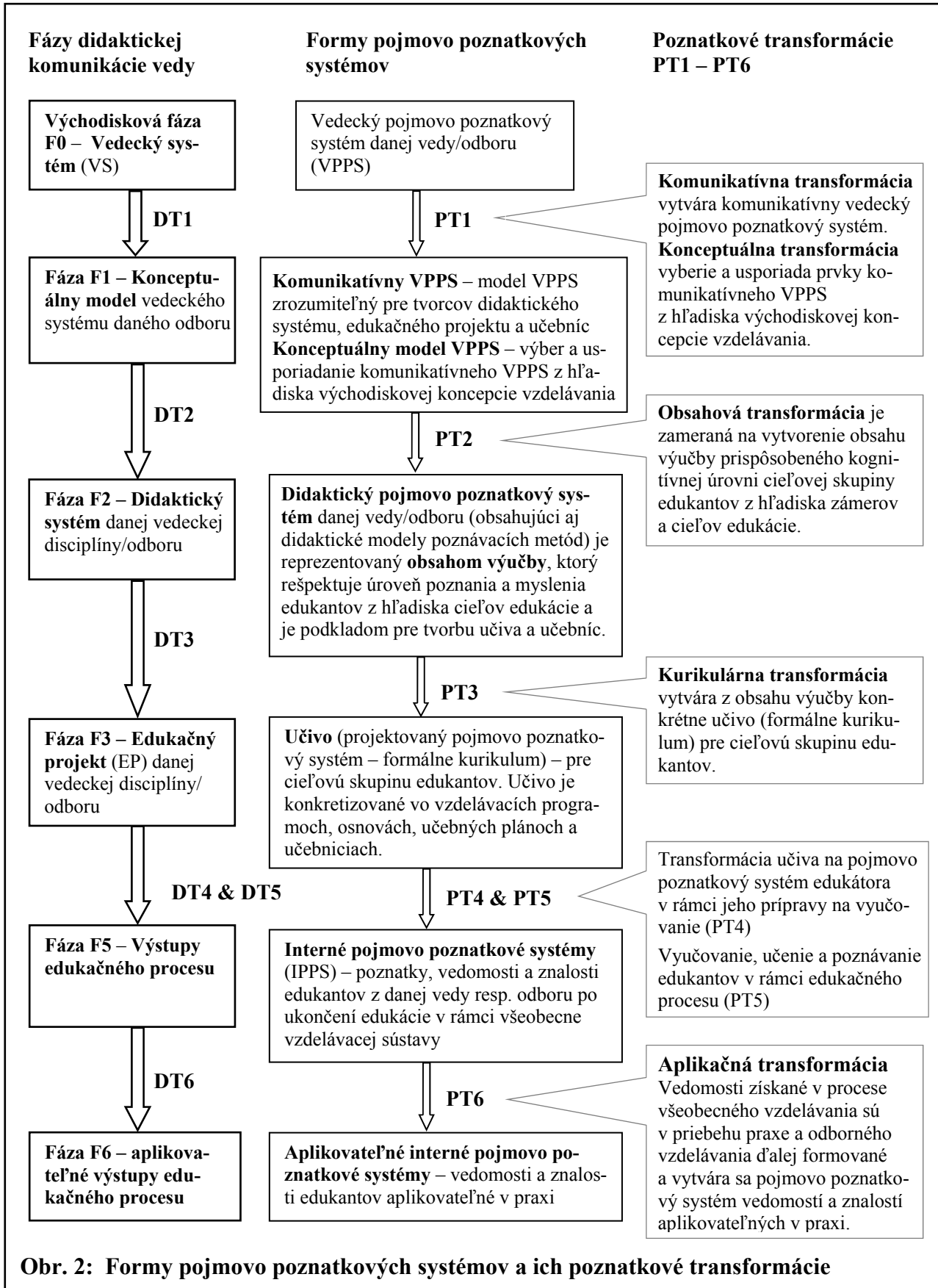
**Vedecké/odborné externé pojmovu poznatkové systémy (VPPS)** sú výsledkom poznávacieho procesu spoločenstva vedcov a odborníkov v danej vedeckej/odbornej disciplíne. Sú tvorené systémom vedeckých pojmov, vedeckých faktov, zákonov, princípov a teórií, ich aplikácií a interpretácií, ďalej systémom operačných/procedurálnych poznatkov – poznávacích, modelovacích, aplikačných a interpretačných metód a postupov, ktoré daná vedecká/odborná disciplína používa. Súčasťou vedeckých pojmovu poznatkových systémov je vedecký obraz sveta (z pohľadu príslušnej vedeckej disciplíny), ktorý je systémom obecných predstáv o realite konzistentne spojený s vedeckými poznatkami a formulovaný obvykle v prirodzenom jazyku rozšírenom o vedecké pojmy.

**Interný (mentálny) pojmovu poznatkový systém (IPPS)** je výsledkom individuálneho poznávacieho procesu. Je to systém pojmov a poznatkov, ktoré si poznávací subjekt vytvára resp. získava v procese výchovy, vzdelávania, pozorovaním, prostredníctvom empirickej skúsenosti, ako aj cieľavedomým experimentovaním a vlastným myslením. Pod poznatky zaraďujeme aj teoretické i praktické znalosti a to nielen deklaratívne ale aj operačné/procedurálne.



Obr. 1: Etapy didaktickej komunikácie vedy





Obr. 2: Formy pojmovu poznatkových systémov a ich poznatkové transformácie

**Fáza F2 – zamýšľané kurikulum** – didaktický systém danej vedy/odboru, ktorý je tvorený tromi komponentmi:

1. **obsah vzdelávania** – zamýšľaná resp. **didaktická forma znalostného obsahu** daného odboru (didaktický pojmovo poznatkový systém obsahujúci aj didaktické modely poznávacích metód) prispôbený kognitívnej úrovni edukantov z hľadiska koncepcie a cieľov vzdelávania,
2. sústava vzdelávacích zámerov a cieľov (intencionálny komponent),
3. systém informácií o kognitívnej úrovni pojmov a poznatkov edukantov (kognitívny komponent),
4. didaktické znalosti tvorcov kurikula – pedagogical content knowledge (didaktický komponent).

Pretože transformácia KT2 je zameraná predovšetkým na didaktickú adaptáciu pojmov a poznatkov daného odboru na kognitívnu úroveň príjemcov vzdelávania, nemožno ešte hovoriť o didaktickej forme vzdelávacieho obsahu daného predmetu, pretože vyučovacie predmety sa formujú až v ďalšej etape kurikulárneho procesu.

### **Kurikulárna transformácia KT3 (projektová transformácia)**

**KT3 = zamýšľané kurikulum (F2) → projektové kurikulum (F3)**

K ďalšej transformácii v kurikulárnom procese danej vednej disciplíny či iného odboru dochádza pri didaktickom vyjadrení poznatkov a prvkov zamýšľaného kurikula v reálnom vzdelávacom projekte. Didaktická forma znalostného obsahu danej vedy/odboru vyjadruje iba obsah výučby zodpovedajúci odboru a adaptovaný na kognitívnu úroveň edukantov. V priebehu transformácie T3 je obsah výučby dopracovaný a doplnený podľa potreby ďalšími prvkami z hľadiska koncepcie a cieľov vzdelávania, z hľadiska metodiky a organizačných foriem vyučovania, pričom sa formujú konkrétne vyučovacie predmety. Následne je transformovaný do **projektovej formy znalostného obsahu** danej vedy/odboru – do **učiva**, ktoré je konkretizované vo vzdelávacích programoch, učebných plánoch, osnovách, štandardoch na rôznych úrovniach vzdelávacej sústavy, ako aj v učebniciach a ďalších didaktických prostriedkoch a vzdelávacích materiáloch.

**Fáza F3 – projektové kurikulum** – vzdelávací projekt, ktorý je tvorený siedmimi komponentmi:

1. **učivo – projektová forma znalostného obsahu** danej vedy/odboru – pojmovo poznatkový systém, ktorý je tým, čo majú edukanti zvládnuť. Tento systém je spracovaný so zreteľom na koncepciu a ciele edukácie ako aj so zreteľom na kognitívnu úroveň edukantov. Učivo je ďalej konkretizované v osnovách, vzdelávacích plánoch, vedomostných štandardoch a učebniciach. Konkretizované učivo tvorí už **vzdelávací obsah daného predmetu** <sup>4)</sup>.
2. sústava cieľov edukácie (intencionálny komponent),
3. informácie o vstupných znalostiach a kognitívnej úrovni edukantov (kognitívny komponent),
4. metodika, formy a postupy výučby (metodický komponent),
5. kompetencie, kvalifikácia, pedagogické a didaktické znalosti edukátorov, tvorcov učebníc a ďalších didaktických prostriedkov (pedagogický a didaktický komponent),
6. organizácia vzdelávania a stav edukačnej sústavy (organizačný komponent),
7. metódy, formy a postupy zisťovania a evaluácie výstupov edukácie (evaluačný komponent).

### **Kurikulárna transformácia KT4 = edukačný proces – realizačná transformácia**

**KT4 = projektové kurikulum (F3) → realizované kurikulum (F4)**

Vstupným faktorom transformácie KT4 sú

1. vstupné pojmovo poznatkové systémy edukantov.

Transformáciu KT4 ovplyvňujú:

2. metodika výučby,
3. kompetencie, kvalifikácia pedagogické a didaktické znalosti edukátora,
4. organizačné formy vzdelávania.

V priebehu realizačnej transformácie – v rámci prípravy na vyučovanie – sa učivo transformuje na interné pojmovo poznatkové systémy edukátora, ktoré sú prezentované vo vyučovaní ako **realizačná forma znalostného obsahu** danej vedy/odboru resp. **realizačná forma vzdelávacieho obsahu** daného predmetu <sup>4)</sup>.

**Fáza F4 – realizované kurikulum** je tvorené **realizačnou formou znalostného obsahu** danej vedy/odboru, resp. **realizačnou formou vzdelávacieho obsahu daného predmetu** <sup>4)</sup> – konkrétnymi aktmi realizácie učiva vo vyučovaní. Realizované kurikulum zahŕňa ďalej metódy, didaktické prostriedky a postupy používané vo vyučovaní.

### **Kurikulárna transformácia KT5 = edukačný proces – implementačná transformácia**

**KT5 = realizované kurikulum → implementované kurikulum.**

**Implementačná transformácia** – vyučovanie, učenie a poznávanie edukantov, čo vytvára ich interné pojmovovo poznatkové systémy. Súčasťou tejto transformácie je aj zisťovanie a hodnotenie získaných znalostí. Výsledkom implementačnej transformácie sú **výstupy edukačného procesu**, t.j. **rezultátová forma znalostného obsahu** danej vedy/odboru resp. **rezultátová forma vzdelávacieho obsahu** daného predmetu<sup>4)</sup>.

**Fáza F5 – implementované kurikulum** t.j. výstupy edukačného procesu a ich hodnotenie – je tvorené tromi komponentmi:

1. **výstupy edukácie – rezultátová<sup>5)</sup> forma znalostného obsahu** danej vedy/odboru resp. **rezultátová<sup>5)</sup> forma vzdelávacieho obsahu<sup>4)</sup>** daného predmetu, čo sú výstupné pojmovovo poznatkové systémy edukantov, t.j. vedomosti, znalosti, spôsobilosti, postoje a kompetencie edukantov zistené školskými metódami a formami detekcie a hodnotenia, ale aj tie, ktoré tieto školské metódy nezisťujú (obsahový komponent);
2. vedomostné a znalostné štandardy ako podklady pre evaluáciu (evaluačný komponent);
3. zisťovanie a hodnotenie výstupov edukačného procesu (didaktický komponent).

### **Kurikulárna transformácia KT6**

**KT6 = implementované kurikulum (F5) → dosiahnuté kurikulum (F6)**

Kurikulárna transformácia KT6 je **aplikačná transformácia** – vychádza z rezultátovej formy znalostného resp. vzdelávacieho obsahu (výstupy edukácie), pričom v priebehu praktickej činnosti dotvára a rozvíja znalosti získané učením a transformuje ich na znalosti aplikovateľné v praxi, t.j. efektívnu formu znalostného obsahu.

**Fáza F6 – aplikovateľné výstupy edukácie**, ich zisťovanie a hodnotenie (**dosiahnuté kurikulum**) – je tvorená tromi komponentmi:

1. **efektívna forma znalostného obsahu** – vedomosti, znalosti, spôsobilosti a kompetencie edukantov aplikovateľné v praxi;
2. štandardy aplikovateľných výstupov edukácie (napr. popisy kľúčových kompetencií);
3. zisťovanie a hodnotenie aplikovateľných výstupov edukácie.

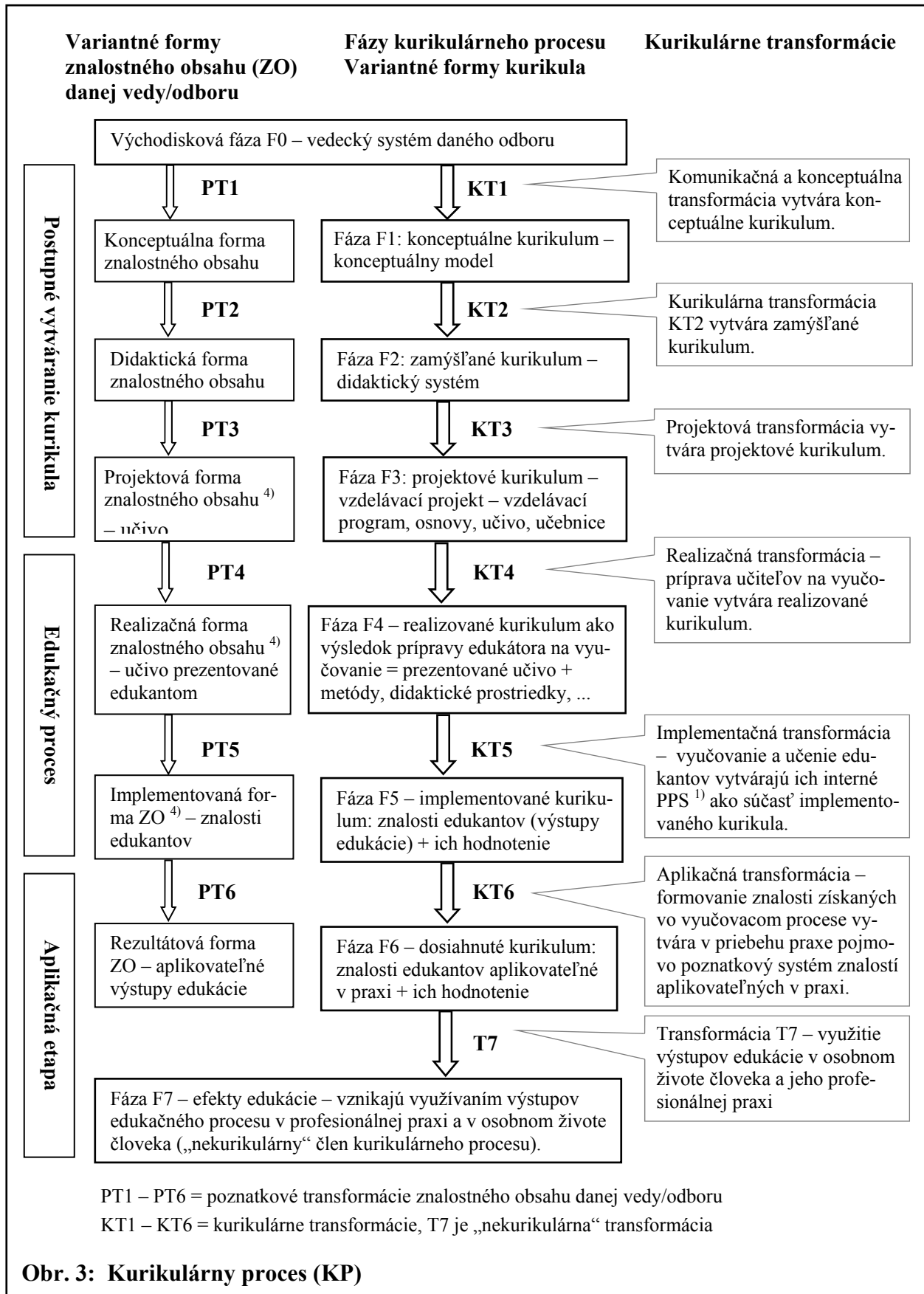
---

4) U fáz F3 – F5 možno hovoriť nielen o **variantnej forme znalostného obsahu danej vedy/odboru** ale aj o **variantnej forme vzdelávacieho obsahu daného predmetu**, pričom význam oboch termínov je rovnaký, odlišný majú iba zmysel, pretože sa vzťahujú k iným poznatkovým oblastiam. Variantná forma znalostného obsahu sa vzťahuje k pojmovovo poznatkovým systémom vied, technických disciplín, jazykov. Variantná forma vzdelávacieho obsahu sa vzťahuje k danému vyučovaciemu predmetu, ktorý môže napr. integrovať i poznatky viacerých disciplín.

5) V literatúre sa uvádza aj termín **implementovaná** forma znalostného resp. vzdelávacieho obsahu.

6) Termín „pedagogical content knowledge (PCK)“ dobre vystihuje citácia „*In Shulman's view, pedagogical content knowledge is a form of practical knowledge that is used by teachers to guide their actions in highly contextualized classroom settings. In Shulman's view, this form of practical knowledge entails, among other things: (a) knowledge of how to structure and represent academic content for direct teaching to students; (b) knowledge of the common conceptions, misconceptions, and difficulties that students encounter when learning particular content; and (c) knowledge of the specific teaching strategies that can be used to address students' learning needs in particular classroom circumstances* (Rowan et al, 2001)“.

Navrhujeme, aby termín PCK – „didaktická znalosť obsahu“ – vyjadroval didaktické, pedagogické a odborné znalosti všetkých aktérov kurikulárneho procesu rovnako praktické ako aj teoretické – o autoroch učebníc ako nositeľoch PCK hovorí aj Janík a Knecht (2008). Súčasne je potrebné uviesť si, že PCK je jeden z komponentov kurikula a netvorí jediný „spojovník medzi odborom a vyučovacím predmetom“ (Janík, Slavík, 2007).



**Obr. 3: Kurikulárny proces (KP)**

### 3.2 Komponenty variantných foriem kurikula v rámci kurikulárneho procesu

Variantné formy kurikula – fázy kurikulárneho procesu – sú okrem variantnej formy znalostného obsahu tvorené aj ďalšími komponentmi. Najviac ich obsahuje projektové kurikulum, ostatné variantné formy kurikula sú tvorené menším počtom komponentov. Tieto komponenty pôsobia ako aktívne prvky aj v priebehu kurikulárnych transformácií. Celkovo možno rozlíšiť nasledovné komponenty:

- **Intencionálny** – filozofia, koncepcia, zámery a ciele vzdelávania;
- **Obsahový** – variantné formy pojmovo poznatkových systémov – variantné formy znalostného obsahu (content knowledge) danej vedy/odboru resp. vzdelávacieho obsahu daného predmetu <sup>4)</sup>;
- **Procesuálny/metodický** – metódy a formy vzdelávania, vyučovacie metódy;
- **Kognitívny** – poznatky kognitívnej psychológie a kognitívnych vied potrebné pre vytváranie kurikula a edukačný proces, informácie o kognitívnej úrovni edukantov, metódy a postupy adaptácie vedeckých resp. odborných pojmovo poznatkových systémov na kognitívnu a poznatkovú úroveň edukantov (cognitive content knowledge);
- **Pedagogický/didaktický** – pedagogické a didaktické znalosti aktérov edukačného procesu, t.j. edukátorov, tvorcov kurikula, učebníc a didaktických prostriedkov (pedagogical content knowledge <sup>6)</sup> – Shulman, 1987);
- **Evaluačný** – nástroje, postupy a metódy zisťovania a hodnotenia vedomostí, znalostí, postojov a kompetencií edukantov, nástroje zisťujúce efektívnosť projektového kurikula;
- **Organizačný** – organizácia výučby, formy vzdelávania, formy a typy škôl, ekonomické, administratívne a právne prostredie, atď.

## 4. Komunikačná koncepcia odborových didaktík – diskusia a závery

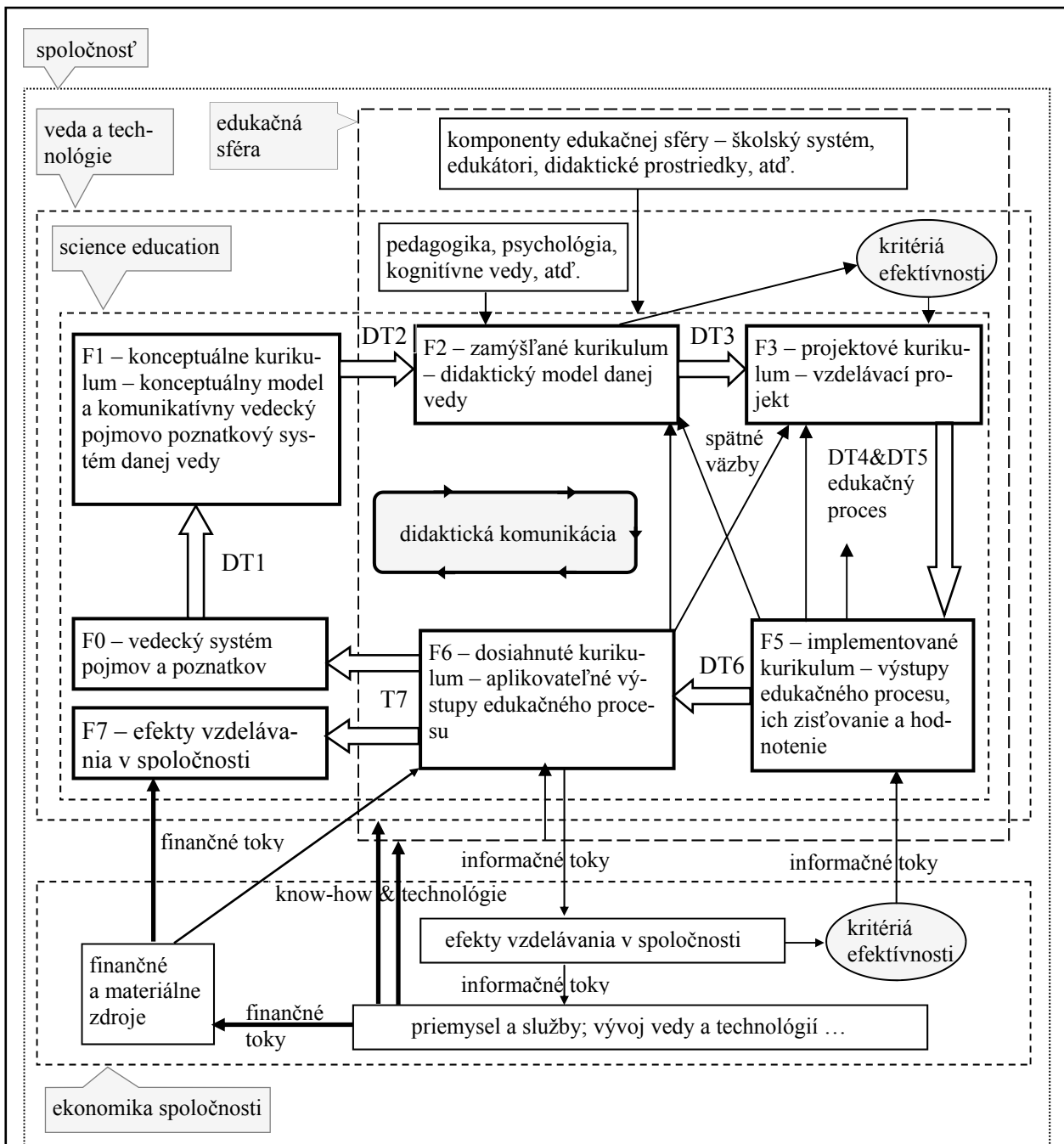
**Komunikačná koncepcia odborových didaktík** má dva varianty, ktoré sa objavili na českej a slovenskej didaktickej scéne temer súčasne – ako koncepcia didaktickej komunikácie danej vedy/vedeckého či technického odboru prof. Fenclovej-Brockmeyerovej a jej žiakov a koncepcia variantných foriem kurikula prof. Průcha. Didaktická komunikácia sa ako predmet didaktiky fyziky objavila v roku 1982 (Fenclová), koncepcia variantných foriem kurikula v roku 1983 (Průcha) – a dlhú dobu sa ďalej nerozvíjali. Až po roku 2000 zaznamenala kurikulárna koncepcia vývojový posun (Průcha, 2002, 2006; Maňák, 2007; Záškodný 2007), rovnako aj koncepcia didaktickej komunikácie (Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Brockmeyerová 2002; Kotásek, 2004; Tarábek, Záškodný, Pavlát, Škrabánková, 2003; Tarábek, Záškodný, Šimoník, Škrabánková a kol., 2005; Tarábek, Záškodný, 2006; Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Adamčíková, Tarábek, 2007, 2008a, 2008b). Vďaka práci Záškodného (2007) bola nájdená medzi oboma koncepciami súvislosť a nasledovala integrácia oboch koncepcií (Adamčíková, Tarábek, 2008c; Tarábek, 2008a, 2008b; Záškodný, 2008, 2009), ktorá je prehľadne prezentovaná v kapitole 3, pričom sa používajú termíny kurikulárnej teórie.

**Didaktická komunikácia** daného vedeckého alebo technického odboru je tvorená sekvenciou **didaktických transformácií** prepojujúcich fázy didaktickej komunikácie. **Kurikulárny proces** je realizovaný prostredníctvom fáz kurikulárneho procesu resp. **variantných foriem kurikula** prepojených **kurikulárnymi transformáciami**. Didaktickým transformáciám zodpovedajú kurikulárne transformácie a fázam didaktickej komunikácie zodpovedajú variantné formy kurikula. Prvé tri etapy kurikulárneho procesu zodpovedajú vývoju a konštrukcii kurikula, ďalšie dve etapy popisujú edukačný proces a posledná etapa zodpovedá praxi. Z anglo-amerických termínov popisujúcich rôzne formy kurikula boli vybraté tie, ktoré vystihujú a vytvárajú transformačnú líniu kurikulárneho procesu. Z českých/slovenských termínov boli použité tie, ktoré korešpondujú s koncepciou didaktickej komunikácie.

Koncepcia je vhodným teoretickým rámcom pre vývoj, tvorbu a overovanie kurikula ako aj pre kurikulárne a vzdelávacie reformy vďaka zaradeniu jednotlivých variantných foriem kurikula do jednoduchšej a zrozumiteľnej línie kurikulárneho procesu. V tejto súvislosti je potrebné zdôrazniť niektoré ďalšie podstatné vlastnosti, ktoré nie sú dostatočne vnímané, ako aj možnosti vývoja tejto koncepcie:

1. Hlavná línia – tvorená kurikulárnym procesom ako sekvenciou variantných foriem kurikula je sprevádzaná ďalšími líniami reprezentovanými komponentmi kurikula, z ktorých bola diskutovaná v tejto práci len reťaz variantných foriem znalostného (vzdelávacieho) obsahu. Okrem toho môžu existovať aj ďalšie línie napr. línia reprezentovaná termínom „hidden curriculum“. Niektoré alternatívne formy kurikula sú diskutované v prácach (Procházka, 2008, Procházka, Záškodný, 2008).

2. Okrem toho didaktická komunikácia ako sekvencia didaktických fáz a transformácií tvorí uzavretý cyklus, kde je posledná fáza – efekty edukácie v spoločnosti napojená na prvú – vedecký resp. technický systém odborných pojmov a poznatkov (Brockmeyerová, Tarábek, 2007) – obr. 4.



**Obr. 4: Didaktická komunikácia odborných a vedeckých poznatkov ako kurikulárny proces v rámci komunikačnej koncepcie odborových didaktík – spätné väzby, vzťahy k vede a ekonomike**

Široké šípky  $\Rightarrow$  reprezentujú transformačné procesy v didaktickej komunikácii vedy (DT1 – DT6 sú didaktické transformácie). Stredne tenké šípky  $\rightarrow$  reprezentujú vplyvy pedagogiky, psychológie a kognitívnych vied, ďalej spätné väzby z fáz F4, F5 k fázam F2, F3, ako aj vplyv kritérií efektívnosti formovaných vo fáze F2 na základe informácií o efektoch vzdelávania v spoločnosti. Tenké šípky  $\rightarrow$  označujú informačné toky a hrubé šípky  $\rightarrow$  materiálne a finančné toky.

3. Didaktická komunikácia je obojsmerná, t.j. každá z jej fáz je spätnou väzbou prepojená na niektorú z fáz predchádzajúcich. Táto skutočnosť je prezentovaná napr. v koncepcii didaktickej rekonštrukcie (Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003), kde Knecht (2007) výstižne znázorňuje spätnú väzbu výstupov edukácie na vzdelávacie obsahy. V tejto súvislosti by však bolo zaujímavé analyzovať aj spätnú väzbu aplikovateľných výstupov edukácie a jej efektov na rekonštrukciu vzdelávacieho obsahu, čo je v súčasnosti aktuálna téma výskumu (Wieman, 2007, 2008). Detailnejšie naznačené spätné väzby ukazuje obr. 4.
4. Ďalej je potrebné upozorniť na fakt, že didaktická rekonštrukcia vzdelávacích obsahov založená výskume výstupov edukácie, hlavne prekoncepcií, miskonceptcií a formálnych poznatkov žiakov je len jednou z možností ovplyvňovania tvorby kvalitnejších kurikulárnych materiálov. Inou možnosťou vytvárania adekvátnej didaktickej formy znalostného obsahu a následne projektovej formy vzdelávacieho obsahu je priame aplikovanie výsledkov kognitívnych vied (obr. 4) a kognitívnej lingvistiky (Lakoff, diSessa, Talmy, Twerski a ďalší) diskutované v prácach Hestenesa (2006, 2007), využívanie teórie modelovania poznávania a učenia (Hestenes, 2006, 2007), kognitívna analýza pojmov a poznatkov založená na znalostiach kognitívnej architektúry (Tarábek, 2008c) ako aj štrukturálna didaktická analýza poznatkových štruktúr učiva a následná syntéza vzdelávacích obsahov (Záškodný, 2007, 2009). Táto oblasť je jednou z najplodnejších možností ďalšieho vývoja komunikačnej koncepcie odborových didaktík.
5. Transformačné nástroje komunikačnej koncepcie (Záškodný, 2007b) sa účinne prejavili pri tvorbe vzdelávacích obsahov v učebniciach. Trojuholníkové modelovanie kognitívnej architektúry kurikula viedlo k vytvoreniu pojmovej mapky a systémovej definícii kurikula, ktorá z hľadiska komunikačnej koncepcie odborových didaktík pokrýva najdôležitejšie aspekty tohto termínu (Tarábek, 2008d).

## 5. Literatúra

- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007). Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: PV Didaktis, ISBN 987-80-89160-56-3. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008a) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *NOTES – zborník konferencie Inovácie v škole 2007*, Bratislava : Združenie ORAVA pre demokraciu vo vzdelávaní, 2008. ISSN 1336-1651.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008b) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Slovo o slove, Vol. 14*. Prešov : Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity, 2008. ISBN 978-80-8060-752-6.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008c). Educational Communication and Curriculum Process in Physics Education. GIREP 2008 International conference, Nicosia: University of Cyprus.
- Bobbitt, F. (1918). *The Curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- Bobbitt, F. (1928). *How to Make a Curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- Brockmeyerová, J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In conference proceedings, New York, Tarábek, P., Záškodný, P. (eds) *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures.*, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, s.r.o., ISBN 80-85456-77-X.
- Brockmeyerová, J., Tarábek, P. (2007). Teoretická koncepcie didaktiky fyziky. In *Educational & Didactic Communication 2007*, ISBN 987-80-89160-56-3. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Fenclová, J. (1982). Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN.
- Fenclová, J., Bednařík, M., Půlpán, Z.; Svoboda, E. (1984). *K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd*. Praha: Academia.
- Fenclová-Brockmeyerová, J.; Čapek, V.; Kotásek, J. (2000) Obořové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, XLX, č. 1, s. 23-37. ISSN 3330-3815.
- Helus, Z. (2007). Sociální psychologie pro pedagogy. Praha : Grada, 2007.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education, pp 34-65. [www.modeling.asu.edu/R&E/Notes\\_on\\_Modeling\\_Theory.pdf](http://www.modeling.asu.edu/R&E/Notes_on_Modeling_Theory.pdf)
- Hestenes, D. (2007). Modeling Theory for Math and Science Education. Conference *Mathematical Modeling ICTMA-13: Education and Design Sciences*. Arizona State University.
- Janík, T. a kol. (2007). Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu? Brno: Paido.
- Janík, T., Slavík, J. (2007) Vztah obor – vyučovací předmět jako metodologický problém. *Orbis Scholae*, 2007, 2, č. 1, s. 54–66
- Janík, T., Knecht, P. (2008) Transformace, artikulace a reprezentace vzdělávacího obsahu v učebnicích: k roli didaktických znalostí obsahu autora učebnice. In KNECHT, P.; JANÍK, T. a kol. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2008. ISBN 978-80-7315-174-4.
- Jelemenská, P., Sander, E., Kattmann, U. (2003). Model didaktickej rekonštrukcie: Impulz pre výskum v odborových didaktikách. *Pedagogika*, 2003, 53, č. 2, s. 190–201.
- Kelly, A. V. (2004) *The Curriculum: Theory and Practice*. SAGE Publications, ISBN 1412900271
- Knecht, P. (2007). Didaktická transformace aneb od „didaktického zjednodušení“ k „didaktické rekonstrukci“. *Orbis Scholae*, 2007, 2, č. 1, s. 67–81

- Kotásek, J. (2004). Domáci a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktík. Oborové didaktiky v pregraduálním učitelství, 2004. Brno: PF, Masarykova Univerzita
- Kurajová Stopková, J., Kuraj, J. (2006). TIMSS 2003 – Trendy v medzinárodnom výskume matematiky a prírodovedných predmetov, Národná správa. Bratislava: ŠPÚ, [http://www.statpedu.sk/buxus/docs/publikacie/Kuraj-Stopkova\\_Narodna\\_sprava\\_TIMSS2003.pdf](http://www.statpedu.sk/buxus/docs/publikacie/Kuraj-Stopkova_Narodna_sprava_TIMSS2003.pdf)
- Maňák, J. (2007). Actual Problems of Curriculum. XXV International Colloquium. Brno: Masarykova Univerzita. <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/0014.pdf>
- Möhlenbrock, R. (1982). Modellbildung und didaktische Transformation. Bad Salzdetfurth: Barbara Franzbecker.
- Procházka, P. (2008) Struktura kurikulárního procesu z pohledu jeho účastníků. In TARÁBEK, P.; ZÁŠKODNÝ, P. (eds.). *Educational & Didactic Communication 2008*. Bratislava : Educational Publisher Didaktis s.r.o., 2008. ISBN 978-80-89160-62-4. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Procházka, P. Záškodný, P., (2008) Curricular Process of Physics. In TARÁBEK, P.; ZÁŠKODNÝ, P. (eds.). *Educational & Didactic Communication 2008*. Bratislava : Educational Publisher Didaktis s.r.o., 2008. ISBN 978-80-89160-62-4.
- Průcha, J. (1983). K teorii obsahu vzdělání. *Pedagogika*, 1983, 33, č. 2, s. 229 – 237
- Průcha, J. (2002). Modern Pedagogy (Moderní pedagogika). Praha: Portál.
- Průcha, J. (2006). Exploration of Curriculum (Výzkum kurikula). In Maňák, J. and Janík, T. Problems of curriculum in primary and secondary school (pp 113-127, Masaryk University, Brno, Czech Republic.
- Rohlehr, A. B. (2006) *Characteristics of Curriculum & Curriculum Management*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001528/152895e.pdf>
- Rowan, B., Schilling, S. G., Ball, D., L., and Miller, R. (2001). Measuring Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Surveys: An Exploratory Study. Study of Instructional Improvement. University of Michigan. <http://www.sii.soe.umich.edu/documents/pck%20final%20report%20revised%20BR100901.pdf>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching. Foundations of the new Reform. Harvard Educational Review, 1987, roč. 57, č. 1, s. 1–22.
- Skalková, J. (1999). *Obecná didaktika*. Praha: ISV.
- Skalková, J. (2006). K některým aktuálním problémům všeobecného vzdělání v kontextu učící se a globalizující se společnosti. *Pedagogická orientace*, 2006, č. 1, s. 2–17.
- Smith, M. K. (1996, 2000) Curriculum Theory and Practice. *The encyclopedia of informal education*. [www.infed.org/biblio/b-curric.htm](http://www.infed.org/biblio/b-curric.htm).
- Stenhouse, L. (1975). An introduction to Curriculum Research and Development, London: Heineman.
- Tarábek, P.; Záškodný, P. a kol. (2002). *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures, New York*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P., Pavlát, V., Škrabánková, J. a kol. (2003). *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures, London*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P.; Záškodný, P. a kol. (2004). *Modern Science and Textbook Creation, Frankfurt*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P., Šimoník, O., Škrabánková, J. a kol. (2005). *Modern Science and Textbook Creation, Frankfurt*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2006). Didactic Communication of Physics and its Applications. In Matematika, fyzika, informatika 3/2006, 146-157, 4/2006, 224-227.
- Tarábek, P. (2007). Didactic Communication of Physics. In Educational & Didactic Communication 2007, Vol. 1 (pp 35-56). Educational Publisher Didaktis, Bratislava, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P. (2008a). Variantní formy kurikula z hlediska didaktické komunikace v předmětových didaktikách (Educational Communication of Science and Curricular Process in Science Education). In NAJVAROVÁ, V.; JANÍK, T.; KNECHT, P. (eds.). Kurikulum a učebnice [CD-ROM]. Brno : MU, 2008. ISBN 978-80-210-4730-3.
- Tarábek, P. (2008b). Curricular Process and Communicative Conception in Physics Education, Physics Education Research Conference PERC 2008, University of Alberta, Edmonton, Canada, <http://www.compadre.org/PER/conferences/2008/sessions.cfm>
- Tarábek, P. (2008c). Kognitívna analýza pojmov formovaných vo vyučovacom procese. Konferencia "Inovácie v škole", publikované v časopise NOTES 4/2008, pp 29–42, ISSN 1336-1651. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Tarábek, P. (2008d). Kurikulum v rámci komunikační koncepce oborových didaktík. In TARÁBEK, P.; ZÁŠKODNÝ, P. (eds.). *Educational & Didactic Communication 2008*. Bratislava : Educational Publisher Didaktis, 2008. ISBN 978-80-89160-62-4.
- Trna, J.; Janík, T. (2006). Výběr a strukturování vzdělávacího obsahu. In Maňák, J., Janík, T. *Problémy kurikula základní školy*. Brno: Masarykova univerzita, s. 65-70. ISBN 80-210-4125-0.
- Záškodný, P. (2007a). Didactic Communication of Physics and Curricular Process. In Educational & Didactic Communication 2007, Vol. 1 (pp 65-84), Educational Publisher Didaktis, Bratislava, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Záškodný, P. (2007b). Metody strukturace variantních forem kurikula. In Educational & Didactic Communication 2007, Vol. 1 (pp 85-103), Educational Publisher Didaktis, Bratislava, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Záškodný, P. (2008). Kurikulární proces fyziky. In NAJVAROVÁ, V.; JANÍK, T.; KNECHT, P. (eds.). Kurikulum a učebnice [CD-ROM]. Brno : MU, 2008. ISBN 80-210-4730-3.
- Záškodný, P. (2009). Kurikulární proces fyziky. Luzern, Schweiz: Avenir Stiftung, Ostrava: Algoritmus, ISBN 978-80-902491-0-3
- Wieman, C. (2007). Why not Try a Scientific Approach to Science Education? University of British Columbia, Vancouver. [http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change\\_Sept-Oct\\_2007.pdf](http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change_Sept-Oct_2007.pdf)
- Wieman, C. (2008). About CWSEI, <http://www.cwsei.ubc.ca/about/index.html>
- Westbury, I. (2008). School Curriculum – Core Knowledge Curriculum, Hidden Curriculum – Overview. In *Education Encyclopedia*, <http://education.stateuniversity.com/pages/1900/Curriculum-School.html>



# Triangular Model of the Cognitive Architecture of Common and Scientific Concepts

**Paul Tarábek**

Affiliation: Educational Publisher Didaktis – member of the European Educational Publishers Group & Curriculum Studies Research Group, College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic; Address: Didaktis, Hýrošova 4, 81104 Bratislava, Slovak Republic  
For correspondence please contact: [didaktis@t-zones.sk](mailto:didaktis@t-zones.sk)

## Abstract

The model of the cognitive architecture of common and scientific concepts in the framework of a modeling theory of concept & knowledge structure is presented. The model describes a specific structure of common and scientific concepts and their semantic frames as components of conceptual knowledge systems, which may be external or internal (mental). The model distinguishes the concept's meaning and sense as two disjunctive sets. The basic components of the model are: core and periphery of a concept, meaning and sense of a concept, their mutual connections and also the hierarchical layers of the meaning. The four developmental levels of common and scientific concepts are presented: primitive, empirical, exact, and formal. The primitive and empirical are levels of the common concepts, the exact and formal are levels of the scientific ones. The declarative and formal knowledge is also designed. Based on the model, a method of concept mapping is presented. Concept maps as models of the cognitive architecture of an Aristotelian preconception at the empirical level and a Newtonian conception at the exact (scientific) level of the concept of "force" are designed.

## Key words

Concept, common concept, scientific concept, conceptual knowledge system, cognitive architecture, meaning, sense, semantic frame, level of concept development, primitive, empirical, exact, and formal level of concept, declarative knowledge, formal knowledge, Aristotelian preconception, Newtonian conception of force

## Content

1. Introduction	52
2. Modeling Theory of Hestenes	53
3. Modeling Theory of Concept & Knowledge Structure	57
4. Conceptual Knowledge Systems	60
5. Model of Cognitive Architecture of Concept	65
6. Declarative and Formal Knowledge	69
7. Developmental Levels of Common and Scientific Concepts	72
8. Concept Mapping Based on the Model of the Cognitive Architecture of Concept	75
9. Discussion and Conclusions	80

## 1. Introduction

The structure of common and scientific concepts, which are components of conceptual knowledge systems (CKS) as human tools for cognition in science, mathematics, and in everyday life, is a long-term problem in the cognitive psychology, cognitive science, and also in the science education research. For example, detail information about a structure of mental and scientific concepts is needed, to understand the nature of misconceptions and formal knowledge in the minds of students.

Many studies were conducted to explore physics misconceptions of pupils and students over the last three decades (Fenclová-Brockmeyer, 1980, Nachtigall, 1981, Powel, 1983, Hejnová, 1984, Renström at al, 1990, Hestenes at al, 1992, 1995, Sharma at al, 2007, Tarábek, 1985, 1989, 2007). The authors' studies were focusing on the understanding of mental representations of misconceptions and formal knowledge in the minds of students and have resulted in the creation of the **triangular model of concept structure**, which describes a structure of common and scientific concepts and their semantic frames (Tarábek, 2005, 2007, 2008a, 2008d). This model describes structural properties of basic components of conceptual knowledge systems created by humans. It is also an attempt to model

structural properties of components of mental conceptual knowledge systems of intelligent agents (human or artificial). In this meaning, the term “cognitive architecture” is used in the cognitive science. The term “architecture” implies an approach that attempts to model not only behavior, but also structural properties of the modelled system. These need not be physical properties: they can be properties of virtual machines implemented in physical machines, e.g. brains or computers (Wikipedia, 2008). The term “cognitive architecture” used in the cognitive science means also “an embodiment of a scientific hypothesis about those aspects of human cognition that are relatively constant over time and relatively independent of task” (Ritter, Young, 2001, Jacko, Sears, 2008).

In the light of the cognitive science, the **triangular model of concept structure** describes a cognitive architecture of a concept and its semantic frame. Then the triangular model of the concept structure may be also called the model of a cognitive architecture of common and scientific concepts. **The model of a cognitive architecture of concept** is built upon Vygotsky’s concept theory (Vygotsky, 1986), the conception of the “semantic frame” (Fillmore, 1976, 1982, Hestenes, 2006), the semantic/semiotic triangle, and on widespread ideas of the structuring of conceptual systems (Guilford, 1967, 1988, Linhart, 1976, Hestenes, 1987, 2006, 2007, Lakoff, 1980, 1987, Bergeron, 1999, Merrill, 2002, Novak, 1998, 2004, Sternberg, 1999). The model captures the structure of concept and its semantic frame, where the term concept is taken in the sense as it is used in cognitive psychology (Sternberg, 1999). Besides the description of concept formation (Tuomi, 1998) through the Vygotian phases (Tarábek, 2007c, 2008d), the model distinguishes four phases in the development of common/scientific concepts: primitive, empirical, exact, and formal. The levels of the common concepts are primitive and empirical. The levels of the scientific concepts are exact and formal. The model also distinguishes the concept’s meaning and sense as two disjunctive sets following Frege’s idea of reference/meaning and sense (Frege, 1892). The idea of different kinds of meaning is also used in Double R Grammar concerning language comprehension (Ball, 2004), where the relational and referential meanings are distinguished – the relational meaning corresponds to the sense and the referential meaning to the meaning in the triangular model of concept. The basic components of the model are: core of a concept, periphery of a concept, meaning M and sense S of a concept, their mutual connections and also the hierarchical layers of the meaning.

The triangular model – the model of the cognitive architecture of a concept – was used to solve problems concerning the mental structure of misconceptions and scientifically correct knowledge. Differentiation between the empirical (pre-scientific) and exact (scientific) levels of concept development has shown that many misconceptions in mechanics are developmental states of human cognition at the empirical level (Tarábek, 2007c, 2008c), i.e. preconceptions or “CS misconceptions” (CS – common sense), which “were clearly articulated by great intellectuals – Aristotle, Buridan, Galileo, and even Newton himself before writing Principia” (Hestenes, 2006). These preconceptions have a large resistance to instruction (Hestenes, 2006) and also a significant influence in the formation of new knowledge (Atkinson et al, 2000). If students learn Newton’s laws of motion, the CS-concepts remain “wrapped up in Newtonian words” (Hestenes, 2006) in their memory. For instance, the empirical level of the concept “force” (so-called Aristotelian) in the thinking of students tends to increase with age together with the Newtonian level (Tarábek, 2007c).

To overcome misconceptions and solve problems in the understanding of Newtonian conception, we have also to know exactly how does the cognitive architecture as a specific structure of the related concepts look at both levels. Concept maps created from the triangular model show the cognitive architecture of the concept “force” at the empirical (Aristotelian) and symbolical (Newtonian) level.

## 2. Modeling Theory of Hestenes

In this section, several important ideas of Modeling Theory of Cognition, Learning, and Scientific Knowledge of Hestenes – Hestenes’ Modeling Theory – will be outlined. There are four reasons to do it:

1. This theory has revealed the main problem of traditional instruction process that bothered me for decades – the problem of formal knowledge and insufficient understanding. I had always a conviction that the right learning means also cognition not only learning (and/or understanding) of facts, formulas, procedures, and applying them in the tasks, practice, etc. The idea, that cognition belongs to the learning, follows from the context of the Hestenes’ Modeling Theory:

- 1) First Principle for a Modeling Theory of Cognition says: “Cognition is basically about making and manipulating mental models (Hestenes, 2007, p. 7)” and 2) “The curriculum should be organized around models, not topics (Hestenes, 2007, p.20)”.
2. The Hestenes’ theory describes very clearly relations among the mental, conceptual, and scientific models, the properties of last two ones, and brings also new revolutionary ideas about referents of conceptual models. These relations were missing in my theory of conceptual knowledge systems and concept’s structure.
3. The models as “basic units of coherently structured knowledge, from which one can make logical inferences, predictions, explanations, plans and designs” (Hestenes, 2007, p.4) present a dynamics of conceptual knowledge systems – their common and also creative functioning.
4. It seems that my theory of conceptual knowledge systems and concept’s structure starting in 1988 and continuing (after a pause) from year 2003 (Tarábek, 1988, 1989, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, Tarábek, Záškodný, 2005, 2006, 2007) might be integrated into Modeling Theory of Hestenes.

**First citation of Hestenes (2007, p. 5):**

**A model is a representation of structure in a given system.**

A **system** is a set of related objects, which may be real or imaginary, physical or mental, simple or composite. The **structure** of a system is a set of relations among its objects. The system itself is called the **referent** of the model.

We often identify the model with its representation in a concrete **inscription** of words, symbols or figures (such as graphs, diagrams or sketches). But it must not be forgotten that the inscription is supplemented by a system of (mostly tacit) rules and conventions for **encoding** model structure.

As depicted in Figure 1, I use the term **symbolic form** for the triad of elements defining a model.

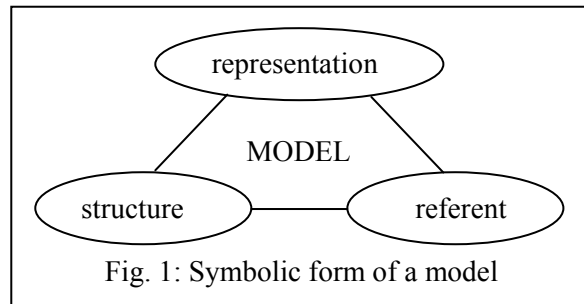


Fig. 1: Symbolic form of a model

The additional comments:

From the above definition, I can infer two variants of its understanding:

1. The model as the triad depicted in the Figure 2, where the “structure” means a structure of the referent, i.e. the given system, which is modeled. Then the “blue” relations are valid.
2. The model as the triad depicted in the Figure 3, where the “structure” means a structure of the concrete representation and the **reference** is relation to its referent. Then the structure of a given representation represents a structure in a given system (referent).

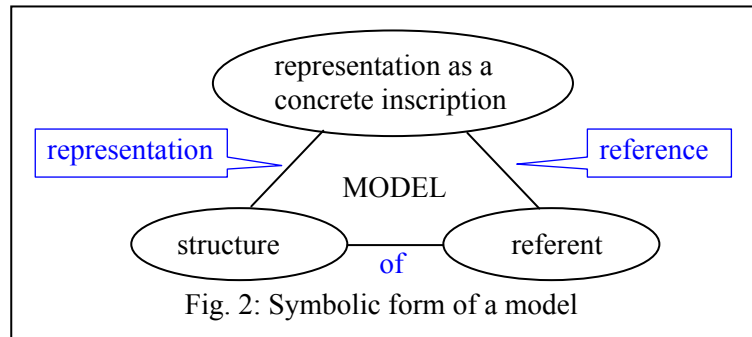


Fig. 2: Symbolic form of a model

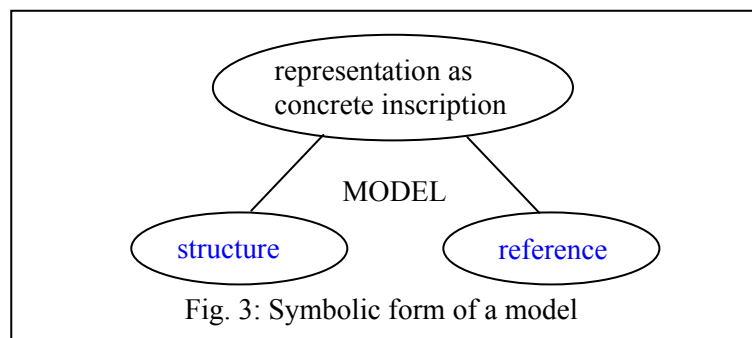


Fig. 3: Symbolic form of a model

The above definition and both variants point out the main properties of a model:

- a symbolic representation of structure in a given system – referent,
- a structure of a model,
- a relation of reference, and
- an encoding – various ways of coding lead to the different representations (models) of one system.

## 2. Citation of Hestenes (2007, p. 7):

I define a **concept** as a {**form, meaning**} pair represented by a **symbol** (or assembly of symbols). In analogy to Fig. 1, I define the symbolic form of a concept as the triad in Fig. 4. Much like a model, the **form** of a concept is its conceptual structure, including relations among its parts and its place within a conceptual system. The **meaning** of a concept is its relation to mental models. All this is close enough to the usual loose definition of “concept” to conform to common parlance. It provides then a foundation for a more rigorous analysis of important concepts.

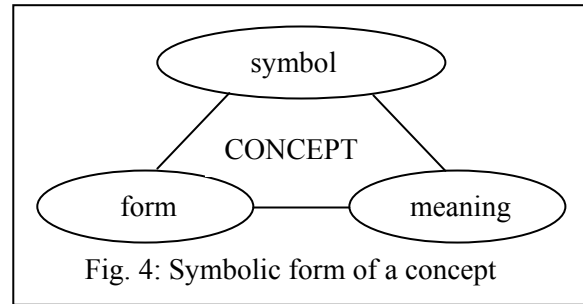


Fig. 4: Symbolic form of a concept

The additional comment: The symbolic form of the concept in the figure 4 corresponds to the symbolic form of the model in the Figure 3.

## 3. Citation of Hestenes (2007, p. 5 and 6):

A (scientific) **model** is a **representation of structure** in a physical system or process.

Nevertheless, the definition applies to all the sciences (including biology and social sciences). Models in the various sciences differ in the *kinds of structure* that they attribute to systems. The term *process* is included in the definition only for emphasis; it refers to a change in the structure of a system. Thus a *process model* is an abstraction of structural change from a more complete model including objects in the system.

In most discussions of scientific models the crucial role of structure is overlooked or addressed only incidentally. In Modeling Theory *structure is central* to the concept of model. The *structure* of a system (hence structure in its model) is defined as a *set of relations* among the objects in the system (hence among parts in the model).

### Universal structure types:

From studying a wide variety of examples, I have concluded that **five types of structure suffice** to characterize any scientific model. As this seems to be an important empirical fact, a brief description of each type is in order here.

- **Systemic structure:** Its representation specifies (a) *composition* of the system (b) *links* among the parts (individual objects), (c) links to *external agents* (objects in the environment). A diagrammatic representation is usually best (with objects represented by nodes and links represented by connecting lines) because it provides a wholistic image of the entire structure. Examples: electric circuit diagrams, organization charts, family trees.
- **Geometric structure:** specifies (a) *configuration* (geometric relations among the parts), (b) *location* (position with respect to a reference frame)
- **Object structure:** intrinsic properties of the parts. For example, mass and charge if the objects are material things, or roles if the objects are agents with complex behaviors. The objects may themselves be systems (such as atoms composed of electrons and nuclei), but their internal structure is not represented in the model, though it may be reflected in the attributed properties.
- **Interaction structure:** properties of the links (typically *causal interactions*). Usually represented as binary relations on object pairs. Examples of interactions: forces (momentum exchange), transport of materials in any form, information exchange.
- **Temporal (event) structure:** *temporal change in the state* of the system. Change in position (motion) is the most fundamental kind of change, as it provides the basic measure of time. Measurement theory specifies how to quantify the properties of a system into property variables. The state of a system is a set of values for its property variables (at a given time). Temporal change can be represented descriptively (as in graphs), or dynamically (by equations of motion or conservation laws).

The explanatory comment: A scientific model is a kind of the conceptual model (see the citation 5).

#### 4. Citation of Hestenes (2006, p. 12):

A **conceptual model** is now defined as a concept (or construct if you will) with the additional stipulation that the structure of its referent be encoded in its representation by a symbolic construction, or figure, or some other inscription. Like a concept, a conceptual model is characterized by a triad, as depicted in Fig. 5.

To emphasize the main point: the symbols for *concepts* refer to mental models (or features thereof), which may or may not correspond to actual material objects.

Though every conceptual model refers to a mental model, the converse is not true.

The brain creates all sorts of mental constructions, including mental models, for which there are no words to express. I refer to such constructions as **ideas** or **intuitions**. Ideas and intuitions are elevated to concepts by creating symbols to represent them!

The explanatory comment: Concepts are components of the conceptual system (see the citation 3).

#### 5. Citation of Hestenes (2007, p. 6 and 7):

Cognitive linguistics has revolutionized the field of semantics by maintaining that the actual referents of language are mental models in the mind rather than concrete objects in an external world. It follows that if mathematics is “the language of science,” then the *referents of mathematical models must be mental models*. Likewise, the *proper referents of scientific models must be mental models of physical situations*, which are only *indirectly related to real physical systems through data, observation and experiment*.

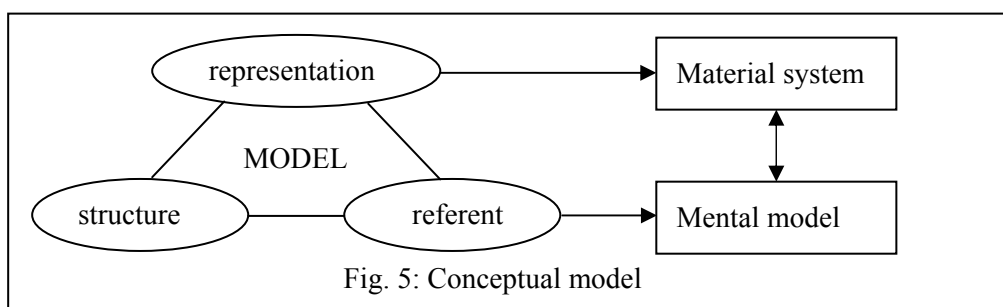
This implies a common cognitive foundation for math, science and language:

Just as **science** is *about making and using objective models of real things and events*, so **cognition** (in mathematics and science as well as everyday life) is *about making and manipulating mental models of imaginary objects and events!*

Let me sum up this revolution in semantics with a modified definition:

A **conceptual model** is a **representation of structure** in a **mental model**.

As before, the **representation** in a conceptual model is a concrete inscription that encodes structure in the referent. However, we make no commitment as to what the structure of a mental may represent. Henceforth, *scientific and mathematical models are to be regarded as conceptual models*. But *the referent of a conceptual model is always a mental model*, so its structure in the mind is inaccessible to direct observation.



#### 6. Citation of Hestenes (2007, p. 7 and 8) to mental models:

We seek to solve the inverse problem of inferring the structure of **mental models** from the objective structure of scientific representations. If that seems like an impossible task, note that it is commonplace to infer thoughts in other minds from social interaction. Can we not make stronger inferences with the full resources of science? Here we have a modeling approach to the theory of cognition, so we can draw on the whole corpus of results in cognitive science for support and critique.

Let me now propose the **First Principle for a Modeling Theory of Cognition:**

**I. Cognition is basically about making and manipulating mental models.**

I call this the **Primacy (of Models) Principle**, noting I have already tacitly invoked a variant of it for the Modeling Theory of scientific knowledge. Commitment to this principle might seem extreme, for I must admit that it is not to be found in the cognitive science literature from which I draw most of the supporting evidence. However, I contend that for a guiding research principle the standard is not that it is true but that *it is productive, by which I mean that it leads to significant predictions that are empirically testable*. Even if proved wrong, that would be quite an interesting result! In the meantime, we shall see that the primacy principle can carry us a long way.

**Second Principle for a Modeling Theory of Cognition:**

**II. Mental models possess five basic types of structure: systemic, geometric, descriptive, interactive, and temporal.**

I call this the Principle of Universal Forms, where the forms are the five types of structure. Obviously, this is direct transfer to mental models of the structural types identified above for scientific models. Thus, it provides us immediately with a rich system of conjectures about mental models to investigate and amend if necessary. Moreover, it brings along a rich system of basic concepts involved in characterizing the forms.

The additional comment 1 to the First Principle: Cognition means also making, manipulating, and modifying mental and personal conceptual models in a mutual co-operation. The personal conceptual models are ‘draft’ versions of mental models which help us to clear ideas and intuitive thoughts of mental models.

The additional comment 2 to the Second Principle: If we want to model mental models we should take mental concepts as basic components of them.

### **3. Modeling Theory of Concept & Knowledge Structure**

The words that we use every day are understood by us through their interconnections with other words, mental images, and in relation to their meaning, sense, and semantic frame. All these entities form structure of concepts and the conceptual understanding means that one has integrated in the mind all these components in a complete conceptual structure.

The question of understanding bothered me from my student’s years, when I have studied the physics at university. When I have understood the logical coherence of mathematic and physical theories, and their logical inferences has been clear, I have had sometimes an unpleasant feeling of incomplete understanding. The first question was, where came all these knowledge from? The other question was the connection of the theoretical knowledge with a physical reality. I could not imagine the nature of this knowledge. When I taught physics at university, the same feeling was confirmed by one my student with brilliant understanding of scientific theories. Long time after, I have understood that in my mind, the mental images of fundamental concepts were missing – these semantic images which create the concept’s meaning and ‘connect’ the concept with its denotata class (objects, events, phenomena, processes, entities in the extension of the given concept).

The problem of understanding arose again, when I, as a university teacher, led the diploma works of my students. The students who knew theory, formulas and how to solve physical tasks suddenly had significant problems in understanding physical formulas and equations modeling experiments in my laboratory. They have not been able ‘to see the real physical situation’ described in physics formulas. And in opposite, they had insurmountable problems in modeling a physical situation with the language of physical symbols, formulas and equations. I asked myself why and this was for me a ‘teaching puzzle’. The first answer was, after studies of literature, “the students are not able to figure out the connections between the partial pieces of learned knowledge” and “their concepts and knowledge have no consistent structure” (Brockmeyer, Tarábek, 2007). Secondly, “they think like a computer – they just simply seek some formulas to solve a problem – without analysis and understanding” (Tarábek,

2007b). Thirdly, they could not imagine real physical situation behind the physical formulas; in other words to say: they could not make mental models corresponding to physical formulas and equations.

I had similar experience with some teachers learning using of computers in the first years of computerization in schools. They could not make mental models about functioning of computers to understand their function. For example, they imagined a memory of computer as a content of monitor, i.e. they thought “if data in the monitor were missing, they were not in memory”.

This situation is very well expressed by the words of Carl Wieman (2007): “Students believe certain things about what physics is and how one goes about learning the discipline, as well as how one solves problems in physics. If you interview a lot of people, you find that their beliefs lie on a spectrum that ranges from ‘novice’ to ‘expert’... What do we mean by a ‘novice’ in this context? Adapting the characterization developed by David Hammer, novices see the content of physics instruction as isolated pieces of information – handed down by an authority and disconnected from the world around them – and that they can only learn by memorization. To the novice, scientific problem-solving is just matching the pattern of the problem to certain memorized recipes. Experts – i.e., physicists – see physics as a coherent structure of concepts that describe nature and that have been established by experiment. Expert problem-solving involves employing systematic, concept-based, and widely applicable strategies. Since this includes this problem-solving being applicable in completely new situations, this strategy is much more useful than the novice problem-solving approach.”

The problem of internal knowledge is clearly expressed by Rapp and Kurby (2008): “What remains in student memory after a successful learning experience and how is that information used in future learning situations? Learning is usually defined as acquiring some knowledge and, presumably, being able to use that knowledge to solve problems (e.g., Kintsch, 1998). But this definition tells us little about what students actually represent in ‘their heads,’ and even less about what constitutes the fabric of that knowledge. Learning, in this way, reveals little as to whether stored memories are composed of images, or words and sounds, or some more abstract form that isn’t easily described. The measures we use to assess learning are also of limited utility in describing internal representations of knowledge. While we can evaluate a student’s understanding of course using tests, term papers, or discussion questions, these assessments provide little insight into the *nature* of student’s knowledge. Even our personal introspections about effective teaching and learning reveal relatively little about the way information is coded in memory. Nevertheless, philosophers and scientists have discussed, debated, and, using cleverly designed experiments, developed hypotheses about the nature of memory for hundred of years. Some of these hypotheses have suggested that memory is composed of mental models, conceptual schemas, and semantic networks (Johnson-Laird, 1980; Minsky, 1975; Newell & Simon, 1972). Each of these constructs is useful for suggesting how memory is organized and utilized to generate inferences, solve problems, and make decisions. But each of these constructs has its own inherent ambiguity, and thus the question of what constitutes the ‘residue’ of learning remains as open one.”

Deeper study of the problem in the light of cognitive sciences, science education, and physics led to the formulation of assumptions about nature of scientific knowledge and external conceptual systems of everyday life, their mental representations and methods of their cognition. To use one name for the scientific concept knowledge systems and conceptual systems of everyday life, I have chosen a term **conceptual knowledge system** – CKS, while the internal (mental) and external CKS have to be distinguished (Tarábek, 2007a, 2007c). Detail description of these terms can be seen in the next section. The differentiation of external and internal representation of knowledge is also presented in the book of Gilbert (2008, p.3, 4): “Modelling as an element in scientific methodology and models as the outcomes of modelling are both important aspects of the conduct the science and hence of science education. A model can be expressed in ‘external representations’ – those versions physically available to others – and in ‘internal representations’ – those versions available mentally to an individual person. The making of meaning for any such representation is ‘visualization’.

Visualization is concerned with *External Representation*, the systemic and focused public display of information in the form of pictures, diagrams, tables, and the like (Tufte, 1983). It is also concerned with *Internal Representation*, the mental production, storage, and use of an image that often (but not always) is the result of external representation.”

The list of books and research papers leading me to the assumptions as stated below would be very long that is way I cite here the most important of them: Linhart, 1976; Pülpán, 1981, 1988; Guilford, 1967, 1988; Thagard, 1996; Sternberg, 1999; Čáp, Mareš, 2001; Průcha, 2002; Gilbert et al, 2008; Damasio et al, 1996; Devlin, 2007; Heirdsfield, 2002; Powel, 1983; Qualtrough, 1999; Mann, 1995; Anderson, Spector, 2000; Bartolo et al, 2007; Merrill, 2002; Novak, 1993, 1998; Wieman, 2007; Hestenes, 2006, 2007. The last two papers helped me to clear my previous intuitive notions about the mental CKS, though there are still some differences in the terminology.

The theoretical assumptions concerning the mental and external conceptual knowledge systems are as follows:

1. The mental representation of external knowledge comprises a network of concepts, pieces of knowledge, and mental images called the **mental conceptual knowledge system** (mental CKS or internal CKS – ICKS). We can imagine that the concepts (or specific mental images called RSI – see the section 4) comprise nodes of the network and the pieces of knowledge comprise links among the nodes. The mental conceptual knowledge system is a set of mental objects – mental images, mental words, and concepts, which may be simple or composite. The structure of the mental CKS is a set of relations among its objects. The parts of the mental CKS are mental models as mental representations of physical systems or conceptual models, and in opposite, the mental models might be mental conceptual knowledge systems, but not always.
2. The basic components of the mental CKS – mental concepts are also systems with structure. We differentiate an intrinsic structure of concepts and links to the other components of the CKS. These links are of different kinds and ones of them – the cognitive links – constitute knowledge.
3. If we assume that the internal conceptual knowledge system is a **static structure** in the brain of a cognitive agent (human or artificial) like computer software, then the **real process** of thinking is a functioning of this structure using existing relations between its elements. The internal conceptual knowledge system may change like any other software. Changes of the ICKS of an individual are caused by his/her learning, cognition and creativity (not by direct perception).
4. The external knowledge also comprises a network of concepts, pieces of knowledge, and semantic images called the **external conceptual knowledge system** (external CKS). The external conceptual knowledge system is a set of components – words, symbols, concepts, and semantic images which may be simple or composite. The structure of the external CKS is a set of relations among its components. A scientific theory is a part of the external **scientific conceptual knowledge system** (SCKS) and except of the formal scientific theory, many other components belong to the SCKS: facts, semantic images, explanations, and descriptions in the textbooks, experimental manuals and protocols, and also models of concrete scientific phenomena, processes, interpretations of theory in reality, expert knowledge connecting the theoretical laws with the reality, etc. These components of the SCKS are important, if we want to speak about coherent understanding of theoretical knowledge.
5. The basic components of the external CKS – (external) concepts are also systems with structure. We differentiate an intrinsic structure of concepts and links to the other components of the CKS.
6. The individual concepts of the external and internal conceptual knowledge systems do not have to contain all elements of their structure in specific cases, particularly in the development of the scientific concepts in the history of sciences and during their formation in an education process. Thus we can expect changes of the content and structure of the concepts during their historical development or individual formation as an effect of learning.
7. The mental CKS are not accessible to direct observation, but we can create conceptual models of them which may be based e.g. on a cognition of an external CKS. This approach is possible, because the conceptual model is a part of the external CKS and a structure of the conceptual model is a representation of structure in mental model (Hestenes, 2007). Because of outside effects produced by the internal CKS, we can test, modify, and verify or refuse our models. This scientific method is usual in science and the Modeling Theory of Hestenes (2006) describes it very clear: “According to Modeling Theory, science comes to know objects in the real world not by direct observation, but by constructing conceptual models to interpret observations and represent the objects in the mind. This epistemological precept is called Constructive Realism by philosopher Ronald Giere.”



8. The external CKS are accessible to direct observation in scientific papers, monographs, and textbooks of all kinds. The structure of the scientific CKS is a subject of the theory of science. It is needed to emphasize an importance of the ‘additional’ part of the formal scientific knowledge which connects it with physical world. This part of the scientific CKS is modeled in textbooks as educational and instructional texts with explanations, examples, illustrations, experiments, tasks, etc. These texts are divided into knowledge or learning objects as parts of an educational content of the intended or project curriculum (Adamčíková, Tarábek, 2008).

The above statements concerning the mental and external conceptual knowledge systems comprise basis for the **modeling theory of concept’s and knowledge structure**. This theory is an attempt to model concepts and knowledge as components of the conceptual knowledge systems with acceptance of usual terms of cognitive sciences. It does not yet cover all terms and phenomena described in the cognitive science and psychology concerning the concepts and knowledge. But it allows us at least a little to understand structure of concepts and knowledge in learners’ minds. Thus this theory is important especially in the meaningful education and instruction process (Ausubel, Novak, 1978) aimed to creation and formation of a productive and coherent knowledge structure of learners. The cognitive method of this theory concerning the ICKS is partially outlined in the paragraph 7. The model of the cognitive architecture of concept is elaborated in the section 5; the model of the knowledge in the section 6, and the description of developmental levels of common and scientific concepts in the section 7.

The modeling theory of concepts and knowledge might be also appropriate to model components of conceptual and mental models of the Hestenes’ Modeling Theory.

## 4. Conceptual Knowledge Systems

The **conceptual knowledge system (CKS)** is a pair  $[M, Re]$ , where  $M$  is the set of all elements of CKS – concepts, knowledge, and their components, and  $Re$  the set of all relations between the elements of CKS (Tarábek, 2007).

**The internal conceptual knowledge system (ICKS)** is a result of the individual cognitive process of a human. It is a system of concepts and knowledge which individuals acquire and form through the process of education, learning, observation, and empirical experience, as well as in the process of scientific cognition through goal-oriented experimentation and through their own thinking. The internal conceptual knowledge system comprises the elements and relations between them. The basic elements of the ICKS are concepts at various levels of abstraction and formation. The concepts are also systems and involve ‘mental words’<sup>1)</sup>, mathematical, physical, and other ‘mental signs’<sup>2)</sup>, mental semantic images expressing a class of denotata (objects, events, phenomena in reality, and entities to which the given concept refers), features of denotata, and other mental images at various levels of abstraction. The ICKS also contains experiences and perceptions stored in the memory if they are parts of concepts or knowledge. The mental models of Hestenes (2006, 2007) as referents of conceptual models are also part of the ICKS as concrete coherent conceptual knowledge systems.

Relations between the elements of the ICKS are of various types – connections between components of concepts and among the concepts, declarative knowledge as specific (cognitive) connections between the concepts. The parts of ICKS are also procedural knowledge as intrinsic rules of several types of human reasoning: abductive, deductive, inductive, analogical, metaphorical, analytical, and synthetic (Hestenes, 2006), and specific procedural knowledge<sup>3)</sup>.

---

1) Mental words are units of the mental language (Wittgenstein) or the Language of Thought (Fodor, 1975) and also parts of mental concepts whereby human beings express mentally the things, objects, processes, entities which they are thinking. The Language of Thought Hypothesis (LOTH – Fodor) postulates that thought and thinking take place in a mental language. The Language of Thought consists of a system of representations that is physically realized in the brain of thinkers.

2) Mental signs are derived from conventional signs, symbols, and icons of common or scientific language and have the same semantic content.

3) Specific procedural knowledge means specific rules of mathematical and scientific thinking used to solve concrete scientific tasks and problems.

The **concepts** as elements of the ICKS are mental representations of categories (Medin, Heit, 1999, Byrne, 2004) where “the category is a set of objects that share some features in common, somehow distinct from objects in other categories. In the classical Aristotelian view, concepts are proper sets, defined by list of features that are both singly necessary and jointly sufficient to identify an object as an instance of a category (Leary, MacDonals, Tangney, 2005)”. To distinguish the concepts as elements of the ICKS from the concepts as elements of the external conceptual knowledge systems and from the term “concept” in Hestenes (2007), we use for them the term **internal concepts** or the term **mental concepts** (see the Stanford Encyclopedia of Philosophy, <http://plato.stanford.edu/>).

The mental world of human mind involves also mental images and constructions – more or less clear, which are not connected with mental words and are not parts of mental concepts. These mental constructions are not expressed by words and if they are represented by specific mental pictures with critical attributes of the denotata (the RSI, see the section 5.1) we can call them **non-verbal concepts**. In other cases they we can call them *ideas* or *intuitions* which can be “elevated to concepts by creating symbols to represent them” (Hestenes, 2006). Much of the mathematical and physical thinking of physicists at the conscious level is imagistic without words. “The words or the language, as they are written or spoken, do not seem to play any role in my mechanism of thought. . . . The physical entities which seem to serve as elements in thought are certain signs and more or less clear images which can be voluntarily reproduced and combined. . . . The above-mentioned elements are, in my case, visual and some of muscular type. Conventional words or other signs have to be sought for laboriously only in a secondary state... from a letter by Einstein, in the paper of Hestenes (2007).”

**The external conceptual knowledge system** (ECKS) is the result of the social cognitive process, i.e. the cognitive processes of human society as a system of cognitive agents, while it is necessary to distinguish which system is being discussed.

**The scientific conceptual knowledge system** (SCKS) is the result of the cognitive process of a scientific community in a given science. It consists of the scientific concepts, terms, facts, laws, principles, theories, their applications and interpretations, and cognitive, modeling, application, and interpretation methods and procedures that the given science makes use of. The scientific external conceptual knowledge system also includes the scientific representation of reality (from the point of view of the given science) – the system of general images of the reality consistently connected with the scientific knowledge and formulated usually in the natural language with scientific terms. Scientific ECKS also involves concepts of the natural language that scientists/experts use when they present scientific results to people who are not experts in the given science (Tarábek, 2007). The representations of scientific conceptual models of Hestenes (2007) – “in concrete inscriptions of words, symbols, or figures” – are also parts of the scientific CKS. **The technical external conceptual knowledge system** is the result of cognition and the work of experts and scientists in a given technical field. **The social external knowledge systems** are formed by the general experience and thinking of humans in the process of cognition of reality, and they are transmitted to subsequent generations by diverse means of social communication. Scientific, philosophical, technical and social external conceptual knowledge systems have always been transmitted to subsequent generations by means of education. Only the few most educated individuals acquire the complete conceptual knowledge system in the given science or technical field as a whole, so that their internal conceptual knowledge systems are, in effect, mental models of the corresponding external conceptual knowledge system. Analysis of the historical development of external knowledge systems led to distinguishing of several levels of external conceptual knowledge systems in physics: primitive-empirical, empirical, parametric, structural and formal (Tarábek 1988, 1989, 2002, 2003, 2006).

The **concepts** as components of the **external conceptual knowledge system** are also systems and involve words, mathematical, physical, chemical, and other signs (symbols, icons, tokens, diagrams, etc.), semantic images expressing denotata class (objects, events, phenomena in reality, and entities to which the given concept refers), features of denotata, and other semantic images at various levels of abstraction. To distinguish the concepts as elements of the ECKS from the concepts as elements of the ICKS, we use also the term **external concepts**<sup>4)</sup> for them.

---

4) In the cognitive psychology, cognitive science and science education research, the term “concept” is used in both meanings

- ‘mental’ concepts as elements of mental models of reality in the human mind, and also
- ‘external’ concepts as elements of conceptual models of reality – scientific or expressed by common language.

The conceptual models are also parts of the external CKS as coherently structured units of concepts' and knowledge systems.

In relation to the terms “internal and external conceptual knowledge system” we also use the following terms: **internal (mental) knowledge – external knowledge**.

The relations between internal CKS and external CKS are outlined in the figures 6, 7, and 8 which are partially based on the figure 5 of Hestenes (2006).

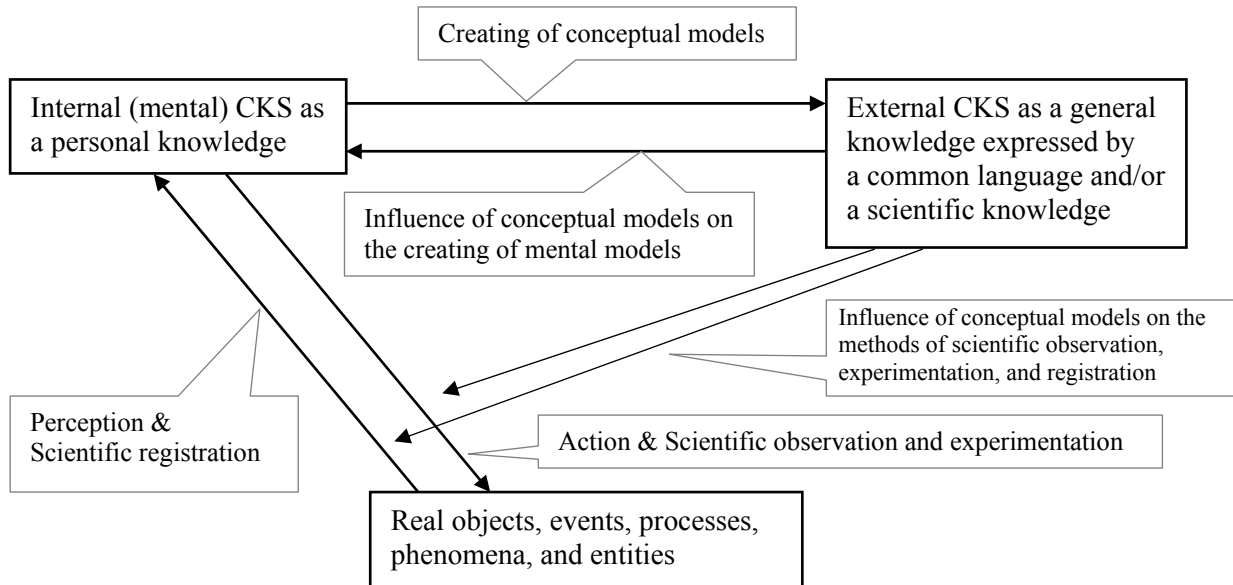


Fig. 6: Internal (mental) CKS and external CKS in the process of cognition

The internal CKS influences perception, the external CKS influences creating of mental models. The bold arrows represent processes, the narrow arrows represent influences.

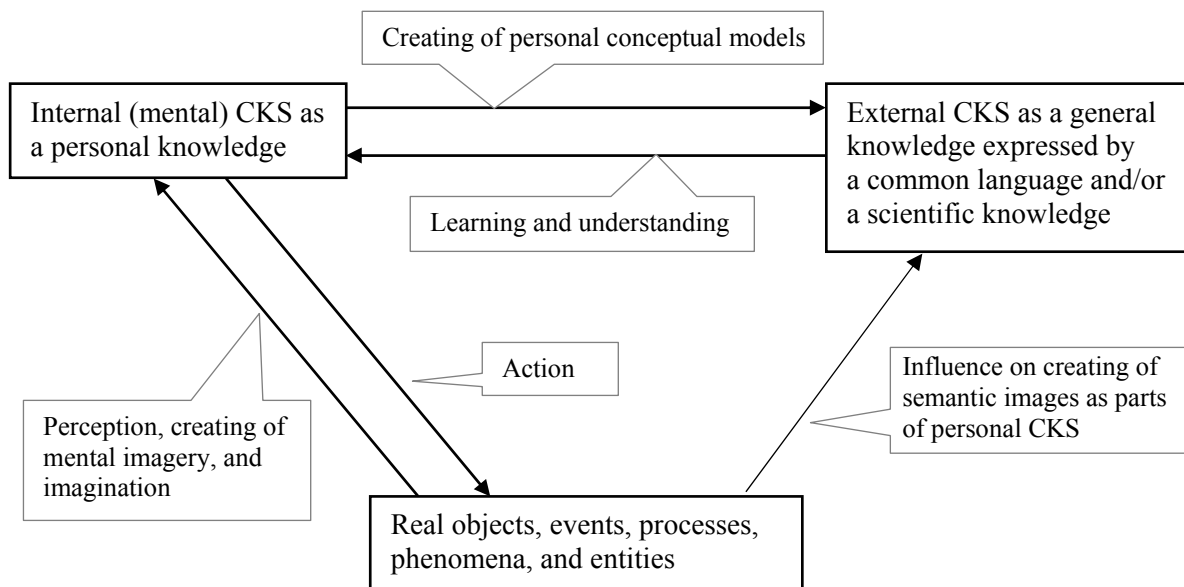


Fig. 7: Internal (mental) CKS and external CKS in the process of learning

The **personal external CKS** (personal ECKS) is created during the process of learning as external texts, semantic images, diagrams, pictures, etc. The simplest form of the personal ECKS is an underlying and using of highlighters in the text of a textbook. The one necessary condition of learning with understanding is creating of mental imagery connected with taking or creating of semantic images in the personal ECKS (the rule of clearness in instruction). The bold arrows represent processes, the narrow arrows represent influences.

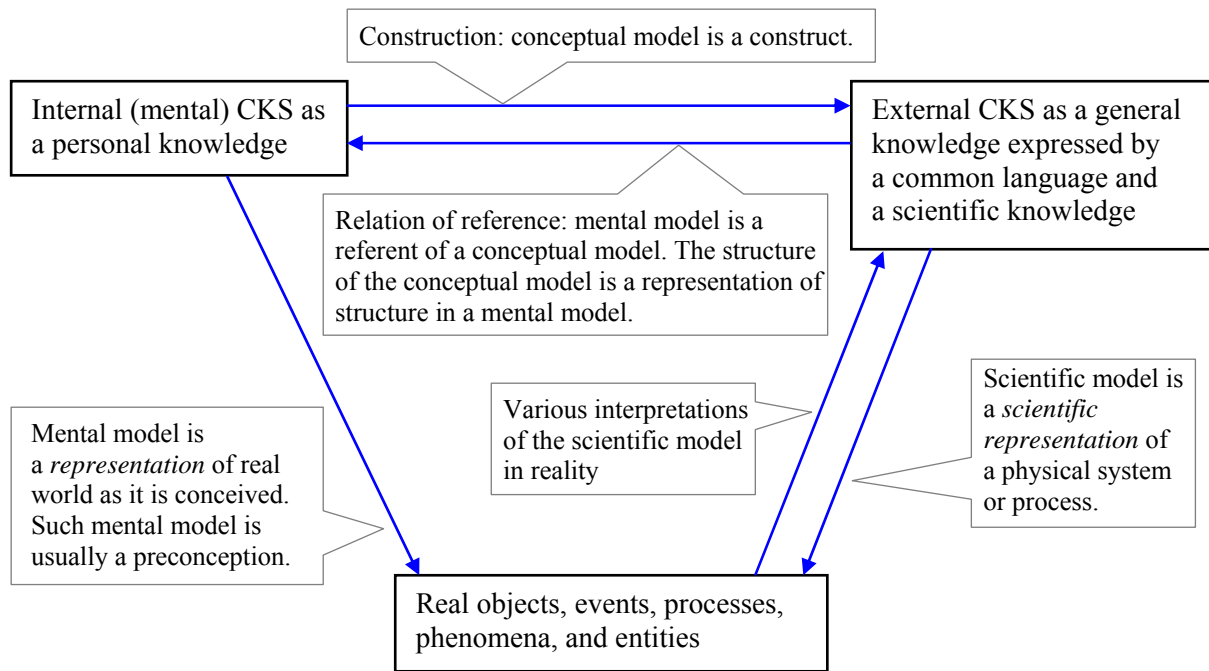


Fig. 8: Internal (mental) CKS and external CKS in the light of cognitive science

The blue arrows represent relations: Conceptual models of the external CKS are constructions that represent physical systems and processes and mental models in the internal CKS are their referents. These models – if they are scientific – may have various interpretations in reality.

The main term of this work is “concept”. This term is also used in the papers of Hestenes (2006, 2007), thus I want to show a comparison of the Hestenes’ definition of concept (H-concept or HC) with the model of concept presented in this work (triangular model or TM).

The HC is defined as a triad represented by a symbolic form in the Fig. 4. The **meaning** of the HC is its relation to mental models that means a *relation* between the symbol and mental models.

The **form** of the HC is its conceptual structure, including relations among its parts and its place within a conceptual system (Hestenes, 2007).

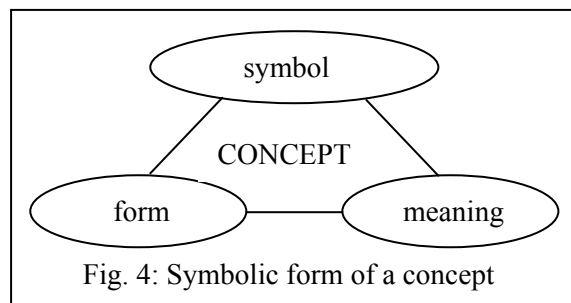


Fig. 4: Symbolic form of a concept

The TM is represented by a triangular form in the Fig. 9. The **meaning** of the TM is a *set* of all subordinated concepts and images and also *relations* between them and the core. The concepts and images of meaning represent objects, events, processes, and phenomena of the real world, and also they represent entities as conceptual constructs modeling things of the real world.

The **sense** of the TM is a set of concepts assigned to the concept core which can be in symbolic expression, speech or thought meaningfully connected with the given concept core (except for subordinated concepts) and sense links from the core to the assigned concepts. The sense of the TM corresponds

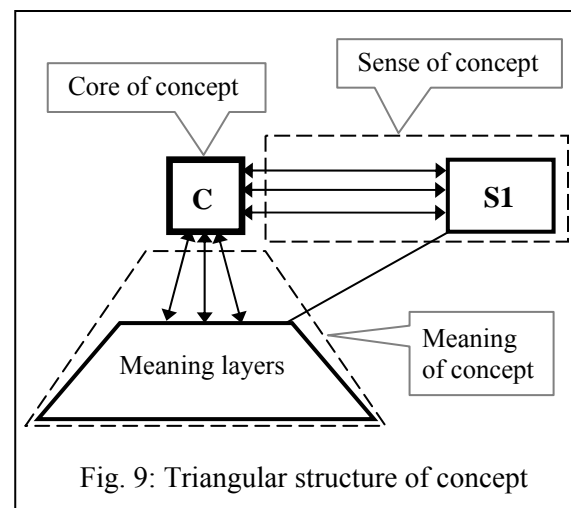


Fig. 9: Triangular structure of concept

partially to the form of the HC; the meaning of the HC differs from the meaning of the TM.

The TM models both kinds of concepts: external as well as mental. The Fig. 10 shows relation of reference between mental and internal concepts and also relations of representations to the real world.

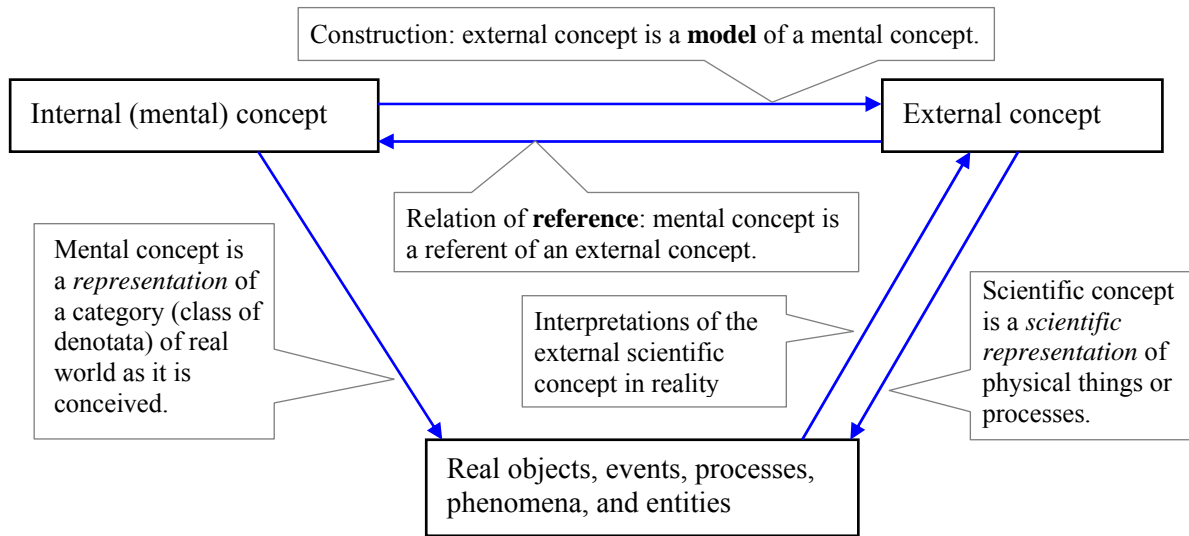


Fig. 10: Mental and external concepts: relations of reference, modeling, and interpretation.

## 5. Model of Cognitive Architecture of Concept

The **model of the cognitive architecture of concept** describes a specific structure of common or scientific concepts and their semantic frames as components of the conceptual knowledge systems, which may be external or internal – mental. The model distinguishes the concept’s meaning and sense as two disjunctive sets following Frege’s idea of sense and reference/meaning (Frege, 1892). The basic components of the model are: **core** of a concept, **periphery** of a concept, **meaning M** and **sense S** of a concept, their mutual connections and also the **hierarchical layers** of the meaning (see Fig. 13). The model of the cognitive architecture of concepts is a theoretical construct based on knowledge of cognitive psychology, cognitive science, and educational research that shows a structure of external common and scientific concepts and their semantic frames and a possible structure of internal (mental) concepts and their semantic frames in a human mind.

The **semantic frame** of the concept consists of the **meaning**, and the **sense**.

The internal (mental) concepts are private constructions in the mind of an individual which are used in his/her speech and thought as activating elements – they activate words of speech or “words” of thought as internal speech. The internal/mental concepts (MC) can be elevated to external concepts as models of MC by encoding elements and structure of mental concepts in symbols – words, signs, icons, semantic images etc. (see Fig. 10 – link of construction). In reverse, these symbols activate the individual’s mental concepts and corresponding mental concepts in the mind of other individuals (see Fig. 11). Thus the external concepts are shared conceptual models of humans.

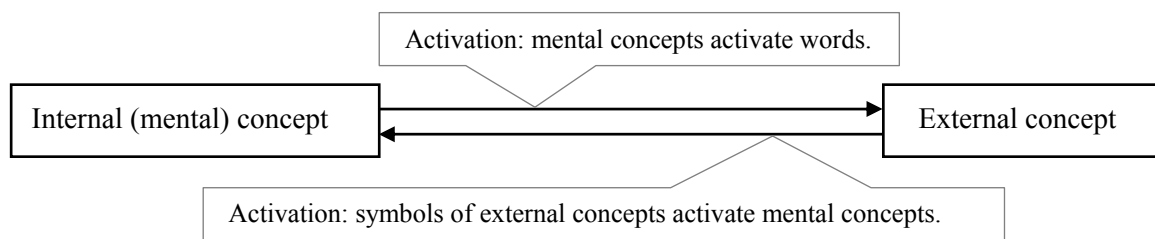


Fig. 11: Mental and external concepts: relations of activation.

### 5.1 Core and Periphery of Concept

**Core** of an external concept is composed of three mutually linked components: a **symbol** (e.g. a word or assembly of symbols: a word and a sign/icon), a **representative semantic image** – RSI, and an **intrinsic structure** of the concept – internal components of the concept and relations among them.

**Core** of a mental concept is composed of three mutually linked components: a **mental word** and/or mental sign/icon, a **mental RSI**, and a **mental intrinsic structure** of a concept – internal components of the concept and relations among them.

The **mental RSI** is the dominant structured image that emerges in the mind after saying a given word and may appear in the mind during a thought operation with the mental word or symbol. The mental RSI may be a mental prototype (Rosch, 1978).

The **external RSI** is a part of an external concept. The external RSI as **external prototype** contains a list of characteristic features that object in extension of related concept tends to possess. The list a features is applied by judging the similarity between the RSI and the mental representation produced by an object as it is experienced. Thus the RSI corresponds to the **prototype** of the natural category (Rosch, 1978) or the perceptual category (Nolan, 1994) and the mental RSI is an image form of the prototype. The external RSI as a **core of a conceptual category** (Armstrong at al, 1983, Nolan, 1994, Sternberk, 1999) contains a list of characterizing properties – **attributes** of objects in the extension of the related concept. The attributes are used in definitions together with superordinate concept (see “attributive sense links” in the section 5.3).

The **intrinsic structure** means a system of relations among attributes (or among features of a prototype). For example, the attributes of triangle are three vertices and three sides. The intrinsic structure is a system of relations among the constituent vertices and sides of the triangle. The attributes of an iron ball are its mass, volume, and spherical shape (given by its radius and surface). The intrinsic

structure is a system of relations between the volume and the mass, between the radius and the volume, and between the radius and the surface. Highly abstract concepts possess probably no intrinsic structure. For example, attributes of a solid body are its mass, constant volume and constant shape. The relations among these attributes belong to concrete solid bodies only (e.g. iron ball, wooden cube, glass ball). We can not speak about the relations among the properties of an abstract solid body. Attributes of a mass point are its mass and zero volume. There is also no intrinsic structure between the mass and the ‘volume’ of the mass point.

The **mental intrinsic structure** is a mental model of the external intrinsic structure.

**Periphery** of a mental/external concept is composed of the set of **meaning** and **sense links** from the concept’s core to the all concepts of the meaning and sense which can be meaningfully connected with the given concept’s core in speech or thought / in external conceptual knowledge system. The relation to the superordinate concept belongs also to the periphery.

## 5.2 Meaning of Concept

**Meaning M** is composed of the set of all cores of subordinate concepts and sets of images referring to the given core and of the set of **meaning links** from the core to the subordinate concepts and images (see Fig. 13). In the meaning of the concept, we can differentiate hierarchical **meaning layers**. In the Fig. 13, three layers M1, M2, and M3 are distinguished.

**The meaning layer M1** is the set of the most abstract concepts which are subordinated to the given concept core and divide the whole class of denotata into disjoint subclasses. For instance, the class M1 of subordinate concepts of the concept “force” is composed of the concepts: “gravitational force”, “electromagnetic force”, “nuclear force”, and “weak interaction”. However, it is necessary to emphasize that other classes of such concepts may exist in the scientific system of physics. Forces are divided, for instance, into real and fictitious in classical mechanics. The real forces are divided into distant and contact.

**The meaning layer M2** is a set of concrete concepts and semantic images which may be subordinate to the abstract concepts of M1 or to core C. For example, the concepts of contact forces (pushing and pulling forces, friction, air resistance) and concepts of distant forces (electrical, magnetic, gravitational) comprise set M2 of the concept “force” (see Fig. 12).

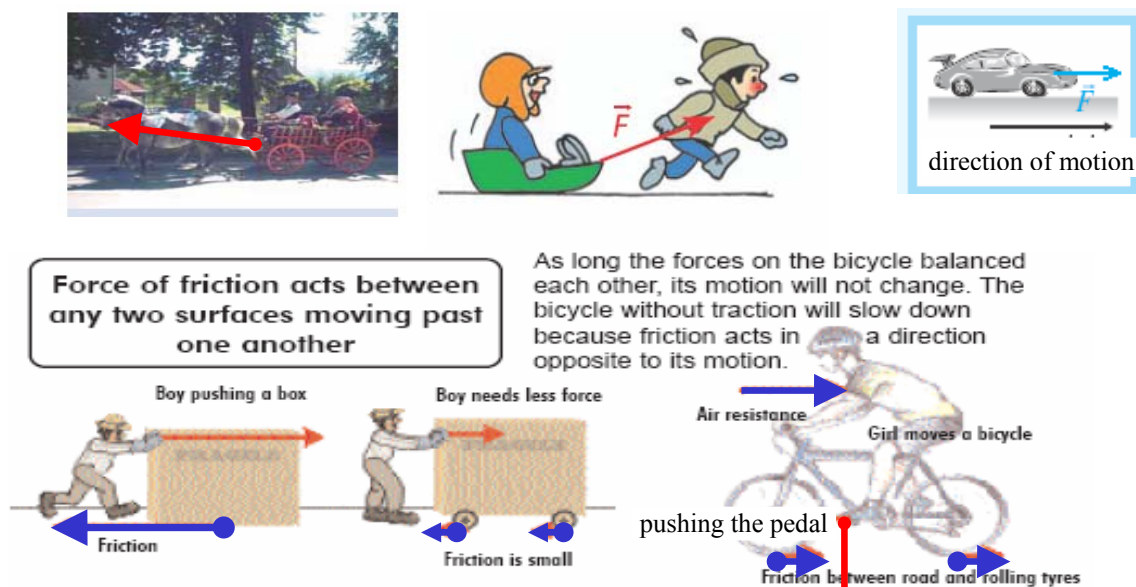


Fig. 12: Meaning layer M2 of the concept “force”: the concepts of pushing and pulling forces, friction, air resistance, etc. These forces comprise the extension of the concept “force”. The meaning layer M3 is a set of semantic images which may be internal (mental) or external.



The **meaning layer M3** is a set of concrete semantic images of denotata in a concrete situation which refer to the core C or to the elements of M2 and M1. The mental images can be perceptions of concrete objects, events, phenomena, etc. stored in a memory or mental constructions of them. The external semantic images can be diagram or pictured constructions of concrete objects, events, phenomena, etc. of reality.

The **extension E** of the given concept is the class of **denotata** – objects, phenomena, events in reality and entities to which the word or symbol of the given concept points. The extension is not a part of the meaning.

**Meaning links** are firstly the links between the concept core and subordinate concepts or images, and, secondly, all other links between the elements of the meaning layers.

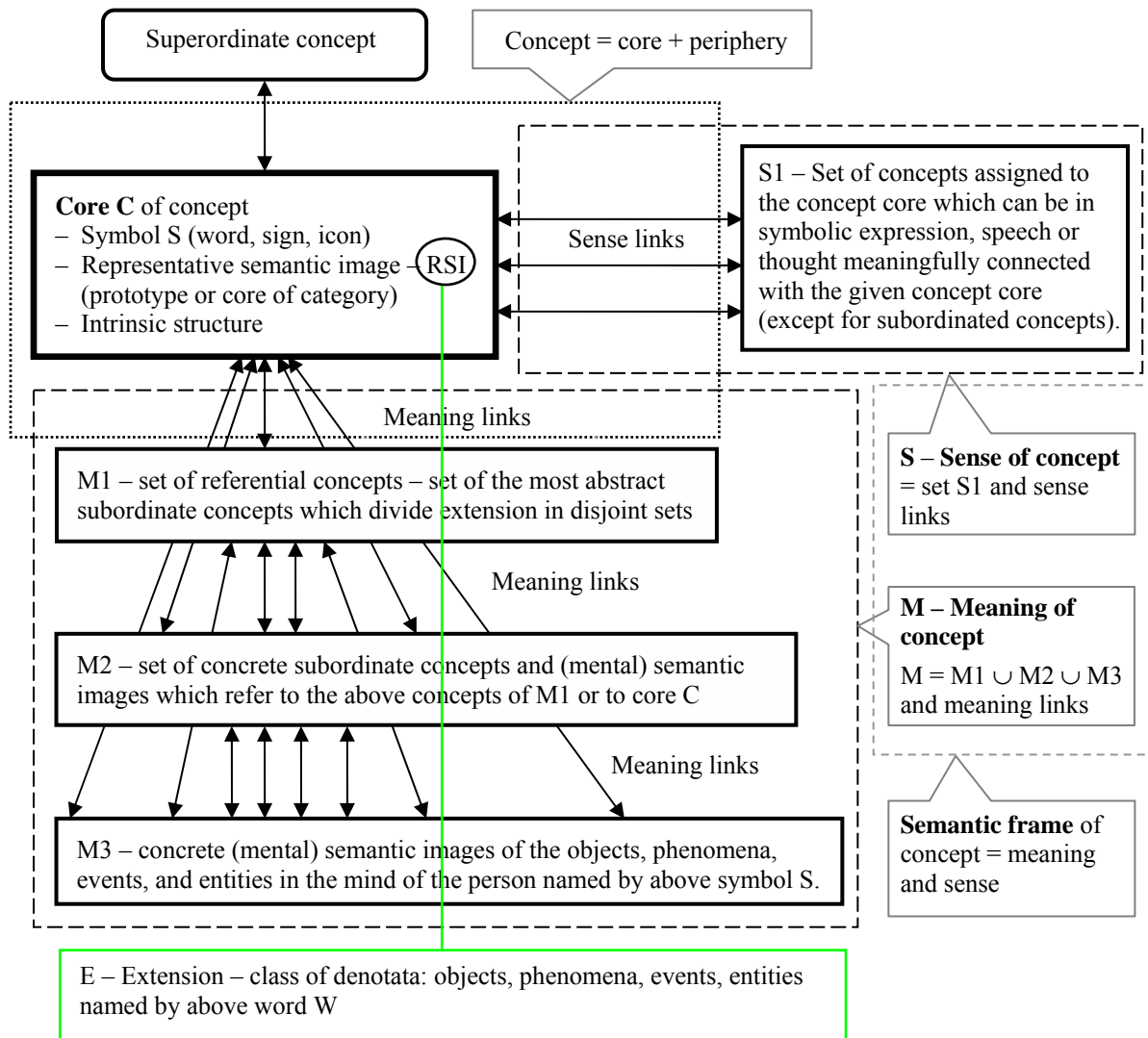


Fig. 13: Model of cognitive architecture of common and scientific concepts

The rectangular boxes represent the components of the cognitive architecture (core C, S1, M1, M2, M3), the dashed boxes represent subsystems (meaning M and sense S – semantic frame), the dotted box represents a complete concept (core and periphery), and the arrows represent links between the components of the cognitive architecture of concept. The green link expresses assigning of observed objects, phenomena, events, and entities to the given concept by force of the RSI.



### 5.3 Sense of Concept

The **sense of concept** consists of the set  $S_1$  of assigned concepts which can be in symbolic expression, speech or thought meaningfully connected with the given concept core (except for subordinated concepts) and **sense links** from the core to the assigned concepts (see Fig. 13).

We can divide **sense links** into qualitative, attributive, cognitive, operational, and contextual types.

**Qualitative sense links** are the links to concepts which express **potential qualities**. **Potential qualities** are properties characterizing denotata of subordinate concepts belonging to the meaning. The connection of potential qualities to a given concept results in its division into subordinate concepts. For example, potential qualities of a tree are expressed as “broad and flat leaves” or “needles”. Thus the class of trees is divided into two disjoint subclasses: deciduous trees and conifers. Potential qualities of a human are male and female. Thus the class of humans is divided into two disjoint subclasses: men and women. Potential qualities connected to the concept “force” are “gravitational”, “electromagnetic”, “nuclear” and the quality expressed by the term “weak interactions.” Thus the general concept of force is differentiated into referential concepts: “gravitational force“, “electromagnetic force“, “nuclear force“, and “weak interaction“.

**Attributive sense links** are the links to concepts which express **attributes** of a given concept. **Attributes** of a given concept are the relevant properties characterizing the denotata class (objects, phenomena, events, and entities denoted by the name of the concept)<sup>5)</sup>. According to these properties, we are able to categorize an observed object, phenomenon, event or entity into a denotata class (an extension of the given concept). For instance, the concept “body” has its mass as an attribute. The concept “force” has an attribute the fact that the force causes acceleration or deceleration of a body’s motion or a curving of its trajectory. The concept “husband” has two attributes: married and adult. Thus a husband is a married and adult man. (The “man” is a superordinate concept.)

The **attributes** are used in definitions together with superordinate concepts. For instance, in the definition “Body is a mass object”, “object” is a superordinate concept while “mass” is an attribute. In the definitions “Solid body is a mass object with constant volume and shape” or “Liquid is a mass object with constant volume and variable shape”, “mass object“ is a superordinate concept and “constant volume” and “constant/ variable shape” are attributes. In classical mechanics, “a force is the cause of acceleration or deformation of the body” (where the acceleration means acceleration, deceleration or curving of the trajectory). The cause is the superordinate concept. The acceleration and deformation are the attributes. In the definition: “In mechanics, a force is an interaction that causes acceleration or deformation of a body” (Glenn, 2008), “interaction” is a superordinate concept whereas “acceleration” is an attribute. In modern physics, “a force is a mutual interaction of physical bodies or bodies and fields.” Thus “the interaction of physical bodies (or bodies and fields)” is a new attribute of “force” which as a primary term has no superordinate concept. Thereafter the term “force” was replaced by the term “interaction”.

**Cognitive sense links** are links between the core of the given concept and concepts that are related to physical and natural law (rule, principle) together with this concept. For example, if we consider Newton’s second law in the form  $F = m \cdot a$ , the cognitive links of the force  $F$  are given by this formula, e.g. “ $a \propto F$ “, “ $F \propto a$ “, “ $a \uparrow \uparrow F$ “, and from the light of the Newtonian conception, the link “ $F \Rightarrow a$ ” (a force causes the acceleration) also belongs to above ones. If we consider mental conceptual knowledge systems, students have a mental cognitive link “ $F \Rightarrow a$ ” from the concept “force” to the concept “acceleration” if they understand that a force causes the acceleration of a body’s motion or the curving of its trajectory. Another cognitive link is “ $a \propto F$ “, i.e. the acceleration is directly proportional to net force (when mass is constant), or “ $a \uparrow \uparrow F$ “, i.e. the acceleration has the same direction as the force.

---

5) Some concepts have no typical attributes. For example, we can not specify sufficient properties of a bird. We can say that wings, feathers and beaks are characteristic properties of a bird. But what about penguins or young chicken? Do penguins have feathers? Yes, they do, but that are not typical feathers. Do chickens have feathers? They have a fluff only. These concepts belong to natural categories (Rosch, 1973) where we can not speak about the typical attributes. We can speak about characteristic or **critical features**/properties then the attributive links connect the given concept with the concepts expressing characteristic/critical features/properties.

Another example: if we consider the formula  $O = 2\pi R$  for calculation of a circumference of a circle, the cognitive link between the circumference and the radius means understanding that the circumference is  $2\pi$ -times greater than the radius of a circle.

**Operational sense links** are the links between the core of the given concept and concepts that belong to physical or mathematical definitions using variables together with the given concept. These links are expressed also by operational definitions, or correspondence rules for assigning measured values to states of physical system (Hestenes, 2006) which are realized by mathematical formulas or thought operations. Operational links exist in the mind of a student if he/she knows how to “read” the physical definitions. For instance, if a student knows how to “read” the definition “ $s = v \cdot t$ ” (path equals product of steady speed and time), in the structure of his/her concept of „path” there are the links “ $s \propto v$ ” (path of steady motion is directly proportional to the speed of motion) and “ $s \propto t$ ” (path of steady motion is directly proportional to the length of time interval). If student knows how to read the definition  $a = dv/dt$  (acceleration is the derivative of speed with respect to time), he/she knows and understands that “acceleration is directly proportional to the differential change in speed” and “inversely proportional to the differential change in time”. Operational links mean also connections between physical quantities and the units which are used to measure them. For example, the operational link between a path/distance/displacement and units of length in the mind of student allows him not only measurement of a path/distance/displacement but to imagine and compare different distances or displacements – to this link belong also mental images of various “distances” expressed in adequate units<sup>6)</sup>.

**Contextual sense links** are the links between the core of a given concept and all other concepts that may be meaningfully connected with the given concept in statements, propositions, sentences, etc. This term does not designate qualitative, attributive, cognitive and operational links. For instance, the concept “force” can be meaningfully connected in sentences with the concepts “motion”, “action”, “field”, “space”, “time”, etc. Contextual links between concepts are realized in arranging words into meaningful statements. Clearly, the sentence: “The car has green leaves” is meaningless, because there is no contextual link between the concepts “car” and “green leaves”. Contextual links enable us to create predicates – verbal statements concerning attributes, laws, definition assignments and also statements concerning meaningful links from a given concept both downwards and upwards.

## 6. Declarative and Formal Knowledge

The set of concepts connected by the cognitive links and a symbolic form of these links (expressed by a mathematical formula) comprises the structure of **declarative knowledge** (conceptual knowledge).

The model of cognitive architecture of knowledge is composed of a **core** of knowledge, **periphery** of knowledge, **meaning** M and **sense** S of knowledge and their mutual connections (see Fig. 14). The model of the cognitive architecture of knowledge is a theoretical construct based on knowledge of cognitive psychology, cognitive science, and educational research that shows a structure of external common and scientific knowledge and their semantic frames and a possible structure of internal (mental) knowledge and their semantic frames in a human mind. The **semantic frame** of knowledge consists of the **meaning** and the **sense**.

**Core** of an external knowledge is composed of two mutually linked components: a symbolic formula or word proposition and an **intrinsic structure** of knowledge given by relations among symbols of formula or main words of proposition.

**Core** of a mental knowledge is composed of two mutually linked components: a mental image of the formula or mental word proposition and the RSI – a mental image of an intrinsic structure.

**Periphery** of mental/external knowledge is composed of the set of **meaning** and **sense links** from the knowledge’s core to the all concepts of the meaning and to the all pieces of knowledge in the sense. The relation to the superordinate knowledge belongs also to the periphery.

---

6) It was found that some our students know “nothing” about real distances on the Earth. They e.g. calculate the distance between Bratislava and New York as 683 700 km instead 6 837 km due the mistake of two orders of magnitude and are not surprised. When I asked them to compare the result with the circumference of the Earth, I found they have had no image about various distances on the Earth. These and similar findings are connected with a missing of a cardinal dimension of numbers expressing magnitudes, length, etc. (Tarábek, 2008d).

As follows from the model of the cognitive architecture of concept, the part of structure of the declarative knowledge is also its meaning. **The meaning of knowledge** consists of all main concepts related to the knowledge (described by symbols in a mathematical formula or main words in proposition) and their subordinated concepts, semantic images, semantic images of cognitive links, and corresponding facts. To the meaning belong also the operational definitions of the related concepts which assign observed facts and measured values to them. For instance, the knowledge of Newton's second law consists of the formula  $F = m \cdot a$ , the related concepts "force", "mass", and "acceleration", the links  $F \Rightarrow a$ ,  $a \propto F$ ,  $a \uparrow\uparrow F$ ,  $a \propto 1/m$ , their semantic images (see Fig. 14), and operational definitions of the variables  $F$ ,  $a$ , and  $m$ .

The **sense of the knowledge** is a set of other laws of the corresponding theory as well as its limits of validity, scientific image of world, etc. Thus the sense of the knowledge expressed by the formula " $F = m \cdot a$ " comprise other laws of the Newtonian theory as well as its limits of validity, scientific image of world in Newtonian mechanics, etc.

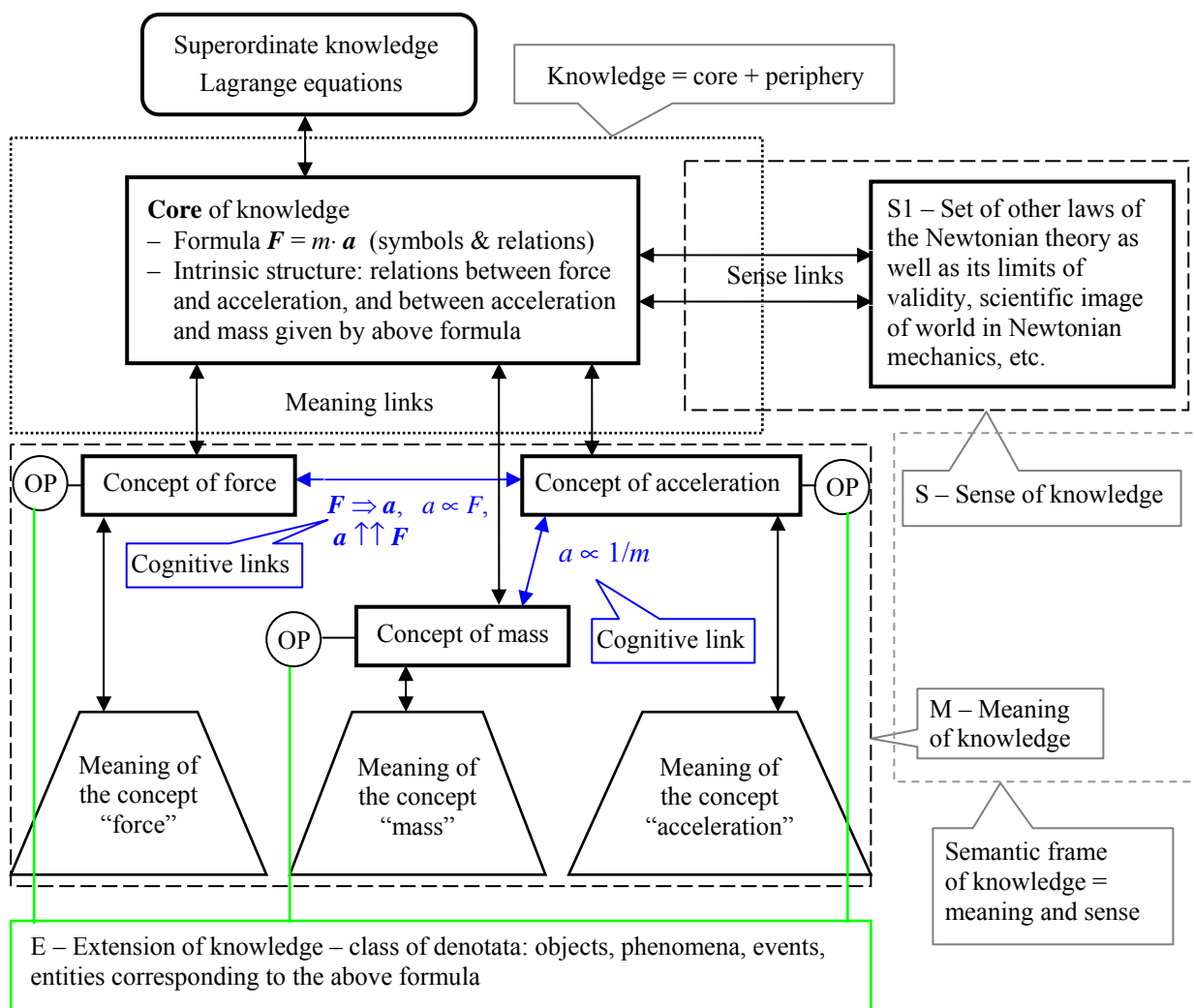


Fig. 14: Model of cognitive architecture of declarative knowledge given by the formula  $F = m \cdot a$ . The OP mean operational definitions of the variables  $F$ ,  $a$ , and  $m$ . The green links express assigning of observed facts and measured values to the variables. The diagram express an idea of coherent structure of scientific knowledge that describe nature and that have been established by scientific cognitive modeling, observation and experiment (Hestenes, 2007, Wieman, 2007).

The **declarative mental knowledge** in the mind of an intelligent agent (human or artificial) belonging to the mathematic formula is composed of a mental model of the formula, mental models of symbols in the given formula, mental image of an intrinsic structure (the core of mental knowledge), and the meaning and sense of the knowledge. The meaning of the knowledge consists of all main mental concepts related to the knowledge (described by symbols in a mathematical formula), their subordinated concepts, mental semantic images, mental semantic images of cognitive links, mental images of corresponding facts as are conceived, and also mental operational definitions (see Fig. 15).

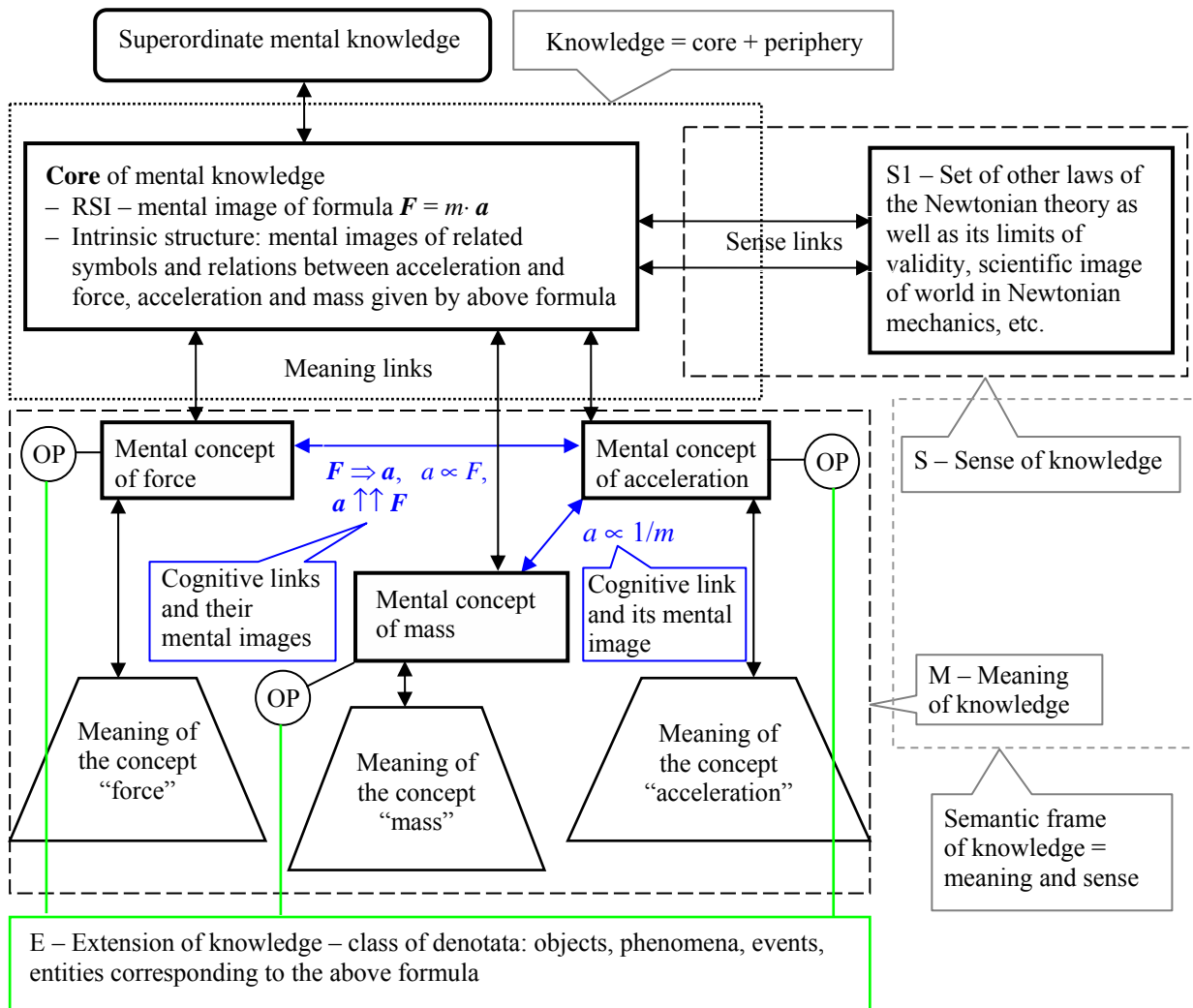


Fig. 15: Model of cognitive architecture of mental knowledge given by the formula  $F = m \cdot a$   
 The OP mean mental images of operational definitions of the variables  $F$ ,  $a$ , and  $m$ . The green links express assigning of observed facts and measured values to the variables.

**Formal knowledge** in the mind of a student means mental knowledge of the formula without the appropriate cognitive links and without the meaning of the knowledge or these components are not completely built in the mind. That means formally built related concepts with ‘narrower’ meaning and operational definitions reduced to **calculation rules** – how to calculate tasks by the given formula (see Fig. 16). For instance, the cognitive link between the force and the acceleration “ $F \Rightarrow a$ ” was found only in 23 – 32 percent of secondary school students from seventh grade up (Tarábek, 2007). It was demonstrated that even if students know formula for Newton’s second law and they are able to use it in problem solving they do not have to understand the connection between force and acceleration as “force causes acceleration or deceleration of body’s motion or curving of its trajectory”. Similarly, it

was shown that knowledge of Ohm's law:  $I = U/R$  and its application to various tasks does not mean that students are conscious of the cognitive link of inverse proportionality between current and resistance:  $I \propto 1/R$ . It was also shown that pupils in the seventh grade of secondary schools know the formula  $O = 2\pi R$  for the calculation of the circumference of a circle and they are able to calculate it. But only a small part of them (around 16%) understands that the circumference of circle is  $2\pi$ -times greater than its radius which means the cognitive link between the circumference and the radius (Tarábek, 2007c).

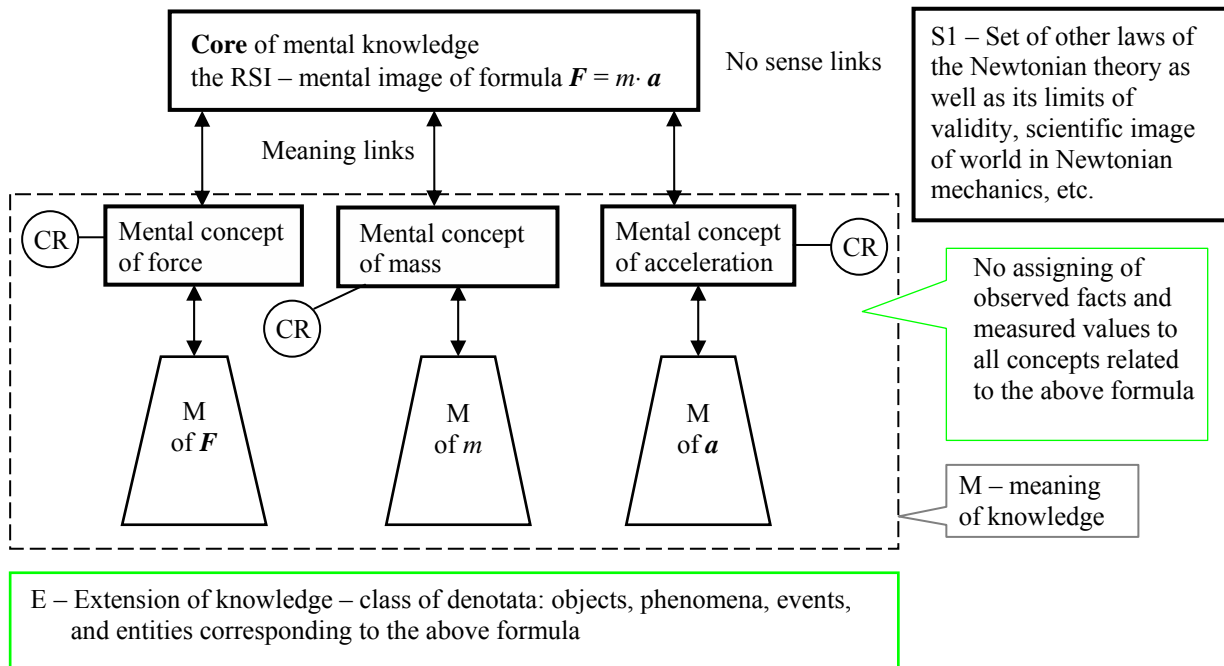


Fig. 16: Model of cognitive architecture of formal knowledge in the mind of student corresponding to the formula  $F = m \cdot a$ . The CR mean mental images of calculation rules corresponding to the variables  $F$ ,  $a$ , and  $m$  – how to calculate tasks by the given formula. The meanings of (M of) related concepts are poor. This diagram models a situation when “students – physic’s novices see the content of physics instruction as isolated pieces of information disconnected from the world around them (Wiemann, 2007)” and they think like a computer – they just simply seek some formulas to solve a problem – without understanding and imagination of real situation (see the introduction of the section 3).

## 7. Developmental Levels of Concepts

Besides the description of concept formation (Tuomi, 1998) through the Vygotian phases (Tarábek, 2007c), the model distinguishes four levels in the development of concepts: **primitive**, **empirical**, **exact**, and **formal**. The empirical concepts at the empirical level are concepts of common language (or CS concepts of Hestenes, 2006), the exact concepts at the exact level are components of scientific conceptual knowledge systems, and formal concepts at the formal level are components of mathematical theories or formal theories in physics.

The analysis of children concepts led to the distinguishing of several Vygotian stages in formation of concepts (Vygotsky, 1986, Tarábek, 2007c, 2008d). The analysis of the historical development of the external conceptual knowledge systems led to the distinguishing of several developmental levels of common and scientific concepts (Tarábek, 2007c, see Fig. 17).

### 7.1 Primitive level of concept

Concepts are formed in the environment of the natural language and in children’s experience. Children have experience with objects and phenomena (denotata) and hear the names of them. Afterwards, they assign corresponding mental images of the objects and phenomena to listened names.

Then the characteristic attribute of a concept core at the primitive level is a word. The meaning consists of concrete mental semantic images of denotata and their links to the word – name of concept. The meaning involves the meaning layer M3 only. The sense of the concept comprises contextual links between the core and the set S1 that is a set of all other concepts which may be meaningfully connected with the given concept in statements, propositions, sentences, etc. This level of concepts corresponds to the primitive empirical level of CKS. At this level of CKS, the experience, as the lowest form of knowledge, has the form of space-time links. The other types of links include primarily causal relations, which were observed first in the human community and subsequently in the nature. The set Re (set of all relations between the elements of CKS) also includes the experience expressing the attributes of the objects, events and phenomena – the qualitative links. The dominant approach to reality is the **relational approach** – i.e. the search for the relations and links between the objects, phenomena and events.

## 7.2 Empirical level of concept

The representative semantic image (RSI) is formed and subsequently connected to the concept core at the empirical level. The RSI is an image prototype which includes all features that are characteristic for the denotata class referred to the concept. A core of the concept consists of the word and the RSI. The meaning consists of two meaning layers M2 and M3 and their links to the core or their links to each other. The layer M2 is a set of subordinate concepts. The layer M3 is a larger set of concrete mental semantic images. The sense of the concept is comprised of all assigned concepts, which may be meaningfully linked to the core C in statements, propositions, sentences, empirical physical laws (set S1) and all sense links. The sense links involve contextual, qualitative, attributive and cognitive ones. The physical concepts attain the empirical level at the **empirical level** of conceptual knowledge systems. At this level, besides the relational approach, a **natural laws' approach** is also exploited, i.e. the cognitive agent searches certain laws in the studied universe. These laws have the form of the so-called **laws of phenomenon**, which are empirical causal laws of the type “phenomenon  $\Rightarrow$  phenomenon” or “entity  $\Rightarrow$  phenomenon”. These laws of phenomenon are formulated as simple factual statements describing attributes and behavior of the objects, the course of phenomena, processes, etc. It is obvious that these laws are generalizations of empirical experiences coming out directly from observation. In connection with Aristotle, these laws and corresponding statements are of the type “Heavy bodies fall downwards and light bodies (smoke) rise upwards.”, “Bodies fall downwards faster if they are heavier, and slower if the resistance of the environment (determined by size of the body and the density of the environment) is bigger.”

## 7.3 Exact level of concept

The symbol connects to the concept core at the exact level. This level attains these concepts only, which refer to the physical quantities represented by symbols. We call this type of concept the **symbol concept**. The core of the symbol concept is composed of the word, the RSI, the symbol and the intrinsic structure. The meaning of the symbol concept is composed of all three meaning layers M1, M2, and M3, the meaning links of their elements to the core and meaning links between the elements of the sets M1, M2, and M3. The abstract subordinate concepts comprise the meaning layer M1. The subordinate concrete concepts comprise the larger set M2. The mental semantic images of denotata comprise the set M3.

The core can be separated from the meaning and the mind can operate independently with it with the help of symbolical formulas. The symbol concept may have several related classes M1 of referential concepts – the **meaning field**.

The sense of the symbol concept consists of the set S1 and all sense links. The set S1 consists of all assigned concepts, which may be meaningfully linked to the core C in statements, propositions, sentences, physical laws, rules, principles, etc. The sense links are as follows: contextual links, links to the actual and potential qualities, attributive links, cognitive links, and operational links.

The symbol concepts attain the symbolical level at the parametric/symbolic level of conceptual knowledge systems and continue at the structural level. At the symbolical and also at the empirical level, the superordinate concept may be connected to the given concept – except in the situation where it is the primary physical concept.

The **parametric level** of the external conceptual knowledge systems is characterized mainly by the fact that the natural (physical) laws are described by the mathematical language as relational or functional links between the (physical) quantities. The laws, which had at the lower – empirical level the **verbal form**, attain at this level the so-called **parametric form** expressed usually by the functional dependence  $F = (h_1, h_2, \dots, h_n) = 0$ , where  $h_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) are the values of the parameters  $S_1, S_2, \dots, S_n$  describing the processes, attributes of the objects, phenomena and the like. Typical parametric physical laws are e.g. the Galileo's law of free fall, Kepler's laws, Gay-Lussac's volume law for gases, Proust's law, Dalton's law, etc. The parametric level is further characterized by the fact that every law describes certain specified class of phenomena and there are no links between single laws. This level was attained for instance in the pre-Newtonian mechanics or electrodynamics before Maxwell. Besides the natural laws' approach of formulating laws in the mathematical language, there is also **explanatory approach** leading to creation of new concepts, links, models, principles and laws in the form of partial hypothesis explaining the form of existing laws. Besides the laws in the mathematical language, the verbally formulated laws – principles are also a part of CKS at the parametric level. The parametric level of CKS also contains the space-time models of the studied universe, which form the framework for the physical parametric laws.

The process of **idealization** leads to creation of the **idealized concepts** (i.e. concepts referring to the idealized class of denotata) enabling the description of the phenomena by means of physical quantities. These concepts are, for instance, distance, displacement, speed, velocity, acceleration, time, mass, momentum, force, etc. Many mathematical concepts are also idealized concepts.

However, the process of idealization concerns also concepts, which do not describe physical quantities; in physics, there are, for example, the concepts: "point mass", "solid body", "centre of gravity", etc; in mathematics, the geometric concepts "line segment", "point", "line", "triangle" etc.

The **idealized concepts** are abstract thought-constructions and their denotata are entities, unlike the concepts of the empirical level, which are mostly material, i.e. their denotata are objects, phenomena, events, and processes in the reality.

The **structural level** of the external conceptual knowledge systems is characterized by the creation of complex structures of scientific knowledge, which have the form of the closed scientific theories explaining all parametric laws and rules discovered in the preceding stage at the parametric level of cognition. For example, mechanics attained the structural level by the Newton's theory (Newton's laws of motion), electrodynamics by the Maxwell's theory.

At the structural level of the CKS, the idealized concepts from the parametric level are completed into the definitive form, which is characterized by the possibility of separating of the meaning layers from the core. In the concept structure, the sense links dominate and integrate the concept into the structural network of scientific theory.

New concepts, necessary as building blocks of a new theory, are created at the structural level. Such concepts are for instance "energy" in mechanics, "entropy" in thermodynamics, "operators" in quantum mechanics, etc.

## 7.4 Formal level of concept

The concepts at the formal level, known as **formal concepts**, do not use a meaning in thought operations in physics and mathematics. The formal concepts are fully determined by sense links, and especially by operational links in operational definitions. The other sense links are as follows: contextual, qualitative, attributive and cognitive links. The core of the formal concept is composed of the word and the symbol. The RSI may also be there, but it is unimportant. The core is fully separated from the meaning layers M1, M2, and M3, i.e., the usage of the formal concepts in thought operations in physics and mathematics needs no meaning substructure. The formal concept may have more added meanings as various interpretations of the concept core in reality. It can be also a fictitious reality. The concepts usually attain the formal level at the **formal level** of conceptual knowledge systems but they may attain the formal level earlier – at the structural level of conceptual knowledge systems.

### Levels of the physics concepts

1. Primitive level  
The core of the concept consists of the word name only.  
The meaning consists of concrete mental images and their links to the word.
2. Empirical (pre-scientific) level  
The core of the concept consists of the word and the representative semantic image (RSI).  
The meaning comprises a set of concrete concepts (M2), concrete mental semantic images of denotata (M3), their links to the core and their links to each other.
3. Exact (scientific) level  
The core of the symbol concept is composed of the word, the symbol, the RSI, and the intrinsic structure (IS).  
The meaning is composed of the subordinate abstract concepts and the larger set of concrete concepts, and the mental semantic images of denotata, their links to the core and to each other.  
The core can be separated from the meaning and the mind can independently operate with it.
4. Formal level  
The core of the formal concept is composed of the word, the symbol, and the intrinsic structure (IS).  
The RSI may also be there, but it is unimportant.  
The core is fully separated from the meaning layers M1, M2, and M3, i.e. the usage of the formal concepts in thought operations needs no meaning substructure.  
The formal concept may have more meanings that are various interpretations of this concept's core in reality. It can be also a fictitious reality.

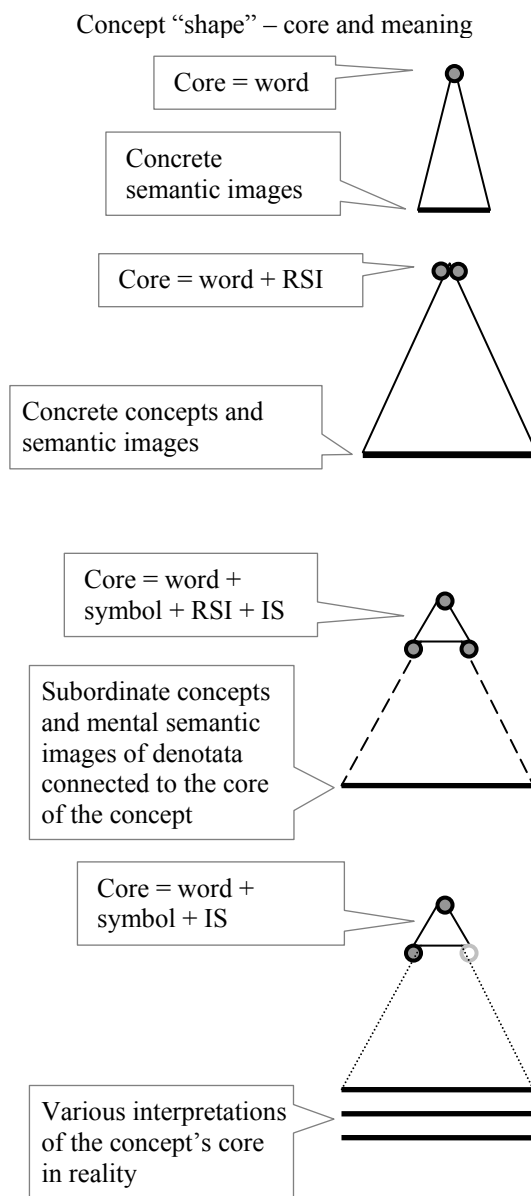


Figure 17: Levels of physics' concepts in the process of their formation

## 8. Concept Mapping Based on the Model of the Cognitive Architecture of Concept

Concept mapping searches for components of a structure of concept and its semantic frame and arranges them into a system following the structure of triangular model. Thus the created concept map depicts the cognitive architecture as a specific structure of the given concept and its semantic frame. The triangular model of concept structure – model of the cognitive architecture of concept – describes all the basic elements and links of the complete concept structure. The individual concepts of the external and internal conceptual knowledge systems do not need to contain all elements of the complete structure in specific cases, particularly in the development of the scientific concepts in the history of sciences and in the education process. Therefore the concept maps as structured models of concept and knowledge do not need to contain all the elements and links of the model in the figure 13.

Secondly, the structure of concepts depends on the level of their development. We especially have to take into consideration significant differences between the exact (scientific) and empirical level of the concepts and corresponding conceptual knowledge systems. Many concepts at the empirical level change their structure during the transformation to the exact level (especially the quantities). For instance, common concepts e.g. speed, distance, displacement, energy, force became quantities at the scientific symbolical level of conceptual knowledge systems.



Thirdly, the structure of the concept maps has two dimensions: **vertical**, which represents a concept's meaning – it is the direction from the concept core C to reality and **horizontal**, which represents a concept's sense – it is the direction from the concept core C to other concepts except for subordinate ones.

To construct concept maps of external scientific concepts, we may use scientific texts, papers, textbooks, written explanations, diagrams, etc. We have also to study the earlier historical levels of the concept to model its structure at the lower (usually empirical) level of cognition.

The concept maps of internal (mental) concepts may be constructed from the answers of students. The researcher or teacher poses questions and tasks to students to investigate concrete components: RSI, symbol, subordinate concepts and mental semantic images of the meaning, concepts and sense links of the sense, etc. At the end he/she arranges the discovered components into a system according to the structure of the triangular model. Many FCI questions and tasks (Hestenes et al, 1992) may be used for this purpose.

### 8.1 Examples of questions

The question “A force acts on a body. What are the effects of the acting force?” shows a level of the cognitive link between the concepts “force” and “motion”: “ $F \Rightarrow a$  (Newtonian level)” or “ $F \Rightarrow$  motion (Aristotelian level)”. The other answers as e.g. the statement “The effect of the force is a deformation of the body.” show the cognitive link to the “changing of shape” as result of force's acting.

The question “What is a dependence between an acceleration of a body and an acting force?” looks for the cognitive link “ $a \propto F$ ”.

The question “A car's engine starts to produce constant thrust acting on the car forward. How will the car move?” may discover the cognitive link “ $a \propto F$ ” at the Newtonian level or preconception “ $v \propto F$ ” at the Aristotelian level.

The question “What is a force?” looks for attributes of force:

- “the interaction between physical objects or objects and fields” in the framework of modern physics, or
- “change in motion/acceleration” in the framework of classical Newtonian mechanics – see also figure 18 and footnote <sup>7)</sup>, or
- “deformation of a body”.

Some answers of students express the “deformation” as an attribute of “force”. Secondly, this question may find out the superordinate concept of force – “cause” and the related links if the CKS of persons correspond to the Aristotelian or classical Newtonian conception of force.

The question “How many forces do you know?” looks for subordinate concepts of the concept “force” at the meaning layer M1 and M2. The task “Say and describe examples of these forces!” shown the concrete forces as images of denotata.

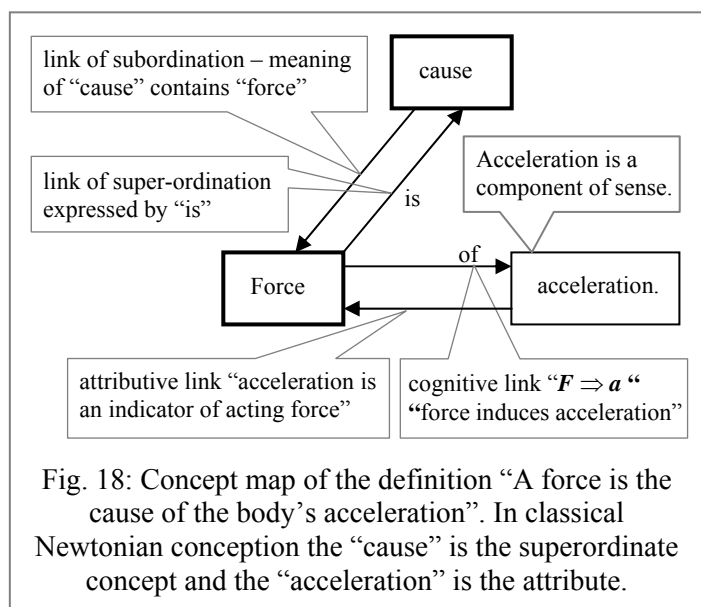


Fig. 18: Concept map of the definition “A force is the cause of the body's acceleration”. In classical Newtonian conception the “cause” is the superordinate concept and the “acceleration” is the attribute.

7) In the further development of the Newtonian conception, the superordinate concept “cause” was disconnected from the “force” and the force became a primary concept without a superordinate concept. The new definition of force was stated as follows: “Force is a mutual interaction of physical bodies or bodies and fields.” where the interaction of physical bodies (or bodies and fields) is a new attribute of force. Thereafter the term “force” was replaced by the term “interaction” in the modern physics.

The task “Sketch in forces acting on the body!” may detect the RSI as an arrow or vector with a direction, a magnitude and an acting point of force. The subsequent task “Write the names of these forces and describe their features!” may detect actual qualities of force.

The question “What is a magnetic field around the magnet?” and “How do we detect it?” looks for the potential quality “magnetic”. This quality connected to the force creates the referential concept “magnetic force” of the meaning layer M1.

The question “What is an electric field?” and “How do we detect it?” looks for the potential quality “electric”. This quality connected to the force creates the referent referential concept “electric force” of the meaning layer M1.

The question “What is a gravitational field?” may detect the potential quality “gravitational”. This quality connected to the force creates the referent referential concept “gravitational force” of the meaning layer M1.

Examples of questions are presented also in Tarábek (2008c). The concept maps constructed in this way are depicted in the figures 20 and 21.

## 8.2 Aristotelian and Newtonian Level of Concept “force”

Two developmental levels were indicated by the study of students’ concepts in the process of education. For example, the empirical level (called the Aristotelian level) of the concept “force” was identified by the students’ formulation “force is needed to keep a body in motion”, and similar expressions. The Aristotelian law “force causes (violent) motion” (law “entity  $\Rightarrow$  phenomenon”) came out directly from an observation as a generalization of empirical experience. Such or similar students’ conception of force is called the Aristotelian preconception. The symbolical level (called the Newtonian level) was identified by the students’ formulation “force causes a change of motion of the body – acceleration, deceleration or the curving of its trajectory” and similar expressions. Both the developmental levels were demonstrated by answers of students from grade 6 to 12. The empirical level of concept means the common sense of the concept and the symbolical level corresponds to the scientific sense (Hestenes, 2006). The concept maps as models of the Aristotelian and Newtonian level of the concept “force” created upon the base of the model of cognitive architecture of concept by students’ answers are presented in the Fig. 20 and 21. The sufficient differences between the Aristotelian and Newtonian level of the concept “force” are depicted in the Fig. 19.

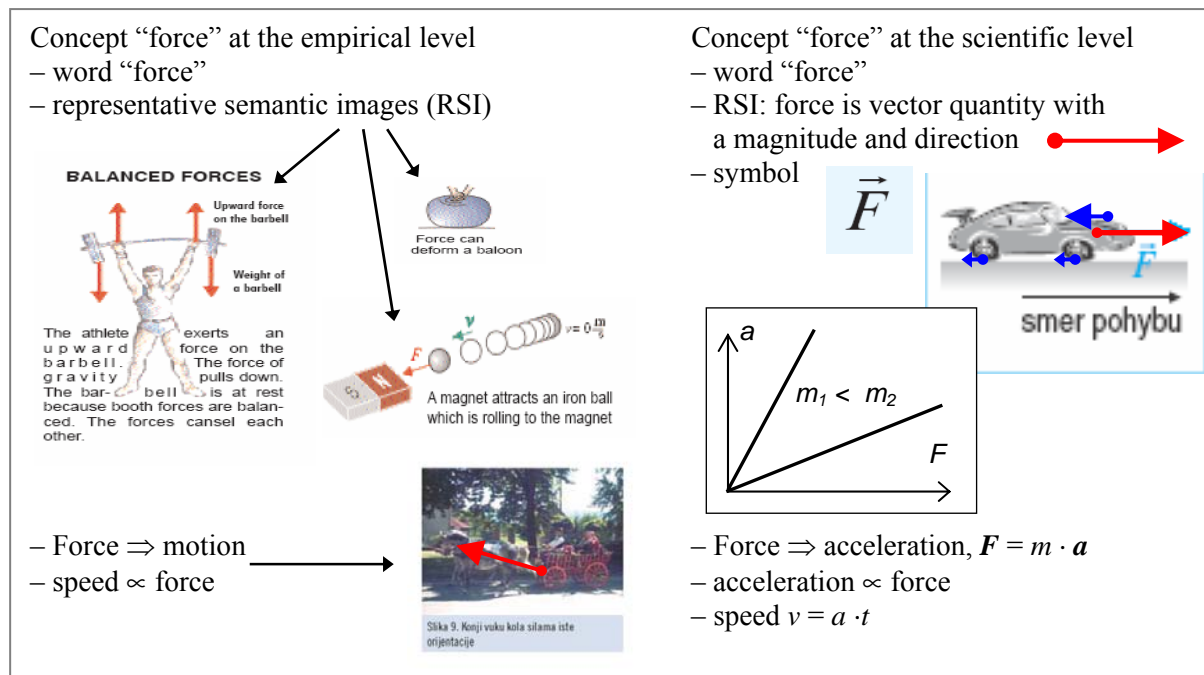


Fig. 19: Sufficient differences between the Aristotelian and Newtonian level of the concept “force” as it was found in the students’ answers (see Fig. 20 and 21)

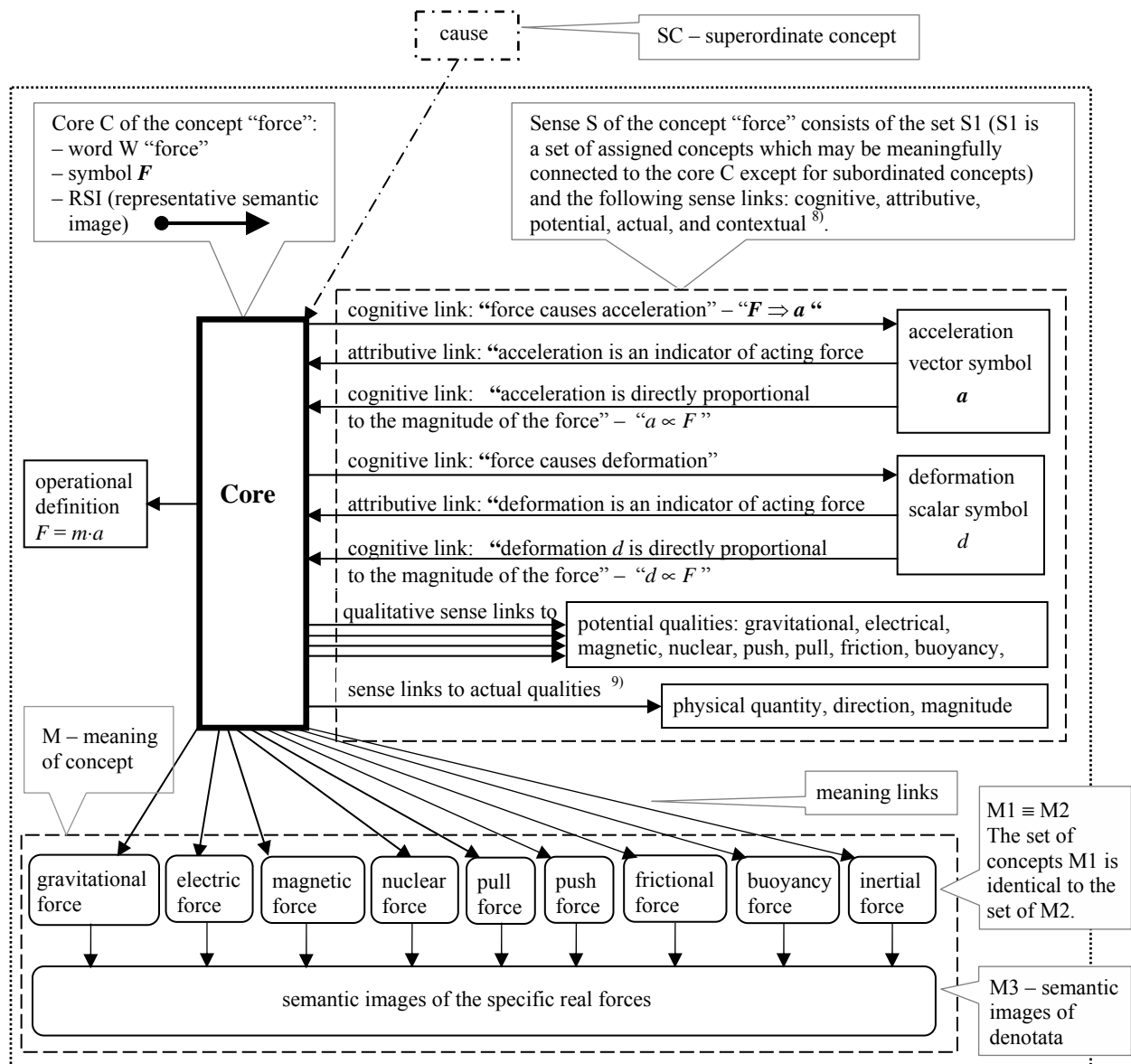


Fig. 20: Concept map of "force" of 12 grade students at the Newtonian level

The group of respondents answered questions regarding components and links of the structure of the concept "force" (Tarábek, 2007c). The concept map was designed with the answers of the best students who reached the symbolical – Newtonian level of concept "force" (as it is shown at the figure above). Comments about the concept map:

1. Students did not learn to explain force as a cause of the change of the motion, so their definition of force does not contain the superordinate concept "cause". However, the students see the link of force to the concept "the cause of a change of motion of bodies or the cause of a deformation" and describe it with specific expressions, e.g.: "A force is something which acts on the body and may change its motion or cause its deformation."
2. All of the sense links to potential qualities are at the same level. Therefore the students do not differentiate between the concepts of meaning layer *M1* and concepts of *M2*, i.e. all the forces are at the same meaning level. The inertial force in the meaning "real force" appears very often among the other forces.
3. Sometimes the students understand the formula of Newton's second law  $F = m \cdot a$  as a definition of force, e.g. "A force is given by the product  $F = m \cdot a$ ".
4. The question "What is a force?" was sometimes answered by statements such as: "A force is a physical quantity determined by its direction, magnitude and point of application". Actual qualities were detected from such answers.

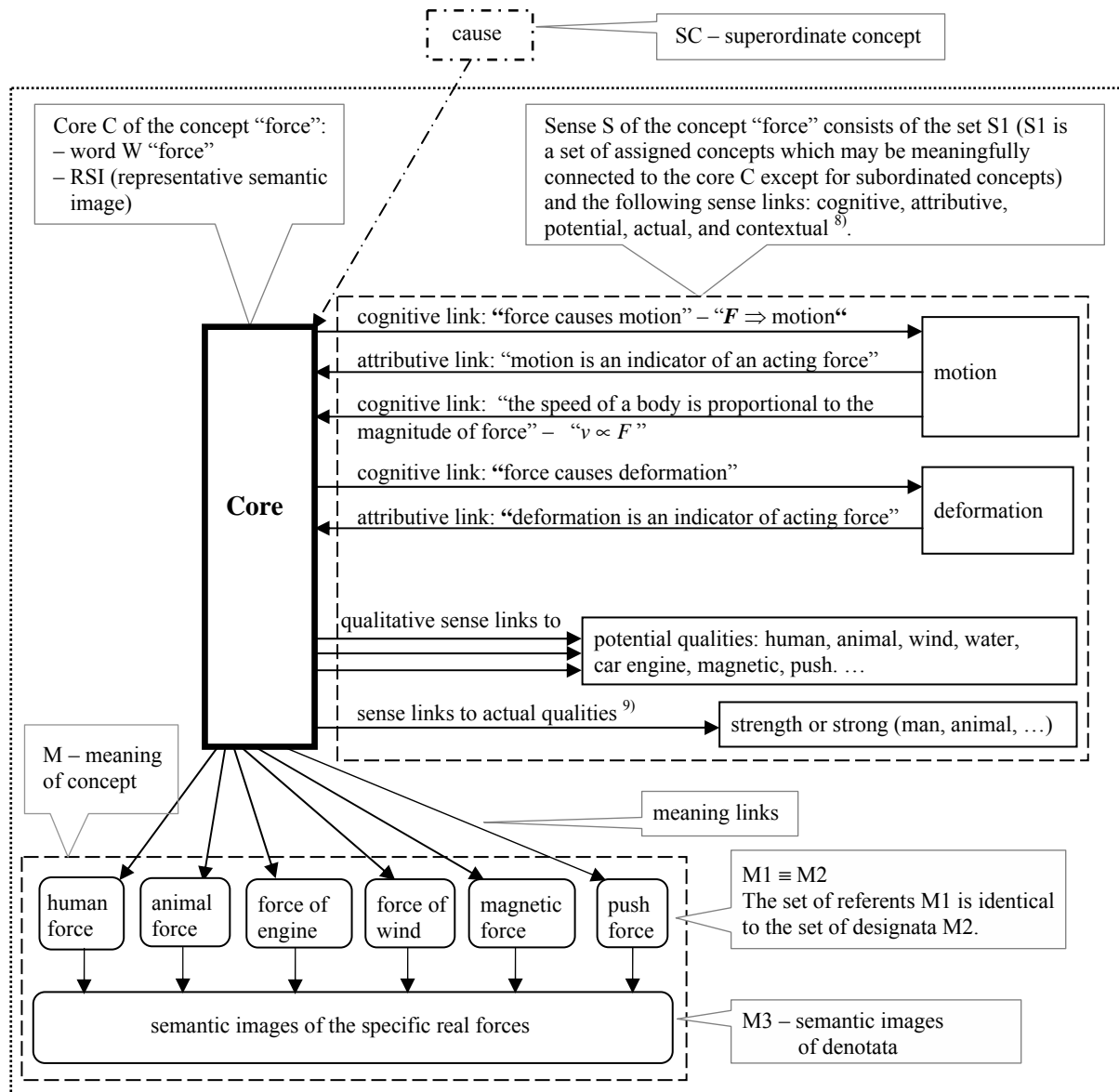


Fig. 21: Concept map of "force" of 6 – 8 grade students at the Aristotelian level

The group of respondents answered questions regarding components and links of the structure of the concept "force" (Tarábek, 2007c). The concept map was designed with the answers of students from 6<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> grade as they reached the Aristotelian level of "force". Comments about the concept map:

1. The "cause" as a superordinate concept of "force" was shown in the statements as, e.g. "A force is a certain pressure on an object, which causes its motion".
2. All the sense links to potential qualities are at the same level. Therefore, the students do not differentiate between the concepts of meaning layer M1 and concepts of M2, i.e. all the forces are at the same meaning level. The potential qualities and related forces resulted from children's experience with force. The other qualities which the students learned in school were added, e.g. magnetic, push.
3. Cognitive links were detected from answers such as: "A force is something that keeps a body in motion" or "A speed of body is higher when a force is stronger".
4. The RSI was detected by images of (string) deformation as effects of an acting force or images of pushing (e.g. a man pushing a heavy car).

8) In both cases (Fig. 20 and 21), the contextual sense links are not designated.

9) The actual qualities are actual properties characterizing the denotatum of the concept and belong to the attributes.

## 9. Discussion and Conclusions

Model of the Cognitive Architecture of common and scientific Concepts (MCAC) is a theoretical construct based on knowledge and terminology of the cognitive psychology, cognitive sciences and educational research.

**Cognitive architecture** is a specific structure consisting of the concept core, concept periphery, the semantic frame as the meaning and the sense of the concept, and the relations among all components of the conceptual structure. Besides the description of concept formation through the Vygotian phases, the model distinguishes four phases in the development of common and scientific concepts: primitive, empirical, exact, and formal. The levels of the common concepts are primitive and empirical. The levels of the scientific concepts are exact and formal. The model also distinguishes the concept's meaning and sense as two disjunctive sets. This theoretical conception firstly called the "Triangular Model of Concept Structure" was revised during the last year due to critical comments at the conferences PERC 2008, GIREP 2008, ICSENS 2008, DIDFYZ 2008, Innovations in School 2008 and thanks to the Modeling Theory of Hestenes (2006, 2007).

The **MCAC – triangular model** together with the conception of conceptual knowledge systems comprise the Modeling Theory of Concept & Knowledge Structure which models cognitive architecture of concepts' and knowledge's as parts of external common and scientific conceptual knowledge systems.

Secondly this theoretical conception is an attempt to model a cognitive architecture of mental knowledge and concepts as components of the mental (internal) conceptual knowledge systems with acceptance of usual terms of cognitive sciences. It does not yet cover all terms and phenomena described in the cognitive science and psychology concerning the concepts and knowledge. But it allows us to understand at least a structure of concepts and knowledge in learners' minds.

The MCAC was only partially verified by the questionnaires (Tarábek, 2007c) and the massive verification prepares to come in the near future.

The triangular model was used for the mapping of the cognitive architecture of external and mental concepts. The concept map of the concept "force" at the empirical (pre-scientific) and scientific level designed in this paper represent models of the cognitive architecture of the Aristotelian preconception and Newtonian conception of force.

The notion that Aristotelian preconception means a first level of human cognition flowing from a common experience confirms the results of the research in the cognitive linguistic as are analyzed e.g. in Hestenes (2006) or in the conception of the Force Dynamics (Talmy, 2000). These preconceptions are resistant to traditional instruction and can be overcome only if students really understand why such beliefs are mistaken. Thus the theoretical conception of the MCAC is needed in educational research to understand substantial differences between the empirical (pre-scientific) and exact (scientific) levels of the concepts.

The modeling theory of concepts and knowledge might be also appropriate to model components of conceptual and mental models of the Hestenes' Modeling Theory – concepts and knowledge.

## 10. References

- Anderson, M., T., Spector, M., J. (2000). *Integrated and Holistic Perspectives on Learning, Instruction and Technology*. Springer, ISBN 0792367057
- Anderson, E. (2005). *Playing Smart – Another Look at Artificial Intelligence in Computer Games*, Bournemouth University, Dorset, UK..
- Armstrong, S.L., Gleitman, L.R, and Gleitman H. (1983). What Some Concepts Might not Be. *Cognition*, 13, 263-308.
- Atkinson, L. R., Atkinson, C. R., Bem, J. D., Nolen-Hoeksema, S., and Smith, E. E. (2000). *Hilgard's Introduction to Psychology*. Harcourt, Inc.
- Ausubel, D., J. D. Novak, et al. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, NY, Holt, Rinehart and Winston.
- Ball, T. J. (2004). A Cognitively Plausible Model of Language Comprehension. In *Proceedings of the 13th Conference on Behavior Representation in Modeling and Simulation*. ISBN: 1-930638-35-3.  
<http://act-r.psy.cmu.edu/publications/pubinfo.php?id=769>
- 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
- Brockmeyer, J. and Tarábek, P. "Theoretical Conception in Physics Education", *Educational & Didactic Communication 2007, Vol 1*, Didaktis, Bratislava, 2007, pp 18-34.
- Byrne, A. (2004) Perception and Conceptual Content. In *Contemporary Debates in Epistemology*, eds. E. Sosa and M. Steup (Blackwell 2004). <http://mit.edu/abyrne/www/percepandconcepcontent.pdf>
- Čáp, J., Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál s. r. o.
- Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 380, 499-505.
- Devlin, K. (2007). What is conceptual understanding? Devlin's Angle, CSLI, Stanford University, CA, U.S.A.  
[http://www.maa.org/devlin/devlin\\_09\\_07.html](http://www.maa.org/devlin/devlin_09_07.html)
- Fenclová-Brockmeyer, J. (1980). *Physical knowledge of students*. Prague, CZ: Academia.
- Fillmore, J. Ch. (1976). Frame semantics and the nature of language. In *Annals of the New York Academy of Sciences: Conference on the Origin and Development of Language and Speech*. Volume 280, 20-32.
- Fillmore, J. Ch. (1982) Frame semantics. In *Linguistics in the Morning Calm*. Seoul, Hanshin Publishing Co., 111-137.
- Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. Crowell Press, 1975.
- Frege, G. (1892). Über Sinn und Bedeutung (On Sense and Reference), [www.iep.utm.edu/f/frege.htm#H4](http://www.iep.utm.edu/f/frege.htm#H4)
- Gilbert, J. K. et al. (2008) *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp 29-30). Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-5266-8
- Glenn, E. (2008). <http://hypertextbook.com/physics/mechanics/newton-second/>
- 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, 14
- Heirdsfield, A. (2002). The Interview in Mathematics Education: The Case of Mental Computation", *AARE-conference, The Association for Active Educational Teachers*, Brisbane.
- Hejnová, D. (1984). *Student's Frameworks of Motion*. Prague: Charles University
- Hestenes, D., Wells M., and Swackhammer, G. *Physics Teacher* 30, 141 (1992), 33, 502 (1995)
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *Am. J. Phys.* 55 (5), 440-454.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education, pp 34-65.  
[www.modeling.asu.edu/R&E/Notes\\_on\\_Modeling\\_Theory.pdf](http://www.modeling.asu.edu/R&E/Notes_on_Modeling_Theory.pdf)
- Hestenes, D. (2007). Modeling Theory for Math and Science Education. Conference *Mathematical Modeling ICTMA-13: Education and Design Sciences*. Arizona State University.
- Leary, R. M., MacDonalds, G., Tangney, P. J. (2005) *Handbook of Self and Identity*. Guilford Press, 2005, ISBN 1593852371, 9781593852375
- Linhart, J. (1976). *Activity and Cognitive Processes*. Praha: Academia.
- Mann, G. (1995) Beeline - A Situated, Bounded Conceptual Knowledge System. *Journal of Systems Research and Information Science*, 1995, 7, pp 37-53,
- Medin, L. D., Heit, E. (1999) Categorization. In *Cognitive science – Handbook of Perception and Cognition*, Bly M. B., Rumelhart, E. D. (eds), Academic Press, 1999 ISBN 0126017301, 9780126017304
- Merrill, M. D. (2002). Knowledge objects and mental models. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects* (pp. 261-280). Washington DC: Agency for Instructional Technology & Association for Educational Communications and Technology.
- Nachtigall, D. (1981). The pre-Newtonian Concept of Motion in the Minds of Students in *Methods of Teaching Physics* Proceedings of Conference. Thailand: Khon Kaen University.

- Nolan, R. (1994). Distinguishing Perceptual from Conceptual Categories. In *Philosophy and the cognitive sciences*, Proceedings of the 16th International Wittgenstein Symposium, 15-22 August 1993, Kirchberg am Wechsel (Austria), editors, Casati, R., Smith, B., and White, G. Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, 1994, ISBN 3209017476.
- Novak, J. D. (1993). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPHS) Leading to Empowerment of Learners. *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- Novak, J.D., (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools for schools and corporations*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum & Assoc.
- Powel, A.. (1983). Misconceptions in Mathematics and Imagery”, *Proceedings of the Misconceptions in Science and Mathematics Conference*, Cornell University, Ithaca, NY.
- 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.
- Průcha, J. (2002) Moderní pedagogika. Praha: Portál s. r. o.
- Powel, A.. (1983). Misconceptions in Mathematics and Imagery”, *Proceedings of the Misconceptions in Science and Mathematics Conference*, Cornell University, Ithaca, NY.
- Qualtrough, P. (1999). Understanding, *AI is Dead: Long Live AI*, Department of Computer Science, University of Auckland. <http://www.cs.auckland.ac.nz/~staff/cgi-bin/mjd/csTRcgi.pl?25#OPEN>
- Rapp, D. N., Kurby, Ch. A. (2008) The ‘Ins’ and ‘Outs’ of learning: Internal Representations and external Visualizations. In Gilbert, J. K. at al. (eds) *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp 29-30). Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-5266-8
- Rosch, E.H. (1973): "Natural categories", *Cognitive Psychology* 4, 328-350.
- Rosch, E. (1978). Principles of Categorisation. In E. Rosch and B. Lloyd. (Ed.), *Cognition and Categorisation*. Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum.
- Renström, L., Anderson, B. and Marton F., (1990). *Journal of Educational Psychology*, 82, C.3, p. 555 – 569
- Ritter, F. E., & Young, R. M. (2001). Embodied models as simulated users: Introduction to this special issue on using cognitive models to improve interface design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55,1-14.
- Sharma, S.V. & Sharma, K.C. *Physics Education* Vol. 42. Number 5, 2007.
- Sears, A., Jacko, J. A. (2008) *The Human-Computer Interaction Handbook*. CRC Press, New York: Lawrence Erlbaum Associates, Taylor & Francis Group, 2008. ISBN 0805858709, 9780805858709
- Sternberk, R. J. (1999). *Cognitive Psychology*, Harcourt. Prague: Portal 2002, pp 372-376.
- Talmy, L. (2000). Force Dynamics in Language and Cognition. Chapter 7 of Talmy, Toward a cognitive semantics vol I: Concept structuring systems. Cambridge: MIT Press.
- Tarábek, P. (1988). Modelovanie poznávacieho procesu fyziky a štruktúra fyzikálnych pojmov (Modeling of Cognition in Physics a Structure of Physical Concepts). In Zborník celoštátneho seminára „K analýze poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky”, s.89 – 134. Bratislava: Ústredný ústav pre vzdelávanie učiteľov & Praha: KVVV Fyzikálny ústav (Institute of Physics).
- Tarábek, P. (1989). Developmental Levels of the Natural Sciences Knowledge. *Miscellanies of the 10<sup>th</sup> Conference WAER* (World Association for Educational Research). Prague: WAER.
- Tarábek, P. (2002). Levels of internal concept knowledge system. In the Proceedings of conference “*Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures – New York*”, Vol. 2, pp. 15–25, ISBN 80-85456-77-X. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2003). Developmental Levels of the Natural Science Knowledge. In the Proceedings of conference “*Structure, Formation and Design of Textbook – London*”, Vol. 1. pp 18–26, ISBN 80-85456-09-5. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2003). Theoretical Basic of the Creation of Textbooks. In the Proceedings of conference “*Structure, Formation and Design of Textbook – London*”, Vol. 1. pp 4–9, ISBN 80-85456-09-5. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2003). External and Internal Conceptual Knowledge System. In the Proceedings of conference “*Structure, Formation and Design of Textbook – London*” Vol. 2. pp 166–169, ISBN 80-85456-09-5. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2004). Modern Science and Textbook Creation. In the Proceedings of conference “*Modern Science and Textbook Creation – Frankfurt am Main, 2004*”, Vol. 1. pp 4–12. ISBN 80-85456-12-3. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2004). Concept Structure – Improvement of Education Process. In the Proceedings of conference “*Modern Science and Textbook Creation – Frankfurt am Main, 2004*”, Vol. 1. pp 101–107, ISBN 80-85456-12-3. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2004). Štruktúry pojmov a poznatkov – aplikácie vo vyučovaní. V zborníku 5. konferencie s medzinárodnou účasťou “*Inovácie v škole*”, pp 69 – 74. ISBN 80-968664-6-X, Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.



- Tarábek, P., Záškodný, P. (2005). Modern Tendencies in Textbook Creation. In the Proceedings of conference “*Modern Science and Textbook Creation – Frankfurt am Main, 2005*”, Vol. 2, pp 7–15. ISBN 80-85456-12-3. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2005). Procedures of Didactic and Educational Communication as an Implement of Curriculum Creation. In the Proceedings of conference “*Modern Science and Textbook Creation – Frankfurt am Main, 2005*”, Vol. 2, pp 16–32. ISBN 80-85456-12-3. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2005). Concept Networking Based on Triangular Model of Concept Structure. Concept and Knowledge Charts. In the Proceedings of conference “*Modern Science and Textbook Creation – Frankfurt am Main, 2005*”, Vol. 2, pp 121–131, ISBN 80-85456-12-3. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2005) Zmysel školského vzdelávania v informačnej spoločnosti s dominantnou znalostnou ekonomikou. V zborníku konferencie “*Inovácie v škole*” pp 91–98, ISBN 80-968664-8-6. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2005) Metody didaktické a vzdelávacie komunikácie jako nástroj tvorby rámcových učebných plánů. V zborníku konferencie “*Inovácie v škole*”, pp 99–110, ISBN 80-968664-8-6. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Tarábek, P. and Záškodný, P. (2006). Educational and Didactic Communication – Progression – Fundamental Questions of Didactic and Educational Transformation. In the Brochure of conference “*Educational and Didactic Communication – Frankfurt am Main*”, pp 10–38 Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2006). Concept Levels Imagined by Triangular Model of Concept Structure. In the Brochure of conference “*Educational and Didactic Communication 2006 – Frankfurt am Main*”, pp 49–58 Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. and Záškodný, P. (2006). Didaktická komunikácia fyziky a její aplikace. *Matematika, fyzika, informatika* 3/2006, p. 146 – 157, 4/2006 p. 224 –227.
- Tarábek, P. (2006). Vývojové úrovne pojmov pri ich vyučovaní. Konferencia “*Inovácie v škole*”, publikované v časopise NOTES 4/2007, pp 37–42, ISSN 1336-1651. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Tarábek, P. (2006) Concept levels imagined by triangular model of concept’s structure. *Educational and Didactic Communication*. Frankfurt, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- Tarábek, P. (2007a). Cognitive Terms in Didactic Communication of Science. Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. In *Educational & Didactic Communication 2007*, Vol 1, pp 112/131. Bratislava: Educational Publisher Didaktis. ISBN: 987– 80–89160–56–3
- Tarábek, P., (2007b). Didactic Communication of Physics and its Structure. In *Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1, pp 35-56*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007. ISBN: 987– 80–89160–56–3  
[http://www.didaktis.sk/Educ\\_Didac\\_Communication/Educ\\_Didac\\_Communication2007\\_Voll.pdf](http://www.didaktis.sk/Educ_Didac_Communication/Educ_Didac_Communication2007_Voll.pdf).
- Tarábek, P. (2007c). Cognitive Analysis & Triangular Modeling of Concepts in Curricular Process (Kognitívna analýza a trojuholníkové modelovanie pojmov v priebehu kurikulárneho procesu). In Tarábek, P., Záškodný, P. (eds.) (Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007) *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol. 2, p. 107-149. Bratislava: Educational Publisher Didaktis. ISBN: 987– 80–89160–56–3.  
[http://www.didaktis.sk/Educ\\_Didac\\_Communication/Kognitivna\\_analyza.pdf](http://www.didaktis.sk/Educ_Didac_Communication/Kognitivna_analyza.pdf)
- Tarábek, P. (2008a) Triangular Model of Concept Structure, PERC 2008, Edmonton, University of Alberta, CA.
- Tarábek, P. (2008b) Triangular Model of Concept Structure in Curriculum Design, GIREP 2008 International conference, University of Cyprus, Nicosia.
- Tarábek, P. (2008c). Concept Mapping of Aristotelian and Newtonian Levels of the Concept “force”. Conference ICSENS 2008. Seoul, Korea: Seoul National University
- Tarábek, P. (2008d). Kognitívna analýza pojmov formovaných vo vyučovacom procese. Konferencia “*Inovácie v škole*”, publikované v časopise NOTES 4/2008, pp 29–42, ISSN 1336-1651. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Thagard, P. (1996). *Mind. Introduction to Cognitive Science*. Cambridge, Massachusetts: A Bradford Book, The MIT Press.
- Tuomi, I. (1998). *Vygotsky in a TeamRoom: An exploratory study on collective concept formation in electronic environments*. Finland: Nokia Research Center. P. O. Box 407, FIN-00045 Nokia Group.  
<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=798712>
- Vygotskij, L. S. (1986). *Thought and Language*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Wieman, C. (2007). *Why not Try a Scientific Approach to Science Education?* University of British Columbia, Vancouver.  
[http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change\\_Sept-Oct\\_2007.pdf](http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change_Sept-Oct_2007.pdf)
- Wikipedia (2008) [http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive\\_architecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_architecture)
- Wittgenstein, L. (2008). [http://www.tutorgig.com/ed/Language\\_of\\_thought](http://www.tutorgig.com/ed/Language_of_thought)



# How to Construct and Represent Variant Forms of Curriculum

## Illustration of Content Pedagogy Visual Data Mining Process (ASM Process) - Hierarchical and Analytical-synthetic Modeling in Physics Education

**Author: Assoc.prof. Premysl Zaskodny, Ph.D.**

University of South Bohemia, Institute of Applied Economical Studies, Czech Republic pzaskodny@yahoo.com, <http://sites.google.com/site/csrggroup/>

### Key words (see References)

ASM Process (Content Pedagogy Visual Data Mining Process) and his stages

**Data Mining Visualization** - Hierarchical modeling, Analytical-synthetic modeling, Matrix and Micromatrix modeling

**Physics Education** - Educational Communication of Physics, Curricular Process of Physics, Variant Form of Curriculum

### Abstract (see References)

ASM Process (Content Pedagogy Visual Data Mining Process) is created by

- a) Investigated Data Collection (Variant Forms of Curriculum - Content Pedagogy),
- b) Data Mining Algorithm (Curricular Process),
- c) Data Mining Structure (Structural Elements of Curriculum Variant Form),
- d) Data Mining Visualization (Methods of Modeling Structural Elements of Curriculum Variant Form)

### a) Investigated Data Collection - Educational Communication

The **educational communication of physics as subject of physics education and as expression of content pedagogy in physics** is earliest delimited (see P.Tarabek, P.Zaskodny, 2007-2008 a,b,c). 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 “educational communication of physics”, it happens not only to the transmission of information but also to learning. In the course of educational 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, Educational 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.

The inputs and outputs of individual transformations are connected with 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.

Finally, **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.**

## b) Data Mining Algorithm - Curricular Process

Comparison carried out in the P.Tarabek, P.Zaskodny, 2007-2008 a,b,c 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 P.Tarabek, P.Zaskodny (2007-2008a,b,c) 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 educational communication of physics could enable to explore the curricular processes, for example, mathematics, chemistry, biology as school subjects.

## c) Data Mining Structure - 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.

### Four structural elements of curriculum variant form structure:

- 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 structural elements with indices CI, O, CKS and by factor of relevant transformation:

- 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)

#### **d) Data Mining Visualization - Survey of Methods of Modeling**

The curriculum variant forms can be constructed and represented by the help of methods of modeling structural elements of these forms. 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 – representing the succession of cognitive process plains “identification of problem, analysis, abstraction, synthesis, intellectual reconstruction”,
- 2) analytical synthetic modeling (association with “data mining clustering”) – representing the relations among cognitive process plains,
- 3) matrix and micro-matrix modeling - representing the configuration of basic elements and relations from analytical-synthetic model by means of matrix form

#### **d) Paper - How to construct and represent the variant forms of curriculum**

The illustration of construction and representation of the variant form of curriculum by means of hierarchical and analytical-synthetic modeling is presented in this paper. The hierarchical and analytical-synthetic modeling is primarily described. After it the basic subject matter for second degree of basic school in Czech Republic is moulded upon hierachical and analytical-synthetic procedure. In conclusion the hierarchical and analytical-synthetic models of subject matter “Dynamics-Forces” are discussed.

## **Content**

1. Objectives
2. Terms „Curricular process“ and „Variant form of curriculum“
3. Setting
4. Solution
  - 4.1. Interpretation of hierarchical and analytical-synthetic modeling
  - 4.2. Term „Basic subject matter of physics“, Cross-sectional themes of physics of basic school
  - 4.3. Basic subject matter of 2.degree of basic school in Czech Republic - Structure of physics as a whole
  - 4.4. Hierarchical modeling basic subject matter for 2.degree of basic school - list of partial concepts and pieces of knowledge
  - 4.5. Hierarchical modeling basic subject matter for 2.degree of basic school - incorporation of partial concepts and pieces of knowledge into plains of cognition process
  - 4.6. Analytical-synthetic modeling basic subject matter of 2.degree of basic school
5. Summary of illustration of hierarchical and analytical-synthetic modeling selected variant form of curriculum
6. References

## **Jak konstruovat a vyjadřovat variantní formy kurikula**

### **Ilustrace hierarchického a analyticko-syntetického modelování v didaktice fyziky**

#### **1. Cíle**

- Procvičení hierarchického a analyticko-syntetického modelování na základě jejich popisu uvedeného pomocí prací P.Tarábka, P.Záškodného, 2007-2008 a,b,c
- Procvičení konstrukce a vyjadřování učiva jako důležitého strukturního prvku zamýšleného kurikula, které, jako variantní forma kurikula, tvoří součást kurikulárního procesu.

## 2. Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“

*Kurikulární proces* je posloupnost pěti transformací obsahu vzdělávání uskutečňovaných během edukačního procesu. Výsledky jednotlivých transformací jsou na sebe navazující variantní formy kurikula. *Variantní forma kurikula* je forma existence obsahu vzdělávání. *Struktura každé variantní formy kurikula* je tvořena substrukturami „smysl a pojetí“, „soustava cílů“ a „pojmově-poznatkový systém“. U zamýšleného kurikula lze jeho pojmově-poznatkový systém ztotožnit s termínem „učivo“. *S využitím kurikulárního procesu fyziky* lze pět transformací  $T^1$  až  $T^5$  stručně popsat pomocí prací P. Tarábka, P. Záškodného, 2007-2008 a,b,c následujícím způsobem:

### Transformace $T^1$ (vstup → výstup) – Komunikační transformace

Vstup  $T^1$ : Vědecký systém fyziky → Výstup  $T^1$ : Sdělitelný vědecký systém fyziky jako *konceptuální kurikulum*

### Transformace $T^2$ (vstup → výstup) – Obsahová transformace

Vstup  $T^2$ : Sdělitelný vědecký systém fyziky jako konceptuální kurikulum → Výstup  $T^2$ : Didaktický systém fyziky a jeho učivo jako *zamýšlené kurikulum*

### Transformace $T^3$ (vstup → výstup) – Kurikulární transformace

Vstup  $T^3$ : Didaktický systém fyziky a jeho učivo jako zamýšlené kurikulum → Výstup  $T^3$ : Výukový projekt fyziky a jeho učebnice a připravenost učitele na výuku jako *projektové kurikulum a implementované kurikulum-1*

### Transformace $T^4$ (vstup → výstup) – Edukační transformace

Vstup  $T^4$ : Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, připravenost učitele na výuku jako projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 → Výstup  $T^4$ : Výsledky výuky fyziky jako *implementované kurikulum-2*

### Transformace $T^5$ (vstup → výstup) – Aplikační transformace

Vstup  $T^5$ : Výsledky výuky fyziky jako implementované kurikulum-2 → Výstup  $T^5$ : Aplikovatelné výsledky výuky fyziky jako *dosažené kurikulum*

## 3. Zadání

Navrhněte model základního učiva fyziky pro 2. stupeň české základní školy, v rámci navrženého modelu zařaďte průřezové téma „Dynamika-Síly“. Navrhněte model struktury průřezového tématu „Dynamika-Síly“.

K navržení modelu základního učiva fyziky pro 2. stupeň české základní školy využijte model struktury fyziky a model základního učiva gymnaziální fyziky uvedený v pracích P. Tarábka, P. Záškodného, 2007-2008 a,b,c. Vezměte v úvahu potřeby a možnosti edukantů na 2. stupni české základní školy.

K navržení modelu struktury průřezového tématu využijte současné učebnice fyziky pro 2. stupeň české základní školy. Při navrhování modelu vyjděte z předpokladu, že „tvůrcem kurikula“ je učitel, nikoliv učebnice.

## 4. Řešení

### 4.1. Výklad hierarchického a analyticko-syntetického modelování

**Hierarchické modelování** spočívá ve vytváření inventáře dílčích pojmů a poznatků cílového pojmu nebo cílového poznatku a v klasifikaci dílčích pojmů a poznatků do jednotlivých hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu a, b, c, d, e:

- a) „identifikace komplexního problému jako vymezení cílového pojmu nebo poznatku – formulace globální hypotézy jako potřeby zkoumat dosud nepoznanou oblast reality“,
- b) „výsledek analýzy identifikovaného komplexního problému jako konstatování současného stavu řešení a formulace dílčích hypotéz o řešení problémů dílčích, na které bylo možné rozčlenit hypotézu globální a identifikovaný komplexní problém“,
- c) „výsledek abstrakce jako výsledek nalezení podstaty těch dílčích pojmů a poznatků, které se staly základem tvrzení obsažených v dílčích hypotézách“,
- d) „výsledek syntézy jako výsledek propojení nalezených podstat dílčích pojmů a poznatků do dílčích závěrů, které jsou podkladem pro ověření globální hypotézy a pro diskusi dosažených výsledků“,
- e) „výsledek myšlenkové rekonstrukce cílového pojmu nebo poznatku jako ověření či neověření globální hypotézy jako výsledek diskuse dosažených dílčích výsledků a přínosů řešení původního identifikovaného komplexního problému“.

Tento model lze nazvat hierarchickým modelem předávání fyzikálního poznání. Hierarchický model je popsán pomocí Legendy k Obr. 1.

### Legenda k Obr. 1

**a** (Identifikovaný komplexní problém) – Zkoumaná oblast reality, zkoumaný jev

**B<sub>k</sub>** (Analýza) – Analytické rozčlenění komplexního problému na dílčí problémy v rámci odpovídající kognitivní úrovně

**b<sub>k</sub>** (Dílčí problémy DP-k) – Výsledek analýzy: podstatné atributy a rysy zkoumaného jevu

**C<sub>k</sub>** (Abstrakce) – Vymezení podstat dílčích problémů abstrakcí s cílem získat dílčí řešení v rámci odpovídající kognitivní úrovně

**c<sub>k</sub>** (Dílčí řešení DŘ-k) – Výsledek abstrakce: dílčí pojmy, dílčí poznatky, různé vztahy, atd.

**D<sub>k</sub>** (Syntéza) – Syntetické nalézání závislostí mezi výsledky abstrakce v rámci odpovídající kognitivní úrovně

**d<sub>k</sub>** (Dílčí závěry DZ-k) – Výsledek syntézy: princip, zákon, závislost, souvislost, atd.

**E<sub>k</sub>** (Myšlenková rekonstrukce) – Myšlenková rekonstrukce zkoumaného jevu / zkoumané oblasti reality

**e** (Celkové řešení komplexního problému „a“) – Výsledek myšlenkové rekonstrukce: analyticko-syntetická struktura pojmově poznatkového systému

**Analyticko-syntetické modelování** je spojeno s metodami síťové analýzy. Formou síťového grafu je strukturní vzorec vyvíjení cílového pojmu nebo poznatku. **Tento strukturní vzorec lze nazvat analyticko-syntetickým modelem předávání fyzikálního poznání.** 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):

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

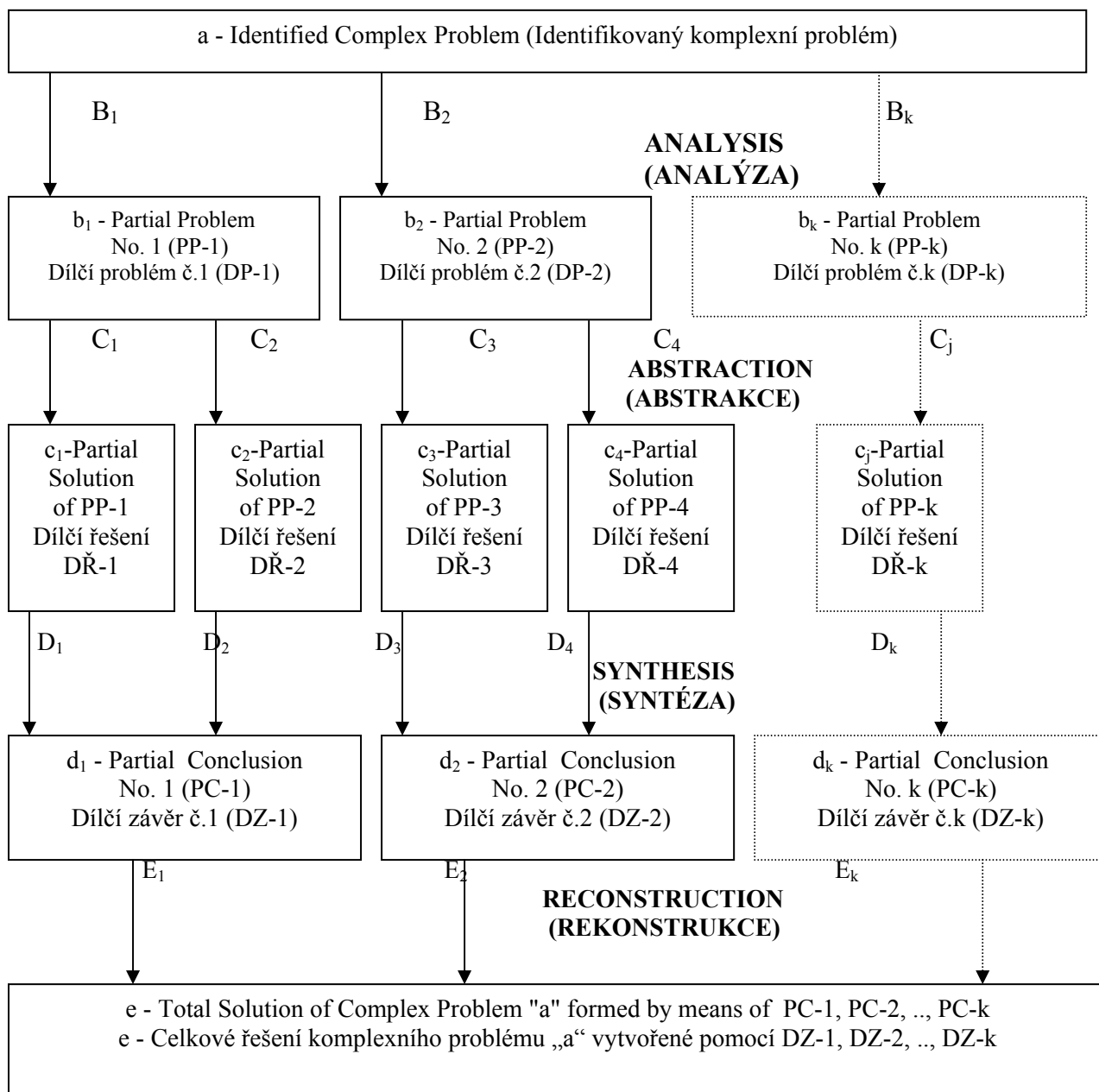


Fig. 1 (Obr. 1)

**General Analytical Synthetic Model of Physical Knowledge Transfer**  
**Obecný analyticko-syntetický model předávání fyzikálního poznání**

#### 4.2. Termín „Základní učivo fyziky“, průřezová témata fyziky základní školy

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.

**Základním učivem je ta část soustavy učiva didaktického systému fyziky (ta část zamýšleného kurikula fyziky), která na odpovídající kognitivní úrovni**

- a) vyjadřuje strukturu fyziky jako celku,
- b) umožňuje zařazení průřezových témat.

#### 4.3. Základní učivo 2.stupně základní školy v České republice - Struktura fyziky jako celku

Ke konstrukci a modelování struktury fyziky jako jedné z přírodních věd je potřebné hledat odpověď na několik otázek:

Jaké objekty zkoumá fyzika

1. na základě jejich členění podle počtu a velikosti,
2. z hlediska jejich podstaty,
3. z hlediska jejich vývoje až do současnosti.

Jaké základní vlastnosti objekty zkoumané fyzikou mají

4. z hlediska způsobu jejich existence (způsobem existence fyzikálního objektu je stav, v němž se fyzikální objekt nachází),
5. z hlediska jejich pohybu (pohybem fyzikálního objektu je změna jeho stavu v čase, případně časová posloupnost postupně se měnících stavů).

Odpovědi na položené otázky lze hledat prostřednictvím následujícího stručného výkladu struktury fyziky jako celku (podrobnější výklad lze nalézt např. v pracích P.Záškodný, 2005 a P.Záškodný, 2006):

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 tvořené 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 pohybovémi. Popis pohybových stavů umožňuje 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. Maxwellova distribuce rychlostí v molekulách plynu jako jednoduchá aplikace Maxwellova-Boltzmannova rozdělení) a „**souborová střední hodnota**” (např. střední kvadratická rychlost molekul plynu).

#### 4.4. Hierarchické modelování základního učiva pro 2.stupeň základní školy – inventář dílčích pojmů a poznatků

Výčet dílčích pojmů a poznatků základního učiva pro 2.stupeň základní školy lze pomocí stručného výkladu struktury fyziky jako celku navrhnout v následující podobě:

1. přírodní objekty a jejich vlastnosti zkoumané fyzikou jako jednou z věd o přírodě
2. výčet objektů, podstata objektů, vývoj objektů
3. způsob existence objektů a jejich pohyb
4. makrosystémy (mnoho obvykle malých objektů pohybujících se neuspořádaně – statisticky)
5. mikroobjekty, makroobjekty, megaobjekty (jeden nebo několik objektů – těles členěných podle velikosti a pohybujících se uspořádaně – nestatisticky)
6. podstata objektů jako vzájemné působení těles (stavebních prvků objektů) a polí (tvořených částicemi jako nositeli vzájemného působení mezi stavebními prvky objektů)
7. vývoj objektů jako rozpad původního jediného typu stavebních prvků a jediného typu nositelů vzájemného působení (rozpad „původní interakce“) na pět typů stavebních prvků a pět typů nositelů vzájemného působení (na „pět dílčích interakcí“)
8. popis stavebních prvků a nositelů vzájemného působení (s využitím Feynmanova modelu „dětí přehazujících si míč“) u fundamentální silné interakce, u zbytkové silné interakce, u slabé interakce, u elektromagnetické interakce a u gravitační interakce
9. stavy určené hodnotami vhodných parametrů jako způsob existence objektů
10. rovnovážné stavy (hodnoty parametrů nezávislé na čase)
11. nerovnovážné stavy (hodnoty parametrů se mění s časem)
12. pohyb objektů jako sled nerovnovážných stavů
13. rovnovážný a sled nerovnovážných termodynamických stavů jako zkoumání způsobu existence a pohybu makrosystémů
14. rovnovážný (statický a stacionární) a sled nerovnovážných (kvazistacionárních a nestacionárních) pohybových stavů jako zkoumání způsobu existence a pohybu mikroobjektů, makroobjektů a megaobjektů
15. vymezení fyziky jako konkrétní přírodní vědy a tvořené statistickou a nestatistickou fyzikou
16. kvantový rozměr fyziky jako projev společně pojatých vlnových a částicových vlastností
17. relativistický rozměr fyziky jako závislost vlastností prostoru a času na rozmístění a pohybu fyzikálních objektů
18. klasický rozměr fyziky (objekty se chovají odděleně buď jako vlna nebo jako částice a prostor a čas jsou absolutní)
19. statistická fyzika a její klasický, kvantový a relativistický rozměr budou částečně zkoumány až na střední škole pomocí středních hodnot vhodných parametrů - fyzikálních veličin
20. klasická nestatistická fyzika jako klasická mechanika (kinematika jako popis pohybu spojený s pohybovým zákonem, dynamiky a síly a jako příčiny pohybu spojené s pohybovou rovnicí)
21. kvantová nestatistická fyzika jako kvantová mechanika a kvantové vlastnosti elektromagnetického pole budou zkoumány až na střední a případně až na vysoké škole



22. relativistická nestatistická fyzika a relativistické vlastnosti elektromagnetického pole budou zkoumány až na střední a případně až na vysoké škole
23. zařazení průřezového tématu „dynamika-síly“ základní školy jako součásti klasické nestatistické fyziky

#### **4.5. Hierarchické modelování základního učiva pro 2.stupeň základní školy – začlenění dílčích pojmů a poznatků z jejich inventáře do rovin poznávacího procesu**

Hierarchicky uspořádané roviny poznávacího procesu byly označeny a, b, c, d, e a nesou názvy

a = identifikace problému,

b = výsledek analýzy,

c = výsledek abstrakce,

d = výsledek syntézy,

e = výsledek myšlenkové rekonstrukce.

Soubor těchto rovin tvoří hierarchický model kognitivní struktury.

Inventář dílčích pojmů a poznatků pojmově poznatkového systému (pojmové oblasti, cílového pojmu nebo poznatku) „základní učivo pro 2.stupeň základní školy a zařazení průřezového tématu dynamika-síly“ obsahuje 23 dílčích pojmů a poznatků.

23 dílčích pojmů a poznatků bude začleněno do jednotlivých rovin poznávacího procesu v rámci dvou hierarchických modelů kognitivní struktury. Roviny prvního hierarchického modelu budou označovány indexem 1, roviny druhého hierarchického modelu budou označovány indexem 2. Jednotlivé dílčí pojmy a poznatky začleňované do rovin poznávacího procesu budou vymezovány pomocí pořadových číslic 1., 2., 3. až 23.

##### **První hierarchický model má následující podobu:**

Rovina a1 - 1.

Rovina b1 - 2., 3.

Rovina c1 - 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14.

Rovina d1 - spojení 4. až 8. do dílčích závěrů „typologie fyzikálních objektů na objekty s uspořádaným a neuspořádaným pohybem“ a „jejich podstata a vývoj dané vzájemným působením látek a polí“,

- spojení 9. až 14. do dílčího závěru „typologie stavů a jejich změn jako typologie způsobů existence fyzikálních objektů a jako typologie jejich pohybů“

Rovina e1 - 15. (fyzika jako přírodní věda zkoumá stavy fyzikálních objektů a jejich změny na základě vzájemného působení látek - těles a polí)

##### **Druhý hierarchický model má následující podobu:**

Rovina a2 - 15. (výsledek myšlenkové rekonstrukce 15. se stává identifikovaným problémem pro tvorbu druhého hierarchického modelu - je nutno zkoumat, jaké rozměry má statistická a nestatistická fyzika a jak lze na základě tohoto zkoumání zařadit průřezové téma „dynamika-síly“)

Rovina b2 - 16., 17., 18.

Rovina c2 - vymezení podstaty 16., 17., 18. (tj. vymezení podstaty kvantového, relativistického a klasického rozměru fyziky)

Rovina d2 - dílčí závěr 19. (klasický, kvantový a relativistický rozměr statistické fyziky) a druhý dílčí závěr tvořený 20., 21., 22. (klasický, kvantový a relativistický rozměr nestatistické fyziky)

Rovina e2 - 23. (průřezové téma „dynamika-síly“ tvoří součást klasické nestatistické fyziky)

#### **4.6. Analyticko-syntetické modelování základního učiva pro 2.stupeň základní školy**

Analyticko-syntetické modelování předávání fyzikálního poznání vyžaduje vymezení přechodů B, C, D, E mezi jednotlivými rovinami a, b, c, d, e poznávacího procesu. Tyto přechody nesou názvy:

B = provedení analýzy identifikovaného komplexního problému s cílem rozčlenit komplexní problém na problémy dílčí

C = provedení abstrakce s cílem nalezení podstaty dílčích pojmů a poznatků jako výsledky řešení dílčích problémů

D = provedení syntézy nalezených řešení dílčích problémů s cílem formulovat dílčí syntetické závěry

E = provedení myšlenkové rekonstrukce s cílem myšlenkově popsat původní identifikovaný komplexní problém pomocí formulovaných dílčích syntetických závěrů.

Analyticko-syntetické modelování využívá síťových a orientovaných grafů a vytváří modely na metajazykové bázi.

„Slovy“ analyticko-syntetického metajazyka jsou jednotlivé prvky 1. až 23. rovin a1 až e1 a rovin a2 až e2 poznávacího procesu. Tato „slova“ jsou znázorňována obdélníky. V jednotlivých obdélnících mohou být pro přehlednost umístěny i skupiny prvků 1. až 23. rovin poznávacího procesu (výraz “data mining clustering”).

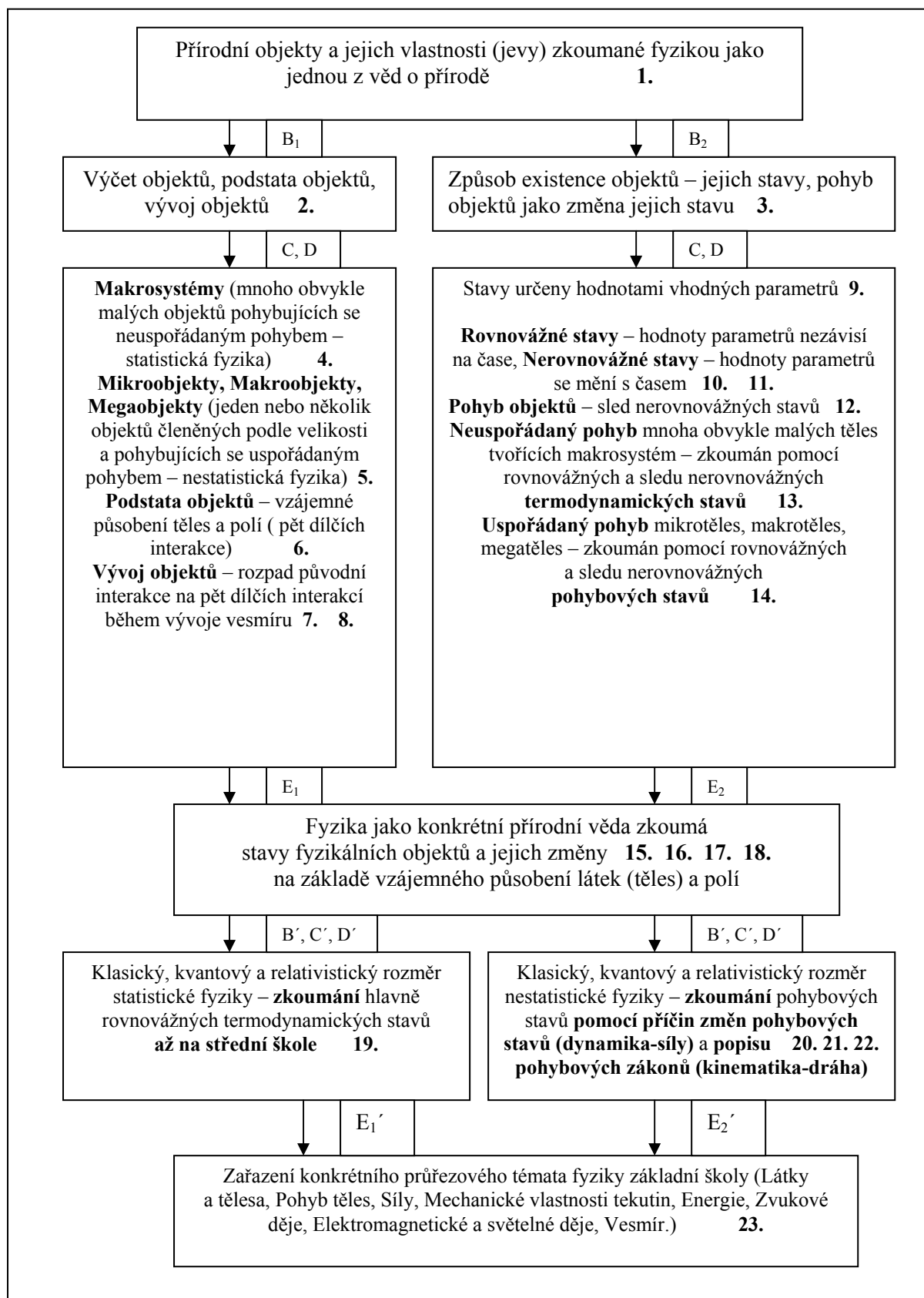
„Věty“ analyticko-syntetického metajazyka jsou tvořeny přechody B, C, D, E mezi jednotlivými rovinami a1 až e1 a rovinami a2 až e2 poznávacího procesu. Tyto přechody jsou označovány šipkami. Např. přechod mezi rovinou a = identifikace problému a rovinou b = výsledky analýzy je označen několika šipkami (jde o analytické rozčleňování) - v Obr.1 je větší počet šipek (tvořících „věty“ metajazyka) označen B1, B2, až Bk. Obdobná situace nastává i při přechodech mezi dalšími rovinami poznávacího procesu. Je logické, že při přechodech znamenajících provádění syntézy a myšlenkové rekonstrukce se počet šipek zmenšuje - šipky se koncentrují do dílčích syntetických závěrů a výsledné myšlenkové rekonstrukce zkoumaného identifikovaného komplexního problému.

Bez dobrých hierarchických modelů je obtížné konstruovat dobré analyticko-syntetické modely. Kvalitně připravené hierarchické modely umožnilo již zmíněné seskupování prvků 1. až 23. rovin poznávacího procesu do analyticko-syntetického modelu základního učiva pro 2. stupeň základní školy, který je uveden na Obr.2. Seskupování prvků 1. až 23. do obdélníků analyticko-syntetického modelu (“data mining clustering”) je na Obr.2 vyznačeno uvedením tučně vytištěných skupin prvků v jednotlivých obdélnících.

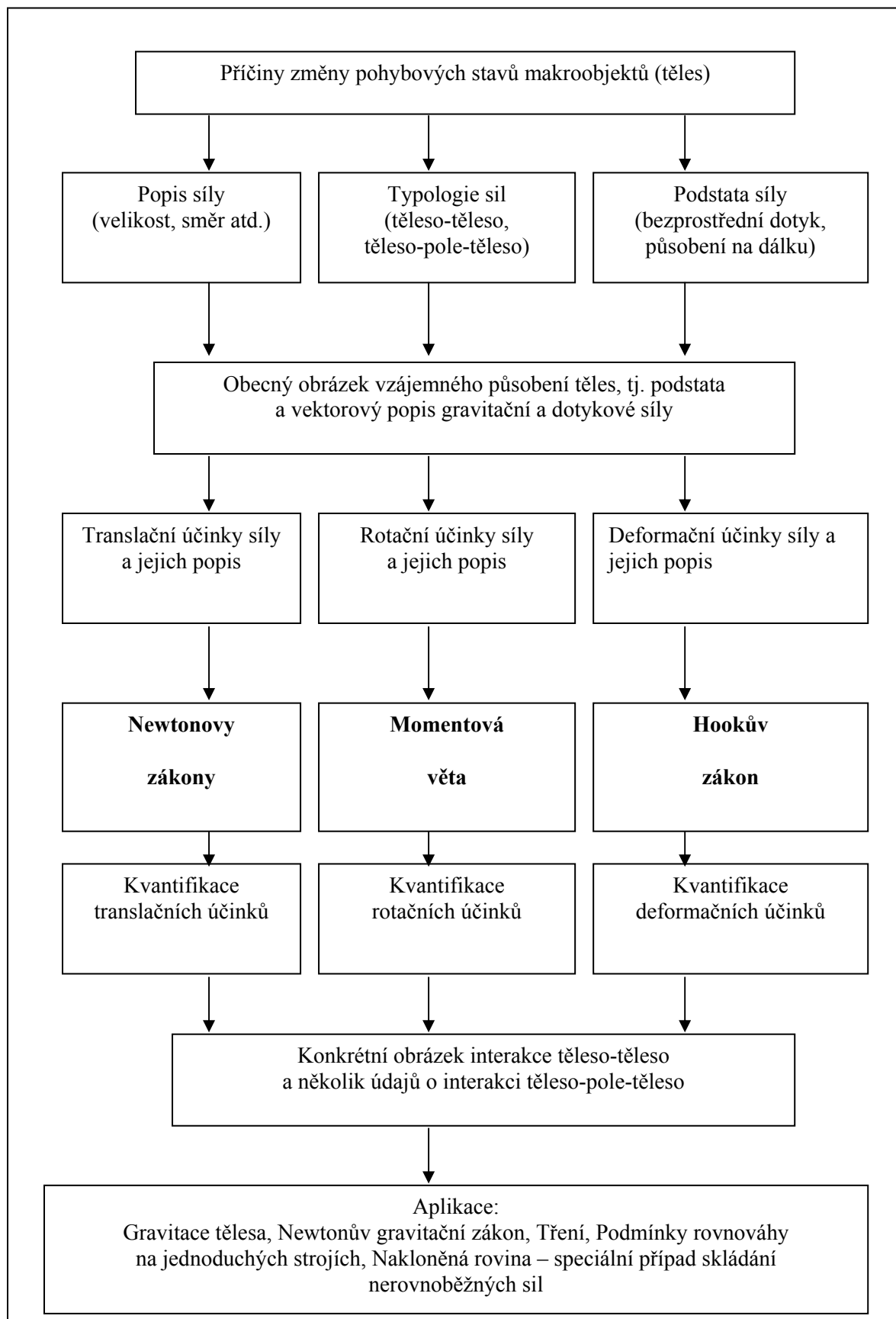
Dobré hierarchické modely rovněž umožňují optimální znázorňování „vět“ analyticko-syntetického metajazyka šipkami tak, aby nebyla narušena přehlednost výsledného analyticko-syntetického modelu. Na Obr.2 nelze proto do podrobností rozlišovat přechody B<sub>i</sub>, C<sub>j</sub>, D<sub>k</sub>, E<sub>l</sub> mezi rovinami a1 až e1 a rovinami a2 až e2 poznávacího procesu. „Věty“ analyticko-syntetického metajazyka jsou označeny symboly B<sub>i</sub>, C<sub>j</sub>, D<sub>k</sub>, E<sub>l</sub> tam, kde to nenarušuje přehlednost výsledného modelu, a zjednodušenými symboly B, C, D, E tam, kde by k narušení přehlednosti mohlo dojít. Symboly B<sub>i</sub>’, C<sub>j</sub>’, D<sub>k</sub>’, E<sub>l</sub>’, B’, C’, D’, E’ jsou použity pro označení „vět“ analyticko-syntetického jazyka pro přechody mezi rovinami a2 až e2 poznávacího procesu.

V Obr.2 je rovněž jen obecně konstatována potřeba provést na závěr analyticko-syntetického zkoumání zařazení všech průřezových témat fyziky pro základní školy v České republice. Prvkem 23. rovin poznávacího procesu v rámci druhého hierarchického modelu je připomenuto, že průřezové téma „dynamika-síly“ je součástí klasické nestatistické fyziky.

Bez hierarchických modelů je uveden na Obr.3 analyticko-syntetický model učiva dynamiky (síly) na 2. stupni základní školy. Zpětné nalezení potřebných dvou hierarchických modelů by bylo užitečným krokem k pochopení procesu vznikání výsledného analyticko-syntetického modelu na Obr.3.



Obr.2: Analyticko-syntetický model základního učiva fyziky 2. stupně základní školy (s možností zařadit průřezové téma v rámci struktury fyziky jako celku)



**Obr.3: Analyticko-syntetický model učiva dynamiky („síly“) na druhém stupni české základní školy**

## 5. Shrnutí ilustrace hierarchického a analyticko-syntetického modelování vybrané variantní formy kurikula

- a) **Použitá metoda “data mining visualization”** – hierarchické a analyticko-syntetické modelování.
- b) **Odpovídající variantní forma kurikula (“part of data mining structure”** – součást zamýšleného kurikula odpovídající základnímu učivu soustavy učiva didaktického systému fyziky pro 2. stupeň české základní školy.
- c) **Potřebnost analýzy kurikulárního procesu (“analysis of data mining algorithm”)**  
Navrhovatel analyticko-syntetického modelu základního učiva fyziky pro 2. stupeň české základní školy navrhl prostřednictvím modelu Obr.2 součást zamýšleného kurikula jako součást soustavy učiva didaktického systému fyziky na úrovni 2. stupně české základní školy. Před podáním návrhu navrhovatel musí analyzovat součásti kurikulárního procesu fyziky a jejich seřazení do posloupnosti (“data mining algorithm”):  
Konceptuální kurikulum fyziky (vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti)  
Zamýšlené kurikulum fyziky (didaktický systém fyziky)  
Projektové kurikulum fyziky (výukový projekt fyziky)  
Implementované kurikulum-1 (příprava učitele fyziky na výuku)  
Implementované kurikulum-2 (učivo osvojené adresátem fyzikální edukace)  
Dosažené kurikulum fyziky (aplikovatelné výstupy výuky fyziky)
- d) **Průřezové téma „Dynamika-Síly“ patří ke klasické nestatistické fyzice.** Podle modelu struktury fyziky uvedeného na Obr.2 bylo možno zařazení průřezového tématu „Dynamika-Síla“ vybírat z klasické, kvantové a relativistické statistické fyziky a také z klasické, kvantové a relativistické nestatistické fyziky. Model průřezového tématu „Dynamika-síla“ je uveden na Obr.3.

**Použitá metoda “data mining visualization”** pro vznik modelu na Obr.3 – hierarchické a analyticko-syntetické modelování.

**Odpovídající variantní forma kurikula (relevant part of “data mining structure”)** – součást zamýšleného kurikula odpovídající části soustavy učiva didaktického systému fyziky pro 2. stupeň české základní školy.

## 6. Literatura - References

### 6.1 Monografie - Monographs

- Tarábek,P., Záškodný,P.(2007a). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Tarábek,P., Záškodný,P.(2007b). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Tarábek,P., Záškodný,P.(2007c). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2005). *Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology)* (in Czech). Didaktis, Bratislava, Slovak Republic: Didaktis 2005. ISBN 80-89160-19-0
- Záškodný,P. (2006) *Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology)* (in English). Lucerne, Switzerland, Ostrava, Czech Republic: Avenira, Algoritmus 2006. ISBN 80-902491-9-1
- Záškodný,P. (2009) *Kurikulární proces fyziky (s přehledem základů teoretické fyziky)*. Luzern, Switzerland: Avenira. Ostrava, Czech Republic: Algoritmus. ISBN 978-80-902491-0-3

### 6.2 Odborné články - Scientific Papers

- Záškodný,P., Strnadová,O., Procházka,P. (2007a). *Educational Science and Subject Didactics* (in English). In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P., Strnadová,O., Procházka,P. (2007b) *Variant Forms of Curriculum in Publications* (in English). In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, ISBN 987-80-89160-56-3

- Záškodný,P. (2007a). *Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007b). *Metody strukturace variantních forem kurikula*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P., Brockmeyerová,J. (2007). *Strukturální koncepce didaktiky fyziky*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007c). *Metody modelování struktury řešení problémů poznávání a jejich použití v oblasti kurikulárního procesu fyziky*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007d). *Konstrukce variantních forem kurikula*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Procházka,P., Záškodný,P. (2007) *Analytical Synthetic Models of Problem Solving* (in English). In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3
- Záškodný,P. (2007e). *Cesta k matematickému modelování struktury variantních forem kurikula*. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk. ISBN 987-80-89160-56-3

### 6.3 Content Pedagogy

- Doyle,W. (1992a). *Curriculum and Pedagogy* (p.486-516). In: Handbook of Research on Curriculum. New York: Macmillan
- Doyle,W. (1992b). *Constructing Curriculum in the Classroom*. In: Effective and Responsible Teaching (p.66-79). – The New Synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- Doyle,W., Carter,K. (2003) *Narrative and Learning to Teach: Implications for Teachers – Education Curriculum*. Tucson: Taylor and Francis.
- Záškodný,P. (2009) *Kurikulární proces fyziky* (s přehledem základů teoretické fyziky). Luzern, Switzerland: Avenir. Ostrava, Czech Republic: Algoritmus. ISBN 978-80-902491-0-3

### 6.4 Visual Data Mining Process

- Fayyad,U.M., Pialetsky-Shapiro,G., Smyth,P. (1996) *From data mining to knowledge discovery in databases*. AI Magazine: 17, 37-54
- Kohavi,R. (2000). *Data Mining and Visualization*. Appears in the National Academy of Engineering. US Frontiers of Engineering
- Keim,D.A. (2002). *Information Visualization and Visual Data Mining*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics: Vol.7, No.1

# Kurikulum v komunikační koncepci oborových didaktik

**Pavol Tarábek**

Educational Publisher Didaktis – member of the European Educational Publishers Group, Denmark

Adresa: Didaktis, Hýrošova 4, 81104 Bratislava, Slovak Republic

For correspondence please contact: [didaktis@t-zones.sk](mailto:didaktis@t-zones.sk)

## Abstrakt

Práce předkládá v rámci komunikační koncepce oborových didaktik pojmovou mapku a definici pojmu „kurikulum“ vytvořené kognitivní analýzou na základě trojúhelníkového modelu kognitivní architektury pojmů. Koncepce variantních forem kurikula vychází z variabilního pojetí, podle něhož je kurikulum fenomén, který je svou povahou proměnlivý a postupně se transformuje do různých podob. Didaktická komunikace vědy je souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod vědeckého a odborného poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na jeho vzniku nepodíleli, přičemž vědecké poznatky prochází v rámci tohoto procesu různými transformacemi. Komunikační teorie oborových didaktik zahrnuje koncepci variantních forem kurikula a didaktickou komunikaci vědy.

## Klíčová slova

Didaktická komunikace, didaktická transformace, kurikulum, kurikulární proces, kurikulární transformace, variantní forma kurikula, kognitivní architektura, trojúhelníkový model pojmu

## 1. Úvod – komunikační koncepce oborových didaktik, didaktická komunikace vědy a variantní přístup ke kurikulu

Pedagogika a didaktika reaguje na potřeby znalostní společnosti rozšířeným výzkumem a studiem všech faktorů souvisejících s tvorbou kurikula a edukačním procesem. Jedním z výsledků tohoto studia v České a Slovenské republice je **komunikační koncepce oborových didaktik**, která vnímá edukační proces, jeho přípravu, plánování, realizaci a hodnocení jeho výsledků jako komunikační transfer poznatků věd a technických oborů směrem k příjemcům – k žákům a studentům, přičemž adjektivum „komunikační“ vyjadřuje skutečnost, že se jedná o proces se zpětnou vazbou – tedy o oboustrannou komunikaci.

Komunikační koncepce byla rozpracována nejprve v didaktice fyziky a později v oborových didaktikách přírodních věd a ekonomiky jako **didaktická komunikace přírodních věd** (Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Brockmeyerová 2002; Kotásek, 2004; Tarábek, Záškodný a kol., 2002, 2003, 2004, 2005). Do systémové podoby byla komunikační koncepce oborových didaktik jako **didaktická komunikace fyziky, vědeckých a technických disciplin** dopracovaná v r. 2006 – 2008 (Tarábek, Záškodný, at al. 2006, 2007; Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Tarábek, 2007a; Záškodný, 2007; Adamčíková, Tarábek, 2007, 2008a, 2008b).

V rámci komunikační koncepce oborových didaktik je **didaktická komunikace vědy** definována jako celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod vědeckého a odborného poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na jeho vzniku nepodíleli. Tento proces je konán různými edukačními aktéry se vzdělávací intencí a zahrnuje nejen vzdělávání a výuku na všech úrovních školské soustavy, nýbrž i celoživotní vzdělávání realizované institucionálně. Didaktická komunikace vědy tvoří **didaktický most** mezi vědeckými/odbornými poznatky a jejich **mentálními reprezentacemi** v myslích edukantů (Brockmeyerová, Tarábek, 2007) a je teoretickým modelem reprezentujícím předmět oborové didaktiky v **komunikačním pojetí**.

Didaktika se v procesu didaktické komunikace zabývá **pojmově poznatkovým systémem**<sup>1)</sup> (PPS) dané vědní/odborné disciplíny zahrnujícím vědecké/odborné pojmy a poznatky – fakta, zákony, pravidla, principy, teorie, jakož i poznávací metody. **Pojmově poznatkový systém** dané vědní disciplíny/oboru nabývá během didaktické komunikace několik odlišných **variantních forem** a prodělává několik výraz-

ných transformací – nazýváme je **poznatkové transformace**. Předmětová didaktika sleduje celou cestu předávání vědeckého poznání, přičemž **variantním formám pojmově poznatkového systému** dané vědní disciplíny/oboru odpovídají kvalitativně odlišné **fáze didaktické komunikace** F1 – F6. V souladu s poznatkovými transformacemi pojmově poznatkového systému rozlišujeme také **didaktické transformace**<sup>2)</sup> v didaktické komunikaci dané vědy/oboru DT1 – DT6.

Po roce 2000 se v České republice formovala koncepce **variabilního pojetí kurikula** (Průcha, 2002, 2006; Maňák 2007), podle něhož „kurikulum existuje nikoli jako nějaký statický fenomén, nýbrž je to jev, který je svou povahou proměnlivý. Nejprve může být konstruován jako určitá idea či vize, ale pak se v průběhu svého fungování postupně transformuje do různých podob, jež jsou vzájemně odlišné“ (Průcha, 2006). Koncepce variantních forem kurikula odpovídá pojetí kurikula, jenž rozlišuje roviny, úrovně, formy nebo reprezentace kurikula, např. plánované, realizované a dosažené kurikulum (Kurajová-Stopková, Kuraj, 2006); národní, školní, třídní a individuální rovina kurikula (Walterová, 2006), intended, implemented, achieved/attained curriculum (TIMSS, 2007). Průcha (2006) rozlišuje pět forem kurikula od koncepční formy až po obsah vzdělávání osvojený edukanty. Akker (2003) rozlišuje čtyři uživatelské úrovně kurikula: národní, školské neboli institucionální, kurikulum na úrovni třídy, individuální úroveň. Kelly (2004) rozlišuje pět forem kurikula: koncepční, oficiální, plánované, aktuální a přijaté kurikulum. Akker (2003) rozlišuje šest reprezentací kurikula: intended – ideal (vize a filosofie kurikula), intended – written (kurikulum formální – „psané“ – obsažené v kurikulárních dokumentech), implemented – perceived (kurikulum interpretované edukátory tak, jak mu učitelé rozumí), implemented – operational (kurikulum prezentované v rámci výuky), attained – experiential (kurikulum vnímané edukanty v procesu výuky), attained – learned (znalosti, dovednosti a kompetence jako výsledky výuky v myslích edukantů).

Ve světové pedagogické a didaktické literatuře se používá mnoho dalších termínů pro typy, formy, úrovně nebo koncepce kurikula (Kelly, 2004; McNeil, 2005; Průcha, 2002; Smith, 2000; Westbury, 2008). Výstižně charakterizuje tuto situaci Walterová (2006): „V zahraničí se stal pojem kurikulum běžným a mezinárodně uznávaným, používaným v odborné komunikaci i v praxi. Jeho výhoda je v tom, že je komplexní a rámcový, nevýhoda v tom, že je jako takový obtížně definovatelný a mnohoznačný. I v současných integrujících encyklopediích a monografiích se můžeme setkat s celou škálou významných variant, které odrážejí různost kontextových a paradigmatických rámců, v nichž se koncept kurikula rozvíjel a stal se předmětem výzkumu a teoretické reflexe.“ Model vycházející z koncepce **variabilního pojetí kurikula** (Průcha, 2002, 2006; Maňák 2007) používá pět termínů, které reprezentují **formy existence kurikula** jako obsahu vzdělávání: koncepční (ideová), projektová, realizační, výsledková a efekto-ová forma. V pracích (Záškodný, 2007; Adamčíková, Tarábek, 2007, 2008a, 2008b) byla konstatována korespondence mezi těmito formami kurikula a fázemi didaktické komunikace fyziky a přírodních věd.

Integrace obou koncepcí v rámci **komunikační koncepce oborových didaktik** vedla ke **koncepci kurikulárního procesu** (Tarábek, 2008a, 2008b, 2008c; Adamčíková, Tarábek, 2008c; Záškodný, 2008a, 2008b), přičemž z variabilního přístupu ke kurikulu byla převzata myšlenka **variantních forem kurikula** (Průcha, 2006; Záškodný, 2007) a z didaktické komunikace idea poznatkových a didaktických transformací jakož i fází didaktické komunikace dané vědy/oboru (Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Tarábek, 2007a; Záškodný, 2007).

## 2. Teoretická koncepce kurikulárního procesu

**Kurikulární proces** dané vědy/oboru je celý komplexní proces předávání a zprostředkování výsledků a metod vědeckého/odborného poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli. Tento proces je konán různými edukačními aktéry se vzdělávací intencí (vědci zabývající se edukačním výzkumem, tvůrci kurikula, tvůrci a producenti učebnic a dalších didaktických prostředků, edukátoři) a zahrnuje nejen vzdělávání a výuku na všech úrovních školské soustavy, nýbrž i celoživotní vzdělávání realizované institucionálně.

Didaktika se v kurikulárním procesu zabývá **vědeckým/odborným pojmově poznatkovým systémem** dané vědní/odborné disciplíny<sup>1)</sup> zahrnujícím vědecké/odborné pojmy a poznatky – fakta, zákony, principy, teorie, jakož i poznávací metody. Pojmově poznatkový systém dané vědy/oboru nabývá během



kurikulárního procesu odlišné formy, které nazýváme **variantní formy pojmově poznatkového systému** dané vědy/oboru neboli **variantní formy znalostního obsahu** dané vědy/oboru (variant forms of content knowledge). Tyto formy jsou propojeny **poznatkovými transformacemi** (knowledge transformations). Variantní formy znalostního obsahu tvoří **obsahovou komponentu kurikula**.

Didaktika musí sledovat celou cestu předávání vědeckého/odborného poznání, přičemž variantním formám pojmově poznatkového systému dané vědní disciplíny/oboru – variantním formám znalostního obsahu – odpovídají kvalitativně odlišné **fáze kurikulárního procesu**, jež jsou nazývány **variantní formy kurikula** (Průcha 2002, 2006; Maňák 2007; Záškodný 2007; Tarábek, 2007a). **Variantní formy kurikula** jsou oproti variantním formám znalostního obsahu doplněny o další **komponenty kurikula** – intencionalní, procesuální a metodickou, pedagogickou a didaktickou, kognitivní a organizační.

**Kurikulární proces** (KP) je realizován sekvencí variantních forem kurikula a probíhají v něm dva transformační procesy:

1. Prvním transformačním procesem je sekvence **variantních forem znalostního obsahu** (neboli **variantních forem pojmově poznatkového systému**) dané vědy/oboru, které jsou propojeny **poznatkovými transformacemi** PT1 – PT6.
2. Druhým transformačním procesem je sekvence **variantních forem (fází)** kurikula F0 – F6, které jsou propojeny **kurikulárními transformacemi** KT1 – KT6 (neboli didaktickými transformacemi DT1 – DT6. Transformace KT1 – KT3 představují tvorbu, vývoj a dizajn kurikula, transformace KT4 – KT5 odpovídají přímo edukačnímu procesu. Transformace KT6 znamená přeměnu výstupů edukace na takové znalosti, dovednosti, postoje a kompetence, jež jsou aplikovatelné v praxi. Tato transformace probíhá v praxi člověka, může ovšem probíhat i v rámci školské edukace.

### 3. Kurikulum

Termín kurikulum je převzat z americké pedagogiky, kde se používá 90 let (Bobbit, 1918, 1928). Jeho obsah se měnil a v současné době zahrnuje široký rozsah edukačních jevů, čemuž odpovídá velký počet různých definic v pedagogické literatuře.

Pedagogický slovník „rozlišuje tři základní významy pojmu: 1) vzdělávací program, projekt, obsah, 2) průběh studia a jeho obsah, 3) obsah veškeré zkušenosti, kterou žáci získávají ve škole a v činnostech ke škole se vztahujících, její plánování a hodnocení“ (Průcha, Walterová, Mareš, 2008). Psychologický slovník definuje kurikulum jako 1) vzdělávací program, 2) školní osnovy; dále: „školní kurikulum obsahuje vše podstatné, co se ve škole odehrává; nejde jen o obsah vzdělávání, ale také o jeho průběh; součástí je hodnocení (evaluace) i hodnotící kriteria, didaktické strategie, organizace výuky a učební plány“ (Hartl, Hartlová, 2004).

- 
- 1) **Pojmově poznatkové systémy** (PPS) jsou tvořeny systémem pojmů a poznatků, jakož i vazeb mezi nimi, které tvoří strukturu PPS. Rozlišujeme externí a interní PPS (Tarábek, 2007b).

**Vědecké/odborné (externí) pojmově poznatkové systémy** (VPPS/OPPS) jsou výsledkem poznávacího procesu společnosti vědců a odborníků v dané vědní/odborné disciplíně. Jsou tvořeny systémem vědeckých pojmů, faktů, zákonů, principů a teorií, jejich aplikací a interpretací, dále systémem operačních/procedurálních poznatků – poznávacích, modelovacích, aplikačních a interpretačních metod a postupů, které daná vědní/odborná disciplína používá.

**Vědecký/odborný systém** daného oboru je tvořen VPPS/OPPS a dalšími komponentami: organizační (organizace vědy, společenské, ekonomické a právní prostředí), komunikační (komunikace a diseminace vědeckých/odborných poznatků), atd.

**Interní (mentální) pojmově poznatkový systém** (IPPS) je výsledkem individuálního poznávacího procesu. Je to systém pojmů a poznatků, které si poznávací subjekt vytváří resp. získává v procesu výchovy, vzdělávání, pozorování, prostřednictvím empirické zkušenosti, jakož i cílevědomým experimentováním a vlastním myšlením. Pod poznatky zařadíme znalosti nejenom deklarativní ale též operační/procedurální.

- 2) Termín „**didaktická transformace**“ je používán na vyjádření faktu transformace vědeckých a odborných poznatků pro účely vzdělávání (Möhlenbrock, 1982; Skalková 2006; Tarábek, Záškodný, 2006, Trna, Janík, 2006, Helus, 2007; Knecht, 2007; Brockmeyer, Tarábek, 2007).

Průcha (2002) chápe kurikulum v rámci variantního pojetí jako „obsah vzdělávání (content of education, curricular content)“.

Kerr definuje kurikulum jako všechno vyučování a učení, jenž je plánováno a řízeno, nezávisle od toho, je-li realizováno skupinově nebo individuálně, uvnitř nebo mimo školského systému (citováno v Kelly, 1999).

Kelly (2004) rozlišuje plánované kurikulum jako učivo předkládané ve formě osnov, sylabů, učebních textů atd. a realizované kurikulum jako úplný komplex všech výsledků učení (poznatků, dovedností, postojů atd.), jež žák získá v edukačním procesu.

Smith (2000) rozlišuje několik koncepcí kurikula v rámci kurikulární teorie a praxe:

- 1) kurikulum jako **obsah znalostí**, jenž mají být předávány a zprostředkovány příjemcům;
- 2) Kurikulum jako **produkt** je charakterizováno cílovými komponenty – znalostmi, dovednostmi, návyky, postoji příjemců, dále cestami, jenž jsou nutné k jejich dosažení a zjištěnými výsledky edukačního procesu (Bobbitt, 1918, 1928; Smith, 2000).
- 3) Kurikulum jako **proces** je charakterizováno komunikací edukačních záměrů a cílů takovou formou, jenž umožní jejich efektivní transformaci do edukační praxe, přičemž se zdůrazňuje edukace jako proces se zpětnou vazbou a ne její obsahový aspekt (Stenhouse, 1975).

## Deskripce, definice a pojmová mapa kognitivní architektury kurikula

Za pomoci kognitivní analýzy <sup>3)</sup> pojmu „kurikulum“ definovaného a popsaného ve výše uvedených pracích a dalších (Roehler, 2006, Walterová, 2006, Westbury, 2008) je prezentován popis, definice a struktura tohoto termínu, jenž koresponduje s obecními aspekty a dimenzemi kurikula (Walterová, 1994, 2006; Kelly, 2005; Maňák, 2007).

**Struktura** pojmu „kurikulum“ je tvořena základními prvky – **jádrem, významem a smyslem** pojmu jakož i vazbami mezi nimi, přičemž význam a smysl jsou samostatné systémy – disjunktní množiny, jež není možné zaměňovat (viz pojmová mapa na obr. 1).

**Jádro C** (core) je tvořeno slovem „kurikulum“ a reprezentativní představou – sémantickým prototypem pojmu „kurikulum“ obsahujícím všechny sémantické představy atributů kurikula včetně aktuální kvality, tj. znalostního resp. vzdělávacího obsahu.

**Význam M** (meaning) pojmu „kurikulum“ je v rámci komunikační koncepce tvořen podřazenými pojmy – konceptuální, zamýšlené, projektové, realizované, implementované a dosažené kurikulum (variantní formy kurikula), vazbami jádra na podřazené pojmy a vazbami podřazených pojmů na třídu objektů tvořících rozsah pojmu „kurikulum“ (viz pojmová mapa na obr. 1). Kromě toho může být význam pojmu „kurikulum“ tvořen i jinými podřazenými pojmy, proto má termín „kurikulum“ více významů v závislosti od toho, v jakém teoretickém rámci je studováno.

**Smysl S** (sense) pojmu „kurikulum“ je tvořen množinou S1 všech přiřazených pojmů, které lze smysluplně spojovat s daným jádrem C v řeči a myšlení (kromě pojmů podřazených), jakož i smyslových vazeb jádra na ně (viz pojmová mapa na obr. 1). Tyto pojmy jsou:

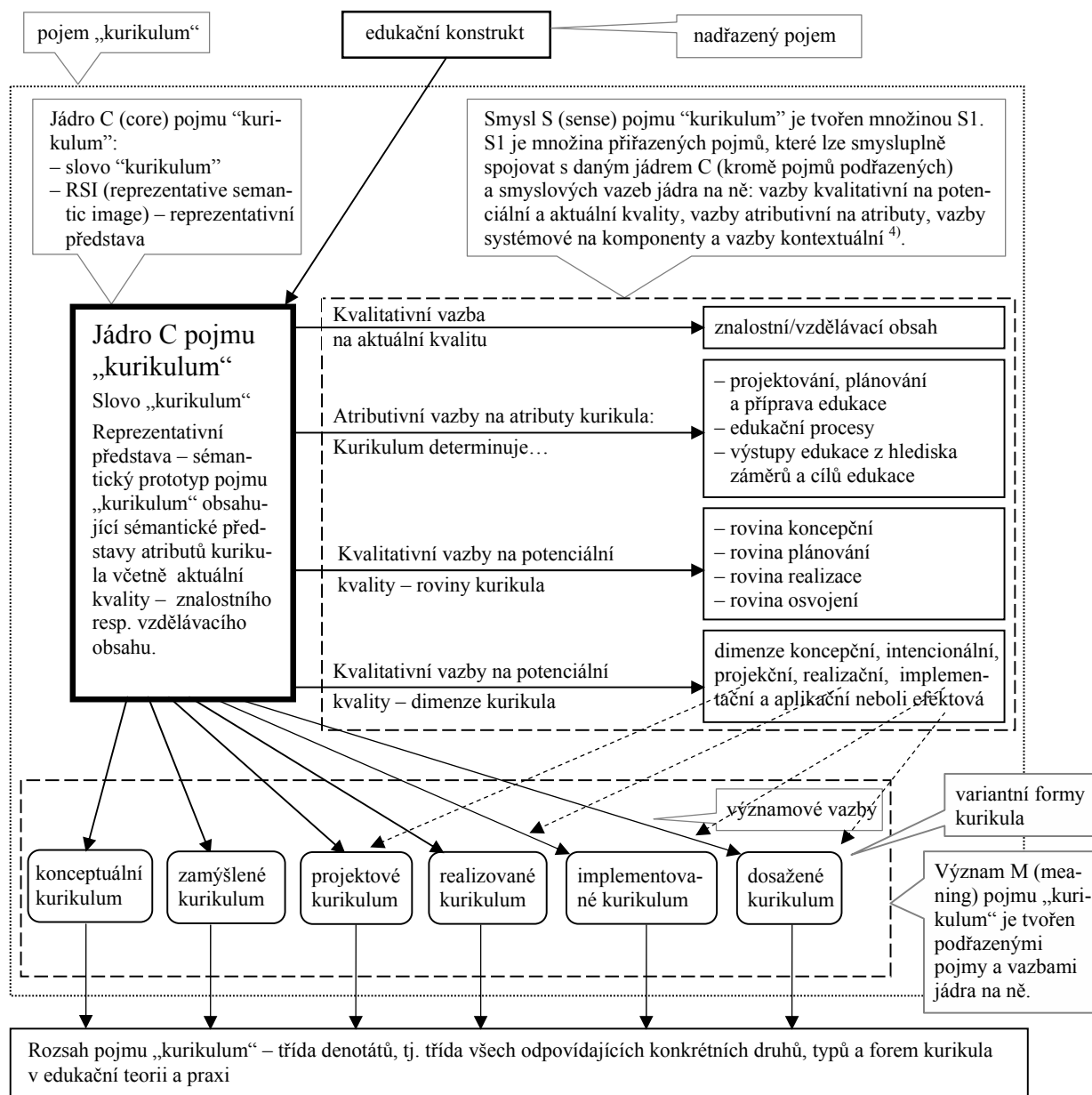
- **atributy** (podstatné vlastnosti) kurikula vyjadřující skutečnost, že kurikulum determinuje projektování a plánování edukace z hlediska záměrů a cílů, přípravu a průběh edukačního procesu, jakož i výstupy edukace;
- znalostní/vzdělávací obsah (aktuální kvalita);
- **potenciální kvality**, tj. **roviny** a **dimenze kurikula**. Připojení potenciálních kvalit k pojmu kurikulum vytvoří třídu pojmů podřazených.
- **komponenty**, z nichž je kurikulum složeno. Kurikulum je tvořeno systémem prvků – komponent – propojených vazbami, přičemž výběr komponent určuje formu, typ a charakter kurikula.
- Kromě toho do smyslu pojmu „kurikulum“ patří kontextuální vazby na všechny další pojmy, které lze s termínem kurikulum smysluplně spojovat (kromě pojmů podřazených).

---

3) Kognitivní analýza pojmů byla rozvinuta na báze trojúhelníkového modelu pojmové struktury – modelu kognitivní architektury pojmu jako metoda zjišťování pojmové struktury a vytváření adekvátních pojmových map (Tarábek, 2007b, 2008d, 2008e).

### Obr. 1: Pojmová mapa kognitivní architektury (struktury) pojmu „kurikulum“ v rámci komunikační koncepce oborových didaktik

Obdélníky označují prvky pojmové struktury: jádro a množinu S1 pojmů smyslu; čárkované obdélníky označují subsystémy: smysl a význam; oválné boxy označují podřazené pojmy; šipky označují vazby mezi prvky pojmové struktury. Čárkované šipky od obdélníku dimenzí k podřazeným pojmům významu naznačují vazby mezi dimenzemi a variantními formami kurikula.



4) Systémové a kontextuální vazby jakož i komponenty nejsou vyznačeny.

Kurikulum jako edukační konstrukt je současně **systemem** vytvořeným s následujícími **komponent**<sup>5)</sup> (příčemž konkrétní variantní forma nemusí být složena ze všech komponent):

- **intencionální komponenta** – záměry, cíle a koncepce vzdělávání,
- **obsahová komponenta** – **variantní formy pojmově poznatkových systémů** resp. **variantní formy znalostního obsahu** (content knowledge) a **obsahu vzdělávání** (educational content),
- **procesuální a metodická komponenta** – strategie, formy a metody výuky, motivační postupy,
- **kognitivní komponenta** – poznatky kognitivních věd potřebné pro tvorbu kurikula a edukační proces, charakteristiky kognitivní úrovně edukantů, metody adaptace učiva na poznatkovou a kognitivní úroveň edukantů (cognitive content knowledge),
- **pedagogická a didaktická komponenta** je tvořena pedagogickými a didaktickými znalostmi aktérů se vzdělávací intencí: tvůrců variantních forem kurikula až po projektové kurikulum, producentů učebnic, edukátorů (pedagogical content knowledge), vědeckých pracovníků v oblasti didaktického a pedagogického výzkumu, atd.
- **evaluační komponenta** – zjišťování úrovně a kvality vědomostí, znalostí, dovedností, kompetencí edukantů včetně nástrojů jejich evaluace, zahrnuje i problémy efektivnosti edukace,
- **organizační komponenta** – organizace výuky, organizační složka tvorby vzdělávacích programů a plánů, stav vzdělávací soustavy (typy, formy a řízení škol, formy vzdělání, financování vzdělávacího systému, legislativa), právní a ekonomické prostředí, atd.

**Definice kurikula** je dána připojením atributů k nadřazenému pojmu:

Kurikulum je edukační konstrukt, jenž determinuje projektování, plánování a přípravu edukace, edukační procesy a tvorbu navazujících edukačních konstruktů (učebnice a další didaktické prostředky) jakož i výstupy edukace z hlediska záměrů a cílů edukace.

5) Komponenty kurikula, jejich výčet a popis vychází z prací (Walterová, 1994, 2006; Akker, 2003; Kelly, 2004; Maňák, 2007 – dimenze kurikula).

## 4. Závěr

Tato práce předkládá v rámci komunikační koncepce oborových didaktik pojmovou mapu pojmu „kurikulum“ vytvořenou pomocí kognitivní analýzy (Tarábek, 2007d, 2008d, 2008e) na základě trojúhelníkového modelu kognitivní architektury pojmů (Tarábek, 2008f). Pojmová mapa vyjadřuje strukturu a **kognitivní architekturu** pojmu „kurikulum“ tvořenou základními prvky – **jádrem, významem a smyslem** jakož i vazbami mezi nimi, přičemž význam a smysl jsou samostatné systémy – disjunktní množiny, jež není možné zaměňovat. **Význam** je v rámci komunikační koncepce tvořen podřazenými pojmy – konceptuální, zamýšlené, projektové, realizované, implementované a dosažené kurikulum (variantní formy kurikula), vazbami jádra na podřazené pojmy a vazbami podřazených pojmů na třídu objektů tvořících rozsah pojmu „kurikulum“. **Smysl** je tvořen množinou všech přiřazených pojmů, které lze smysluplně spojovat s jádrem pojmu „kurikulum“ v řeči a myšlení (kromě pojmů podřazených), jakož i smyslových vazeb jádra na ně. Tyto pojmy jsou: **atributy** (podstatné vlastnosti) kurikula, **znalostní/vzdělávací obsah, potenciální kvality** (roviny a dimenze kurikula) a **komponenty**, z nichž je kurikulum složeno.

**Komponenty** kurikula jsou následující: **intencionální** (záměry, cíle a koncepce vzdělávání), **obsahová** (variantní formy pojmově poznatkových systémů resp. variantní formy znalostního obsahu – content knowledge a obsahu vzdělávání – educational content), **procesuální a metodická komponenta** (strategie, formy a metody výuky, motivační postupy), **kognitivní komponenta** (poznatky kognitivních věd potřebné pro tvorbu kurikula a edukační proces, charakteristiky kognitivní úrovně edukantů, metody adaptace učiva na poznatkovou a kognitivní úroveň edukantů, tj. cognitive content knowledge), **pedagogická a didaktická komponenta** (pedagogické a didaktické znalosti aktérů se vzdělávací intencí: tvůrců variantních forem kurikula až po projektové kurikulum, producentů učebnic, edukátorů, tj. pedagogical content knowledge, vědeckých pracovníků v oblasti didaktického a pedagogického výzkumu), **evaluační komponenta** (zjišťování úrovně a kvality vědomostí, znalostí, dovedností, kompetencí edukantů včetně nástrojů

jejich evaluace, zahrnuje i problémy efektivnosti edukace) a **organizační komponenta** (organizace vzdělávání).

**Definice kurikula** je dána podle trojúhelníkového modelu pojmu připojením atributů k nadřazenému pojmu, tj.: **Kurikulum** je edukační konstrukt, jenž determinuje projektování, plánování a přípravu edukace, edukační procesy a tvorbu navazujících edukačních konstruktů (učebnice a další didaktické prostředky) jakož i výstupy edukace z hlediska záměrů a cílů edukace.

Předložený model kurikula a jeho kognitivní architektury je dostatečně univerzální z hlediska analyzovaných definic kurikula a umožňuje také definici v rámci jiných koncepcí kurikula, korespondujících např. s rovinami nebo dimenzemi kurikula.

Předložený model kurikula je integrálním prvkem teoretické koncepce **kurikulárního procesu**, jako spojení variabilního pojetí kurikula a komunikační koncepce. Koncepce kurikulárního procesu je teoretickým modelem reprezentujícím předmět oborové didaktiky v rámci komunikačního pojetí oborových didaktik. Současně překračuje rámec oborových didaktik a je pokusem o strukturálně pojatou teorii kurikula jako variantního fenoménu. Tato koncepce popisuje didaktickou komunikaci pojmů a poznatků věd, technických a jiných oborů směrem k edukantům jednoduchým řetězcem variantních forem kurikula (fáze kurikulárního procesu neboli didaktické komunikace) propojených kurikulárními neboli didaktickými transformacemi, přičemž poukazuje na podstatné prvky, které by neměly být při vývoji kurikula a kurikulárních reformách opomíjeny.

## Literatura

- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava : Didaktis, 2007. ISBN 987-80-89160-56-3. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008a) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *NOTES – zborník konferencie Inovácie v škole 2007*, Bratislava : Združenie ORAVA pre demokraciu vo vzdelávaní, 2008. ISSN 1336-1651.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008b) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Slovo o slove, Vol. 14*. Prešov : Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity, 2008. ISBN 978-80-8060-752-6.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008c). Educational Communication and Curriculum Process in Physics Education. In *GIREP 2008 International Conference*, Nicosia : University of Cyprus, 2008.
- Akker, J. J. H. van den. (2003). Curriculum perspectives: an introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (Eds.). *Curriculum landscape and trends*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Bobbitt, F. (1918). *The Curriculum*. Boston : Houghton Mifflin, 1918.
- Bobbitt, F. (1928). *How to Make a Curriculum*. Boston : Houghton Mifflin, 1928.
- Brockmeyerová, J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In conference proceedings, New York, Tarábek, P., Záškodný, P. (eds) *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*., Bratislava: Educational Publisher Didaktis, s.r.o., ISBN 80-85456-77-X.
- Fenclová-Brockmeyerová, J., Čapek, V., Kotásek, J. (2000) Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, XLX, č. 1, s. 23-37. ISSN 3330-3815.
- Brockmeyerová, J., Tarábek, P. (2007). Teoretická koncepce didaktiky fyziky. In *Educational & Didactic Communication 2007*, ISBN 987-80-89160-56-3. Bratislava : Didaktis, 2007.
- Fenclová, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. SPN : Praha, 1982.
- Fenclová, J., Bednařík, M., Půlpán, Z., Svoboda, E. (1984). *K perspektívám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd*. Praha : Academia, 1984.
- Hartl, P., Hartlová, H. (2004). *Psychologický slovník*. Praha: Portál, ISBN 80-7178-303-X.
- Helus, Z. (2007). *Sociální psychologie pro pedagogy*. Praha : Grada, 2007.
- Kelly, A. V. (1983, 1999, 2004) *The Curriculum: Theory and Practice*. SAGE Publications, 2004. ISBN 1412900271
- Kotásek, J. (2004). Domácí a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik, *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu*. Brno : PF MU, 2004.
- Knecht, P. (2007). Didaktická transformace aneb od „didaktického zjednodušení“ k „didaktické rekonstrukci“. *Orbis Scholae*, 2007, 2, č. 1, s. 67–81
- Kurajová-Stopková, J., Kuraj, J. (2006) TIMSS 2003 – Trendy v medzinárodnom výskume matematiky a prírodovedných predmetov, Národná správa. Bratislava : ŠPÚ, 2006.
- Maňák, J. (2007). Aktuální problémy kurikula. *Mezinárodní kolokvium o řízení osvojecího procesu*. Brno : Univerzita obrany, 2007.

- McNeil, D. J. (2005). *Contemporary Curriculum in Thought and Action*. New York : John Wiley & Sons Inc, 2005.
- Möhlenbrock, R. (1982). *Modellbildung und didaktische Transformation*. Bad Salzdetfurth: Barbara Franzbecker.
- Průcha, J. (2002). *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 2002.
- Průcha, J. (2006) Výzkum kurikula: Aplikované přístupy in MAŇÁK, J.; JANÍK, T. *Problémy kurikula základní školy*. Brno: Pedagogická fakulta MU, 2006. ISBN 80-210-4125-0.
- Průcha, J., Walterová, E., Mareš J. (2008). *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, 2008. ISBN 978-807367-416-8
- Roehler, A. B. (2006). *Characteristics of Curriculum & Curriculum Management*, 2006.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001528/152895e.pdf>
- Skalková, J. (1999). *Obecná didaktika*. Praha: ISV.
- Smith, M. K. (2000). Curriculum theory and practice – *the encyclopedia of informal education*. 1996, 2000.  
[www.infed.org/biblio/b-curric.htm](http://www.infed.org/biblio/b-curric.htm)
- Stenhouse, L. (1975). *An introduction to Curriculum Research and Development*, London : Heineman, 1975.
- Tarábek, P., Záškodný, P. at al. *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures*, Proceedings of Conference, New York, London. Bratislava : Didaktis. 2002, 2003.
- Tarábek, P., Záškodný, P. at al. *Modern Science and Textbook Creation*, Proceedings of Conference, Frankfurt. Bratislava : Didaktis, 2004, 2005.
- Tarábek, P., Záškodný, P. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. In *Matematika, fyzika, informatika*, 2006, 3/2006, p. 146 – 157, 4/2006 p. 224 –227.
- Tarábek, P. (2007a). Didaktická komunikace fyziky a její struktura. In *Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1*. Bratislava: Didaktis, 2007. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P. (2007b) Cognitive Analysis & Triangular Modeling of Concepts in Curricular Process. In *Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 2*, p. 107-149, Bratislava: Didaktis, 2007. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Tarábek, P. (2008a). Variantní formy kurikula z hlediska didaktické komunikace v předmětových didaktikách. In *Konference Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*, Brno : Pedagogická fakulta MU, 2008.
- Tarábek, P. (2008b). Curricular Process and Communicative Conception in Physics Education, In *Physics Education Research Conference 2008, Contributed Poster Session*, Edmonton, Canada : University of Alberta, 2008.  
<http://www.compadre.org/PER/conferences/2008/sessions.cfm>
- Tarábek, P. (2008c). Curricular Process Conception in the Light of the CWSEI, In *konference DIDFYZ 2008, Račkova dolina*, Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa, 2008. <http://www.didfyz.fpv.ukf.sk/>
- Tarábek, P. (2008d). Triangular Model of Concept and Concept Mapping, In *konference DIDFYZ 2008, Račkova dolina*, Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa, 2008. <http://www.didfyz.fpv.ukf.sk/>
- Tarábek, P. (2008e). Kognitívna analýza pojmov formovaných vo vyučovacom procese. Konferencia “Inovácie v škole”, publikované v časopise NOTES 4/2008, pp 29–42, ISSN 1336-1651. Bratislava, Dolný Kubín: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- Tarábek, P. (2008f). Triangular Model of the Cognitive Architecture of Common and Scientific Concepts. In TARÁBEK, P.; ZÁŠKODNÝ, P. (eds.). *Educational & Didactic Communication 2008*. Bratislava : Educational Publisher Didaktis s.r.o., 2008. ISBN 978-80-89160-62-4. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P., Záškodný, P., at al. (2007). *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava : Didaktis. ISBN 987-80-89160-56-3.
- Trna, J., Janík, T. (2006). Výběr a strukturování vzdělávacího obsahu jako aktuální pedagogický problém. In MAŇÁK, J., JANÍK, T. *Problémy kurikula základní školy*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-4125-0.
- TIMSS 2007, <http://timss.bc.edu/TIMSS2007/index.html>
- Walterová, E. (1994). *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno : Masarykova univerzita, 1994. ISBN: 80-210-0846-6
- Walterová, E. (2006). Problémy paradigmatu kurikulárního diskurzu. In MAŇÁK, J.; JANÍK, T. *Problémy kurikula základní školy*. Brno : Pedagogická fakulta MU, 2006. ISBN 80-210-4125-0.
- Westburry, I. (2008). School Curriculum – Core Knowledge Curriculum, Hidden Curriculum – Overview. In *Education Encyclopedia*, 2008. <http://education.stateuniversity.com/pages/1900/Curriculum-School.html>
- Záškodný, P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In *Educational & Didactic Communication 2007*, Bratislava : Didaktis, 2007. ISBN 987-80-89160-56-3.
- Záškodný, P. (2008a). Kurikulární proces fyziky. In NAJVAROVÁ, V.; JANÍK, T.; KNECHT, P. (eds.). *Kurikulum a učebnice [CD-ROM]*. Brno : MU, 2008. ISBN 80-210-4730-3.
- Záškodný, P. (2008b). Kurikulární proces fyziky. *Konference DIDFYZ 2008, Račkova dolina*, Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa, 2008. <http://www.didfyz.fpv.ukf.sk/>

# Classing Chemistry with a Scientific System – Reflection in the Curriculum Documents

Jana Škrabánková

Katedra pedagogiky, PdF MU Brno, Poříčí 31, 603 00 Brno; [skrabankova@ped.muni.cz](mailto:skrabankova@ped.muni.cz)

## Abstract

The problem of transforming of scientific knowledge into the form, where the knowledge is communicable to listeners, in our case to pupils, puts high demands on teachers. This work-load affects both the pedagogical and psychological sphere of teacher's abilities and the sphere of their professional knowledge. Modeling of the logical structures of sets of branches is becoming an European, even a world trend as well. The trend is also breaking into the pedagogical sphere. The aim of this modeling is to offer a rounded-off structure of information to pupils, which can be accepted within the scope of a logical system of science without any necessary simplification.

## Analytical-synthetic modeling of a cognitive structure

In the Czech education the new theory called: "Didactic Communication of" has been developed by J. Brockmeyer. Within the framework of this theory it is necessary to express and communicate suitably the knowledge of physics. For this purpose new methods were brought up which reflected cognitive structure of physical concepts and knowledge (P. Tarabek, P. Zaskodny).

These methods emanate from the analytical-synthetic structure (P. Zaskodny, J. van Deursen) and from hierarchically arranged levels of conceptual knowledge systems (P.Tarabek). These methods utilize models and net graphs.

General model of cognitive structure of investigated problem (without concrete conceptual knowledge contents) see both figure Fig.1 "General model of analytical-synthetic (cognitive) structure" and Legend to Fig.1.

General model of cognitive structure of investigated problem is consisting in analytical-synthetic modeling of concrete investigated problem. It can be shown this analytical-synthetic modeling is acceptable not only for physical education but also for researching of problems concerning different scientific branches (J.van Deursen).

In addition, such analytical-synthetic modeling can be connected with interactive modelling of structure of investigated problem. The whole procedure can be presented by means of two steps:

- a) Creation of model of analytical-synthetic (cognitive) structure of investigated problem (see both Fig.1 and Legend to Fig.1)
- b) Creation of model of interactive structure of investigated problem on the basis of already created model of analytical-synthetic structure

Figure 1 represents the general introduction which is needful for basic comprehension of 1 the analytical-synthetic modeling of a cognitive structure. From this reason, Fig.1 as well as Legend to Fig. 1 should be investigated in detail.

### Legend to Fig. 1

- a** (Identified Complex Problem) - Investigated area of reality, investigated phenomenon
- B<sub>k</sub>** (Analysis) - Analytical lay out within the framework of corresponding knowledge level
- b<sub>k</sub>** (Partial Problems PP-k) - Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon
- C<sub>k</sub>** (Abstraction) - Qualification of abstraction essences within the framework of corresponding knowledge level
- c<sub>k</sub>** (Partial Solutions of PP-k) - Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge, various relationship etc.
- D<sub>k</sub>** (Synthesis) - Synthetic finding of dependences among the results of abstraction within the framework of corresponding knowledge level
- d<sub>k</sub>** (Partial Conclusions PC-k) - Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.

- $E_k$  (Intellectual Reconstruction) - Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality  
 e (Total Solution of Complex Problem "a")- Result of intellectual reconstruction: analytical-synthetic structure of conceptual knowledge system

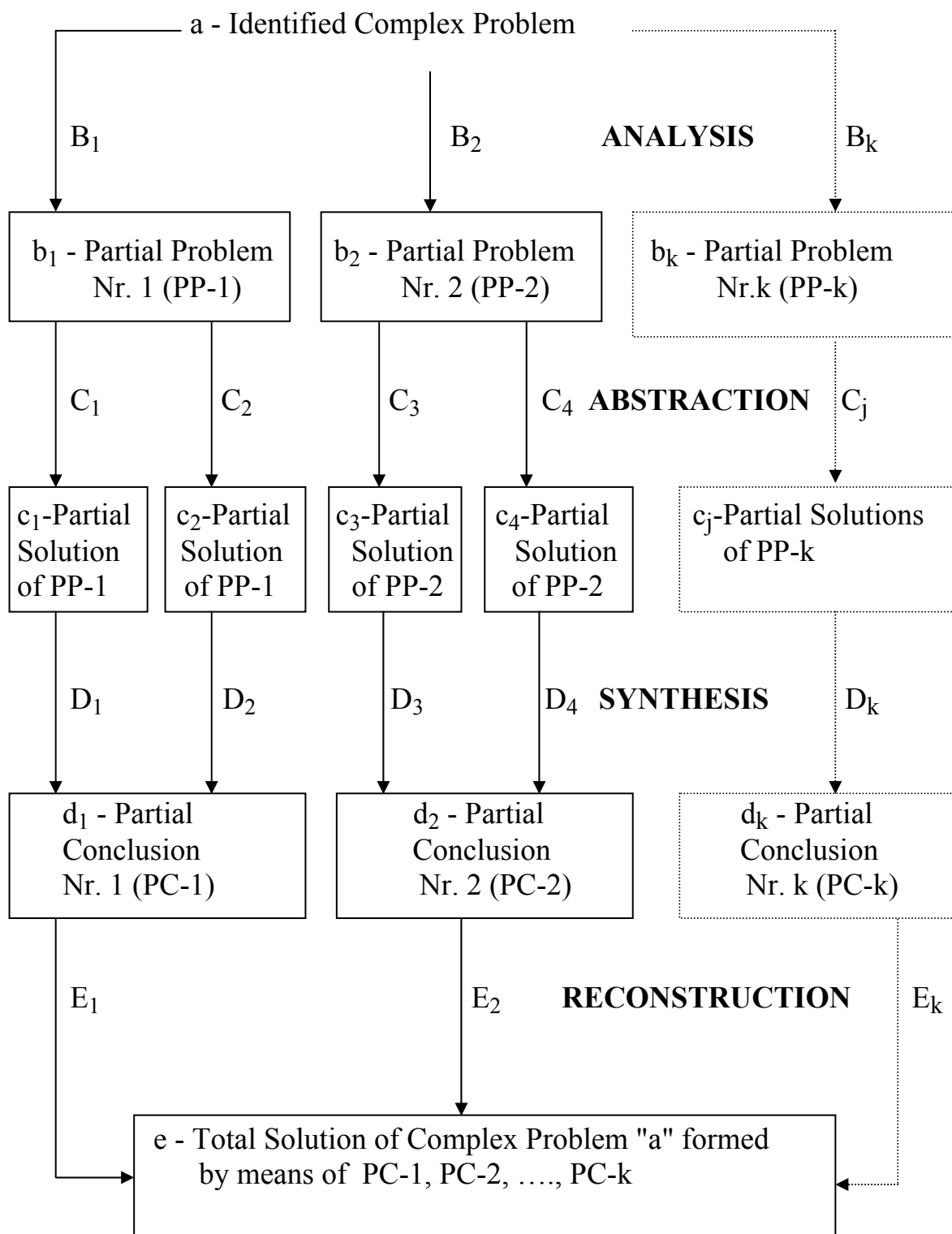
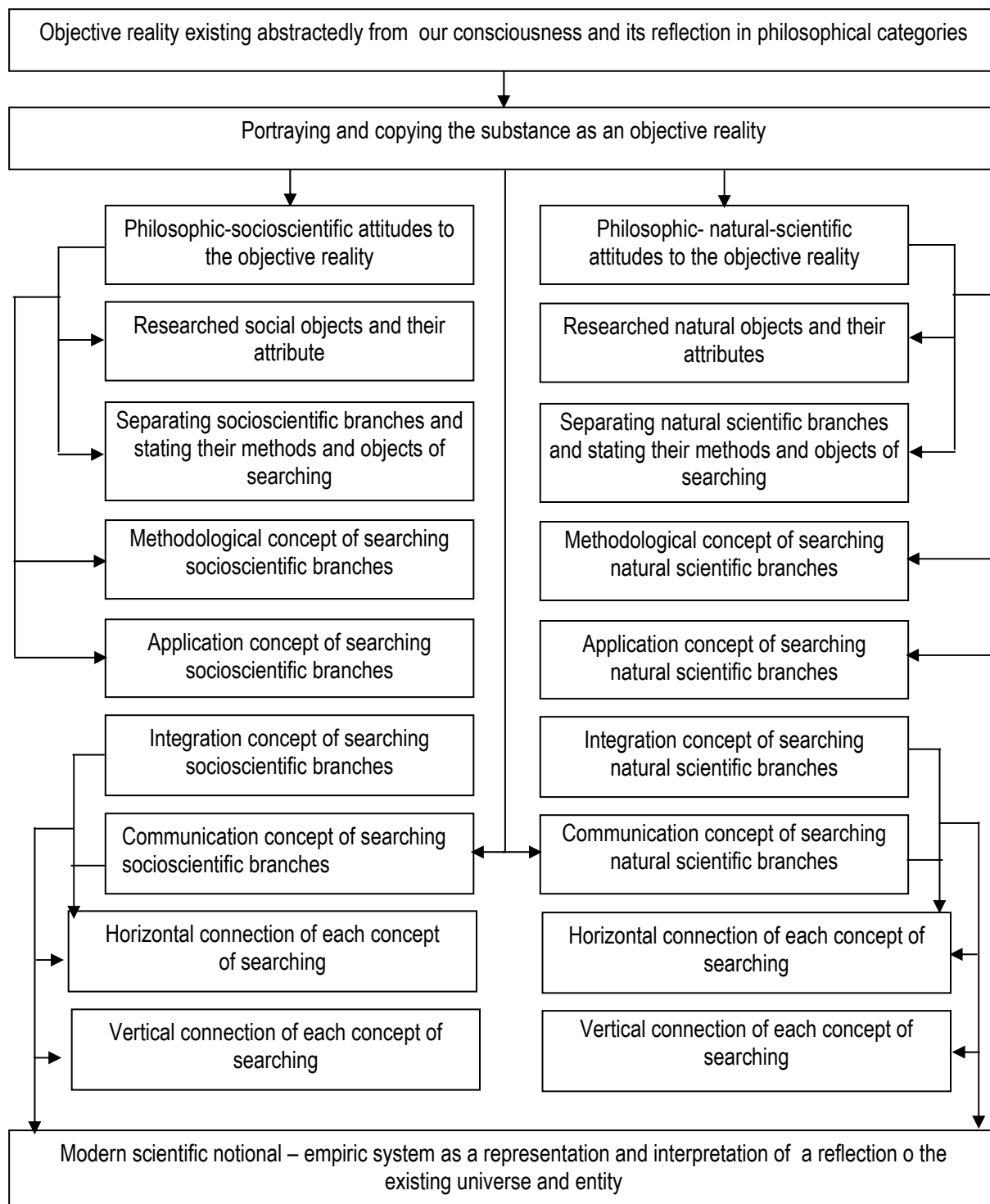


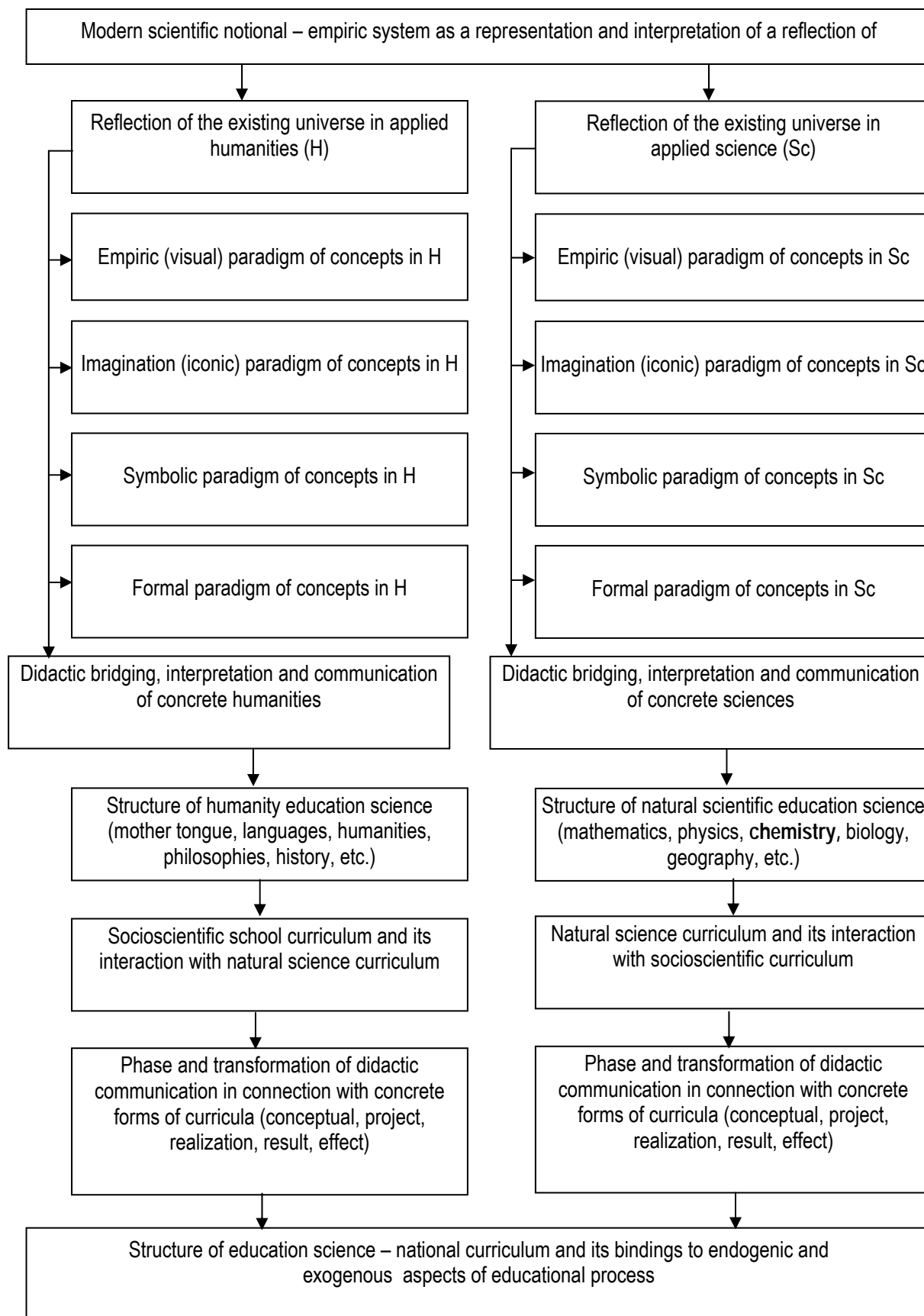
Fig. 1: General model of analytical-synthetic (cognitive) structure



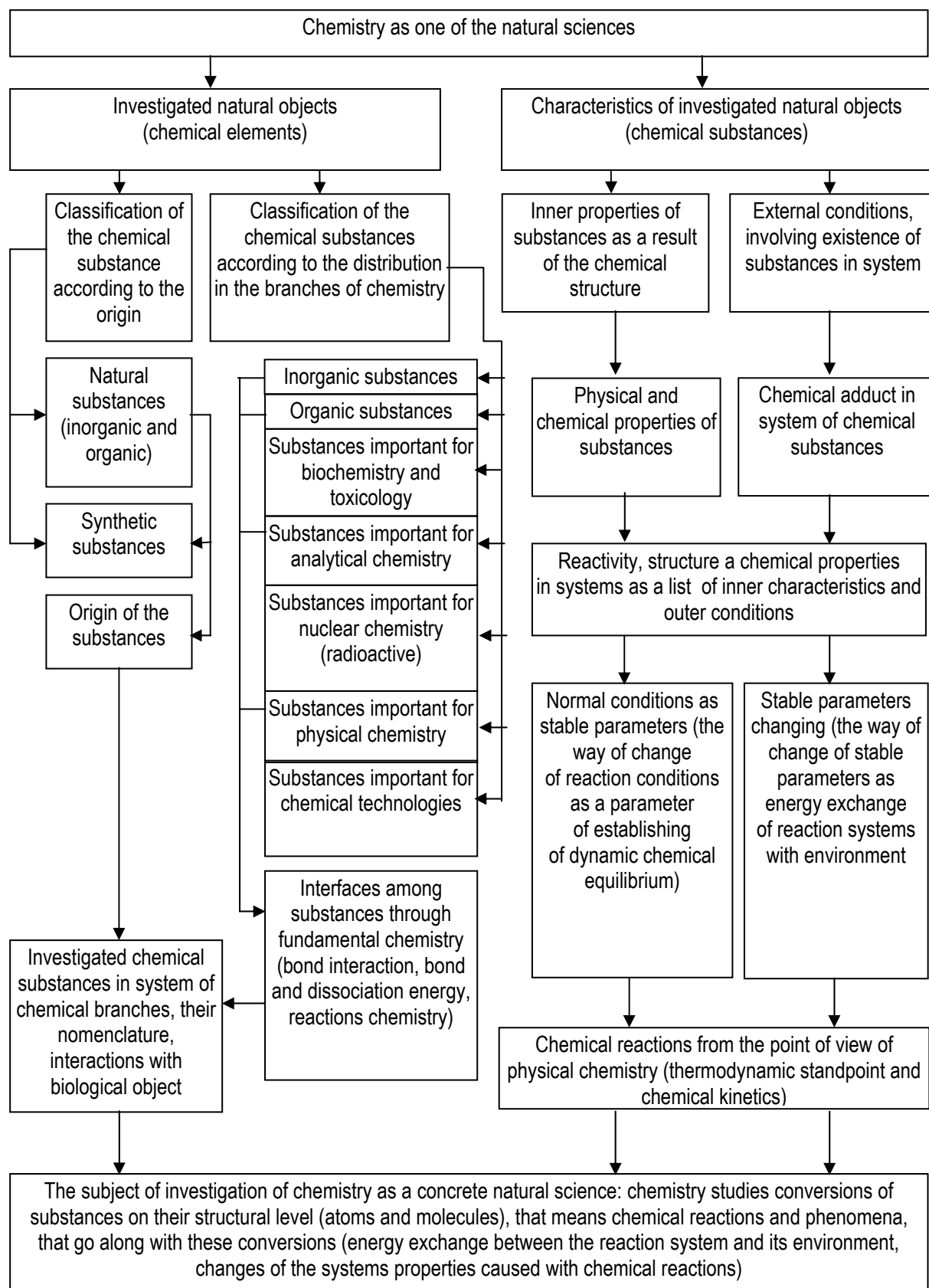
## Analytical-synthetic modeling of the cognitive structure of chemistry



**Fig. 2.1: From a substance as a basic philosophical category to classing the post of Chemistry as a concrete science with the system of other sciences“**



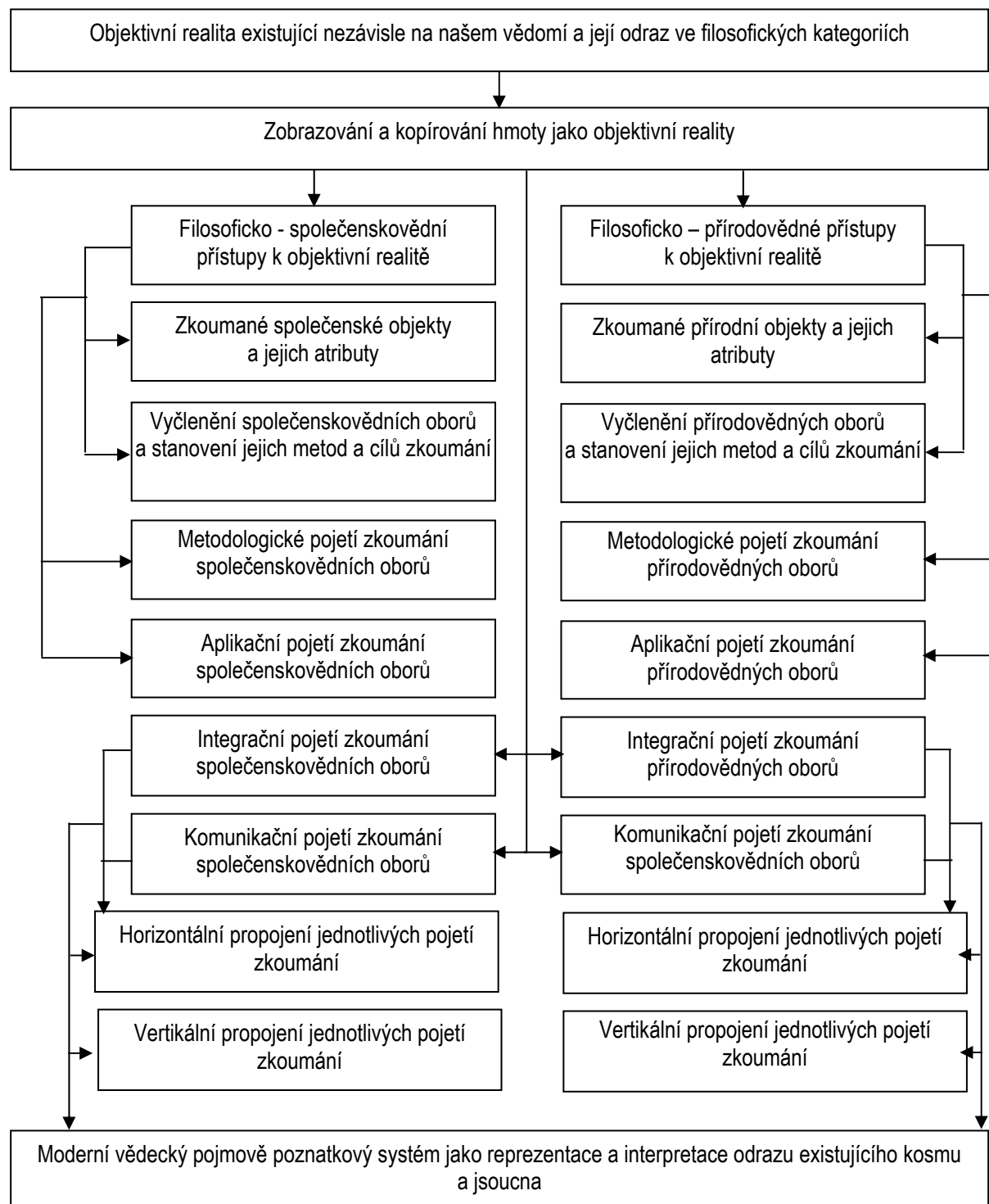
**Fig. 2.2: From a substance as a basic philosophical category to classing the post of Chemistry as a concrete science with the system of other sciences“**



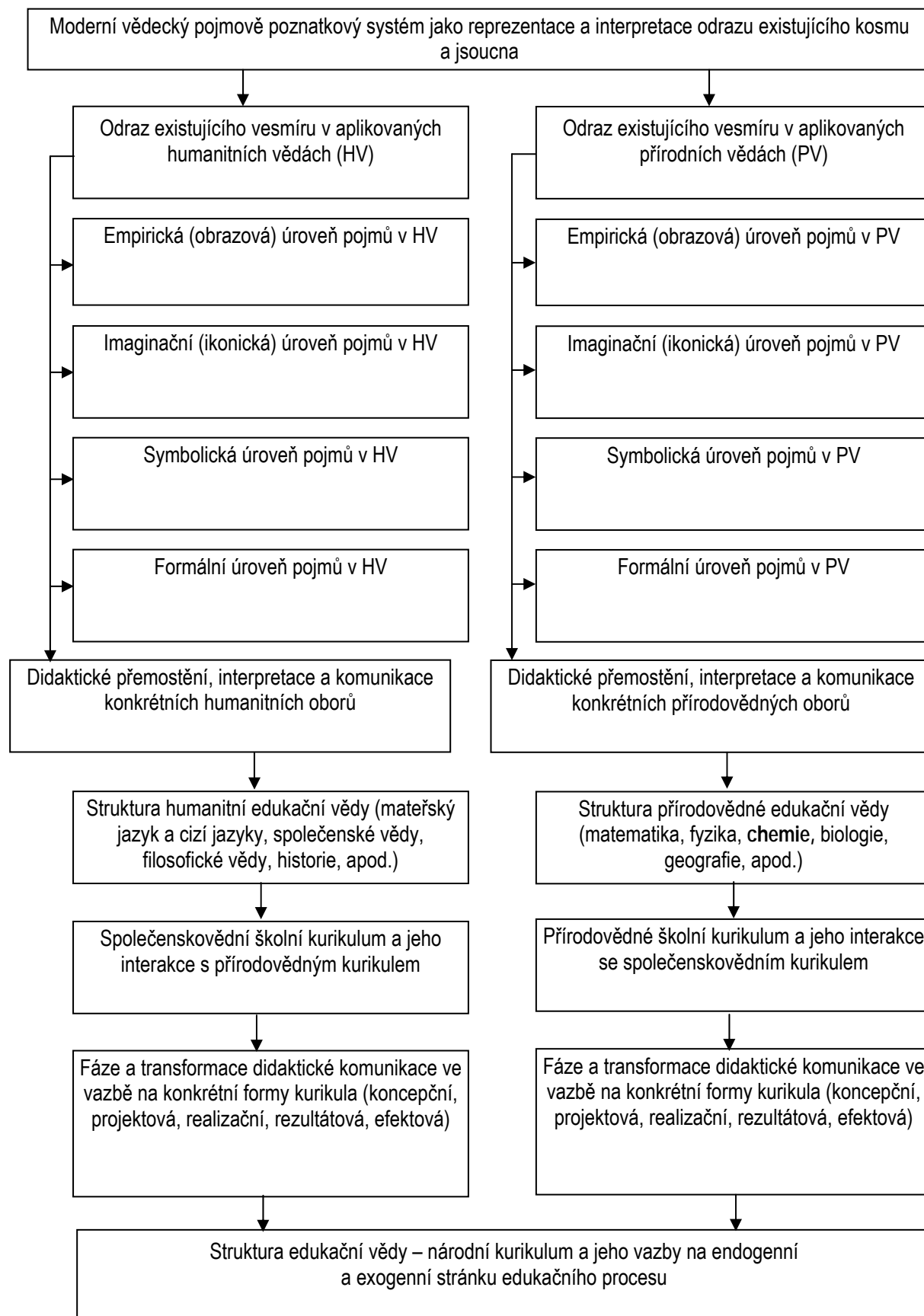
**Fig. 3: From the chemistry as a natural science to the identification of the subject of matter investigated with the chemistry as a concrete natural science“**

Structure of the Fig. 3 was published before now, but in this framework that is the representation of the reference to the analytical-synthetic model of chemistry.

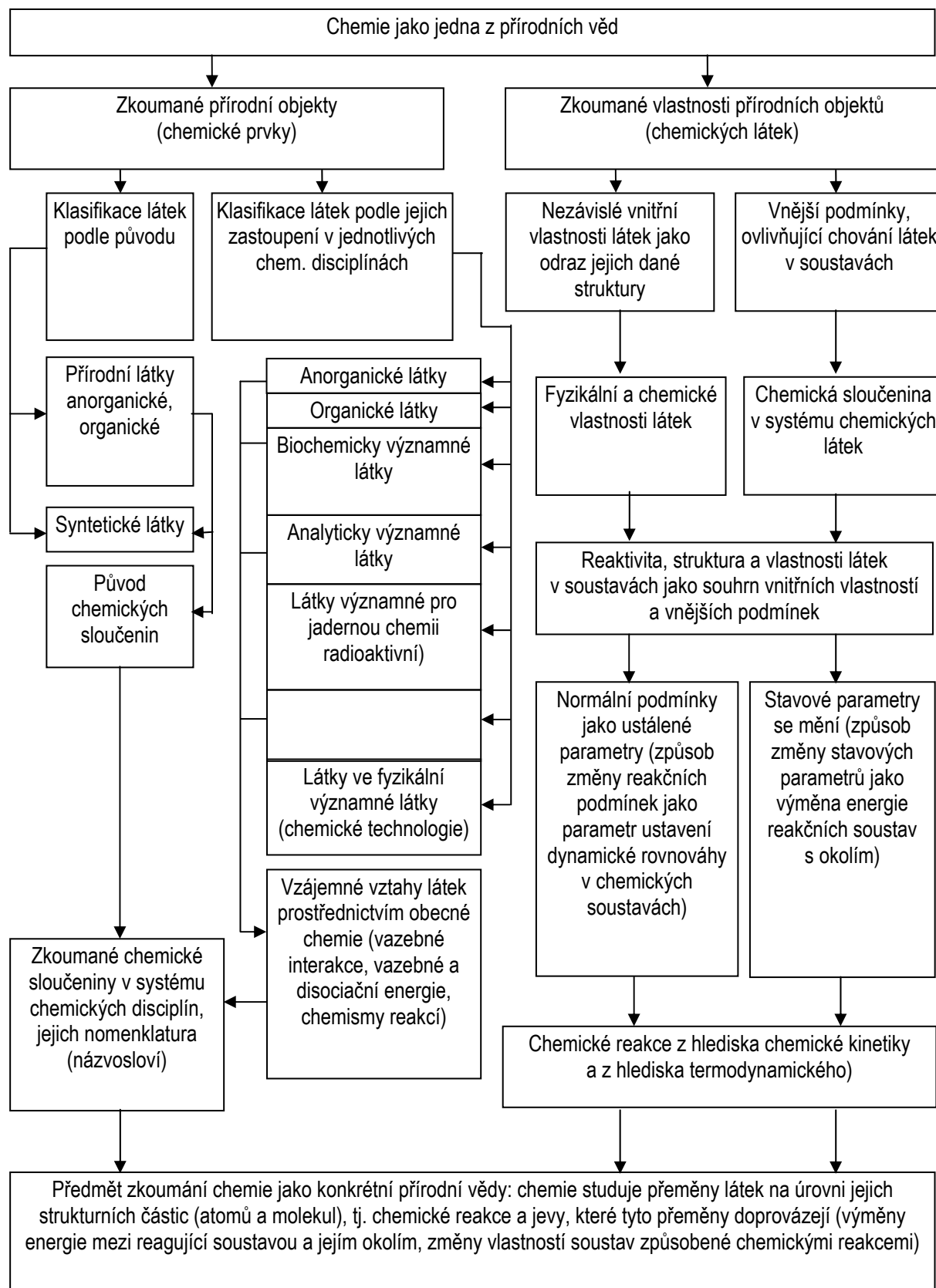
## Zařazení chemie do vědeckého systému – odraz v kurikulárních dokumentech



**Obr. 2.1: Od hmoty jako základní filosofické kategorie k vymezení pozice chemie jako konkrétní přírodní vědy v systému ostatních věd**



**Obr. 2.2: Od hmoty jako základní filosofické kategorie k vymezení pozice chemie jako konkrétní přírodní vědy v systému ostatních věd**



**Obr. 3: Od chemie jako přírodní vědy k vymezení předmětu zkoumaného chemií jako konkrétní přírodní vědou**

## References

- BROCKMEYER, J.: Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In Brochure of Conference “Analytical-synthetic modelling of cognitive structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences)”. New York, 2002. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2002. ISBN80-85456-77-X, EAN 9788085456776.
- ŠKRABÁNKOVÁ, J. Basis of Quantum Chemistry Through Cognitive Structure of Quantum Mechanics. In *Theoretical basis. Brochure of conference „Structure, Formation and Design of Textbook.“* London: Educational Publisher Didaktis Ltd., 2003, p. 70-83. ISBN 80-85456- 09-5. EAN 9788085456097.
- ŠKRABÁNKOVÁ, J., PROCHÁZKA, P.: Analytical-synthetic model of chemistry In: Tarábek,P.,Záškodný,P.: *Educational and Didactic Communication.* London: Educational Publisher Didaktis Ltd., Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4, EAN 9788089160464.
- TARABEK, P.: Levels of internal concept knowledge system. In *Brochure of Conference “Didactic communication and educational sciences (volume 2)”*. New York, V., 2002. Educational Publisher Didaktis Ltd., ISBN80-85456-77-X, EAN 9788085456776.
- TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Brochure of Conference “Analytical-synthetic modelling of cognitive structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences)”. New York, V.2002. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2002. ISBN 80-85456-77-X, EAN 9788085456776.
- TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Brochure of Conference “Structural Textbook and Its Creation”. London, V. 2001. Educational Publisher Didaktis Ltd., ISBN 80-85456-76-1 EAN 9788085456769.
- TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Brochure of Conference “Analytical-synthetic modelling of cognitive structures (volume1: New structural methods and their application)”. London, XII. 2001. Educational Publisher Didaktis Ltd., ISBN80-85456-77-X, EAN 9788085456776.
- TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Brochure of Conference „Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis).“ London, III. 2003. Educational Publisher Didaktis Ltd. ISBN 80-85456- 09-5. EAN 9788085456097.
- TARABEK, P., ZASKODNY, P.: *Brochure of Conference „Structure, Formation and Design of Textbook (volume 2: Theoretical basis).“* London, XII. 2003. Educational Publisher Didaktis Ltd. ISBN 80-85456- 09-5. EAN 9788085456097.
- TARABEK, P., ZASKODNY,P.: Modern Science and Textbook Creation - Choice of Works. In: *Brochure of Conference “Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems)”*. Frankfurt/ Main, X.2004. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2005. ISBN 80-85456-12-3, EAN 9788085456115.
- Van DEURSEN, J.: Theory of brass instruments teaching. National Taipei University of the Arts, Taiwan, 2001.
- Van DEURSEN, J., ZASKODNY,P.: Role of analytical – synthetic modelling in education. In *Brochure of Conference “Didactic communication and educational sciences (volume 2)”*. New York, V.2002. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2002. ISBN 80-85456-77-X. EAN 9788085456776.
- Van DEURSEN, J., ZASKODNY,P.: Cognitive structure and Its Analytical – Synthetic Modelling In *Brochure of Conference „Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis)“*. London, 2003. Educational Publisher Didaktis Ltd. ISBN 80-85456- 09-5. EAN 9788085456097.
- Van DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Analytical-Synthetic Modelling of Investigated Problem. In *Brochure of Conference “Analytical-synthetic modelling of cognitive structure.* Development and research centre of Didactic Institute, London, United Kingdom, November-December 2001.

# Struktura kurikulárního procesu z pohledu jeho účastníků

**Petr Procházka**

Katedra toxikologie, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Hradec Králové  
For correspondence please contact: petr.prochazka2@gmail.com

## Abstract

This paper introduced a new idea of the variant form of curricular process from the point of view of its participants. We considered the case of information donor, acceptor and “creator”, researcher. Thus we created two conceptions of curricular process: first the curricular process in education, and the curricular process in research. We also found out that the form of the curricular process is different in the case of each participant. There are three models described in the paper.

We start with the idea that the information itself is the main designer of curricular process. Thus the information is the changing object inside the curricular process.

## Key words

Curricular process, educational communication, curricular process in research, variant forms of curriculum, information run, curricular process designers.

## 1. Úvod

Tato kapitola se pokusí představit myšlenku relativnosti podoby kurikulárního procesu z různých pohledů. Je zřejmé, že kurikulární proces probíhá podle jasných pravidel. Ale je toto tvrzení absolutní ve všech případech? Vraťme se nyní ke kapitole „Kurikulární proces fyziky“, která představuje jeho podobu pro vzdělávání v oboru fyziky. Zde je podrobně popsána také analýza, pomocí které jsme se dostali k podobě kurikulárního procesu fyziky. V závěru kapitoly je také položena otázka, zda je možné jej aplikovat i do jiných oborů. Bylo navrženo několik oborů, které by podle analýzy mohli být vhodnými objekty pro aplikaci kurikulárního procesu. Odpověď na tuto otázku je jednoduchá: „Ano, možné to je“. Máme tedy vymezená pravidla pro podobu kurikulárního procesu např. ve fyzice, chemii nebo matematice. A jak se zdá, tato pravidla jsou správná. Podoba kurikulárního procesu je logicky strukturovaná a jednotlivé variantní formy kurikulí na sebe „hladce“ a logicky navazují [1,2,3]. To je velice uspokojivý výsledek práce.

Musíme si však uvědomit jeden základní fakt. Tímto faktem je to, že kurikulární proces by bez jeho účastníků vůbec neexistoval. Jinak řečeno, že kurikulární proces je někomu určen. Určen je nejen studentům, ale také učitelům, tvůrcům vzdělávacích materiálů (učebnic, interaktivních materiálů apod.), ale také odborníkům z praxe a výzkumným pracovníkům. Všichni tito lidé jsou přímými účastníky komplexu, který se nazývá kurikulární proces. Proto je nutné také definovat jednotlivé variantní formy kurikulí a vytvořit tak podobu kurikulárního procesu z jejich pohledu. Vzhledem k tomu, že každý z těchto účastníků začíná „pracovat“ s kurikulárním procesem v jiném místě jeho „běhu“, je zřejmé, že některé variantní formy kurikulí se poněkud pozmění. Nebo jinak řečeno, budou nastupovat v jinou dobu.

V této kapitole nejprve definujeme kurikulární proces a proces obecně. Tím se vrátíme nejen ke kapitole „Kurikulární proces fyziky“, ale také k některým předešlým pracím, které se procesem zabývaly. Dále definujeme skupinu účastníků kurikulárního procesu, pro které bude jeho podoba rozdílná a na konec se „dotkneme“ tématu aplikace a podoby kurikulárního procesu ve výzkumu, jelikož výzkumná práce a hlavně její výsledky jsou zásadním mechanismem obnovy informací v celém procesu vzdělávání.

## 2. Definice procesu a kurikulárního procesu

Než se dostaneme k definici podoby a struktury kurikulárního procesu, musíme nejprve pochopit proces jako takový a jeho fungování. Představme si nějaký jednoduchý proces, se kterým se setkáváme v běžném životě. Pro ilustraci jsme vybrali proces vaření čaje v rychlovarné konvici. Nyní



se zamyslete nad tím, co do tohoto procesu vstupuje. Jednak je to voda, dále čaj a např. hrnek. Záměrně vynecháváme rychlovarnou konvici, elektřinu apod., jelikož by pak tato představa přestala být jednoduchou.

Tedy voda. Nejprve je ve stavu, kdy jako každá kapalina kopíruje tvar nádoby, v našem případě potrubí. Dejme tomu, že její teplota je zhruba 10°C. Když budeme chtít vodu přemístit do rychlovarné konvice, otočíme kohoutkem a vodu pomocí tlaku v potrubí necháme do konvice natéct. Tím změníme jednak její tvar, ale také její teplotu (byť o zlomek stupně Celsia) a její rychlost. Dostali jsme se do stavu, kdy je náš proces již v běhu. Pak konvici zapneme a vodu necháme ohřívat. Tím také měníme její stav. Zvyšujeme její teplotu, ale také snižujeme její objem a měníme část její hmoty na skupenství plynné. Když voda dosáhne teploty varu, konvice se sama díky termostatu vypne, resp. přestane odčerpávat elektrickou energii, kterou přeměňovala na teplo a to pak předávala vodě. Vodu s požadovanou teplotou pak nahnutím přelijeme do připraveného hrnku. Tím změníme nejen její tvar, ale také množství, které jsme původně měli v konvici (pokud nemáme v hlavě odměrný válec), dále její teplotu a hlavně její složení (chemické). Tím bychom měli proces z pohledu vody ukončený. Ale tento proces se neskládá pouze ze změny stavu vody (to by proces vaření čaje nemohl existovat), ale také ze změny stavu např. čaje.

Tedy čaj z krabičky od výrobce vyjmeme (předpokládáme, že je ve varném sáčku) a vložíme do připraveného hrnku, který má pokojovou teplotu. Měníme stav čaje, jelikož jsme změnili jeho polohu a v průběhu přenášení jeho rychlost. Když máme ukončenou část s vodou, tedy když má naše voda požadovanou teplotu, tak sáček s čajem přelijeme vodou z konvice. Tím dojde ke změně jeho teploty a chemického složení, jelikož část látek obsažených v čaji „přechází“ do vody. Opět změna stavu. S hrnkem je to obdobné. Také měníme jeho stav (teplota, velikost apod.).

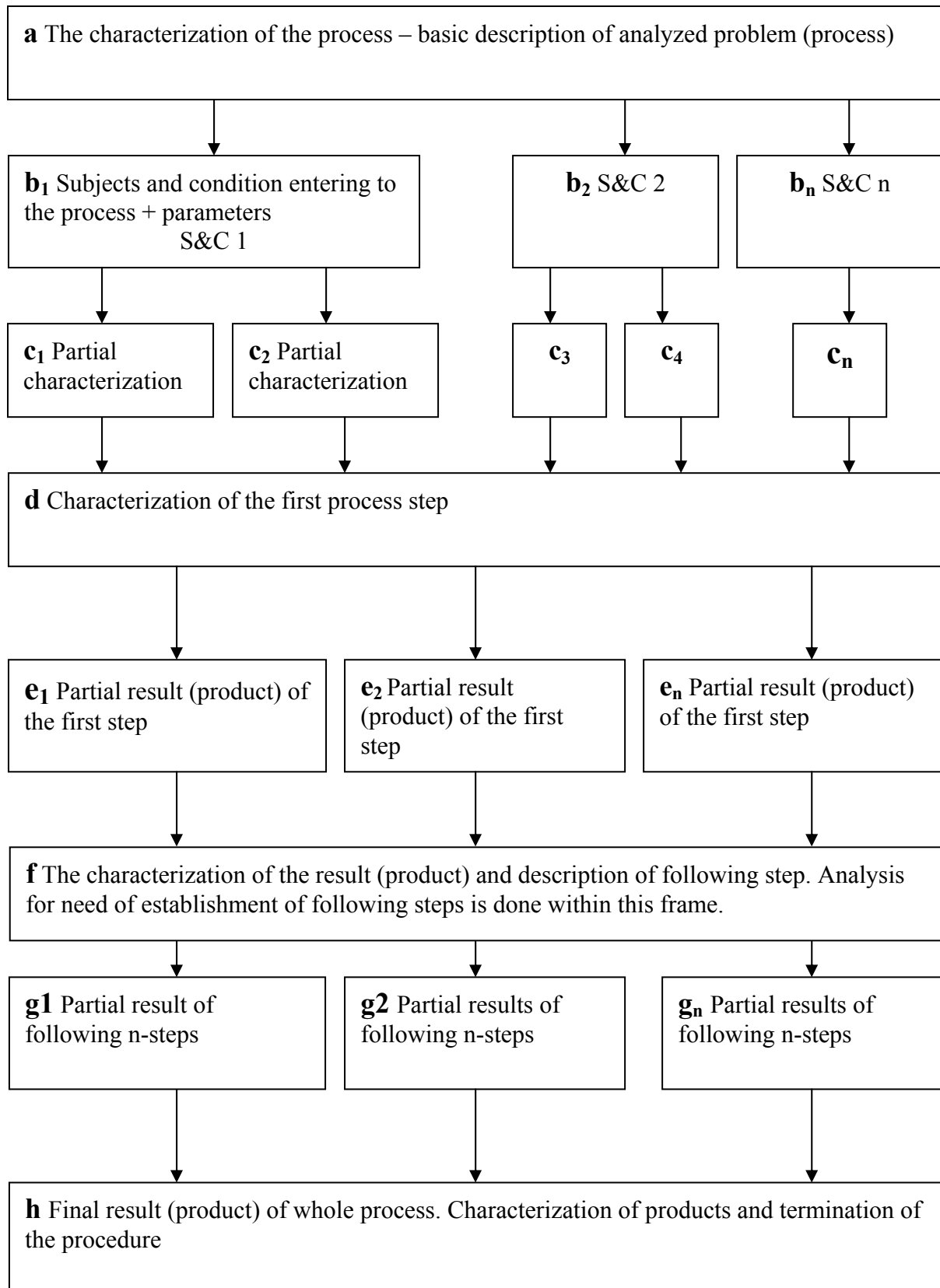
Jak vidíme na příkladu, proces není ničím jiným než změna stavů objektů v něm se nacházejícím [5]. Výše zmíněný příklad je sice velmi triviální a může nejednoho čtenáře možná i urazit, nicméně je to ilustrativní popis toho, co bychom mohli nazvat procesním během. Uvědomíme-li si, že proces tedy není ničím jiným než změna stavu objektů v něm se nacházejících, dospějeme tedy k závěru, že i kurikulární proces nemůže být ničím jiným. Pro ilustraci je proces obecně znázorněn v Obr. 1 [5].

Nyní se podívejme na kurikulární proces, jako sled variantních forem kurikulí. Vracíme se tím ke kapitole „Kurikulární proces fyziky“, ve kterém je kurikulární proces pečlivě popsán. Schématicky tedy můžeme kurikulární proces znázornit takto [2, 3]:

Scientific system → Conceptual curriculum → Intended curriculum → Projected curriculum and Implemented curriculum 1 → Implemented curriculum 2 → Attained curriculum

Výše zmíněné znázornění nám dává pravidla, jak by měl kurikulární proces probíhat. Vrátime-li se však k tvrzení, že proces je sled nebo chcete-li střídání změn stavů objektů, které se v procesu nacházejí, vyvstává zde jedna otázka. Co je tím objektem, který se mění v průběhu kurikulárního procesu? Odpověď je jednoduchá. **Informace**. Právě informace, která je předmětem vzdělávání je tím objektem, který se mění, resp. jehož stav se mění. Chcete důkaz? Zde je. Když informace „spatří světlo světa“, je výsledkem výzkumné práce a je jaksi neuspořádaná, a to z pohledu vzdělávání. Je potřeba ji upravit, aby byla sdělitelná. Zde je první její změna. Poté je zabudována do učebních textů a tím předána jednak učitelů, ale také v základní formě studentům. Poté je prostřednictvím výukových metod předána studentům v rozšířené formě (doplněné o přímý kontakt s učitelem). Další změnu prodělává informace v mysli studenta, kdy si student utřídí informaci a integruje ji do svého myšlení pomocí svých vlastních metod daných jeho duševními možnostmi. Finální změna stavu informace nastupuje její aplikací, resp. při jejím použití studentem, který ji integroval do své mysli. Výsledek této aplikace je zároveň ukazatelem efektivity a kvality kurikulárního procesu.

K osvětlení a zopakování informací o kurikulárním procesu Vás vrátíme zpět ke kapitole „Kurikulární proces fyziky“, kde je tato problematika podrobně rozpracována. Budeme se totiž dále zabývat jednotlivými variantními formami kurikulí z pohledu jednotlivých účastníků kurikulárního procesu.



Obr. 1. Obecný model procesu s použitím metodiky analyticko syntetického modelování [5]

### 3. Vymezení skupiny účastníků kurikulárního procesu a jejich pohled na něj

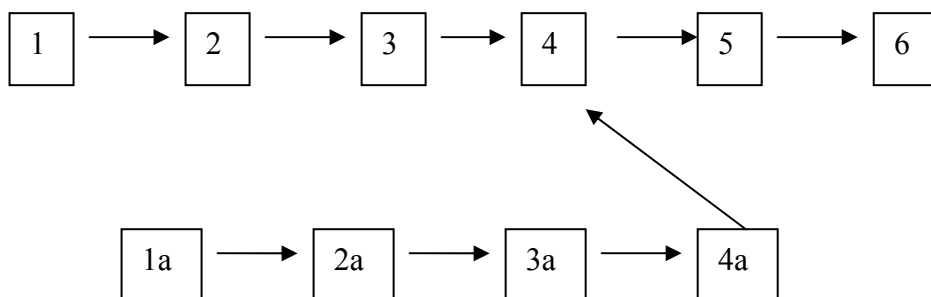
Jak již bylo řečeno, kurikulární proces by bez svých účastníků nemohl vůbec existovat, jelikož je jim určen. Toto tvrzení je sice velice odvážné, nicméně pravdivé. Představme si, že máte informaci, kterou potřebujete předat, ale neexistuje nikdo, kdo by ji byl schopen přijmout. V takovém případě je informace bezcenná, alespoň z pohledu společnosti. Zde bych rád připomněl význam pojmu educational communication. Je to velice důležitý pojem z hlediska komunikace. Pokud není příjemce informace, která má být předmětem komunikace, pak žádná komunikace není. Tento problém má však i další dimenzi. Tou je právě informace sama. Pokud totiž není co předávat (komunikovat), neexistuje ani educational communication ani kurikulární proces. Proto je důležité stanovit podmínky, za kterých bude kurikulární proces existovat a bude „běžet“. Podmínka číslo jedna je existence informace, která má být předána. Podmínka číslo dva je existence jednak donora (dárce) informace, v našem případě učitele, a akceptora (příjemce) informace, zde studenta. Bez splnění tohoto nemůže být kurikulární proces vůbec „životaschopný“.

Zamysleme se nyní nad podobou kurikulárního procesu v případě donora a akceptora informace.

#### 3.1 Edukační kurikulární proces

##### *Donor informace a jeho pozice v kurikulárním procesu*

Řekli jsme, že donorem informace je učitel. Ani toto však není absolutní. Donorem informace může být nejen učitel, ale také výzkumný pracovník, který s informací „přišel“, dále sami studenti, pokud se učí jeden od druhého, ale také my všichni, kteří jsme někdy např. učili své dítě chodit, mluvit, čistit si zuby apod. Každý z nás si v životě „rozhýbal“ svůj malý kurikulární proces. Ale vraťme se však nyní k učiteli. Ten, pokud má informaci předávat studentům, musí si ji také nějakým způsobem osvojit. Tím se stává akceptorem informace a dostává se na úroveň příjemce informace v základní formě (tedy z učebnic) nebo rozšířené formě (tedy z vlastních zkušeností). Podívejme se nyní na schéma na Obr. 2., kde je znázorněn v první linii kurikulární proces definovaný v předchozí kapitole a v linii druhé návaznost s částí kurikulárního procesu pro donora.



Obr. 2. Znázornění průběhu kurikulárního procesu pro donora informace: (1) Scientific system, (2) Conceptual curriculum, (3) Intended curriculum, (4) Projected curriculum and Implemented curriculum 1, (5) Implemented curriculum 2, (6) Attained curriculum, (1a) Conceptual curriculum for donor, (2a) Intended curriculum for donor, (3a) Implemented curriculum 2 for donor, (4a) Attained curriculum for donor.

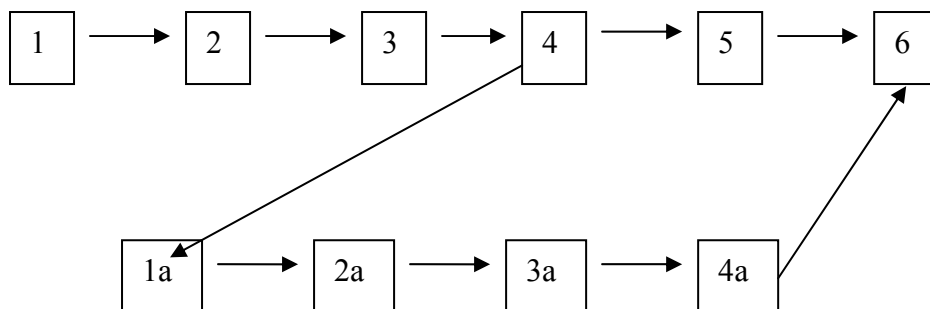
Po prostudování Obr. 2. zjistíme, že pro donora informace úplně vypadl Scientific system a Projected curriculum and Implemented curriculum 1. Pokud považujeme za donora informace pouze učitele, který nemá nic společného s výzkumem (což se však netýká vysokoškolských pedagogů), je pro nás Scientific system naprosto zbytečný, jelikož učitel dostává informace již utříděné. Sám si je však potřebuje také utřídít, jinak řečeno přizpůsobit je vlastnímu myšlení. To je v našem případě (1a) na Obr. 2. tzv. Conceptual curriculum for donor. Poté si vstřebané informace připraví pro výuku pomocí vytvoření osnov nebo základních učebních plánů a textů. Tím se dostává na (2a) na Obr. 2., tzv. Intended curriculum for donor. Takto předpřipravené a vstřebané informace poté podrobí vlastnímu „testování“ např. formou opakování nebo cvičeními, aby je v mysli co nejpevněji ukotvil

a měl je tak připravené pro výuku. Proces pokračuje na (3a) na Obr. 2., tzv. Implemented curriculum 2. Záměrně nám zde vypadlo Projected and Implemented curriculum 1, jelikož to je přesně fáze, kdy probíhá výukový projekt a on je jeho přímým aktérem, donorem informace. Když si vstřebané informace pečlivě „otestuje“, může je teď přímo aplikovat, tj. (4a) na Obr. 2., tzv. Attained curriculum for donor. Tato aplikace se týká přímo výuky, tzn. on sám se vrací do kurikulárního procesu do fáze Projected curriculum and Implemented curriculum 1, tj. (4) na Obr. 2. Tato podoba kurikulárního procesu však neplatí v případě „výchovy“ nového učitele, resp. v případě jeho vzdělávání na pedagogických fakultách. Pak je platná podoba původní podoba kurikulárního procesu.

### **Akceptor informace a jeho pozice v kurikulárním procesu**

Akceptorem, neboli příjemce informace může být naprosto kdokoliv, kdo je „vystaven“ jejímu příjmu. V předchozí podkapitole jsme si řekli, že i donor, neboli poskytovatel informace může být za jistých okolností i jejím příjemcem. Tyto okolnosti jsou naprosto jasné. Kdykoliv, kdy se s informací seznámí, např. z knihy nebo učebnice, stává se jejím příjemcem. Tedy příjemcem informace jsme naprosto všichni, a to bez výjimky.

Zabýváme se však studentem a jeho pozicí v kurikulárním procesu, neboť ten společně s učitelem je nejdůležitějším aktérem kurikulárního procesu. Řekli jsme si, že v případě donora se podoba kurikulárního procesu změní. Stejně tomu bude v případě akceptora informace, v našem případě studenta. Podoba bude však naprosto odlišná. Na Obr. 3. můžete podobu kurikulárního procesu z pohledu studenta sledovat.



Obr. 3. Znázornění průběhu kurikulárního procesu pro akceptora informace: (1) Scientific system, (2) Conceptual curriculum, (3) Intended curriculum, (4) Projected curriculum and Implemented curriculum 1, (5) Implemented curriculum 2, (6) Attained curriculum, (1a) Conceptual curriculum for acceptor, (2a) Intended curriculum for acceptor, (3a) Implemented curriculum 2 for acceptor, (4a) Attained curriculum for acceptor.

Z obrázku je patrné, že podoba kurikulárního procesu je jak pro donora, tak i pro akceptora informace naprosto stejná, nicméně každá z forem nastupuje v jinou dobu. Je to dáno pozicí jednotlivých účastníků v systému. Zdá se, že donor informace je hierarchicky nadřazen akceptorovi, a také tomu tak je, identifikujeme-li donora jako učitele a akceptora jako studenta. Musíme si však uvědomit jednu základní skutečnost. Totiž, že i donor je před tím, než se donorem stane, nejprve akceptorem. Proto je podoba kurikulárního procesu, respektive její část nebo forma pro oba stejná. Proto by logičtější východisko z tohoto stavu bylo, že právě pojem akceptor je hierarchicky nadřazen pojmu donor.

Podívejme se nyní zpět na Obr. 3. a popišme si jej. Student se s informací setká prostřednictvím (4) na Obr. 3., a to Projected and Implemented curriculum 1. Poté si tuto informaci musí sám utřídit, tak si sám vytváří (1a), totiž Conceptual curriculum for acceptor. (2a) na Obr. 3. značí Intended curriculum for acceptor, což v našem případě znamená, že si akceptor informaci zapisuje a vytváří si tak svůj vlastní interní výukový materiál. Poté, co jej má utříděný a zapsaný, může nastat fáze „testování“ informace, nebo respektive pevnosti její vazby v jeho mysli. Student tak postupuje na (3a), tj. Implemented curriculum 2 for acceptor. Svými vlastními metodami si informaci „otestuje“ a upevní její vazby ve své mysli. Pokud toto zvládne, dá se proces považovat za téměř ukončený. Zbývá už jen informaci použít, čímž se dostává na (4a), tedy Attained curriculum for acceptor. Nyní je jeho verze kurikulárního procesu u konce.

Z obrázku je patrné, že původní koncepce kurikulárního procesu je po Projected curriculum and Implemented curriculum 1 nedostačující. Vytvořili jsme pro ilustraci jakousi smyčku, pomocí které jsme demonstrovali, že proces integrace informace v myslí studenta je složitější a že je zapotřebí na něj pohlížet jako na „malý“ a samostatný kurikulární proces (z hlediska koncepce kurikulárního procesu). Rád bych zde připomněl, že pokud by tato koncepce nebyla vytvořena, nemohli bychom náš „malý“ kurikulární proces pro integraci informace v myslí studenta vůbec vytvořit.

### 3.2 Kurikulární proces ve výzkumu

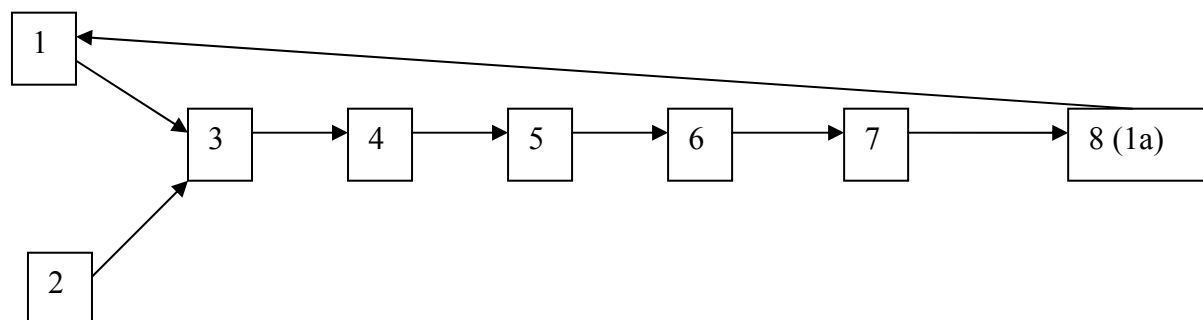
#### *Výzkumný pracovník a jeho pozice v kurikulárním procesu*

Definovali jsme si podobu kurikulárního procesu pro učitele a studenta. Ale co výzkumný pracovník? Jaký je jeho význam v kurikulárním procesu? Do skupiny výzkumných pracovníků také patří většina vysokoškolských pedagogů. Většina z nich totiž musí projít procesem kvalifikace. Ten zahrnuje nejen doktorandské studium, ale také veškerá postgraduální studia a kvalifikace. Pro získání titulu docent nebo profesor je v současnosti nutné vyvíjet aktivní vědecko výzkumnou činnost. Výzkumný pracovník musí pracovat nejen s informacemi již danými, ale také s informacemi naprosto neupravenými a neuspořádanými. Proto je jeho pozice v kurikulárním procesu nejsložitější. Právě on je tím mechanismem, který do kurikulárního procesu přináší nové informace.

Zamysleme se nyní nad tím, jak vědecká práce, nebo chcete-li výzkumný projekt probíhá. Představte si nyní, že dostanete výzkumný úkol. Nejprve si musíte udělat rešerši známých informací. Vzhledem k tomu, že má být výsledek této práce inovativní, nemůžete vycházet pouze již z aplikovaných výsledků jiných autorů. Musíte se také orientovat v teoretické stránce dané věci. Vycházíte nejen z Attained curriculum toho oboru, ale zároveň ze Scientific system tohoto oboru. Uvedeme příklad. Představte si, že jste dostali za úkol vyzkoumat, zda určitý materiál vydrží teplotu 200°C. Víte, že již předchozí autoři zjistili, že tento materiál snese teplotu 150°C. To je právě Attained curriculum, ovšem někoho jiného. Ale zároveň musíte zjistit, zda chemické složení materiálu a technické parametry jsou schopné stanovenou teplotu zvládnout. Nyní pracujete se Scientific system, v našem případě materiálového inženýrství. Vaše rešerše se skládá z informací, získaných z těchto dvou systémů. Pokud jste ji dokončili, vytvořili jste si Conceptual curriculum. Nyní vyvstává otázka, jak bude kurikulární proces pokračovat. Když jste zjistili, že pokus je možné provést, musíte vytvořit a naplánovat metodu, kterou při něm použijete. Zde bych rád připomněl, že stále pracujeme s informací, proto je pojem curriculum stále aktuální, byť ji zatím nikomu nepředáváme. Tedy naplánovaná a realizovaná metoda je „ztělesněním“ Projected and Implemented curriculum 1. Zde mi dovoluje vlastní označení. Vzhledem k tomu, že jde o metodickou část, nazval jsem jej Methodological curriculum. Nejde sice o výuku studenta, ale akceptorem informace jste v tomto případě Vy. Sami se učíte.

Přejděme nyní dál. Získali jste výsledky ze své práce. Ale ty samy o sobě jsou naprosto bezcenné, pokud neprojdou zpracováním. Zde nastupuje Implemented curriculum 2. K takovému zpracování potřebujete metody matematiky a hlavně statistiky. Proto jsem si i zde dovolil vlastní označení: Result curriculum.

Pokud získáte výsledky, které jsou relevantní, získali jste tím i nové Attained curriculum. Pokud se Vám podaří vytvořit z něj sdělitelnou informaci, dostáváte se přes Conceptual curriculum k Intended curriculum (učebnice, vědecký článek, skripta apod.), čímž vlastně obohacujete Scientific system, v našem případě materiálového inženýrství. Pro ilustraci je celý proces znázorněn na Obr. 4.



Obr. 4. Znázornění kurikulárního procesu v rámci výzkumu: (1) Scientific system oboru, (2) Attained curriculum dané informace před výzkumem, (3) Conceptual curriculum – rešerše, (4) Methodological curriculum – plánovaná a realizovaná metoda výzkumu, (5) Result curriculum – zpracování výsledků výzkumu, (6) Attained curriculum informace z výsledků výzkumu, (7) Conceptual curriculum – sdělitelná informace ze zpracovaných výsledků výzkumu, (8 – 1a) Obohacený Scientific system daného oboru.

Jak je z výkladu patrné, úplně zde bylo eliminováno Intended curriculum. Je to proto, že zde hraje jen malou roli a částečně splývá s Methodological curriculum. Pokud je v případě výzkumného pracovníka vysokoškolský pedagog, potom vychází již z obohaceného Scientific system a pokračuje v kurikulárním procesu podle pravidel.

## 4. Závěr

V této kapitole jsme si ukázali podobu kurikulárního procesu ze tří pohledů. Je tedy zřejmé, že existují minimálně tři „designéři“ kurikulárního procesu [6]. Jsou jimi donor informace (v našem případě učitel), akceptor informace (student) a výzkumný pracovník. Pokud bychom kurikulární proces podrobili další analýze, jistě bychom našli i další jeho „designéry“.

Musíme si však uvědomit jeden fakt, a to je ten, že uvnitř kurikulárního procesu se pohybuje informace, která se v jeho průběhu mění a dostává tak finální podobu až na jeho konci. Tato podoba musí být vždy žádaná. Proto je nutné kurikulární proces dostatečným způsobem sledovat a kontrolovat všechny jeho dílčí vstupy a výstupy.

Jak vyplývá z našeho pojednání, podoba kurikulárního procesu, jak byla navržena v kapitole „Kurikulární proces fyziky“, bude platná pouze pro nezúčastněného pozorovatele a informace samotné. Pro jakéhokoliv zúčastněného aktéra procesu se bude jeho podoba měnit.

## Literatura

- [1]. TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Brochure of Conference “Analytical-synthetic modeling of cognitive structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences)”. New York, V.2002. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2002. ISBN 80-85456-77-X. EAN 9788085456776.
- [2]. ZASKODNY, P.: Theory of Education Communication and Cognitive Structure of Physics. In: Brochure of Conference "Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems)". Frankfurt/ Main, X.2004. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2005. ISBN 80-85456-12-3, EAN 9788085456115.
- [3]. TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Modern Science and Textbook Creation - Choice of Works. In: Brochure of Conference "Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems)". Frankfurt/ Main, X.2004. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2005. ISBN 80-85456-12-3, EAN 9788085456115.
- [4]. PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P., TARABEK, P. *Optimalization of the systemic evidence of returnable packaging transport - analytical-synthetic model*. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 2007. SOLI 2007, Philadelphia, PA, USA 27 -29 Aug. 2007. ISBN 978-1-4244-1118-4
- [5]. PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P. *Analytical-synthetic model of mathematic integration*. In monograph: "Educational and didactic communications", 2007, Didaktis, Bratislava. p. 97-105. ISBN 978-80-89160-46-4.
- [6]. KELLY, A. V. *The Curriculum Theory and Practice*. London : Ports Mouth, 1989.
- [7]. ADAMČÍKOVÁ, V., TARABEK, P. Didactic communication in theory of education. Educational and didactic communication. 2007, vol. 1, s. 3 – 11.
- [8]. ADAMČÍKOVÁ, V., TARABEK, P., ZASKODNY, P. Didactic phases of concept-knowledge systems in process of didactic communication. Educational and didactic communications. 2007, vol. 1, s. 39 – 48.
- [9]. FENCLOVA – BROCKMEYEROVA, J. Introduction to Theory and Methodology of Didactics of Physics (Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky). Prague: SPN, 1982.
- [10]. PRŮCHA, J. Modern Educational Science (Moderní pedagogika). Prague: Portal, 2005.

## Předběžná recenze

Príspevek autora navrhují přejmenovat – místo názvu „Kurikulární proces a jeho variantní podoba“ použít název „Struktura kurikulárního procesu z pohledu jeho účastníků (aktérů)“.

Autor přináší několik nových pohledů na kurikulární proces obecně i na kurikulární proces fyziky zvláště. V původních pracích P.Záškodného je „objektem“ kurikulárního procesu“ transformačně se měnící variantní formy existence obsahu vzdělávání. Z hlediska východiskové teorie, na kterou práce P.Záškodného navázaly (teorie didaktické nebo lépe vzdělávací komunikace v pojetí J.

Brockmeyerové a P. Tarábka), je tento měnící se obsah vzdělávání přenosem speciální informace utvářené a zprostředkované v průběhu edukačního procesu.

P. Procházka přináší dva nové pohledy – pohled „donora informace (většinou učitele)“ a „akceptora informace (adresáta edukace, většinou studenta nebo žáka)“ v rámci edukačního procesu a pohled „výzkumného pracovníka (např. vysokoškolského pedagoga, ať již v rámci vysokoškolské edukace nebo v rámci jeho vlastního výzkumu)“.

Pohled „donora a akceptora informace“ je v pojetí P. Procházky spojen s přenosem speciální informace utvářené a zprostředkované v průběhu edukačního procesu. Pohled „výzkumného pracovníka“ je v pojetí P. Procházky spojen s přenosem nově objevené informace, která je posléze také zprostředkovávána zájemcům o vědní obor, v jehož rámci informace vzniká.

Podle mínění recenzenta mají „speciální informace zprostředkovávaná edukačním procesem v rámci vzdělávací komunikace“ a „nově objevená informace zprostředkovávaná výzkumným procesem v rámci vědecké komunikace“ odlišnou kvalitu z hlediska původních prací P. Záškodného o kurikulárním procesu (vědecký systém, konceptuální kurikulum jako sdělitelný vědecký systém, zamýšlené kurikulum jako vzdělávací systém, projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 jako výukový projekt, implementované kurikulum-2 jako dosažené výsledky edukace, dosažené kurikulum jako aplikovatelné výsledky edukace).

„Speciální informace zprostředkovávaná edukačním procesem v rámci vzdělávací komunikace“ rozvíjí strukturu kurikulárního procesu o dvě podstruktury – podstrukturu „donora informace“ a podstrukturu „akceptora informace“ (viz obr.1 a obr.2 příspěvku P. Procházky). „Nově objevená informace zprostředkovávaná výzkumným procesem v rámci vědecké komunikace“ přináší podle mínění recenzenta novou kvalitativní podobu kurikulárního procesu – tato nová kvalitativní podoba je podle obr.3 spojená především se zavedením metodologického kurikula (které do jisté míry rezonuje podle P. Procházky s „Projektovým kurikulem a Implementovaným kurikulem-1“ edukačního kurikulárního procesu) a „Statistického kurikula“ (které do jisté míry rezonuje podle P. Procházky s „Implementovaným kurikulem-2“ edukačního kurikulárního procesu).

Jak lze v případě „Speciální informace zprostředkovávaná edukačním procesem v rámci vzdělávací komunikace“ hovořit o „edukačním kurikulárním procesu“, pak nová kvalita v případě „Nově objevená informace zprostředkovávaná výzkumným procesem v rámci vědecké komunikace“ vede podle mínění recenzenta k potřebě používat termín „výzkumný kurikulární proces“.

Dalším novým přínosem P. Procházky je charakterizování kurikulárního procesu jako posloupnosti měnících se stavů, které by při ukončení dílčí transformace měly mít charakter stavu rovnovážného. S tímto názorem recenzent souhlasí. Odtud vyplývá také potřeba zkoumat kurikulární proces z pohledu jednotlivých „designerů“ kurikula (minimálně z pohledu tvůrce kurikulárních dokumentů, edukátora a edukanta a z pohledu nově zavedených podstruktur doplňujících strukturu edukačního kurikulárního procesu). Výzkumný kurikulární proces by měl být podstoupen asi rozsáhlejší strukturální analýze – recenzent si není jist, zda název „statistické kurikulum“ dostatečně vystihuje obdobu „implementovaného kurikula-2“ (zpracování výsledků výzkumu je spojeno s použitím širší škály metod zpracování než jen s metodami statistickými).

Autora je nutno vyzvat k jazykovému propracování textu příspěvků (líbivější a stylisticky elegantnější čeština by neškodila) a k úplnější citaci literatury. Rovněž lze autora podpořit v jeho snaze vytvořit pokračování – Quality management in education. Toto pokračování by mohlo umožnit parametrizaci jednotlivých rovnovážných stavů jako výsledků transformací variantních forem kurikula z pohledu účastníků kurikulárního procesu i z pohledu „designerů“ kurikula.

V Českých Budějovicích, 1.11.2008

P. Záškodný

### **Poznámka editora:**

Příspěvek začíná řešit jeden z nedostatků koncepce kurikulárního procesu, jenž byla prezentována na konferenci „Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu“ organizované Centrem pedagogického výzkumu (Pedagogická Fakulta, Masarykova Univerzita) v Brně ve dnech 25.- 26. června 2008. Na této konferenci byla vznesena kritická připomínka k faktu, že fáze kurikulárního procesu nepostihují všechny formy, typy, roviny kurikula, jak jsou prezentovány v odborné literatuře. Z tohoto pohledu je příspěvek přínosem, jež koncepci kurikulárního procesu doplňuje o některé další formy kurikula.

# Altruistic Motivation, Empathy, and Affiliation

## An Analysis of Data Collected Amongst Undergraduate Social Work Students: Contribution to Creation of Psychology Conceptual Curriculum

Zdenek Mlcak, Helena Zaskodna

This research has been made possible through the project GAČR No. 406/06/0861, titled “Prosocial Behaviour: Examining the Concept with a Particular Focus on Altruism, Affiliation, and Empathy”.

### Abstract

Applying quantitative analysis, this paper examines the relationship between altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation in female university students majoring in Social Work studies. As our research indicates, the examined variables interact in reciprocal relations: while high levels of altruistic motivation may be accompanied by either a high level of emotional empathy and affiliation, or mutually inverse levels of both variables, low levels of altruistic behaviour appear to be connected only with low levels of emotional empathy and affiliation.

### Keywords

Prosocial behaviour, altruism, altruistic motivation, emotional empathy, affiliation, assistance/helping

## Introduction

As opposed to the existing Anglo-Saxon research, altruistic behaviour, which belongs to the category of prosocial behaviour, has been largely absent from the research scope of domestic psychological literature. A similar trend appears to affect also the research categories of empathy and affiliation.

This paper offers an exclusive examination of empirical relations among the concepts of altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation, as demonstrated by female students majoring in Social Work - a profession that as its primary prerequisite calls for committed and selfless will to help others.

## Prosocial Behaviour and Other Related Concepts

According to S. Penrod (1983), who historically places the origin of the term ‘prosocial behaviour’ into the 1960s, the notion was generally used to define so-called culturally desirable forms of behaviour such as initiatory rituals, parental punishments, and other forms of prosocial aggression that certain cultures viewed as beneficial with the support of a particular intention. Only much later, the term prosocial behaviour began to be associated with positive and socially responsible forms of behaviour, which scholars at present identify as opposite to antisocial behaviour.

In the scope of contemporary sociology, the term prosocial behaviour is applied as a rather vague term and is often wrongly confused with other concepts. For the purposes of our scientific inquiry, we shall adopt H. W. Bierhof’s (1990) definition of the term<sup>1</sup>, which characterizes prosocial behaviour as an intention of a subject to benefit another person and her simultaneous ability to exercise freedom of choice. Within this framework, the term can be further narrowed to describe a subject’s behaviour motivated by her free choice with the aim to benefit another person.

One of the first theoreticians of prosocial behaviour, L. G. Wispé (1972), maintained that the concept needed to be examined from the perspective of the following socially positive forms:<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Cited in Hewstone et al, 1996

<sup>2</sup> Cited in Zanden, 1987



1. Sympathy (compassion): an action that expresses an individual's interest or sharing of another person's pain, sorrow, and other unpleasant experiences;
2. Cooperation: a form of behaviour grounded in an ability and willingness of an individual to cooperate with others, and not always for their mutual benefit;
3. Donation: an action of presenting gifts or other contributions offered for charitable reasons;
4. Helping: a behaviour which demonstrates one's support for others with the intention of assisting them in gaining a particular object or achieving a specific goal;
5. Altruism: an action performed for the benefit of another individual without expecting any external rewards.

Further contributing to the above methodological framework, G. Carlo and B.A. Randall (2002) contextually distinguish prosocial behaviour in terms of six types defined on the basis of the subject's motivation:

1. Altruistic prosocial behaviour refers to a subject's voluntary help that is primarily motivated by her interest in another person's needs and benefits, and that often originates in her sympathy and other internalized moral norms or principles. Since the helping subject mainly concentrates on the other person's need, her action often results in incurring her own expenses or losses. Although a number of theoreticians challenge the mere existence of altruistic behaviour, several evidences are present that may support it. Amongst the most distinct pointers, scholars have been highlighting the heredity of compassion and sympathy and their evolutionary adaptive function, stability of human altruistic behaviour in the process of ontogenesis, and a significant link between certain personality variables and prosocial behaviour, which have been detected in different contexts.
2. Compliance can be defined as a helping action motivated by an individual's reaction to another's verbal or nonverbal appeal. This form of helping is present in society more frequently than the spontaneous form. It also appears that a higher level of compliance relates not only to a higher level of moral reasoning, which can be oriented at achieving some social recognition, but also to a higher level of acceptance of different perspective and compassion.
3. Emotional prosocial behaviour is aimed at helping others in emotionally charged situational conditions (i.e. a person's painful injury). These situations can arouse sympathy in an observer, but also a high level of anxiety and personal distress. Research shows that helping in emotionally highly charged situations is strongly motivated by sympathy, which reflects the helping subject's tendency to focus on others rather than self, and also her high level of empathy.
4. Public prosocial behaviour is a public form of action that may be at least partially motivated by a wish to receive acceptance and respect from others. Such public display of helping actions is sometimes associated with motives related to the subject herself, e.g. a desire to gain prestige and appreciation, behave in a socially acceptable manner, and present oneself in a positive way. This form of helping is not necessarily associated with one's feeling of compassion or accepting the point of view of another person who is experiencing some form of need, and therefore cannot be explained by a higher level of moral reasoning.
5. Anonymous prosocial behaviour is a helping action performed in the absence of the subject's knowledge of who will benefit from her deed. This form of conduct is largely motivated by positive feelings experienced in relation to the fact that a person made a good deed.
6. Prosocial behaviour in urgent situations refers to helping actions aimed at people who appear in crisis or are experiencing an emotional distress (e.g. frustration or stress).

Modern psychological research has not yet completely classified all basic types of prosocial behaviour. As apparent from the two categorization systems examined above, individual forms of prosocial behaviour cannot be viewed as contextually independent, rather must be seen as mutually interdependent. In the next section, we shall examine in more detail the concept of altruism, which has been at the center of

scholarly disputes over its mere existence; denied its importance by some scholars, while claimed to be an independent form of prosocial behaviour by others.

## **Altruism and its Motivations**

At present, the contention over what forms the substance of altruistic behaviour appears to reap rather unclear results, as it is situated in the realm of interdisciplinary scientific inquiry, including research carried out in the fields of psychology, sociology, biology, socio-biology, anthropology, philosophy, theology, and pedagogy.

A large majority of scholars focusing their research on this subject defend a traditional view that altruistic behaviour is essentially impossible, as helping actions stem from naturally egoistic motivations of any human conduct. However, there are others who passionately strive to deny this proposition and aim to establish the possibility that true altruism exists, and that moreover it is not only connected to an increase in others' benefits, while gaining no profits and neglecting all own personal interests, but also to a possibility of serious personal losses, or even a self-sacrifice.

One of the most pressing issues in terms of altruistic behaviour research seems to be how to define the concept. Over the years, a number of scholars presented their definitions, including J. C. Wakefield (1993), who suggested to differentiate between the notions of a so-called altruistic personality, which in his view characterized personal traits showing a steady predisposition towards altruism, and altruistic behaviour as such, which can be performed by any individual, even such who does not possess an altruistic personality. In this sense, Wakefield delineates altruistic behaviour as a more fundamental notion, one that can be defined both in terms of a certain form of behaviour and its motivations. When defined from the perspective of a behavioural type, altruism represents an action that benefits others, and is performed with the particular goal of achieving a beneficial result.

However, none of the above classifications appear to maintain a sufficient value, and display several weak points. For instance, an individual's altruistic behaviour can fail in terms of reaching a beneficial result, when the helping subject does not know what is truly beneficial for the other person. Even the action of helping itself cannot necessarily represent a decisive attribute of altruistic behaviour, as it can be performed with the purpose of gaining own profit (for instance, a handout given to a homeless person motivated by one's fear of being attacked). Finally, helping can also be associated with forcible removing of means from an individual who behaves in a self-destructive manner.

According to J. C. Wakefield (1993), the real decisive feature defining prosocial or altruistic behaviour is latent motivation aimed at a certain goal, i.e. helping another individual. Nevertheless, not even a motive aimed at helping someone else needs to be necessarily altruistic, especially when it is primarily focused on gaining a certain profit (e.g. commercial activities). Human behaviour can be viewed as altruistic, when a person's motivation is to benefit the beneficiary, and when he/she is convinced that his/her actions will result in certain costs that will ultimately outweigh any possible gains. From this point of view, an individual who helps another person while focusing on gaining certain profit, but suffers some losses in the process, does not act in an altruistic manner. On the contrary, actions which result in the subject's unintentional and unexpected, however real, profit, can be assessed as altruistic. Therefore, an individual's action can be viewed as altruistic only if her final motive stays purely altruistic.

In sum, for the purposes of this study, we shall define prosocial altruistic behaviour as a person's autonomous action motivated by her tendency to increase another individual's benefit, without anticipating any rewards, profits, or benefits.

In the sphere of psychology, a number of motivational theories were developed that attempt to successfully explain the causes of a human prosocial behaviour, both within the scope of the social-psychological paradigm, which conceptualizes altruism as a behaviour acquired in the process of socialization, e.g. through social strengthening, imitation and identification, and the scope of biological-psychological paradigm, which explains altruistic behaviour as a genetically determined and internal mechanism shared by all human beings.

Sigmund Freud's classical psychoanalysis stems from hedonistic principles, represented by the view that human behaviour is primarily motivated by a desire to gain pleasure and avoid unpleasant or stressful experiences. Psychoanalysis treated altruism as a defense mechanism, or a reaction to suppressed egoistic motives, and as such explained the notion as a reactive formation. According to C. Rycroft (1993), a reactionary formation represents a defense process or mechanism, which copes with unacceptable impulses by highlighting the opposite tendency. In some cases, an extreme altruism can turn into a defense mechanism rooted in libido sublimation. Altruistic behaviour can also be brought about due to a person's identifying with another individual, through which one's unconscious narcissistic or other needs can be satisfied. Although classical psychoanalysis deems the final motivation of altruistic behaviour to be purely egoistic in its nature, in the later years of its development, when, for instance, the theories of objective relationships/attitudes, ego-psychology, and self-psychology were coined, other motivations of human behaviour that do not merely result in a reduction of tension became widely accepted.

The concept of altruistic behaviour is also based on the principle of hedonistic orientation of human behaviour as outlined by the behaviourist psychology framework. This theory explains altruism as a secondary, i.e. learned motive, which is dependent on its reinforcement by more fundamental primary and rather non-altruistic inputs. Altruistic behaviour is thus not viewed as functionally autonomous, but as a learned conduct, which originates from rewards in forms of primary inputs. When not reinforced, for instance through social rewards, altruistic behaviour may show a tendency towards its weakening.

The theory of group identity attempts to explain altruism as a behaviour, which emerges out of a mutual similarity shared by a group's membership, the perceptive they share, and their communicative and interactive interconnectivity. A subject's belonging to a group may allow her to transcend her self to the group, and as such can result in the individual's perception of her group as a form of an extended self. Altruistic behaviour hence reinforces essential cohesive group processes, increases the group's social identity, and partakes in maintaining a social group's future existence. An individualized sense of "I" can be in the process of altruistic action, expended and transformed into a collective sense of "us".

According to the theory of social change, an individual has a primary disposition in her social interactions with other people to utilize a principle of concurrent minimization of her costs and maximization of her profits or rewards. This principle does not necessarily need to be deliberate; on the contrary it may be driven by a subtle subconscious or completely unintentional calculation. Rewards or profits, which motivate prosocial behaviour, can be external, such as gifts, friendship, etc., or internal, for instance a higher self-appreciation, better self-perception, or a feeling of contentment. M. Snyders, A. Omoto, and G. Clary<sup>3</sup>, used their research of volunteers caring for HIV/AIDS patients in distinguishing six principal internal motivations that appear to cause one's desire to volunteer:

- 1) Value-expressive motivation: to act according to humanitarian values and concerns for others;
- 2) Understanding: to acquire new learning about people or to practice existing knowledge, skills, and abilities;
- 3) Social: to participate in group activities and to be viewed favorably by friends;
- 4) Career: to utilize new experiences and contacts in developing career prospects that may benefit one directly or indirectly;
- 5) Ego-protection: to protect oneself from feelings of guilt and escape from personal problems;
- 6) Self-enhancement: to increase positive feelings towards oneself and to enhance own personal growth and development.

Within the framework of social norms theory, an individual's prosocial behaviour can be motivated by certain social expectations, which are the norms or rules that prescribe correct forms of behaviour in particular situations. In social psychology, one of the norms that apply to the study of prosocial behaviour is social reciprocity, which refers to positive or negative responses of individuals towards the actions of others, such as in offering and accepting help, and expecting future benefits of the helping actions. Thus in social relations reciprocal actions in giving and receiving must be established to elicit reciproca-

---

<sup>3</sup> Cited in Mayers 1999, 475.

tion of any assistance. However, this norm applies presumably only amongst individuals of the same social status, such as partners.

Another norm often applied to explain prosocial behaviour is social responsibility, which is defined as an orientation toward helping others (e.g. children or handicapped people), who cannot reciprocally return the helping subject's assistance. Thus such prosocial behaviour cannot be defined as an outcome-oriented action that benefits someone else while being conditioned by a possibility of reward, but rather as an action driven by an internal social commitment. However, individuals tend to apply this norm selectively and base their help primarily on attributive processes through which they define those who appear to be in a state of need because of external conditions, not due to their own negligence, or those who they can relate to on the basis of their similarity, for instance their intellectual status.

Applying the framework of social norms theory, S. H. Schwartz (1977) developed a four-phased altruism model, which describes how an individual assumes responsibility and acts on it. In the model's first phase, an individual realizes another person's state of distress and strives to identify those actions which may prove as helpful. Second, the individual invokes norms and feelings of responsibility to offer assistance. Next, he/she evaluates cognitively all required costs and may experience feelings of denial in terms of his/her responsibility to act in a certain social situation. In the final phase, the individual either does or does not perform helping actions.

According to Schwartz's model, altruistic behaviour arises from personal norms activated by moral obligation, although the helping individual does not necessarily need to recognize each phase separately; the phases may be processed cognitively as one unit.

The central realization of the evolutionary theory is the thesis that life is based on continued existence of genes, and that human behaviour is manipulated by these genes towards maximization of the selective survival of the species. Genes that would predispose an individual to unselfishly support a stranger can either influence him/her towards protecting the species (relatives), or activate the individual's reciprocal behaviour. In general, the evolution favours devoted and helping parental behaviour and helping actions aimed at other members of one's kin or the same social group, because such forms of prosocial behaviour enable selective survival of the species. Also, due to the orientation of human genes towards the future, as a rule, parents are more inclined to help their children than vice versa.

The genetically preconditioned orientation of humans towards one's own interest is interconnected with reciprocity, as an organism is inclined to help others in anticipation of maximizing altruistic exchanges. Since every helping subject expects to become a receiver at some point later, failure to reciprocate can result in sanctions. Reciprocity operates easier in small, isolated groups and in settings where individuals communicate and interact intimately. For this reason, reciprocity appears to be stronger in small towns, where residents tend to display stronger inclination to behave prosocially. Therefore, according to some scholars, ethical norms can serve as learned social correctives of natural human biological and egoistic interests.

While the social exchange theory is embedded in psychology and the social norms theory is based in sociology, the evolutionary theory derives its basis from biological sciences. According to G. Meyers (1999), the theories possess in spite of their weaknesses a relatively strong explanatory potential, since they provide coherent and mutually complementary patterns for summarizing a variety of different observations.

The ontogenetic development of altruistic behaviour, its situational and individualistic determinants, and its basic explication of empathy-altruism hypothesis, have been outlined in an earlier study.<sup>4</sup>

## **Empathy and Affiliation**

The conceptualization of empathy in contemporary psychology does not present satisfactory results in terms of presenting a unified definition, however reference to the concept in terms of a psychological attribute, or a psychological condition can be traced in a number of studies. The majority of empathy

---

<sup>4</sup> Mlcak, 2002a

aimed research projects accentuate either the notion's cognitive or emotional aspects, or their mutual integration.<sup>5</sup> The present study examines emotional empathy in terms of a specific inborn personality attribute of an individual, which can be further developed through a learning process.

According to the theory of A. Mehrabin and N. Epstein (1972), emotional empathy represents the ability of an individual to experience through observation emotions felt by others. Within this situational framework, C. D. Batson (1987) presented his central empathy-altruism hypothesis, which asserts that empathy is the decisive motive of an altruistic behaviour, as it produces interest in the well-being of others. Empirical evidence further suggests that altruism and empathy relate in a positive correlation. According to this theory, the presence of another individual in a state of distress can produce a broad range of emotional experiences in the observer, ranging from sadness and stress, which may in turn result in an egoistic attempt to escape the situation in order to avoid the displeasure. On the other hand, an individual that experiences an empathic interest will not seek to avoid the circumstances, but rather allow the stress to motivate him/her toward acting altruistically. Thus whereas distress can result in selfish motivations to help, empathic interest would generate an altruistic motivation with a ultimate goal of helping to benefit others, while the ratio of the two motives would determine the final behavioural response.

C. D. Batson's research team<sup>6</sup> came to the conclusion that when research subjects were experiencing empathy leading to some form of distress, they were generally more inclined to offer help, even when there was no witness present, when the person in distress was a member of a rival social group, or even in situations when they had to break their own standards of justice. According to some other of the team's deductions, certain helping actions can be supported by a stronger egoistic motivation, which leads the subject to a helping action out of a desire to be rewarded or to avoid a punishment. Alternatively, some helping actions can be motivated by more moderate egoistic motivations, which can result in the subject's helping action caused by his/her desire to reduce the experienced stress.

In psychology, the term affiliation is interpreted as a natural inherent human need to maintain social contact, which motivates an individual to induce positive and desirable interpersonal relations, and which leads to satisfaction through saturation of numerous other learned motives. According to this thesis, a subject may benefit from interpersonal relations not only by exploiting others as means of achieving his/her own goals, but also by relating to them as to real individuals who may help the subject reduce his/her stress, concerns, and insecurities stemming from social comparisons, seek information, receive an appropriate attention, escape from one's solitude, and receive social acceptability or emotional support. Any subject's efforts to satisfy his/her need of affiliation may be reflected in the individual's behaviour through a specific interpersonal strategy, which can be based on a relatively steady personality disposition to react to other people in a friendly manner.

Several theories attempt to explain the variety of motives possibly standing behind affiliative behaviour, among them L. Festinger's social comparison theory, anxiety reduction theory based on now classical experiments carried out by S. Schachter, and the more recent cognitive appraisal theory which have received the most attention. Other theories attempting to explicate affiliative behaviour include the acquisition theory and, particularly, J. Bowlby's attachment theory, which derive the crucial development of affiliation in childhood from the intensive social and emotional bond between a mother and her child. Nevertheless, most theories addressing the issue of affiliative behaviour tend to lack the support of consistent research results.<sup>7</sup>

## Research Objectives, Sample, and Methodology

The researchers addressed a total of 121 research subjects, all first to fourth-year students majoring in Social Work at the Faculty of Arts of Ostrava University (OU) in Ostrava. The research methodology included three standard diagnostic methods:

---

<sup>5</sup> For further analysis see Wiseman, 1996; Kunyk, Olson, 2000; and Mlcak, 2004a.

<sup>6</sup> Batson et al., 1987

<sup>7</sup> See, for instance, Buunk as cited in Hewstone et al., 1996, and Freedman et al., 1981.

- 1) Questionnaire of Social Work Study Motivations (QSWSM), composed of 45 statements, which the respondents evaluated on a 7-point scale ranging from total approval to total disapproval: +3 fully agree; +2 agree; +1 rather agree; 0 don't know; -1 rather disagree; -2 disagree; -3 fully disagree;
- 2) Questionnaire Measure of Empathic Tendency (QMET) developed by A. Mehrabin and N. Epstein (1972), comprised of 33 items evaluated by the respondents on a 9-point scale: +4 very strongly agree; +3 agree; +2 rather agree; +1 moderately agree; 0 don't know; -1 moderately disagree; -2 rather disagree; -3 disagree; -4 very strongly disagree, with the final score representing the total level of emotional empathy;
- 3) Scale of Social Desirability (SSD) developed by D. P. Crowne and D. A. Marlowe (1960), consisting of 33 points evaluated by the surveyed subject in terms of their truthfulness and untruthfulness. This questionnaire measures the tendency of the tested subject to respond in socially desirable ways, or, in another words, in accord with socially conventional ways of behaviour and experiences. This type of questionnaire is often utilized in measuring levels of affiliation needs.

The present research was aimed at identifying mutual relation between altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation, while addressing the following main objectives (O):

- O1) To explain mutual relation between levels of altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation;
- O2) To explain how, from the perspective of altruistic motivation, different groups of female students with opposing levels of emotional empathy and affiliation diverge from each other;
- O3) To explain whether the level of students' altruistic motivation is affected by the level of interaction between emotional empathy and affiliation.

With regards to assuring a greater homogeneity of the research sample, the present study excluded 17 male research subjects in order to avoid any gender bias in defining altruistic motivation levels. The present research sample thus consisted of 103 female subjects exclusively.

Next, by selecting 12 points from the QSWSM the researchers developed a scale of altruistic motivation that would allow for the best representation of motivation levels in students' selection of Social Work as the field of their study. The authors further presupposed hypothetically a possibility that altruistic motivation could as well be demonstrated in the students' everyday behaviour.

In the ensuing stage of data analysis, the authors considered research subjects' responses to the QMET, as well as conclusions derived from the SSD. Finally, all results were statistically analyzed by employing the methodology of correlative analysis, F and T tests, and factor variation analysis.

**Table 1: Altruistic Motivation Scale and Statistical Parameters of Its Entries**

No.	I chose to major in Social Work studies because, ...	M	SD
1	I have helped other people before and found it very satisfying.	1,25	1,24
3	I want to learn how to advise others in dealing with their problems.	2,17	0,87
4	I want to help people in distress.	1,98	0,76
8.	I feel responsible for other people's misfortune.	-1,47	1,39
12	I believe that one of the life's biggest meanings is to help others.	1,06	1,05
16	Some of my dear ones are unhappy and I can perhaps learn to help them.	0,14	1,64
17	I cannot stand to see others suffer therefore I must help them.	0,59	1,30
25	I want to contribute to bettering of this world.	0,89	1,16
27	I want to be of help to others.	1,83	0,85
31	I believe that through helping others I can become a better person.	0,51	1,23
38	I want to make others happy.	1,07	1,02
45	I want to give others love and happiness.	1,15	0,96

Table 1 shows the original number of items in the Questionnaire of Social Work Study Motivations and their exact wording. Each item is then defined by the values of the arithmetical averages (M) and standard deviations (SD). The above quoted entries demonstrate the existence of mutual, statistically significant intercorrelations, while the orientational factor analysis, whose results are not reported in this paper, show that they are indeed related by the same factor.

**Table 2: Statistical Parameters of the Examined Variables (N = 103)**

Variables	N	Min	Max	M	SD	Me
Altruistic Motivation (ALM)	103	-13	32	11,17	7,62	11
Emotional Empathy (QMET)	103	0	88	38,90	16,88	38
Affiliation (SSD)	103	2	28	18,55	4,73	19

**Table 2:** N = number of respondents; Min = minimal value; max = maximum value; M = arithmetic mean; SD = standard deviation; Me = median

Table 2 summarizes the arithmetical means of studied variables, standard deviations, and reached medians for all three used diagnostic instruments.

**Table 3. Outcomes of Pearson's Correlative Analysis of Variables (N = 103)**

Variables	ALM	QMET	SSD
Altruistic Motivation (ALM)	1,000	<b>0,247+</b>	0,075
Emotional Empathy (QMET)	<b>0,247+</b>	1,000	-0,170
Affiliation (SSD)	0,075	-0,170	1,000

**Table 3:** + = statistical significance was established at 0.05

Table 3 shows correlative coefficients between the results reached in the Altruistic Motivation Scale, QMET, and SSD. The results indicate that altruistic motivation (ALM) correlates positively with the level of empathy (QMET). The level of correlations appears as statistically significant, however the relation between these variables can be viewed rather as weak due to the value of the 0.247 coefficient level.

In the next step of the statistical analysis, the authors divided the full research sample of Social Work students according to the medians reached in variables QMET ( $Me = 38$ ) and SSD ( $Me = 17$ ) into four experimental groups (i.e. below the median  $x \leq Me$  and above the median  $x > Me$ ). In this manner, the following groups were distinguished: first, a group with a higher level of empathy and affiliation (E+A+); second, a group with a higher level of empathy and lower level of affiliation (E+A-); third, a group with a lower level of empathy and higher level of affiliation (E-A+); and fourth, a group with a lower level of empathy and lower affiliation (E-A-).

**Table 4: Statistical Parameters of Examined Experimental Groups**

Experimental Groups	N	M	SD
Group 1 (E+A+)	17	12,88	5,04
Group 2 (E+A-)	32	12,31	8,89
Group 3 (E-A+)	30	11,73	7,60
Group 4 (E-A-)	24	7,71	6,07

**Table 4:** (E+A+) = higher empathy and higher affiliation; (E+A-) = higher empathy and lower affiliation; (E-A+) = lower empathy and higher affiliation; (E-A-) = lower empathy and lower affiliation; N = total number of respondents; M = arithmetical mean; SD = standard deviation

**Table 5: Factor Analysis of the 2 x 2 Variant Outcomes**

Source of Dispersion	DF	SS	AS	F	R
Factor E	1	169,13	169,13	3,02	ns
Factor A	1	448,32	448,32	8,02	0,05
Interaction E x A	1	-228,71	-228,71	4,09	0,05
Inside the groups	99	5536,26	55,92		
Total	102	5925,00			

**Table 5:** DF = degree of freedom; SS = sum of squares; AS = average square; F = value of ration SS/AS; R = statistical relevancy

Based on the data presented in Table 5, the Affiliation Factor (A) has a particularly strong significance in proclaiming altruistic motivation in the choice to major in Social Work. Factor (A) concurs especially in accordance with Emotional Empathy Factor (E), which however exercises by itself no statistically significant influence on motivating prosocial behaviour. Clearly, this case illustrates an occurrence of nonsymmetrical, but statically conclusive interaction between factors E and A.



**Table 6: Statistical Relevancy of F and t Tests in Research Sample Groups**

	<b>Group 1 (E+A+)</b>	<b>Group 2 (E+A-)</b>	<b>Group 3 (E-A+)</b>	<b>Group 4 (E-A-)</b>
<b>Group 1 (E+A+)</b>		F = 0,166 t = 0,814	F = 0,730 t = 0,594	F = 0,895 t = <b>0,010++</b>
<b>Group 2 (E+A-)</b>	F = 0,166 t = 0,814		F = 0,266 t = 0,784	F = 0,098 t = <b>0,033+</b>
<b>Group 3 (E-A+)</b>	F = 0,730 t = 0,594	F = 0,266 t = 0,784		F = 0,620 t = <b>0,040+</b>
<b>Group 4 (E-A-)</b>	F = 0,895 t = <b>0,010++</b>	F = 0,098 t = <b>0,033+</b>	F = 0,620 t = <b>0,040+</b>	

**Table 6:** (E+A+) = high levels of empathy and affiliation; (E+A-) = higher level of empathy and lower level of affiliation; (E-A+) lower level of empathy and higher level of affiliation; E-A- = lower levels of empathy and affiliation; F = test value of homogeneity of variance; t = test value of equality of means; + = statistical relevancy on 0.05 level; ++ = statistical relevancy on 0.01 level

## Discussion of Research Results

As outlined above, the authors reached the present research results by applying three questionnaire methods. While Scale of Emotional Empathy and Scale of Social Desirability have for some time been frequently utilized as rather reliable tools, the Scale of Altruistic Motivation was designed purely for the purposes of this research project, and thus lacks generally formulated entries and factually grounded validity. Consequently, it is impossible to declare whether this scale hypothetically quantifies a prosocial, or rather a narrower altruistic motivation. Since the entries show evidence of not only a motivation to benefit others, but also at least implicitly suggest a certain level of selflessness in this form of behaviour, the authors came to the conclusion that the respective scale quantifies not as much prosocial, but rather altruistic motivation.

The correlation analysis of examined variables presented in Table 3 demonstrates a rather weak, however statistically significant correlation among altruistic motivation and levels of emotional empathy. This outcome cannot be treated as surprising, as it supports the essential empathy-altruism theory. Next, both the correlations among empathy and affiliation, and altruistic motivation and affiliation have been established as insignificant. Finally, the results illustrate that the concepts of altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation are conceptually dissimilar and mutually nontransferable.

The results of factor analysis of variance 2 x 2 as quoted in Table 5 provide evidence that the level of affiliation can influence the strength of altruistic motivation, but also show that this factor impacts altruistic motivation only in an asymmetrical interaction with the emotional empathy factor.

Finally, as data in Table 6 illustrate, levels of altruistic motivation in Group 1 (E+A+), Group 2 (E+A-) and Group 3 (E-, A+) do not differ, moreover, the same level of altruistic motivation can apply in situations where both, or at least one of the characteristics can be identified as stronger. The analysis suggests that we must consider at least three different types of altruistic motivation:

- 1) Altruistic motivation connected to a higher level of emotional empathy and affiliation;
- 2) Altruistic motivation connected to a higher level of emotional empathy and weaker affiliation;
- 3) Altruistic motivation connected to a lower level of emotional empathy and stronger affiliation.

The scope of this study does not allow us to further evaluate existing differences among the described three types of altruistic motivation. Nevertheless, the results lead us to deduce that altruistic motivation cannot be seen as a homogenous construct, but rather a complex concept which needs to be understood as consisting of diverse subtypes. However, even this thesis would need to be tested through another carefully designed research project before such conclusions could be taken as scientifically based.

As data collected for the purposes of this study were generated from a limited research sample by utilizing questionnaire methodology based on the technique of self-reporting, it is essential to consider our results as preliminary. Another limitation to the authority of the outcomes stems from the fact that the research sample did not include members of both sexes, and therefore cannot offer a valid synthesis of the varied characteristics represented by different gender groups. Furthermore, the fact that the study did not utilize any external criterion which could validate the questionnaire results, pose still more constraints to considering our results as final.

In sum, it is difficult to conclude that female students with a lower level of affiliation motivation would need to experience a smaller desire to help also in their real life, especially when helping could present them with a venue for fulfilling some personal egoistic motives such as paid social work, professional career, or satisfying other aspects of their self-image. Not even where students with higher level of altruistic motivation are concerned can we readily assume that their motivation will manifest itself in sincere helping actions. On the other hand, we must bear in mind that students majoring in Social Work should theoretically possess higher levels of altruistic motivation than students who major in fields that do not require helping as one of their prerequisites.

Further inquiries would need to focus their attention on the question whether social work and other helping fields in fact require students to possess a certain set of essential personality prerequisites such as altruistic behaviour, cognitive and emotional empathy, affiliation, etc. Although a vast majority of studies<sup>8</sup> consistently emphasize the necessity of such fundamentals for the performance of helping professions, in reality no post-secondary institutions take such prerequisites systematically into account when designing admission processes for selecting their prospective students. Also worth further research would be the issue of whether post-secondary education can ever enhance such qualifications in students, especially since all key elements of such personality characteristics in a human ontogenesis originate during a much younger age.

## Conclusion

Empirical results of this study attempting to examine the concepts of altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation, need to be regarded as preliminary and hypothetical and require further in-depth research. In sum, we can maintain that altruistic motivation is a multifaceted phenomenon, which is mutually interrelated to the interaction of such diverse personality traits and factors as emotional empathy and affiliation. It is apparent that altruistic behaviour can reach higher levels when accompanied by a more intense emotional empathy or affiliation, and is present in its weaker form when the other characteristics also appear as less pronounced.

The results of this study need to be assessed through a careful reexamination and application of another methodology which would make possible further inspection of affiliation, measuring of empathy's all multidimensional aspects, and in particular, comprehension of all relevant aspects of altruistic personality tendencies.

Finally, the study has laid down vital fundamentals for supporting the basic empathy-altruism thesis that altruistic motivation of human actions is connected to emotional empathy, and strengthening the surmise that altruistic motivation, emotional empathy, and affiliation appear to be independent and substantially different characteristics.

## BIBLIOGRAPHY

- Batson, C. D. "Prosocial Motivation: Is Ever Truly Altruistic?" in L. Berkowitz (Ed.): *Advances in Experimental Social Psychology*. New York: Academic, 1987.
- Batson, C. D., L. L. Shaw. "Evidence for Altruism: Toward a Pluralism of Prosocial Motives." *Psychological Inquiry*, 1991, 2, p. 107 – 122.

---

<sup>8</sup> Shulman, 1991; Zastrow, 1994; Morales, Sheafor, 2004; Mlcak et al., 2005

- Batson, C. D. Fultz, and J. Schoenrade. Distress and Empathy: Two Qualitatively Distinct Vicarious Emotions with Different Motivational Consequences. *Journal of Personality*, 55, 1987, 1, p. 19 – 39.
- Bierhof, H. W. "Prosocial Behavior," in M. Hewstone, W. Stroebe, and G. M. Stephenson (Eds.). *Introduction to Social Psychology*. 2nd edition. Oxford: Blackwell Publisher, 1996, p. 375 – 401.
- Buunk, B. P. "Affiliation and Close Relationship," in M. Hewstone, W. Stroebe, and G. M. Stephenson. *Introduction to Social Psychology*. 2nd edition. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.
- Freedman, J. L., D. O. Sears and J. M. Carlsmith. *Social Psychology*. 4<sup>th</sup> Edition. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.
- Hewstone, M., W. Stroebe and G. M. Stephenson. *Introduction to Social Psychology*. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.
- Hoffman, M.L. *Empathy and moral development: Implications for caring and justice*. New York: Cambridge University Press, 2000.
- Kunyk, D. and J. K. Olson. "Clarification of Conceptualization of Empathy." *Journal of Advanced Nursing*, 35, 2001, 3, p. 317 – 325.
- Mayers, D. G.: *Social Psychology*. 6th edition. Boston: McGraw-Hill, 1999.
- Mehrabian, A. and N. Epstein. "A Measure of Emotional Empathy," *Journal of Personality*, 40, 1972, 4, p. 525 – 543.
- Mlcak, Z. "Základní psychologické aspekty sociální práce: afiliace, empatie a prosociální chování," *Acta Facultatis Philosophicae Universitatis Ostraviensis*, FF OU, 212, 2004a, 9, s. 5 – 27.
- Mlcak, Z., and J. Sotornikova. "Motivace ke studiu sociální práce a úroveň emocionální empatie," *Acta Facultatis Philosophicae Universitatis Ostraviensis*, FF OU, 212, 2004b, 9, s. 165 – 175.
- Mlcak, Z (Ed.): *Profesní kompetence sociálních pracovníků a jejich hodnocení klienty*. Ostravská univerzita v Ostravě, Filozofická fakulta, Ostrava 2005.
- Mlčák, Z., Zášková, H. "Altruistická motivace, emocionální empatie a afiliace u vysokoškolských studentek sociální práce". In: *Acta Facultatis Philosophicae Universitatis Ostraviensis*, FF OU, 2006, s. 47-60.
- Morales, A. T. and B. W. Sheafor. *Social Work: A Profession of Many Faces*. 10th Edition. Boston: Pearson & AB, 2004.
- Penrod, S.: *Social Psychology*. New York: Prentice-Hall, 1983.
- Rycroft, C. *Kritický slovník psychoanalýzy*. Praha: Psychoanalytické nakladatelství, 1993.
- Schwarz, S. H. "Normative Influences on Altruism," in L. Berkowitz (Ed.): *Advances in Experimental Social Psychology*. New York: Academic Press, 1977. P. 241.
- Schulman, L. *Interactional Social Work Practice*. Boston: F. E. Peacock Publishers, 1991.
- Wakefield, J. C. "Is Altruism Part of Human Nature? Toward a Theoretical Foundation for the Helping Professions," *Social Service Review*, 67, 1993, p. 406 – 458.
- Wiseman T. "A Concept Analysis of Empathy," *Journal of Advanced Nursing*, 1996, 23, p. 1162 – 1167.
- Wispé, L. G. "Positive Forms of Social Behavior: An Overview," *Journal of Social Issues*, 28, 1972, p. 1 – 19.
- Zastrow, Ch. *The Practice of Social Work*. 5th edition. California: Belmont, Brooks/Cole Publishing Company, 1994.
- Zanden, J. W. V. *Social Psychology*. 5th edition. New York: McGraw-Hill, 1987.

# Vývoj fyzikálního vzdělávání na střední škole

Oldřich Lepil

Univerzita Palackého, Olomouc, ČR

## Abstrakt

Uplynulé 20. století bylo v oblasti fyziky a přírodních věd vůbec obdobím převratných objevů a symbolicky začalo v roce 1900 Planckovým objevem kvant záření, což předznamenalo i vznik nového fyzikálního obrazu světa. Není tedy od věci, položit si otázku, jak tento vývoj ovlivnil fyzikální vzdělávání, jeho koncepci, rozsah i obsah. Jestliže však nahlédneme do pramenů zachycujících situaci ve školství před sto lety, zjistíme, že problémy, s nimiž se školy potýkaly před sto lety, jsou v podstatě stejné jako ty, na něž narážíme v současnosti. Tehdy stejně jako dnes zaznívala kritika nedostatku vyučovacích hodin, odtrženosti výuky od potřeb praxe i dalšího studia, nedostatečných znalostí studentů přicházejících na vyšší stupeň školy atd. atd. Není ovšem cílem postihnout v tomto příspěvku celou šíři problematiky. Proto se dále zaměříme jen na výuku ve všeobecně vzdělávací střední škole, čili gymnáziu, které v průběhu 20. století prodělalo řadu podob a proměn.

## Abstract

Contribution summarizes research and development in didactic system of physics teaching at upper secondary school. This development is documented on the changes in national curriculum, plans of instruction and textbooks in the progress of the 20th century. The next development of physics education calls for the solving of the problems:

1. Role of science education in the contemporary (global) society,
2. Relations of physics education to school system,
3. Content and teaching methods of physics instruction.

## Obsah

Didaktický systém fyziky na střední škole a jeho vývoj

Didaktický systém fyziky v osnovách střední školy

Přehled vývoje osnov fyziky na střední všeobecně vzdělávací škole (gymnáziu) ve 2. polovině 20. století

Učebnice fyziky pro gymnázium a jejich vývoj

Přehled českých učebnic pro vyšší třídy gymnázia vydaných ve 20. století

Perspektivy vývoje didaktického systému středoškolské fyziky

**Kompletní příspěvek je v příloze na str. 172 – 188.**

## Literatura

- [1] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, VÚP, Praha 2007, 102 s. Dostupné na: <http://www.rvp.cz/>
- [2] Vašek, L.: Příspěvek k hodnocení vývoje učebních osnov fyziky na našich středních školách, habilitační spis, Univerzita Palackého, Olomouc (vročení neuvedeno).
- [3] Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším a jiném vzdělávání (školský zákon), č. 561/2004 Sb. Dostupné na: <http://www.msmt.cz/dokumenty/novy-skolsky-zakon>
- [4] Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. VÚP, Praha 2007, 140 s. ISBN: 978-80-87000-13-7. Dostupné na: [http://www.rvp.cz/soubor/Manual\\_G.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/Manual_G.pdf)
- [5] Lepil, O. – Svoboda, E.: Příručka pro učitele fyziky na střední škole. Prometheus, Praha 2007, 280 s. ISBN 978-80-7196-328-8
- [6] Klivanec, D.: Súčasný trendy vo vzdelávaní. In: Sborník DIDFYZ 2000, ed. L. Zelenický, JSMF Nitra 2001, s. 5. ISBN 80-8050-387-7
- [7] Hučínová, L.: Klíčové kompetence v Lisabonském procesu. VUP Praha, 2004. Dostupné na: <http://www.vuppraha.cz/index.php?op=sections&sid=159>
- [8] Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha, SPN 1982.
- [9] Janás, J.: Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. UJEP, Brno 1985.
- [10] Lepil, O.: Přírodovědné integrované výukové projekty. In: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání (ed. D. Nezvalová), VUP, Olomouc 2006, s. 7-42. ISBN 80-244-1391-4, <http://www.science.upol.cz/>
- [11] Fenclová, J.: Integrace přírodovědného vzdělání. Matematika a fyzika ve škole, 1979, roč. 9, s. 598–603.
- [12] Fenclová, J. a kol.: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. 1. Academia, Praha 1984.

# Curricular Process of Physics – PowerPoint Presentation

**Přemysl Záškodný, Milan Hudek**

University of South Bohemia, Institute of Applied Economical Studies, Curriculum Studies Research Group

## Abstract

This contribution is a presentation about the comparison the results of transformations of physics knowledge piece with variant forms of curriculum. Organized sequence of physics knowledge transformations is the expression of educational communication of physics, organized sequence of curriculum variant forms is the expression of curricular process.

The results of transformations (inputs and outputs of each transformation) of the physics knowledge piece can be identified with variant forms of curriculum. There was a special state of subject education and physics education investigation leading to the formulation of this idea. The communicative conception of physics education as an order of physics knowledge piece transformations was defined in the Czech-Slovak conception (and maybe also in conjunction with continental Europe). Also the interdisciplinary cooperation with physics science was pointed out. On the other hand, several forms of content of education existence were described in Anglo-American conception. Thus the interdisciplinary collaboration with educational science was pointed out.

The “assimilation” of physics education with physics in European conception on one side and the “assimilation” of physics education with educational science in Anglo-American conception on the second side led to the special phenomena: Anglo-American research quitted to use the concept “physics education” and European research quitted to use the concept “physics didactics”.

## Content

- A. Origin of terms “Curricular Process“, and “Variant Form of Curriculum“
  - Carl Wieman Science Education Initiative (CWSEI)
  - Curriculum Research and Development (CRD)
  - What are forms of curriculum (VFC) existence and how to convert knowledge kontent
- B. Research results
  - Definition of curricular process
  - Definition of variant form of curriculum
  - Curricular process of physics
  - Structure of variant form of curriculum
  - Methods of construction and representation of VFC
  - Structural Conception of Physics Education
- C. References
- D. Historical development of terms „Curricular Process“ and “Variant Form of Curriculum
  - Segmentation of CRD into curriculum research (CR) and curriculum development (CD)
  - Final shape of the CR and CD
  - Structural conception of physics education as expression of the CRD

**The complete PowerPoint presentation is in the supplement: pages 189 – 201.**

# Komunikačná koncepcia odborových didaktík a reforma školstva

Veronika Adamčíková <sup>1)</sup>, Milan Hudek <sup>2)</sup>, Pavol Tarábek <sup>3)</sup>

1) Educational Publisher Didaktis s. r. o. – member of the European Educational Publishers Group, Denmark  
Adresa: Didaktis, Hýrošova 4, 81104 Bratislava, Slovak Republic

2) Vysoká škola aplikovaných ekonomických štúdií, s.r.o., Praha 4, J. Růžičky 1143/11

3) Didaktis & Curriculum Studies Research Group, College of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

For correspondence please contact: [didaktis@t-zones.sk](mailto:didaktis@t-zones.sk)

## Abstrakt

Práca diskutuje požiadavky na systémovú reformu školstva plynúce z komunikačnej koncepcie odborových didaktík reprezentovanej didaktickou komunikáciou vedeckých a technických disciplín a koncepciou kurikulárneho procesu zameraného na tvorbu, dizajn a vývoj kurikula, na edukačný proces, výstupy a efekty vzdelávania.

## Kľúčové pojmy

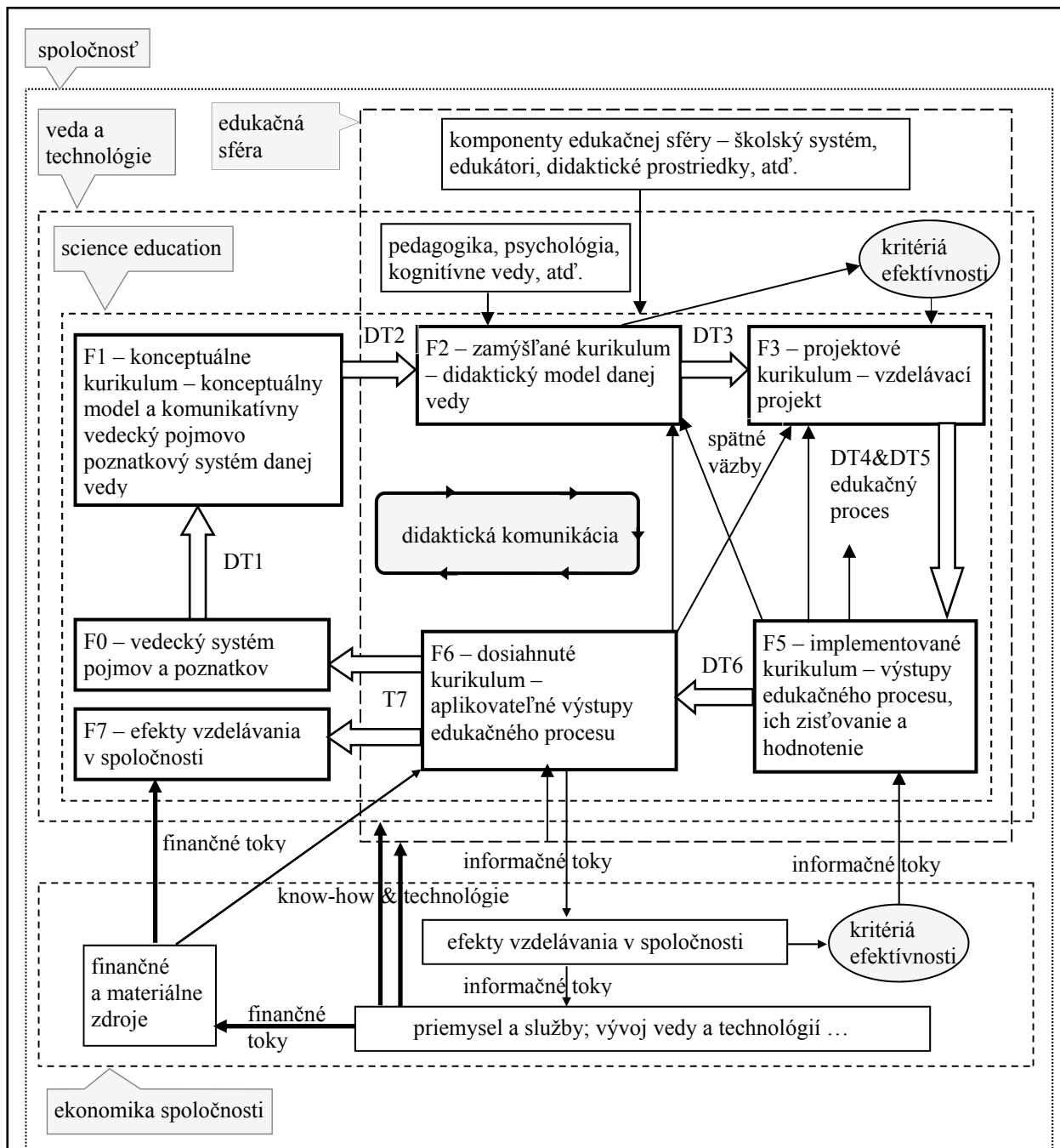
Didaktická komunikácia, didaktická transformácia, kurikulum, kurikulárny proces, variantná forma kurikula, kurikulárna transformácia

## 1. Úvod – komunikačná koncepcia odborových didaktík

V priebehu rokov 1982 – 2005 sa formovala a vyvíjala v Českej a Slovenskej republike **komunikačná koncepcia didaktiky fyziky** založená na práci profesorky Fenclovej-Brockmeyerovej (Fenclová, 1982; Fenclová, Bednařík, Půlpán, Svoboda, 1984; Brockmeyerová, 2002; Tarábek, Záškodný a kol. 2002, 2003, 2004, 2005) a následne po roku 2000 bola formovaná **komunikačná koncepcia odborových didaktík** predovšetkým v didaktikách prírodovedných predmetov a ekonomiky (Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Brockmeyerová 2002; Tarábek, Záškodný a kol., 2002; Tarábek, Záškodný, Pavlát, Škrabánková a kol., 2003; Kotásek, 2004; Tarábek, Záškodný, Šimoník, Škrabánková a kol., 2005). V rokoch 2006 a 2007 bola komunikačná koncepcia dopracovaná do systémovej podoby (Tarábek, Záškodný, 2006; Brockmeyerová, Tarábek, 2007; Tarábek, 2007; Záškodný, 2007; Adamčíková, Tarábek, 2007, 2008a, 2008b). V rámci komunikačnej koncepcie odbornej didaktiky je didaktická komunikácia poznaťkovan danej vedy/odboru charakterizovaná **variantnými formami pojmov poznatkového systému danej vedy/odboru**, ktoré sú prepojené **poznatkovými transformáciami**. Predmetová didaktika musí sledovať celú cestu transformácie pojmov a poznatkov príslušnej vedy/odboru, pričom variantným formám pojmov poznatkového systému zodpovedajú kvalitatívne odlišné **fázy didaktickej komunikácie**. V súlade s poznatkovými transformáciami pojmov poznatkového systému rozlišujeme aj **didaktické transformácie** v didaktickej komunikácii príslušnej vedeckej alebo odbornej disciplíny. Fázy a didaktické transformácie tvoria **etapy didaktickej komunikácie danej vedy/odboru**.

Po roku 2000 sa v Českej republike postupne formovala koncepcia **variabilného pojatia kurikula**, v rámci ktorej nie je kurikulum vnímané ako statický jav, ale ako fenomén prechádzajúci rôznymi fázami svojej existencie, ktoré sú prepojené transformáciami (Průcha, 2002, 2006; Maňák 2007). Prvá teoretická koncepcia kurikula ako variantného fenoménu bola predložená približne v rovnakom čase ako komunikačná koncepcia didaktiky fyziky (Průcha, 1983). Koncepcia variantného kurikula nadväzuje na americkú koncepciu teórie vzdelávania (Bobbitt, 1918, 1928; Kelly, 2004; Rohlehr, 2006; Smith, 1996, 2000; Stenhouse, 1975; Westbury, 2008; Adamčíková, Tarábek, 2008c; Tarábek, 2008a). Didaktická komunikácia vychádza z európskej koncepcie predmetových didaktík popísanej v prácach (Fenclová, 1982; Möhlenbrock, 1982; Fenclová-Brockmeyerová, Čapek, Kotásek, 2000; Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003; Kotásek, 2004; Průcha, 2002; Tarábek, Záškodný, 2006). Posledné teoretické práce ukázali, že komunikačná koncepcia predmetových didaktík je prakticky totožná s koncepciou **kurikulárneho procesu** v anglo-americkej teórii vzdelávania, v ktorej je centrálnym pojmom kurikulum (Záškodný, 2007a, 2008; Adamčíková, Tarábek, 2008c; Tarábek 2008b).

**Kurikulum** je v podstate obsah vzdelávania, ktorý však nadobúda rôzne formy podľa toho, či ide o koncepčné vzdelávacie materiály, vzdelávací projekt, osnovy, či to, čo sa v škole učí alebo to, čo sa žiaci a študenti aj skutočne naučili. Hovoríme, že kurikulum nadobúda v priebehu prípravy vzdelávacích materiálov, v priebehu vyučovania, učenia a praxe rôzne formy – varianty. **Kurikulárny proces** je postupnosť na seba nadväzujúcich **variantných foriem kurikula**, prepojených kurikulárnymi transformáciami. Cyklický charakter kurikulárneho procesu a didaktickej komunikácie, ako aj spätné väzby a vzťahy k ekonomike a vede ukazuje obr. 1 prevzatý z práce Adamčíková, Tarábek (2008d).



**Obr. 1: Didaktická komunikácia odborných a vedeckých poznatkov ako kurikulárny proces v rámci komunikačnej koncepcie odborových didaktík – spätné väzby, vzťahy k vede a ekonomike**

Široké šípky  $\Rightarrow$  reprezentujú transformačné procesy v didaktickej komunikácii vedy (DT1 – DT6 sú didaktické transformácie). Stredne tenké šípky  $\rightarrow$  reprezentujú vplyvy pedagogiky, psychológie a kognitívnych vied, ďalej spätné väzby z fáz F4, F5 k fázam F2, F3, ako aj vplyv kritérií efektívnosti formovaných vo fáze F2 na základe informácií o efektoch vzdelávania v spoločnosti. Tenké šípky  $\rightarrow$  označujú informačné toky a hrubé šípky  $\rightarrow$  materiálne a finančné toky.

## 2. Súčasná školská reforma z pohľadu didaktiky

**Teória didaktickej komunikácie** spolu s koncepciou **variantných foriem kurikula** sa javí ako najvhodnejší štruktúrálny rámec pre komplexné poňatie **školských reforiem**. Hlavným dôvodom je skutočnosť, že táto teoretická koncepcia postihuje všetky stránky školského vzdelávacieho procesu v celej jeho zložitosti pomerne jednoduchou a zrozumiteľnou procesúálnou líniou vytvárajúcou **didaktický most** medzi vedeckými a odbornými poznatkami a ich mentálnymi reprezentáciami v mysli príjemcov vzdelávania. Súvisí to však aj s viacerými ďalšími aspektami, ktoré charakterizujú súčasnú svetovú teóriu a prax vzdelávania a týkajú sa reformy školského systému v Českej republike a na Slovensku. Komunikačná koncepcia odborových didaktík poukazuje na podstatné a nutné prvky, ktoré by nemali byť pri vývoji kurikula a pri kurikulárnych reformách opomenuté. Do úvahy treba vziať predovšetkým tie fakty, ktoré česká a najmä slovenská reforma vzdelávania neakceptuje:

1. Didaktici, pedagógovia a tvorcovia kurikulárnych dokumentov si už desaťročia uvedomujú, že pojmy a poznatky príslušného odboru nadobúdajú v priebehu didaktickej komunikácie niekoľko odlišných foriem a prechádzajú viacerými didaktickými transformáciami. Je zrejme, že vedecké a odborné poznatky sa musia pri tvorbe obsahu vzdelávania adaptovať na kognitívnu úroveň žiakov a študentov. Je zrejme, že to, čo chce škola žiakov a študentov naučiť (vzdelávací obsah projektového či operačného kurikula), nikdy nie je totožné s tým, čo sa skutočne naučia (výstupy edukácie ako súčasť implementovaného kurikula). Rovnako aj to, čo sa študenti naučia, nie je totožné s tým, čo sú schopní využiť v praxi (aplikovateľné výstupy edukácie – dosiahnuté kurikulum). Preto je tvorba a design kurikula v súčasnosti jedným z najdôležitejších predmetov didaktického výskumu. Na amerických, kanadských, anglických a významných európskych univerzitách existujú kurikulárne katedry a štúdium zamerané na tvorbu kurikula. Nie je určené len učiteľom ale aj tzv. kurikulárnym asistentom, ktorí sú zodpovední za projektovanie a plánovanie edukačného procesu na základných a stredných školách. Tvorba a vývoj kurikula vo všetkých etapách kurikulárneho procesu je práca vysoko kvalifikovaných výskumných tímov na univerzitách a špecializovaných pracoviskách. V rámci týchto tímov pracujú aj učitelia a kurikulárni asistenti. Na Slovensku je situácia odlišná, ako to hodnotí prof. Pupala (2008): *„Od učiteľov sa očakávajú produkty, ktoré sú za normálnych okolností dlhodobo – počítajúc na dlhé roky, nie na pár mesiacov - tvorené v špecializovaných vývojových tímoch fungujúcich „na plný úväzok“. A rovnako sa od učiteľov očakáva, že pri tvorbe vzdelávacích programov budú nasadení do riešenia takých vývojových úloh, ktoré za dlhé desaťročia nevyriešili mnohé tímy didaktických expertov.“*
2. Vzdelávacia sústava je natoľko zložitý systém, že pri akýchkoľvek zmenách sa musí používať **systémový prístup**, ktorý akceptuje všetky prvky systému, ich vzájomné vplyvy, väzby a dôsledky zmien. To je nemožné bez dôsledne prepracovanej teoretickej základne a dôkladnej znalosti pedagogickej praxe. Väčšina reforiem a kontinuálnych zmien vzdelávania vo vyspelých krajinách so znalostnou ekonomikou je založená nielen na pedagogickej teórii ale aj na koncepčných teóriách obecnej didaktiky a predmetových didaktík. Závažné reformy sú pripravované na základe dôkladnej analýzy situácie, s mnohoročným predstihom a testovaním dopadov. Vývoj nového automobilu trvá roky, avšak „slovenská reforma vzdelávania“, ktorá sa týka celej mladej generácie, sa pripravovala narýchlo. Možno konštatovať, že je to nezodpovedné, pretože jej dôsledky negatívne ovplyvnia budúci vývoj spoločnosti. Reforma vzdelávania nemá byť „jednorazová“ ale kontinuálna – s neustálou spätnou väzbou, ako je to bežné vo vyspelých krajinách Európskej únie a U.S.A. Ako jeden príklad z mnohých možno uviesť „Carl Wieman Science Education Initiative – CWSEI (Wieman, 2008)“, ktorá je kontinuálnou reformou vzdelávania zameranou na študentov učiteľstva a tým aj na základné a stredné školy. Táto reforma kladie dôraz na východiskovú koncepciu založenú na analýze existujúceho stavu spoločnosti a edukačnej sústavy a na spätnú väzbu medzi jednotlivými fázami kurikula. Carl Wieman <sup>4)</sup> napr. vo svojom článku (2007) hovorí: *„Účel vzdelávania v oblasti prírodných vied a matematiky už nie je iba vo výchove a príprave zlomku populácie – budúcich vedcov. Moderná ekonomika je široko založená na vede a nových technológiách, takže potrebujeme oveľa väčšie množstvo vedecky a technicky vzdelaných občanov než doteraz. Výsledky testovania FCI v U.S.A. a Kanade však ukazujú, že v tradičných kurzoch študenti porozumejú iba 30% základných pojmov učiva danej vedy. Tradičné vzdelávanie je jednoducho neúspešné v oblasti vytvárania kvalitných znalostí.“*

4) Carl Wieman, nositeľ Nobelovej ceny za fyziku v roku 2001, je riaditeľom reformnej iniciatívy CWSEI.



3. Učenie je efektívne a zmysluplné iba vtedy, ak vytvára nové pojmy a buduje nové poznatky ako nadstavbu existujúcich pojmov a poznatkov. Učivo musí byť 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. Učenie musí teda rešpektovať kognitívnu úroveň edukanta a zónu jeho najbližšieho vývoja (scaffolding instruction, scaffolding teaching strategy). Pedagogika už dávno nepokladá žiaka a študenta za prázdnu nádobu, do ktorej sa nalievajú vedomosti. Učiteľ nesmie byť iba „poštárom“, ktorý „doručuje“ kurikulum jeho adresátom – žiakom a študentom. Súčasné osnovy školských predmetov túto skutočnosť nerešpektujú a redukcia učiva bez koncepcnej zmeny obsahu bude neúčinná. Jednoduché porovnania časovej dotácie materinského jazyka v osnovách s výsledkami testov PISA a PIRLS ukazujú, že vysoký počet hodín slovenčiny v školách ešte nezaručuje vyššiu úroveň čitateľskej gramotnosti slovenských žiakov. Iné krajiny dosahujú v týchto porovnávacích testoch lepšie výsledky pri menšej časovej dotácii predmetu. Nekoncepcne poňatá redukcia učiva posunie čitateľskú gramotnosť nižšie, čo platí aj pre ostatné predmety.
4. Ak má školské vzdelávanie optimálne pripravovať žiaka a študenta na život, prácu a profesionálnu kariéru v informačnom veku v podmienkach znalostnej ekonomiky, musí byť čo najviac individualizované. Musí rozvíjať tie vlohy, ktoré dieťa má a nemá sa to týkať iba tzv. nadaných detí ale všetkých žiakov. V opačnom prípade je čas, ktorý dieťa strávi v škole, plytvaním nielen z hľadiska ekonomických vstupov do školstva, ale aj z hľadiska optimálneho vývoja dieťaťa. Učenie v škole má však prebiehať aj v sociálnom kontexte a 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 a usporiadaním učiva. Direktívne ladená koncepcia „slovenskej reformy“ je s týmito požiadavkami v priamom rozpore.
5. 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 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.
6. Iným vážnym problémom reforiem v Českej republike a na Slovensku je skutočnosť, že sa nezaobera mentálnymi reprezentáciami osvojených pojmov a poznatkov a ich prepojením na externé prejavy edukantov. Ciele vzdelávania sú často formulované jazykom popisujúcim externé aktivity – prejavy vedomostí, znalostí, spôsobilostí, kompetencií, pričom evaluačnými nástrojmi sú externé prejavy merané bez znalosti toho, k akým reálnym interným znalostiam sa vzťahujú. Rozsiahle a desaťročia prebiehajúce prieskumy formálnych vedomostí a tzv. miskoncepcií vo svetovej didaktike 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 v rámci reformy aj problém zmysluplného vzdelávania a jeho obsahu. Znalostná spoločnosť vyžaduje takých absolventov škôl, ktorí majú vytvorené koherentné štruktúry vedeckých a odborných poznatkov ako aj široko aplikovateľné stratégie riešenia problémov, ktoré sú vlastné expertnému spôsobu myslenia a nie sú to iba naučené riešenia podľa receptov. Napr. *„experti vo fyzike chápu obsah fyziky ako koherentnú štruktúru pojmov a poznatkov popisujúcich prírodu a overených experimentmi, naproti tomu fyzikálni začiatčníci (physics novices) vnímajú obsah fyziky ako izolované informácie prezentované autoritou, ktorej sa musí veriť, preto sa ich učia spamäti bez porozumenia.“* (Wieman, 2007).
7. Učebnice s kvalitným a zmysluplným obsahom sú ďalším veľkým problémom školstva na Slovensku. S mnohými aj novými vydania učebníc sú učitelia nespokojní, ich obsah nezodpovedá kognitívnej úrovni žiakov, obrázky a používanie farieb má mnohokrát nulovú informačnú hodnotu, atď. Kvalifikované pedagogické vydavateľstvá majú odborné oddelenia venujúce sa implementácii kurikula do učebníc a ostatných didaktických prostriedkov. Vývoj a tvorba učebníc je založená na projektovej

práci odborných tímov – projektant a manager titulu, autori, odborní redaktori, odborní poradcovia, dizajnéri a korektori. Právny stav v oblasti „písania a vydávania učebníc“ na Slovensku túto skutočnosť nerešpektuje. Domnievame sa, že príčinou nedostatočne kvalitných a inovovaných učebníc je 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 Adamčíkovej a Tarábka (2007). 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. odbúravaním korupcie a tlakom na znižovanie cien).

<b>Tab. 1: Porovnanie voľného trhu učebníc a centrálne riadeného vydávania učebníc v európskych krajinách</b>	
<b>Voľný trh učebníc</b>	<b>Centrálne riadený trh učebníc</b>
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	
<b>Európske krajiny s voľným trhom učebníc</b>	<b>Európske krajiny s centrálne riadeným trhom učebníc</b>
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

### 3. Čo prinesie redukcia učiva?

V reformách vzdelávania sa hovorí o nutnej redukcii učiva, o znížení časových dotácií niektorých predmetov, o zvýšení počtu hodín na cudzie jazyky a pod. Proti koncepcie realizovanej redukcii učiva nemožno namietat'. Existujú však silné tlaky proti redukcii, ktoré azda súvisia s tým, že koncepcia vzdelávania v našich školách bola dlho poplatná dvom „nepedagogickým“ princípom vzdelávania, ktoré viedli k narastaniu objemu učiva:

1. Prvým z nich je zameranie všeobecného vzdelávania na „výchovu vedeckých pracovníkov“ v danom predmete. Osnovy slovenského jazyka sú napr. koncipované tak, akoby chceli zo všetkých žiakov vychovať jazykovedcov či učiteľov slovenčiny. Stačí sa podívať na obsah požiadaviek na maturity a človek vidí, koľko zbytočných vedomostí si študenti musia natlačiť do hlavy, vedomostí, ktoré nikdy v živote potrebovať nebudú. Platí to však aj o iných predmetoch. Zdá sa, akoby matematici chceli vychovať zo svojich žiakov matematikov, fyzici fyzikov, informatici informatikov atď. Pozrime sa na skladbu predmetov na gymnáziách a porovnajme to zo stonásobne vyšším počtom jednotlivých odborností a profesií. Musíme si uvedomiť, že „náš odbor“ (či je to slovenčina, matematika, fyzika, chémia, biológia, informatika atď.) pôjde profesionálne študovať len zanedbateľné množstvo našich študentov. Preto im musíme na strednej škole ukázať len tie najzákladnejšie poznatky a poznávacie metódy daného odboru, ktoré budú potrebné pri ich ďalšom vzdelávaní a v praxi. Osnovy, učebnice či požiadavky na maturity však svedčia o niečom inom.
2. Druhý princíp je charakterizovaný „poštárskym modelom vyučovania“ (Wellington, 2005, Into Teaching, Optimus Publishing, UK, <http://www.into-teaching.co.uk/>), kedy je vyučujúci povinný podobne ako poštár „doručovať“ poznatky adresátom – žiakom a študentom. Pretože objem ľudských poznatkov neustále narastá, v priebehu rokov sa postupne zvyšuje aj objem učiva, až sa zistilo (už pred niekoľkými desaťročiami), že to už takto ďalej nejde. Je však neuveriteľné, že v našej školskej sústave sa tento model (obvykle založený na povinných a nahustených osnovách ako aj na postupe „vysvetlenie učiva, učenie, skúšanie“) tak húževnato drží napriek tomu, že v súčasnom veku explozívneho rastu nových poznatkov a ich informačnej dostupnosti je dávno prekonaný. Učiteľ v súčasnej škole nemá iba motivovať, prednášať, vysvetľovať a skúšať, ale aj usmerňovať, pomáhať pri vyhľadávaní informácií a usporiadaní získaných poznatkov. Nemal by žiakov iba viesť ale aj pomáhať rozvíjať ich vloh.

Na druhej strane však treba brať vážne pripomienky odborných a vedeckých spoločností, ktoré namietajú proti znižovaniu hodinových dotácií. Je zrejme, že ekonomika bude potrebovať stále viac a viac odborne a technicky vzdelaných absolventov – už teraz je ich nedostatok. Prečo teda znižovať počty hodín na matematiku či prírodovedné predmety? Pridávať hodiny na vyučovanie cudzích jazykov azda zlepši ich znalosť. Povedie to však k tomu, že naši absolventi so znalosťou cudzieho jazyka ale bez kvalitného všeobecného vzdelania umožňujúceho technické zameranie nebudú schopní konkurovať odbornosti rovesníkov v iných krajinách.

Celá diskusia o redukcii učiva, o zvyšovaní či znižovaní hodinových dotácií jednotlivých predmetov je zrejme podložená nevysloveným predpokladom, že vyššie hodinové dotácie daného predmetu znamenajú lepšiu úroveň jeho zvládnutia. Je tomu skutočne tak?

Pozrime sa, ako vyzerajú hodinové dotácie predmetu „vyučovací jazyk“ (pre slovenských žiakov je to slovenčina, pre českých čeština, pre maďarských maďarčina atď.) a „matematika“ v jednotlivých krajinách a porovnajme ich s s umiestnením žiakov v testoch PISA a PIRLS zameraných na čitateľskú gramotnosť (schopnosť porozumenia čítanému textu) a matematickú gramotnosť (využívanie matematiky v riešení úloh praktického života). Pohľad do tabuľky 2 ukazuje, že Fínsko, ktoré sa umiestnilo na prvom mieste v PISA-testoch čitateľskej gramotnosti 15-ročných žiakov, má hodinovú dotáciu vyučovacieho jazyka o dosť nižšiu, než Slovensko, ktoré sa umiestnilo na 35. mieste. Podobne Taliansko s prvým miestom v PIRLS-testoch čitateľskej gramotnosti žiakov štvrtého ročníka základnej školy má polovičnú hodinovú dotáciu vyučovacieho jazyka oproti Slovensku, ktoré sa umiestnilo na 13. mieste (tabuľka 3). Podobne druhé Fínsko (resp. tretí Hong Kong) v PISA-testoch matematickej gramotnosti má nižšiu hodinovú dotáciu matematiky než 26. Slovensko (tretia tabuľka).

Podobne to vyzerá, ak porovnáваме hodinové dotácie predmetu „matematika“ a matematickú gramotnosť žiakov. Pohľad do tabuľky 4 ukazuje, že Fínsko, ktoré je druhé v PISA-testoch matematickej gramotnosti (resp. tretí Hong Kong), má nižšiu hodinovú dotáciu matematiky než Slovensko na 26. mieste. Podobné je to aj pri porovnávaní hodinových dotácií prírodných vied a umiestnením Slovenska v PISA-testoch v oblasti prírodovednej gramotnosti. Rozdiel oproti predmetu „vyučovací jazyk“ je iba v tom, že hodinové dotácie predmetov na Slovensku sú iba o „niečo“ vyššie než v krajinách umiestnených na prvých miestach.

Zdá sa teda, že vyšší počet hodín daného predmetu ešte nemusí znamenať lepšie zvládnutie učiva, ak nám ide predovšetkým o praktické využívanie získaných znalostí. Svedčí to však aj o malej efektívnosti nášho vzdelávania a redukcia učiva bez koncepcnej obsahovej prestavby môže viesť k zníženiu kvality absolventov. Hodinové dotácie vyššie menovaných predmetov základnej školy sú zrejme naddimenzované, najviac v predmete „vyučovací jazyk“ a ich zníženie malo byť súčasťou reformy. Ak iné krajiny s menším

počtom hodín dosahujú lepšie výsledky, mali by sa aj 6 až 15-roční školáci na Slovensku „menej učiť“, avšak inak než doteraz.

<b>Tab. 2: PISA 2006 – testy čitateľskej gramotnosti 15-ročných žiakov</b>				
Umiestnenie krajiny v testovaní žiakov	Skóre v testoch		Hodinová dotácia	
	PISA	PIRLS	na 1. stupni ZŠ	na 2. stupni ZŠ
1. Fínsko	547	564	26 %	12 %
2. Hong Kong *	536		30 %	19 %
6. Írsko *	517		21 %	20 %
27. Česká republika *	483		38 %	16 %
28. Maďarsko	482	551	37 %	17 %
35. Slovensko	466	531	38 %	17 %

Hodinová dotácia je uvedená ako percentuálny podiel z celkového počtu týždennej dotácie všetkých predmetov. Údaje sú prevzaté z práce P. Koršňáková: Zastúpenie jednotlivých povinných predmetov v obsahu vzdelávania, [www.statpedu.sk](http://www.statpedu.sk).  
\* Krajiny sa nezúčastnili testovania PIRLS

Prieskumy PISA a PIRLS ukazujú, že vyšší počet hodín daného predmetu v základnej škole ešte neznamená lepšie znalosti (ak berieme do úvahy aj schopnosť ich využívania v praxi). Teda nevyslovený predpoklad, že vyššie hodinové dotácie daného predmetu znamenajú lepšiu úroveň jeho zvládnutia, na slovenských a českých školách neplatí. Príčinou je skutočnosť, že edukačný proces ako taký je málo efektívny. Súvisí to aj s predimenzovanými osnovami (nielen na základnej ale aj na strednej škole), ktoré okrem iného obsahujú priveľa požiadaviek na reprodukčné vedomosti, termíny neprimerané kognitívnej úrovni žiakov, a pod. Je zrejmé, že zmena obsahu kurikula, podľa ktorého sa žiaci a študenti budú učiť, je nevyhnutná. Reforma však musí byť spojená s komplexnou zmenou koncepcie a organizácie vzdelávania, so vzdelávaním učiteľov – ako učiť podľa modernejších koncepcií (a to je záležitosť niekoľkých rokov), inak bude neúčinná.

<b>Tab. 3: PIRLS 2006 – testy čitateľskej gramotnosti žiakov 4. ročníka základnej školy</b>				
Umiestnenie krajiny v testovaní žiakov	Skóre v testoch		Ročná hodinová dotácia predmetu „vyučovacím jazykom“	
		PIRLS	na 1. stupni ZŠ	
1. Taliansko		551	132 hodín *	
2. Maďarsko		551	319 hodín **	
4. Nemecko		548	218 hodín *	
8. Dánsko		546	211 hodín *	
13. Slovensko		531	328 hodín **	
Česká republika			330 hodín *	

\* Údaje sú prevzaté z učebnice J.Průcha: Moderní pedagogika, Portál, Praha 2002  
\*\* Údaje sú vypočítané z percentuálnych podielov v práci P. Koršňáková: Zastúpenie jednotlivých povinných predmetov v obsahu vzdelávania, [www.statpedu.sk](http://www.statpedu.sk) pre ročnú dotáciu 24 hodín týždenne x 36 týždňov.

<b>Tab. 4: PISA 2006 – testy matematickej gramotnosti 15-ročných žiakov</b>				
Umiestnenie krajiny v testovaní žiakov	Skóre v testoch		Hodinová dotácia matematiky	
	PISA		na 1. stupni ZŠ	na 2. stupni ZŠ
2. Fínsko	548		18 %	13 %
3. Hong Kong	547		12 %	14 %
16. Česká republika	510		21 %	16 %
18. Rakúsko	505		17 %	15 %
22. Írsko	501		17 %	20 %
26. Slovensko	492		20 %	17 %
27. Maďarsko	491		18 %	14 %

Hodinová dotácia je uvedená ako percentuálny podiel z celkového počtu týždennej dotácie všetkých predmetov. Údaje sú prevzaté z práce P. Koršňáková: Zastúpenie jednotlivých povinných predmetov v obsahu vzdelávania, [www.statpedu.sk](http://www.statpedu.sk).

## Literatúra

- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2007). Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: PV Didaktis, ISBN 987-80-89160-56-3. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008a) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *NOTES – zborník konferencie Inovácie v škole 2007*, Bratislava : Združenie ORAVA pre demokraciu vo vzdelávaní, 2008. ISSN 1336-1651.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008b) Didaktická komunikácia v predmetových didaktikách. In *Slovo o slove, Vol. 14*. Prešov : Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity, 2008. ISBN 978-80-8060-752-6.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008c). Educational Communication and Curriculum Process in Physics Education. GIREP 2008 International conference, Nicosia: University of Cyprus.
- Adamčíková, V., Tarábek, P. (2008d). Komunikačná koncepcie odborových didaktík. In TARÁBEK, P.; ZÁŠKODNÝ, P. (eds.). *Educational & Didactic Communication 2008*. Bratislava : Educational Publisher Didaktis s.r.o., 2008. ISBN 978-80-89160-62-4. [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Bobbitt, F. (1918). *The Curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- Bobbitt, F. (1928). *How to Make a Curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- Brockmeyerová, J. (2002). Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In conference proceedings, New York, Tarábek, P., Záškodný, P. (eds) *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures.*, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, s.r.o., ISBN 80-85456-77-X.
- Brockmeyerová, J., Tarábek, P. (2007). Teoretická koncepcie didaktiky fyziky. In *Educational & Didactic Communication 2007*, ISBN 987-80-89160-56-3. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Fenclová, J. (1982). Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN.
- Fenclová, J., Bednařík, M., Půlpán, Z.; Svoboda, E. (1984). *K perspektívám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd*. Praha: Academia.
- Fenclová-Brockmeyerová, J., Čapek, V., Kotásek, J. (2000) Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, XLX, č. 1, s. 23-37. ISSN 3330-3815.
- Jelemenská, P., Sander, E., Kattmann, U. (2003). Model didaktickej rekonštrukcie: Impulz pre výskum v odborových didaktikách. *Pedagogika*, 2003, 53, č. 2, s. 190–201.
- Kelly, A. V. (2004) *The Curriculum: Theory and Practice*. SAGE Publications, ISBN 1412900271
- Kotásek, J. (2004). Domáci a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik. *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu*, 2004. Brno: PF, Masarykova Univerzita
- Maňák, J. (2007). Actual Problems of Curriculum. XXV International Colloquium. Brno: Masarykova Univerzita, <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/0014.pdf>
- Möhlenbrock, R. (1982). Modellbildung und didaktische Transformation. Bad Salzdetfurth: Barbara Franzbecker.
- Průcha, J. (1983). K teorii obsahu vzdělání. *Pedagogika*, 1983, 33, č. 2, s. 229 – 237
- Průcha, J. (2002). Modern Pedagogy (Moderní pedagogika). Praha: Portál.
- Průcha, J. (2006). Exploration of Curriculum (Výzkum kurikula). In Maňák, J. and Janík, T. Problems of curriculum in primary and secondary school (pp 113-127, Masaryk University, Brno, Czech Republic.
- Pupala, B. (2008). Reforma po slovensky: Základné omyly štátnych vzdelávacích programov, *Nové školstvo*. [http://www.noveskolstvo.sk/article.php?301&ezin\\_author\\_id=9](http://www.noveskolstvo.sk/article.php?301&ezin_author_id=9)

- Rohlehr, A. B. (2006) *Characteristics of Curriculum & Curriculum Management*.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001528/152895e.pdf>
- Smith, M. K. (1996, 2000) Curriculum theory and practice. *The encyclopedia of informal education*. [www.infed.org/biblio/b-curric.htm](http://www.infed.org/biblio/b-curric.htm).
- Stenhouse, L. (1975). An introduction to Curriculum Research and Development, London: Heineman.
- Tarábek, P.; Záškodný, P. a kol. (2002). *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures, New York*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P., Pavlát, V., Škrabánková, J. a kol. (2003). *Analytical-Synthetic Modeling of Cognitive Structures, London*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P.; Záškodný, P. a kol. (2004). *Modern Science and Textbook Creation, Frankfurt*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P., Záškodný, P., Šimoník, O., Škrabánková, J. a kol. (2005). *Modern Science and Textbook Creation, Frankfurt*, Proceedings of Conference. Bratislava: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis.
- Tarábek, P. and Záškodný, P. (2006). Didactic Communication of Physics and its Applications. In *Matematika, fyzika, informatika* 3/2006, 146-157, 4/2006, 224-227.
- Tarábek, P. (2007). Didactic Communication of Physics. In *Educational & Didactic Communication 2007*, Vol. 1 (pp 35-56). Didaktis, Bratislava, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P. (2008a). Variantní formy kurikula z hlediska didaktické komunikace v předmětových didaktikách. Konference Kurikulum a učebnice z pohledu pedagogického výzkumu, 24.-25.06.2008, Pedagogická fakulta MU, Brno.
- Tarábek, P. (2008b). Curricular Process and Communicative Conception in Physics Education, Physics Education Research Conference PERC 2008, Contributed Poster Session, University of Alberta, Edmonton, Canada, <http://www.compadre.org/PER/conferences/2008/sessions.cfm>
- Záškodný, P. (2007). Didactic Communication of Physics and Curricular Process. In *Educational & Didactic Communication 2007*, Vol. 1 (pp 65-84), Didaktis, Bratislava, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).
- Záškodný, P. (2008). Kurikulární proces fyziky. In NAJVAROVÁ, V.; JANÍK, T.; KNECHT, P. (eds.). *Kurikulum a učebnice* [CD-ROM]. Brno : MU, 2008. ISBN 80-210-4730-3.
- Wieman, C. (2007). Why not Try a Scientific Approach to Science Education? University of British Columbia, Vancouver. [http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change\\_Sept-Oct\\_2007.pdf](http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/Wieman-Change_Sept-Oct_2007.pdf)
- Wieman, C. (2008). About CWSEI, <http://www.cwsei.ubc.ca/about/index.html>
- Westbury, I. (2008). School Curriculum – Core Knowledge Curriculum, Hidden Curriculum – Overview. In *Education Encyclopedia*, <http://education.stateuniversity.com/pages/1900/Curriculum-School.html>



# Report regarding Knowledge Discovery: Curricular Process of Physics as a Result of Data Mining in Education

Přemysl Záškodný<sup>1)</sup>, Petr Procházka<sup>2)</sup>

1) University of South Bohemia, Czech Republic, Curriculum Studies Research Group  
<http://sites.google.com/site/csrggroup/>

2) University of Defense, Czech Republic, Curriculum Studies Research Group  
For correspondence please contact: [pzaskodny@yahoo.com](mailto:pzaskodny@yahoo.com)

## Abstract

This result of data mining in education is a scientific dissertation about the comparison of transformations of physics knowledge piece with variant forms of curriculum existence. Organized sequence of physics knowledge piece transformations is the expression of educational communication of physics, organized sequence of curriculum variant forms is the expression of curricular process - it is essence of knowledge discovery described.

The main aim was to verify the idea that the results of transformations (inputs and outputs of each transformation) of the physics knowledge piece can be identified with variant forms of curriculum. There was a special state of subject education and physics education investigation leading to the formulation of this idea. The communicative conception of physics education as an order of physics knowledge piece transformations was defined in the Czech-Slovak conception (and maybe also in conjunction with continental Europe). Also the interdisciplinary cooperation with physics science was pointed out. On the other hand, several forms of content of education existence were described in Anglo-American conception. Thus the interdisciplinary collaboration with educational science was pointed out.

The “assimilation” of physics education with physics in European conception on one side and the “assimilation” of physics education with educational science in Anglo-American conception on the second side led to the special phenomena: Anglo-American research quitted to use the concept “physics education” and European research quitted to use the concept “physics didactics”.

## Key Words

Subject education, physics education, educational science, pedagogy  
Curricular process, curricular process of physics  
Curricular process of physics education, curricular process of educational science  
Form of existence of education content  
Curriculum as variant phenomenon, variant form of curriculum  
Transformations of physics knowledge piece, educational communication of physics  
Inputs and outputs of transformations of physics knowledge piece  
Conceptual curriculum  
Intended curriculum  
Projected curriculum  
Implemented curriculum 1, implemented curriculum 2  
Attained curriculum  
Methods of construction and representation of variant forms of curriculum  
Hierarchical, analytical synthetic, matrix, and micro-matrix modeling  
Triangular and level modeling  
Structure of variant form of curriculum  
Structural conception of physics education

## 1. Transformations of educational communication of physics

The educational communication of physics is the subject of physics education in the communicative conception (this includes also methodic, integrative and application conception).

The physics education is a whole continuous process of forwarding and negotiation of results and methods of physics knowledge to the sense of individuals, who are not directly bounded with the knowledge creation. This process is leading to the transfer of physics knowledge to the sense of whole society [1]. This process is done by various participants with educational intention and includes not only the teaching and education in all levels of educational system, but also lifelong studies carried out institutionally and information transfer from physics science to society.

The physics knowledge piece undergoes several transformations during the educational communication [2, 3]. Physics education has to follow the whole way of physics knowledge transfer and thus is passed through totally different areas of thinking, investigation and locution, which approximately come up to mentioned physics knowledge transformation. These are the basic problematic areas of physics didactics.

The basic problematic areas of physics didactics are: the scientific system of physics, the educational system of physics, instructional project – instructional process, the results of instruction and their evaluation. Also the teacher's preparation of physics and methodology of physics education belong to this group of problematic areas of physics education. The transformations of physics knowledge piece and inputs and outputs of each transformation define these basic problematic areas of physics education [1, 2, 3].

Physics conceptual-knowledge systems undergo several forms of existence during the educational communication of physics and gain this forms of existence in transformations T1 to T5 [2].

The survey of transformations could be described according to Brockmeyer (1982) and Tarábek, Záškodný (2006, 2007), respectively following way:

Transformation T1 (input → output)

Input T1: Scientific system of physics → Output T1: Scientific system of physics from the point of view of its communication.

Transformation T2 (input → output)

Input T2: Scientific system of physics from the point of view of its communication → Output T2: Educational system of physics and its content.

Transformation T3 (input → output)

Input T3: Educational system of physics and its content → Output T3: Instructional project of physics and its textbook.

Transformation T4 (input → output)

Input T4: Instructional project of physics and its textbook, preparedness of teacher → Output T4: Results of physics education.

Transformation T5 (input → output)

Input T5: Results of physics education → Output T5: Applied results of physics education.

## 2. Choose of variant forms of curriculum

Interdisciplinary cooperation of physics education and physics is integrated with described sequence of transformations T1 – T5 of physics knowledge piece. There are three questions bounded with these transformations:

The question number one: How to create, express and figure inputs and outputs of transformations T1 to T5? How to create, express and figure the scientific system of physics to be communicable? How to create, express and figure the educational system of physics, its aims and content? How to create, express and figure the elements of instructional project of physics, mainly textbook? How to figure the preparedness of teacher for education? How to negotiate the knowledge to students to make it their own knowledge, and how to find, figure and evaluate the achieved results of physics education? How to find, figure and evaluate the applicability of achieved physics knowledge?

The question number two: How is the educational dimension of physics education related to the physics dimension of physics education? If the physics and educational dimension of physics didactics are joined by physics knowledge piece transformations, which educational constructs can be used for each transformation description?

The question number three: Could we the first two questions consider as important also for subject education in the case of another science disciplines, eventually also for subject education of another totally different specializations (e.g. technical, economical etc.)?



There is a common answer for these three questions. This is based on the interdisciplinary cooperation with physics science, besides also on the interdisciplinary cooperation with educational science (pedagogy). The common content of education and content of physics education are bounded with the variant forms of curriculum as forms of existence of physics education content, and with the way of expression and construction of these types of curriculum by effective educational constructs (i.e. effective modeling of education content in its variant forms of existence).

The tasks which can be solved only by physics education and which are besides the scientific independence of physics education also the expression of interdisciplinary cooperation of physics education with especially educational science and physics science are following:

definition of variant forms of curriculum typical for physics as a school subject and their identification as inputs and outputs of transformations T1 to T5 of educational communication of physics, connection of these variant forms of curriculum into curriculum process of physics as a sequence of linked together inputs and outputs of transformations T1 to T5 of educational communication of physics, sequent transformation of scientific system of physics into defined variant forms of curriculum within the curriculum process of physics (i.e. construction and expression of each variant form of curriculum), takeover of endogenous and exogenous aspect of educational process and their application within some transformations between appropriate variant forms of curriculum.

We can perform the modification of the survey of variant forms of curriculum identified in literature to interconnect the transformations T1 to T5 with variant forms of curriculum [4, 5] Czech literature. We can respect the relationships with five conceptions of curriculum [4, 6] and with transformations T1 to T5 during these modifications.

Following selection of variant forms of curriculum is the expression of interdisciplinary cooperation of physics education especially with educational and physics science.

### **Conceptual curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Conceptual form (the conception of the education content in schools).

Curriculum conception: The conception which is focused to the structure of scientific knowledge (structured and communicable set of knowledge of particular sciences).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T1. Conceptual curriculum can be identified with the result of transformation T1.

### **Intended curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Intended curriculum – planned goals and content of education with explicit definition in curriculum documents (curriculum, textbooks). There are three categories of content: content of education itself, its operational level (the actions of students and teachers e.g. during solving suitable types of tasks), prospects level (planned changes of student's attitudes, interests and motivation).

Curriculum conception: Conception is focused on structure of knowledge (curriculum – content – as a structured set of knowledge of particular sciences optimized for abilities of students). This conception is also based on development of cognitive processes (the ability of thinking is more than the list of facts!).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T2. Intended curriculum can be identified with the result of transformation T2.

### **Projected curriculum and Implemented curriculum 1**

Variant form of curriculum in literature: Project and realization form (concrete planned projects of content of education, the content of education presented to the subjects of education).

Curriculum conception: This conception is focused on the technologies of education (the method of forwarding is in the centre of knowledge).

Transformation of physics finding: These forms can be identified with the result of transformation T3. The expecting result of transformation T3, "Projected curriculum", can be extended to a new variant form of curriculum bounded with preparing of teacher for education. This has not been mentioned in literature yet. This new variant form of curriculum can be named "Implemented

curriculum 1” and thus it can be divided from variant form of implemented curriculum connected with subject of matter took over by learners (Projected curriculum and Implemented curriculum 1).

### **Implemented curriculum 2**

Variant form of curriculum in literature: Resulting form (content of education accepted with the subjects of education).

Curriculum conception: Conception is based on self-realization of learner (to give the learner the space to investigate the world with his own action, to start with his interests).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be identified with transformation T4. We can identify implemented curriculum as a content of education accepted with the subjects of education with the result of transformation T4. Implemented curriculum is in terms of this analysis of variant forms of curriculum divided into Implemented curriculum 1 (identified with transformation T3) and Implemented curriculum 2 (identified with transformation T4).

### **Attained curriculum**

Variant form of curriculum in literature: Effect form as an achieved curriculum (the content of education operating on the side of subjects of education), the form of acquired knowledge modified by learners in the term of their own experiences and interests.

Curriculum conception: The conception of society reparation (to solve the problems of society by education).

Transformation of physics knowledge piece: This form can be connected with transformation T5. Attained curriculum can be identified with the result of transformation T5 as a permanent component of education.

## **3. The definition of curricular process of physics**

According to Průcha there is a problem of agreement in the case of five conceptions of curriculum [4, 6]. We can assume that if the subject of physics education is the educational communication of physics [1], the problems with agreement could be relative easily replaced. Particular conceptions of curriculum and particular variant forms of curriculum “only” express different transformations of physics knowledge piece. From this point of view, the partial conceptions of curriculum would cooperate very well. By the way the approach to curriculum as a variant phenomenon was worked up in the eighties in the Czech Republic [7]. The discovery of the educational communication of physics [1] and its structural interpretation through transformations T1 to T5 [3] can confirm the benefit of the approach to curriculum as a variant phenomenon. This confirmation can be done by the interconnection of conceptions and particular forms of curriculum.

Also the important role of the physics education as a one of the subject education is shown nowadays – physics education (physics didactics) is defined as an independent scientific subject. This definition and identification is made right through the curricular dimension. Curricular dimension of physics education (bounded with cognitive structural methods of construction and expression of particular variant forms of curriculum) can be also the way to structural conception of physics education.

The sequent development of variant forms of curriculum is as “an analysis of knowledge and method of knowledge acquiring by students” newly defined as curricular process [5]. We can identify the curricular dimension of physics with curricular process of physics by application of this nomenclature.

The educational communication of physics and curricular process of physics represent sequence of inputs and outputs of transformations of physics knowledge piece T1 to T5, as well as sequence of five variant forms of curriculum (conceptual, intended, projected, implemented divided into implemented curriculum 1 and implemented curriculum 2, and attained curriculum).

Curricular process can be defined as an order of consequential and transformational system of variant forms of curriculum (the first and the only “non-curricular” element of this system is the content of physics science as a scientific system of physics, transformational sequence is described with arrows→).

*Scientific system of physics* → *Conceptual curriculum*

*Conceptual curriculum* → *Intended curriculum*

*Intended curriculum* → *Projected curriculum and Implemented curriculum 1*

*Projected curriculum and Implemented curriculum 1* → *Implemented curriculum 2*

*Implemented curriculum 2* → *Attained curriculum*

The connection of curricular process of physics with the transformations of educational communication of physics can be described with following scheme:

*Transformation T1* (input → output)

Input T1: Scientific system of physics → Output T1: Scientific system of physics from the point of view of its communication as Conceptual curriculum.

*Transformation T2* (input → output)

Input T2: Scientific system of physics from the point of view of its communication → Output T2: Educational system of physics and its content as Intended curriculum.

*Transformation T3* (input → output)

Input T3: Educational system of physics and its content → Output T3: Instructional project of physics and its textbook as Projected curriculum and Implemented curriculum 1.

*Transformation T4* (input → output)

Input T4: Instructional project of physics and its textbook, preparedness of teacher → Output T4: Results of physics education as Implemented curriculum 2.

*Transformation T5* (input → output)

Input T5: Results of physics education → Output T5: Applied results of physics education as Attained curriculum.

The description of the curricular process of physics is not only the expression of interdisciplinary cooperation with educational and physics science. The description is also the definition of important part of physics education.

We can also search the answer for the following question: Is it possible to generalize the described importance of curricular dimension of physics education and find the way of its application to subject educations of science education or other specializations?

Considering some works [8, 9, 10, 11, 12], our answer will not be negative.

## 4. Conclusion

This contribution presents the experimental fusion of European education tradition and Anglo-American curricular tradition. This experiment would not have been performed without revolutionary theoretical work of Professor Jitka Fenclová-Brockmeyer. Her lifelong work must be honored.

The authors tried to verify the idea, that the educational communication of physics as a sequence of transformation of physics knowledge piece T1 to T5, which was described by Professor Fenclová-Brockmeyer, is on the summary of inputs and outputs the sequence of consequential variant forms of curriculum:

Conceptual curriculum as an expression of communicable scientific system of physics,

Intended curriculum as an expression of educational system of physics,

Projected curriculum and Implemented curriculum 1 as an expression of instructional project of physics and preparing of teacher for education,

Implemented curriculum 2 as an expression of results of physics education (outputs of physics education) in the sense of learners within physics instruction,

Attained curriculum as an expression of permanent component of education and its application as an effect of physics education (expression of applicable outputs of physics education),

The main goal of the contribution can be considered as verified. More detailed verification is connected with the investigation of construction and expression of particular variant forms of curriculum as particular components of curricular process in physics education.

The authors tried to contribute to the discussion about the solving of problem defined by Průcha. This problem is connected with five conception of curriculum in Anglo-American curricular science.

We can think that the educational communication of physics and its curricular process are possible solution of the problem and offer the consensus among supporters of particular curricular conception.

## 5. References

- [1] Brockmeyerová, J. Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN, 1982.
- [2] Brockmeyer, J., Tarábek, P. Teoretická koncepce didaktiky fyziky. Educational&Didactic communication 2007. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [3] Tarábek, P., Záškodný, P. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. Matematika, fyzika, informatika 3/2006 str. 146-157, 4/2006 str. 224-227.
- [4] Průcha, J. Moderní pedagogika. Praha: Portál, 2002.
- [5] Maňák, J. K problematice výzkumu kurikula. Bulletin centra pedagogického výzkumu. Brno : Masarykova univerzita, 2005.
- [6] Certon, M., Gayle, M. Educational Renaissance. New York: St. Martin's Press, 1991.
- [7] Průcha, J. Učení z textu a didaktické informace. Praha : Academia, 1987.
- [8] Procházka, P., Záškodný, P. Analytical-synthetic model of mathematical integration. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [9] Škrabánková, J., Procházka, P. Analytical-synthetic model of chemistry. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [10] Šimoník, O., Škrabánková, J. Model of logical structure of the educational process. Modern tendencies in textbook creation. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2005.
- [11] Procházka, P. Optimization of the systemic evidence of returnable packaging transport – Analytical-synthetic model. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [12] Paulín, R. Structural model of CAPM and choice of optimal portfolio. Educational and didactic communication. Frankfurt a. M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2006.
- [13] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 1. - Theory. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [14] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 2. – Methods. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [15] Tarábek, P., Záškodný, P. Educational and didactic communication Vol. 3. – Applications. Bratislava: Educational Publisher Didaktis, 2007.
- [16] Záškodný, P. Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Slovak Republic, Bratislava.; Didaktis, 2005.
- [17] Záškodný, P. Survey of principles of theoretical physics (with application on radiology). Switzerland, Lucerne, Czech Republic, Ostrava: Avenir, Algoritmus, 2006.
- [18] Záškodný, P. Kurikulární proces fyziky (s přehledem základů teoretické fyziky). Switzerland, Lucerne, Czech Republic, Ostrava: Avenir, Algoritmus, 2009, ISBN 978-80-902491-0-3

# **Původ termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“**

## **Origin of Terms „Curricular process“ and „Variant Form of Curriculum“**

### **A Result of Data Analysis & Data Synthesis in Curriculum Research and Development**

**Assoc.prof. Premysl Zaskodny, Ph.D.**

University of South Bohemia, Institute of Finance and Administration, Czech Republic  
pzaskodny@yahoo.com, <http://sites.google.com/site/csrggroup/>

#### **Key Words**

Curricular Process, Variant Form of Curriculum, Curriculum Research and Development, Data Analysis&Data Synthesis, Origin of Terms „Curricular Process“ and „Variant Form of Curriculum“ as a Result of Data Analysis&Data Synthesis, Analytical Synthetic Modeling (Data Mining Visualization)

#### **Abstract**

On the basis of implementation of primary, secondary and tertiary Data Analysis&Data Synthesis in area of curriculum research and development it will being, gradually, carried out the investigation of origin of terms “Curricular Process” and “Variant Form of Curriculum”. The conclusion of paper is consisting in the implementation of concept “curricular process of physics” as succession by transformational way concurring “variant forms of curriculum”. This findings is showing itself as the direct implication of Data Analysis&Data Synthesis of interdisciplinary area “Curriculum Research and Development (CRD)”.

#### **Content**

##### **A. Setting**

- S1) Implementation of primary analysis and synthesis within CRD
- S2) Implementation of secondary analysis and synthesis within curriculum research and curriculum development
- S3) Implementation of tertiary analysis and synthesis within origin of terms “Curricular Process” and “Variant Form of Curriculum”

##### **B. Solution**

###### **S1) Implementation of secondary analysis and synthesis within CRD**

- S1-1. Selected definitions of curriculum (DC)
- S1-2. Philosophical line (PL) in theory of curriculum
- S1-3. Empirical and practical line (EPL) in theory of curriculum
- S1-4. Primary synthesis of results of analysis of theoretical inputs within CRD

###### **S2) Implementation of secondary analysis and synthesis within curriculum research and curriculum development**

- S2-1. Systems of Forms of Curriculum Existence (SFEC)
- S2-2. How to convert contents of human knowledge to addressees of education
- S2-3. Methods of construction and representation of structure and communicability of subject matter
- S2-4. Secondary synthesis of results of analysis within curriculum research and curriculum development

### **S3) Implementation of tertiary analysis and synthesis within origin of terms “Curricular Process” and “Variant Form of Curriculum”**

- S3-1. Concrete mechanisms (ways of transformation) whereby curriculum passes from one form of existence to the other
- S3-2. Description of summary of ways of transformation among forms of curriculum existence as description of approach to curriculum as variant phenomenon
- S3-3. Selection of acceptable forms of existence of education content (forms of curriculum existence)
- S3-4. Methods of construction and representation of curriculum variant forms
- S3-5. Tertiary synthesis of results of tertiary analysis

### **C. Analytical synthetic model of Curriculum Research and Development in the light of origin of terms “Curricular Process” and “Variant Form of Curriculum”**

#### **References**

#### **A. Zadání**

(Cvičení na analyticko-syntetické modelování struktury původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“)

(Cvičení na konstrukci a vyjadřování části konceptuálního kurikula edukační vědy a kurikulárního procesu edukační vědy, tj. příklad na sdělování vědeckých výsledků dosažených v edukační vědě jako příprava na možné studium edukační vědy)

1. **Navrhňte podklady** pro analyticko-syntetický model původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ z hlediska důležité části interdisciplinárně pojaté oblasti edukační vědy - teorie a praxe kurikula.
2. **Teorii a praxi kurikula zkoumejte** v souladu s J.Průchou (Moderní pedagogika, 2005, 6.kapitola - Kurikulum: obsah školní edukace) jako „Curriculum research and development (CRD)“ a P.Záškodným (Kurikulární proces fyziky, 2008 - sborník Educational and Didactic Communication 2008)
3. **K navržení analyticko-syntetického modelu** *provedte primární analýzu a primární syntézu*, které umožní vymezit odděleně „Curriculum research“ a „Curriculum development“. *Navazte sekundární analýzou a sekundární syntézou* (s využitím prací P.Tarábek, P.Záškodný, 2007-2008abc a J.Fenclová-Brockmeyerová, 1982) a charakterizujte současnou podobu „Curriculum research“ a „Curriculum development“ z hlediska pojetí kurikula a konstrukce kurikula. *Uzavřete terciární analýzou a syntézou*, které umožní objasnit původ termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ z hlediska „Curriculum research“ a „Curriculum development“.

#### **S1) Provedení primární analýzy a primární syntézy v rámci CRD**

- **A-1:** *Identifikovat, které teoretické vstupy jsou spojeny s “curriculum research (tj. s výzkumem kurikula)”*
- **A-2:** *Identifikovat, které teoretické vstupy jsou spojeny s “curriculum development (tj. s vývojem kurikula ve smyslu jeho konstruování)”*

#### **S2) Provedení sekundární analýzy a sekundární syntézy v rámci**

##### **„Curriculum research“ a „Curriculum development“**

- **A-3:** Přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu vede k potřebě hledat formy existence obsahu vzdělávání (formy existence kurikula).
- **A-4:** Jak převádět obsahy lidského poznání do didakticky uzpůsobené polohy, která je přiměřená možnostem adresátů edukace.
- **A-5:** Jak konstruovat „učivo jako logické a sémantické struktury“ a jak zajistit sdělitelnost učiva (tj. jak zajistit „curriculum development“ v oblasti „učiva“)

### **S3) Provedení terciární analýzy a sekundární syntézy v rámci původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“**

- *A-6: Jaké jsou konkrétní mechanismy (způsoby transformace), jimiž kurikulum přechází z jedné formy existence do druhé*
- *A-7: Jak lze popsat souhrn těchto mechanismů (způsobů transformace), jak popsat přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu*
- *A-8: Jak vybrat vhodné formy existence obsahu vzdělávání (formy existence kurikula), aby bylo možné splnit úkoly A-6 a A-7*
- *A-9: Jak konstruovat a vyjadřovat vybrané formy existence kurikula*

## **B. Řešení**

### **S1) Provedení primární analýzy a primární syntézy v rámci CRD**

#### **Primární analýza a syntéza - analýza a syntéza teoretických vstupů v rámci CRD**

Práce J.Průchy (2005) nejdříve analyzuje v rámci CRD některé základní teoretické vstupy: Definice kurikula, Některé filozofické linie v teorii kurikula a některé empirické a praktické linie v teorii kurikula. Úkoly primární analýzy jsou následující:

- *A-1: Identifikovat, které teoretické vstupy jsou spojeny s “curriculum research (tj. s výzkumem kurikula)”*
- *A-2: Identifikovat, které teoretické vstupy jsou spojeny s “curriculum development (tj. s vývojem kurikula ve smyslu jeho konstruování)”*

#### **S1-1. Vybrané definice kurikula (DC)**

- *DC-1: Seznam vyučovacích předmětů a jejich časové dotace pro pravidelné vyučování na daném typu vzdělávací instituce (European Education Thesaurus, 1993, s.71)*
- *DC-2: Kurikulum v užším vymezení znamená program výuky. V širším vymezení znamená veškeré učení, jež probíhá ve škole nebo v jiných institucích, a to jak plánované, tak neplánované učení. V posledních letech je kurikulum vymezováno jako výběr z kultury společnosti a kurikulum je tvořeno v procesu kulturní analýzy (Dictionary of Education, Lawton a Gordon, 1993, s.66)*
- *DC-3: Kurikulum - obsah veškeré zkušenosti, kterou žáci získávají ve škole a v činnostech ke škole se vztahujících, její plánování a hodnocení (Pedagogický slovník, Průcha, Walterová a Mareš, 2001, s.110)*

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska CRD nejlépe odrážejí definice DC-3 (částečné řešení úkolu A-1)*

#### **S1-2. Filozofické linie (PL) v teorii kurikula**

- *PL-1: Dva modely kurikula ve filozofické teorii kurikula jsou vymezeny v článku Torsten Harbo: Humanizace vzdělání a současné teorie kurikula, Pedagogika, 2001. Autor zde staví do protikladu tzv. **zprostředkující model kurikula** (orientovaný na cíle vzdělávání a jejich dosahování) a tzv. **vstřícný model kurikula** (vycházející zpravidla od dispozic na straně žáka - tento model „popisuje začátek vzdělávacího procesu, ale nepokouší se předem stanovovat výsledky. Výstupy nejsou známy, dokud proces není ukončen. Do té doby jsou výstupy něčím neprediktabilním“ - s.253-254. Určitou jednostrannost těchto dvou přístupů se snaží překonat interakční model opírající se o genetickou epistemologii Jeana Piageta, který zdůrazňuje interakci mezi kognitivními strukturami na straně žáka a předávaným učivem - učivo nelze žákům do hlavy „nalít“, musejí si ho vystavět, (re)konstruovat prostřednictvím činností a zkušeností dětí.*

- **PL-2:** E.W.Eisner (profesor pedagogiky na Stanfordově univerzitě v Kalifornii, např. kniha *Cognition and Curriculum Reconsidered*, 1994) společně s E.Vallance v r.1974 upozornil, že v praxi lze většinu kurikulárních projektů zařadit do jedné z pěti „konfliktních koncepcí“ kurikula (podle Certona a Gayle, 1991):
  - Koncepce orientující se na **strukturu poznání**: Typ kurikula, který staví na tradičním členění předmětů, zdůrazňujícím učivo jako soubor poznatků jednotlivých věd
  - Koncepce **rozvoje kognitivních procesů**: Zdůrazňuje, že schopnost myslet je více než seznamy fakt, které předává tradiční škola.
  - Koncepce orientovaná na **technologii vyučování**: V centru pozornosti je metoda předávání, zastánci obvykle zdůrazňují nějakou didaktickou inovaci.
  - Koncepce **seberealizace dítěte**: Zdůrazňuje nutnost dát žákovi prostor, aby vlastní činností objevoval svět, vycházel z jeho zájmů.
  - Koncepce **nápravy společnosti**: Autoři těchto kurikul zpravidla vidí ve vzdělávání možnost řešit nějaký nešvar společnosti (např. sociální nerovnost, ekologickou krizi).
  
- **PL-3:** Kanadský pedagog Yves Bertrand (1993) vytvořil následující klasifikaci koncepcí edukace:
  - **Spirituální koncepce** (žák se má naučit osvobodit se od materiální skutečnosti a překračovat sebe sama, aby se mohl pozvednout na duchovní úroveň, jež je pokládána za vyšší)
  - **Personální koncepce** (žák sám musí řídit své vzdělávání, úkolem učitele ve vztahu k žákům je usnadňovat učení. Trvalým úkolem školy má být vést dítě k sebeuskutečňování)
  - **Psychokognitivní koncepce** (zaměřují se na rozvoj kognitivních dovedností žáka, dnes často vystupují v podobě tzv. pedagogického konstruktivismu)
  - **Technologické koncepce** (usilují o zlepšení výuky použitím vhodných metod a technologií ve velmi širokém významu)
  - **Sociokognitivní koncepce** (zdůrazňují význam kulturních a sociálních faktorů při výstavbě poznatkového světa)
  - **Sociální koncepce** (opírají se o princip, že výchova má umožnit řešení společenských problémů)
  - **Akademické koncepce** (ukazovat spojitost mezi velkými hodnotami civilizace, jak jsou obsaženy ve vědeckém poznání a klasickém umění, a zkušeností, zájmy a potřebami žáků - je respektován kánon západní kultury)

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska CRD nejlépe odrážejí souhrnnou charakteristiku filozofické linie v teorii kurikula - podle J.Průchy (2005) se „filozofická linie teorie kurikula zabývá tím, co vložit do rámce zkušeností, které má mladý člověk získávat ve škole“ (zbývající část řešení úkolu A-1)*

### **S1-3. Empirické a praktické linie (EPL) v teorii kurikula**

Opačný pól vůči filozofické linii teorie kurikula představuje podle J.Průchy (2005) linie zaměřená na konkrétní procedury výběru, struktury a uspořádání toho, co má být obsahem školní edukace. Tato linie může být nazvána „**prakticky konstrukční**“, aby vystihovala její podstatu označovanou v angličtině „curriculum development“ (vývoj kurikula nikoli ve smyslu historického vývoje, nýbrž ve smyslu jeho konstruování, sestavování pro účely praxe).

- **EPL-1:** Walter Doyle (1992a) tento přístup teoreticky argumentuje v článku *Curriculum and Pedagogy* (Kurikulum a pedagogika). Kurikulum v jeho pojetí je nutné chápat jako obsah toho, čemu se ve škole vyučuje a co se žák učí (pedagogická teorie obsahu edukace - content pedagogy - by se měla zabývat výzkumem toho, jak převádět obsahy lidského poznání, shromážděné v jednotlivých vědách, do zjednodušené, didakticky uzpůsobené podoby těchto obsahů v závislosti na věku žáků, resp. na jejich kognitivní schopnosti vnímat a zpracovávat tyto obsahy). S tímto přístupem je spojena široká výzkumná základna, zabývající se záležitostmi konstruování kurikul ve vztahu k adresátům edukace. Tento zobecněný přístup byl již dříve rozvíjen v rámci linií dále označených EPL-2, EPL-3 a EPL-4.



- **EPL-2:** „Content pedagogy“ byla již dříve rozvíjena německými odborníky v oblasti psychologie vědění (např. Mandl a Spada, 1987, Průcha, 1984) - konstruování každého kurikula musí být odvozováno z kapacity žáků k chápání a osvojování určitých typů informací a v závislosti na způsobech prezentace této informace

- **EPL-3:** „Content pedagogy“ byla již dříve rozvíjena dřívějšími sovětskými odborníky v oblasti psychodidaktiky. Tito badatelé rozvíjeli kurikulární výzkumy ve směru konstruování učiva s takovými vlastnostmi, jež by respektovaly logické a sémantické struktury usnadňující učení. Např. kniha A.M.Sochora Logická struktura učiva (1974) přinášela rozpracování problematiky sdělitelnosti učiva, a to v termínech měřitelných sémantických sítí (podrobněji o těchto modelech viz J.Průcha, 1987)

- **EPL-4:** Na práce A.M.Sochora a A.C.Thomase (1963, Programmed Learning in Perspective. Essex: Barkong), tj. v podstatě další rozvíjení přístupu „Content pedagogy“, navazovala práce P.Záškodného (1983, Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Praha: Karlova univerzita). Obdobně jako u A.M.Sochora a A.C.Thomase byla v rámci „curriculum development“ zkoumána konstrukce a vyjadřování smyslu a pojetí, soustavy cílů a soustavy učiva didaktického systému fyziky. Za tímto účelem byly v této práci vyvíjeny metody modelování tří substruktur didaktického systému fyziky.

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska CRD vycházejí z prakticky konstrukční linie, jsou zaměřeny na konkrétní procedury výběru, struktury a obsahu toho, co má být obsahem edukace. Jsou odrazem „curriculum development“ ve smyslu linie „content pedagogy“ W.Doyle a rozpracované např. H.Madlem, H.Spadou, A.M.Sochorem, A.C.Thomasem a P.Záškodným (řešení úkolu A-2)*

#### **SI-4. Primární syntéza výsledků analýzy teoretických vstupů v rámci CRD**

Vyřešené úkoly A-1 a A-2 umožňují provést primární syntézu výsledků dosažených primární analýzou.

Podle J.Průchy (2005) se pro moderní pedagogiku ukazuje jako nejužitečnější přístup „curriculum research“, jenž v rámci výzkumu kurikula chápe kurikulum jako obsah vzdělávání. Dále J.Průcha (2005) uvádí, že kurikulum (obsah vzdělávání) má několik odlišných forem existence, z nichž jedna je ta, která se tradičně nazývá učivo. Tyto závěry J.Průchy (2005) z oblasti „curriculum research“ umožňují zadat úkol:

- **A-3:** Přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu vede k potřebě hledat formy existence obsahu vzdělávání (formy existence kurikula).

Linie zkoumané v rámci „curriculum development“ umožňují nejdříve společně s W.Doylem (1992a) a jeho „content pedagogy“ zadat úkol:

- **A-4:** Jak převádět obsahy lidského poznání do didakticky uzpůsobené polohy, která je přiměřená možnostem adresátů edukace.

Linie zkoumané v rámci „curriculum development“ umožňují na základě prací také vycházejících z „content pedagogy“ zadat k řešení společně s H.Madlem, H.Spadou, A.M.Sochorem, A.C.Thomasem a P.Záškodným úkol:

- **A-5:** Jak konstruovat „učivo jako logické a sémantické struktury“ a jak zajistit sdělitelnost učiva (tj. jak zajistit „curriculum development“ v oblasti „učiva“)

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska CRD souvisejí jak s „curriculum research“ (hledání vhodných variantních forem kurikula a jejich propojení do transformačně podložené posloupnosti, tj. do kurikulárního procesu), tak i s „curriculum development“ (hledání vhodných metod konstruování a modelového vyjadřování variantních forem kurikula). Syntetická souvislost s „curriculum research“ byla vymezena přijetím definice kurikula DC-3 a přijetím souhrnné charakteristiky filozofické linie v teorii kurikula - „filozofická linie teorie kurikula se zabývá tím, co vložit do rámce zkušeností, které má mladý člověk získávat ve škole“. Syntetická souvislost s „curriculum development“ je dána přijetím prakticky konstrukční linie v rámci vazeb na pedagogickou teorii obsahu edukace („content pedagogy“) W.Doyle.*

## S2) Provedení sekundární analýzy a sekundární syntézy v rámci „Curriculum research“ a „Curriculum development“

V rámci „curriculum research“ bude analyzován úkol A-3, v rámci „curriculum development“ budou analyzovány úkoly A-4 a A-5. Úkol A-3 spočívá v hledání forem existence kurikula (přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu). Úkol A-4 spočívá v hledání schůdné cesty, jak převádět obsahy lidského poznání k adresátům edukace, úkol A-5 je hledáním metod konstrukce a metod vyjadřování struktury učiva a sdělitelnosti učiva.

### S2-1. Soustavy forem existence kurikula (SFEC)

Obsah vzdělávání má podle J.Průchy (2005) několik odlišných forem existence, z nichž jedna je ta, která se tradičně nazývá „učivo“ - již od 60.let minulého století se dospívalo k poznání, že obsah vzdělávání není statický jev, existující v jediné podobě. Je to jev velmi dynamický či proměnlivý, jenž má několik forem či rovin existence, do nichž se postupně transformuje.

Soustavy forem existence kurikula budou zkoumány (plnění úkolu A-3 z oblasti „curriculum research“) jednak pomocí práce J.Průchy (2005), jednak pomocí práce J.Fenclové-Brockmeyerové (1982, Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha:SPN). Soustavy SFEC-1 až SFEC-5 budou krátce popsány.

- **SFEC-1:** Tento přístup ke kurikulu jako k variantnímu fenoménu byl v České republice teoreticky vypracován J.Průchou (1983) a stal se i východiskem empirických analýz širšího výzkumného týmu (Projektování obsahu vzdělání a efektivnost jeho realizace, 1989). Odtud lze uvést následující přehled forem existence obsahu vzdělávání (včetně upozornění na existenci způsobů transformace, jimiž kurikulum přechází z jedné formy existence do druhé):

A. **Koncepční forma** (koncepce, vize, plány aj. toho, co má být ve školách obsahem vzdělávání). Produktem jsou dokumenty školské politiky, formulace národních priorit vzdělávání, koncepce různých zájmových skupin

B. **Projektová forma** (vzniká transformací z A.) (konkrétně plánované projekty obsahu vzdělávání). Produktem jsou vzdělávací programy, učební plány a osnovy (škol, předmětů), standardy vzdělávání aj.

C. **Realizační forma** (vzniká transformací z B.) (obsah vzdělávání prezentovaný subjektům edukace). Produktem jsou konkrétní akty prezentace učiva realizované učiteli či výukovými médii.

D. **Rezultátová forma** (vzniká transformací z C.) (obsah vzdělávání percipovaný subjekty edukace). Produkty jsou vzdělávací výsledky („osvojené učivo“)

E. **Efektová forma** (vzniká transformací z D.) (obsah vzdělání fungující na straně subjektů edukace). Produkty jsou efekty obsahu vzdělávání v profesní kariéře lidí, jejich politických aj. postojích apod.

- **SFEC-2:** V současnosti je variantní přístup ke kurikulu uplatňován v rozsáhlých výzkumech IEA (Mezinárodní asociace pro hodnocení vzdělávacích výsledků). Ve výzkumu TIMSS (třetí mezinárodní studie matematického a přírodovědného vzdělávání - Straková, Tomášek a Palečková, 1996) jsou rozlišovány tři roviny, v nichž se kurikulum analyzuje (opět se předpokládá, že každá vyšší rovina je ovlivňována nižšími rovinami):

- **Zamýšlené kurikulum** - „intended curriculum“ je to, co je ve vzdělávací soustavě určité země plánováno jako cíle a obsah vzdělávání. Obsah vzdělávání zahrnuje tři kategorie - sám obsah vzdělávání (tj. témata učiva), operační úroveň tohoto obsahu (tj. činnosti, které žáci a učitelé mají provádět v plánovaných tématech učiva), úroveň perspektiv (plánovaný rozvoj žákovských postojů, zájmů a motivací ve vztahu např. k přírodovědným předmětům)

- **Realizované kurikulum** - „implemented curriculum“ je vymezováno jako „učivo skutečně předané žákům konkrétními učiteli v konkrétních třídách a školách“

- **Dosažené kurikulum** - „attained curriculum“ označuje učivo, které si žáci skutečně osvojili. V projektech IEA se nebere na zřetel jeden důležitý aspekt dosaženého kurikula (Čáp, Mareš, 2001, s.411-440), žákovo pojetí učiva (prekoncepce, miskoncepce). Jde o tu podobu obsahu vzdělávání, kterou

si žáci (studenti) modifikují podle svých vlastních představ, mimoškolních znalostí a zkušeností, zájmů atd.

- **SFEC-3:** Podle koncepce (viz J.Průcha, 2005), kterou dříve uplatňovali ruští teoretici kurikula V.V.Krajevskij a I.J.Lerner (1983), nastává při realizaci plánovaného obsahu vzdělávání přímo dramatická změna. Obsah vzdělávání má v projektové rovině dvě podoby - **invariantní obsah vzdělávání** vymezený v kurikulárních dokumentech normativního charakteru (např. učební osnovy) a **variantní obsah vzdělávání** jako konkrétní obsah projektovaný a pak učitelem ztvárněný pro konkrétní třídu.

- **SFEC-4:** Opět na základě údajů uváděných J.Průchou (2005) je možné hovořit o třech konstruktérech kurikula. **Prvními konstruktéry jsou tvůrci kurikulárních materiálů. Učitelé jsou „druhými konstruktéry“ obsahu vzdělávání.** V této formě se tedy obsahy vzdělávání vzájemně liší v závislosti na charakteristikách individuálních učitelů, charakteristikách žáků ve třídách, školách atd. **Za „třetího konstruktéra“ obsahu vzdělávání je logické považovat žáka** (Shuell, 1993) - viz také výzkumy žákova pojetí učení (Čáp, Mareš, 2001, s.411-440).

- **SFEC-5:** Podle práce J.Fenclové-Brockmeyerové (1982, Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN) existují následující hlavní problémové oblasti, které zkoumá didaktika fyziky:

- A. Vědecký systém fyziky
- B. Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti
- C. Didaktický systém fyziky
- D. Výukový projekt fyziky
- E. Výuka fyziky, její výsledky a hodnocení
- F. Uplatnění fyzikálního vzdělání.

Podle mínění P.Tarábka a P.Záškodného (2007-2008abc) lze především v problémových oblastech B až F vidět variantně odlišné formy existence obsahu vzdělávání (variantně odlišné formy existence kurikula), které jsou propojeny vhodnými způsoby transformace. O těchto transformacích se zmiňovala také již J.Fenclová-Brockmeyerová (1982, Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN)

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska „curriculum research“ jsou spojeny s hledáním vhodných, transformačně propojených forem existence kurikula nejen pomocí soustav existence forem kurikula SEFC-1 až SEFC-5, ale také s využitím dalších soustav uváděných především v amerických, kanadských, a anglických publikacích (viz Tarábek, Záškodný, 2007-2008abc).*

## **S2-2. Jak převádět obsahy lidského poznání k adresátům edukace**

Tento úkol A-4 z oblasti „curriculum development“ (zformulovaný W.Doylem, 1992a) byl zřejmě nejlépe splněn prací J.Fenclové-Brockmeyerové (1982, Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN). Předmětem didaktiky fyziky v komunikačním pojetí je podle této práce didaktická komunikace fyziky jako 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. Během didaktické komunikace prodělává fyzikální poznatek několik transformací, které jsou spojeny s již dříve vyjmenovanými hlavními problémovými oblastmi didaktiky fyziky.

V pozdějších pracích J.Fenclové-Brockmeyerové je ve spolupráci s dalšími odborníky (např. s J.Kotáskem) upozorněno, že komunikační pojetí spojené s didaktickou komunikací má obecnější platnost než jen pro didaktiku fyziky.

Je zřejmé, že teorie didaktické komunikace, vypracovaná J.Fenclovou-Brockmeyerovou je dobrou odpovědí na otázku úkolu A-4 „Jak převádět obsahy lidského poznání k adresátům edukace“. Další dobrou odpovědí je pedagogická teorie obsahu edukace - „content pedagogy“, zformulovaná W.Doylem (1992a).

Je velkým dluhem světové vědy, že práce J.Fenclové-Brockmeyerové (1982, Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN) se nestala známou v zahraničí (i v současné době by její zpřístupnění zahraničním vědcům bylo přínosem, zvláště pro příznivce teoretických i praktických výzkumů v rámci „content pedagogy“).

Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska „curriculum development“ a z hlediska úkolu A-4 „Jak převádět obsahy lidského poznání k adresátům edukace“ výrazně korespondují s teorií „didaktické komunikace“ i s teorií „content pedagogy“. Bez nadsázky se lze domnívat, že teorie didaktické komunikace byla s jedním prvních celistvých popisů „kurikulárního procesu“ v rámci pevninské Evropy.

### **S2-3. Metody konstrukce a vyjadřování struktury a sdělitelnosti učiva**

Tento úkol A-5 „Jak konstruovat „učivo jako logické a sémantické struktury“ a jak zajistit sdělitelnost učiva“ z oblasti „curriculum development“ je spojen do nedávné doby především s tou formou existence kurikula, která charakterizuje „učivo“. **Dílejší analýzy metod konstrukce a vyjadřování vedle učiva i dalších forem existence kurikula lze najít např.**

a) **ve speciálních encyklopediích a časopisech**, podle J.Průchy (2005) např. v The International Encyclopedia of Curriculum (A.Lewy,ed.,1991), Handbook of Research on Curriculum (P.W.Jackson, ed., 1992)

b) **v časopisech vydávaných na mezinárodní úrovni**, podle J.Průchy (2005) např. Journal of Curriculum Studies (nakl. Tyler and Francis), Curriculum Inquiry (nakl. Blackwell), Comparative Education, Comparative Education Review.

c) **v rozsáhlé knižní literatuře** - J.Průcha (2005) připomíná např. knihu J.Wilese a J.Bondiho (1989, vyšla v USA v několika vydáních) Curriculum Development: A Guide to Practice, která je zaměřena výrazně prakticky na záležitosti konstruování kurikula pro různé ročníky škol a pro různé vyučovací předměty, nebo práci W.Doyle (1992b), Constructing Curriculum in the Classroom.

**Z velkého množství prací, zabývajících se metodami konstrukce a vyjadřování struktury a sdělitelnosti učiva (SCSM) lze připomenout:**

- **SCSM-1:** Práce A.M.Sochora (1974), Logická struktura učiva. V rámci této práce lze hovořit podle P.Záškodného (1983) **o zkonstruovaných strukturních vzorcích jednotek učiva**

- **SCSM-2:** Práce A.C.Thomase (1963), Programmed Learning in Perspective. Essex: Barkong. V rámci této práce lze hovořit podle P.Záškodného (1983) **o lineárním řazení jednotek učiva v rámci hlavní diagonály Thomasových matic**

- **SCSM-3:** Práce P.Záškodného (1983), Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Praha: Karlova univerzita. V této práci byly popsány kognitivně strukturní metody konstrukce a modelování učiva - **hierarchické modelování, analyticko-syntetické modelování, maticové modelování a mikromatické modelování**. Vedle metod konstrukce a vyjadřování učiva (v rámci formy existence kurikula spojené s didaktickým systémem fyziky) se tato práce zabývala konstrukcí a vyjadřováním i další formy existence kurikula - vědeckým systémem fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti

-**SCSM-4:** Práce P.Tarábka (P.Tarábek, P.Záškodný, 2007-2008abc). V těchto i dřívějších pracích P.Tarábka bylo popsáno **trojúhelníkové modelování struktury pojmu a úroňové modelování struktury pojmů (respektování možností adresátů edukace)**. Významným rysem bylo překročení stínu „jedné formy existence kurikula - učiva“ zavedením termínu „pojmově-poznatkový systém“. Tento termín byl zde diskutován ve vazbě na různé formy existence kurikula prostřednictvím interních a externích pojmově-poznatkových systémů

- **SCSM-5:** Některé konkrétní popisy, analýzy a evaluace ve vazbě na realitu kurikula v práci J.Průchy (2005) (s odvoláním se na řadu českých i zahraničních autorů) rovněž překročily stín „jedné formy existence kurikula - učiva“:
- vzdělávací programy u nás a v zahraničí, tj. kurikulum v projektové formě
- kurikulární projekty v různých zemích regulují edukaci ve dvou dimenzích (v dimenzi času edukace - jak dlouho a v jakém věku se musí subjekt edukace vzdělávat, v dimenzi obsahu edukace - tj. v určení toho, čemu se musí adresát edukace učit v prostředí školy)
- jak je kurikulum prezentováno v učebnicích
- jak kurikulum skutečně funguje ve své realizační formě, tj. ve školní edukaci
- co je produktem kurikula, jaké jsou jeho výsledky a efekty (tj. výsledková a efektoivá forma)

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska „curriculum development“ a z hlediska úkolu A-5 „Metody konstrukce a vyjadřování struktury a sdělitelnosti učiva“ výrazně korespondují s požadavkem mít k dispozici metody konstrukce a vyjadřování nejen učiva, ale i substruktur a struktur spojených s dalšími formami existence kurikula.*

#### **S2-4. Sekundární syntéza výsledků analýzy v rámci „curriculum research“ a „curriculum development“**

Vyřešené úkoly A-3 až A-5 umožňují provést sekundární syntézu výsledků dosažených sekundární analýzou.

Podle J.Průchy (2005) již nejsou hypotetické koncepce o variabilitě forem existence kurikula nijak abstraktní - jsou rozpracovávány jak teoreticky, tak prošetřovány v empirických analýzách.

Z teoretických koncepcí J.Průcha (2005) např. uvádí:

- Frank Achtenhagen (1992, Göttingen): „Obsah vzdělávání se objevuje v různých formách své reprezentace“, „obsah je hlavním úkolem vzdělávání - což je fakt, který je sice zdůrazňován v kurikulární teorii, ale podceňován v konkrétních výzkumech školního učení a vyučování“ (s.316)
- W.Doyle (1992b, Constructing Curriculum in the Classroom): Dokazuje, že v USA se dlouho nahlíželo na kurikulum jako na něco, co je prioritně záležitostí plánovačů ve školské administrativě a školské politice. Nepřihlíželo se k tomu, že kurikulum „ožívá“ až ve třídě, prostřednictvím učitelů, kteří jej realizují - tj. výběrově, individuálně odlišně konstruují. Tady jde o pojetí shodné s koncepcí Krajevského a Lernerera

*Termíny „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ zkoumané z hlediska „curriculum research“ a „curriculum development“ synteticky souvisejí jak s variabilitou forem existence kurikula (vyjádřenou soustavami forem existence kurikula SEFC-1 až SEFC-5), tak i s převáděním obsahu lidského poznání k adresátům edukace (vyjádřeným teoriemi „didaktické komunikace“ a „content pedagogy“) a s metodami konstrukce a vyjadřování struktury a sdělitelnosti učiva (a nejen učiva, ale i dalších forem existence kurikula, jak o tom svědčí přehledy metod SCSM-1 až SCSM-5).*

Provedené primární analýza a syntéza (ve vztahu k CRD) a sekundární analýza a syntéza (ve vztahu k „curriculum research“ a „curriculum development“) umožňují navrhnout provedení terciární analýzy a syntézy, která by výzkum CRD mohla posunout dále.

Úkoly spojené s terciární analýzou a syntézou lze formulovat následujícím způsobem:

- **A-6:** *Jaké jsou konkrétní mechanismy (způsoby transformace), jimiž kurikulum přechází z jedné formy existence do druhé*
- **A-7:** *Jak lze popsat souhrn těchto mechanismů (způsobů transformace), jak popsat přístup ke kurikulu jako variantnímu fenoménu*
- **A-8:** *Jak vybrat vhodné formy existence obsahu vzdělávání (formy existence kurikula), aby bylo možné splnit úkoly A-6 a A-7*
- **A-9:** *Jak konstruovat a vyjadřovat vybrané formy existence kurikula*



### **S3) Provedení terciární analýzy a sekundární syntézy v rámci původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“**

Výsledky terciární analýzy a syntézy lze vyčíst z práce P.Záškodného (2008, Kurikulární proces fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2008. Bratislava: Didaktis) a z prací P.Tarábka a P.Záškodného (2007-2008abc). Dosažené výsledky se také opírají o Úvod I (Struktura kurikulárního procesu fyziky) a o Část C (Konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula) předkládané knihy.

Výsledky terciární analýzy a syntézy o původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“ lze shrnout prostřednictvím odpovědí na otázky položené v rámci úkolů A-6 až A-9.

#### **S3-1. Konkrétní mechanismy (způsoby transformace), jimiž kurikulum přechází z jedné formy existence do druhé**

Konkrétní mechanismy (způsoby transformací) jako výsledky úkolu A-6 jsou dány transformacemi  $T^1$  až  $T^5$  didaktické komunikace fyziky (a zřejmě nejen didaktické komunikace fyziky). Tyto transformace jsou teoreticky i prakticky podloženy splněním úkolů A-3 (viz soustavu forem existence kurikula SFEC-5) a A-4 (viz teorie „didaktické komunikace“ a teorie „content pedagogy“).

Transformace  $T^1$  transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Vědecký systém fyziky“ na „Sdělitelný vědecký systém fyziky“.

Transformace  $T^2$  transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Sdělitelný vědecký systém fyziky“ na „Didaktický systém fyziky“.

Transformace  $T^3$  transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Didaktický systém fyziky“ na „Výukový projekt fyziky“ a na „Připravenost učitele na výuku fyziky“.

Transformace  $T^4$  transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru a prostřednictvím vyučování a učení „Výukový projekt fyziky“ a „Připravenost učitele na výuku fyziky“ na „Výstupy fyzikální edukace“.

Transformace  $T^5$  transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru a prostřednictvím uplatnění v praxi „Výstupy fyzikální edukace“ na „Aplikovatelné výstupy a efekty fyzikální edukace“.

#### **S3-2. Popis souhrnu způsobů transformace mezi formami existence kurikula jako popis přístupu ke kurikulu jako variantnímu fenoménu**

Popis přístupu ke kurikulu jako variantnímu fenoménu (popis souhrnu způsobů transformace mezi formami existence kurikula) jako výsledek úkolu A-7 je dán zavedením termínu „kurikulární proces“.

*Kurikulární proces je posloupností transformačně na sebe navazujících forem existence kurikula pomocí transformací  $T^1$  až  $T^5$ . Jediným nekurikulárním prvkem této posloupnosti je vědecký systém fyziky.*

Zavedení termínu „kurikulární proces“ je implicitně podloženo splněním úkolů A-3 (viz soustavy forem existence kurikula SFEC-1 a SFEC-2 a úvahy o transformačním propojení jednotlivých forem existence kurikula) a A-4 (viz teorie „didaktické komunikace“ a teorie „content pedagogy“).

Funkci struktury takto definovaného kurikulárního procesu fyziky lze vymezit následujícím způsobem:

*Didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána jako sled transformací  $T^1$  až  $T^5$  fyzikálního poznatku, není na souhrnu vstupů a výstupu jednotlivých transformací ničím jiným než posloupností na sebe navazujících forem existence kurikula.*

Prvky struktury takto definovaného kurikulárního procesu fyziky lze vymezit následujícím přehledem 6 forem existence kurikula:

- První forma existence kurikula: Sdělitelný vědecký systém
- Druhá forma existence kurikula: Didaktický systém fyziky

- *Třetí a čtvrtá forma existence kurikula: Výukový projekt fyziky a Přípravenost učitele na výuku*
- *Pátá forma existence kurikula: Výstupy fyzikální edukace*
- *Šestá forma existence kurikula: Aplikovatelné výstupy a efekty fyzikální edukace*

### S3-3. Výběr vhodných forem existence obsahu vzdělávání (forem existence kurikula)

Výběr vhodných forem existence kurikula jako výsledek úkolu A-8 je obsahově dán přehledem šesti forem existence kurikula.

Terminologicky byl vzhledem k přístupu ke kurikulu jako variantnímu fenoménu nahrazen termín „**forma existence kurikula**“ termínem „**variantní forma kurikula**“.

Dalším terminologickým výsledkem úkolu A-8 byl výběr vhodných názvů jednotlivých variantních forem kurikula. Zde bylo využito především splnění úkolu A-3, na jehož základě byla provedena nejen komparace soustav forem existence kurikula SFEC-1 až SFEC-5, ale také dalších komparativních zdrojů (viz P.Tarábek, P.Záškodný, 2007-2008abc).

Názvy variantních forem kurikula jsou uvedeny v následujícím přehledu:

- *Sdělitelný vědecký systém fyziky - Konceptuální kurikulum (Conceptual Curriculum CC)*
- *Didaktický systém fyziky - Zamýšlené kurikulum (Intended Curriculum IC)*
- *Výukový projekt fyziky - Projektové kurikulum (Projected Curriculum PC)*
- *Přípravenost učitele na výuku - Implementované kurikulum-1 (Implemented Curriculum-1 ImC-1)*
- *Výstupy fyzikální edukace - Implementované kurikulum-2 (Implemented Curriculum-2 ImC-2)*
- *Aplikovatelné výstupy a efekty fyzikální edukace - Dosažené kurikulum (Attained Curriculum AC)*

Transformace  $T^1$  (**komunikační transformace**) pak transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Vědecký systém fyziky“ na „Konceptuální kurikulum“.

Transformace  $T^2$  (**obsahová transformace**) transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Konceptuální kurikulum“ na „Zamýšlené kurikulum“.

Transformace  $T^3$  (**kurikulární transformace**) transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru „Zamýšlené kurikulum“ na „Projektové kurikulum“ a na „Implementované kurikulum-1“.

Transformace  $T^4$  (**edukační transformace**) transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru a prostřednictvím vyučování a učení „Projektové kurikulum“ a „Implementované kurikulum-1“ na „Implementované kurikulum-2“.

Transformace  $T^5$  (**aplikační transformace**) transformuje pomocí vhodného transformačního faktoru a prostřednictvím uplatnění v praxi „Implementované kurikulum-2“ na „Dosažené kurikulum“.

Struktura každé variantní formy kurikula je tvořena třemi substrukturami:

- 1.substruktura: Smysl a pojetí variantní formy kurikula,
- 2.substruktura: Soustava cílů variantní formy kurikula,
- 3.substruktura: Pojmově-poznatkový systém variantní formy kurikula.

Lze připomenout, že např. pojmově-poznatkový systém zamýšleného kurikula je podroben řadě výzkumů a je spojen s termínem „učivo“.

Bude-li vzato v úvahu také pět faktorů transformací  $T^1$  až  $T^5$ ,  $6 \times 3 = 18$  substruktur 6 variantních forem kurikul, je zřejmé, že při výzkumu kurikulárního procesu jako celku bude zapotřebí řešit 23 dílčích problémů

### S3-4. Metody konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula

Metody konstrukce vybraných forem existence kurikula (tj. Vybraných 6 variantních forem kurikula) jako výsledek úkolu A-9 je dán jednak skupinou metod modelování přenosu fyzikálního

poznání, jednak skupinou metod modelování struktury pojmů a jejich kognitivní úrovně. Obě skupiny metod se také zabývaly otázkou vyjadřování variantních forem kurikula z hlediska “visual data mining process”.

Prostřednictvím splnění úkolu A-5 „Jak konstruovat „učivo jako logické a sémantické struktury“ a jak zajistit sdělitelnost učiva (tj. jak zajistit „curriculum development“ v oblasti učiva)“ byly komparací a zobecněním metod SCSM-1 až SCSM-5 vybrány **následující dvě skupiny metod konstrukce a vyjadřování (modelování) variantních forem kurikula:**

**V rámci první skupiny metod modelování přenosu fyzikálního poznání** byly k vizualizaci variantních forem kurikula (především na základě prací P.Záškodného v Tarábek, Záškodný, 2007-2008abc) použity následující metody:

- **hierarchické modelování** variantní formy kurikula na základě vymezení rovin poznávacího procesu (soubor hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu byl prvním stupněm vizualizace variantní formy kurikula)
- **analyticko-syntetické modelování** variantní formy kurikula na základě použití speciálních pojmových a poznatkových map v podobě síťových grafů vazeb mezi jednotlivými rovinami poznávacího procesu (druhý stupeň vizualizace variantní formy kurikula)
- **maticové modelování** variantní formy kurikula na základě uspořádání podstatných bodů analyticko-syntetického modelu do lineární posloupnosti (hlavní diagonály jako definiční linie matice) např. jednotek učiva a jejich obklopení pojmově-poznatkovými systémy, vše v podobě makromatice (v rámci třetího stupně vizualizace variantní formy kurikula)
- **mikromaticové modelování** dílčích podstruktur makromatice v podobě kvalifikační a kvantifikačních mikromatic (v rámci třetího stupně vizualizace)

**V rámci druhé skupiny metod modelování struktury pojmů a jejich kognitivní úrovně** byly ke konstrukci a vyjadřování variantních forem kurikula použity (především na základě prací P.Tarábka v Tarábek, Záškodný, 2007-2008abc) následující metody:

- **trojúhelníkové modelování** struktury pojmů na základě vymezení jádra pojmu, smyslu pojmu, významu pojmu a vazeb mezi těmito třemi strukturními prvky
- **úrovňové modelování** struktury pojmu, které umožnilo při trojúhelníkovém i analyticko-syntetickém modelování respektovat potřeby a možnosti adresátů edukace prostřednictvím vymezení pěti kognitivních úrovní.

### **S3-5. Terciární syntéza výsledků terciární analýzy**

Popis výsledků terciární analýzy dosažených při řešení úkolů A-6 až A-9 umožňuje synteticky charakterizovat strukturální koncepci předmětové či oborové didaktiky, prostřednictvím didaktiky fyziky. **Strukturální koncepce didaktiky fyziky je dána:**

- **Vymezením předmětu didaktiky fyziky, který činí z didaktiky fyziky samostatnou a svébytnou vědeckou disciplínu. Tímto předmětem je kurikulární proces fyziky**
- **Vymezením dvou skupin metod konstrukce a vyjadřování variantních forem kurikula: Metod modelování přenosu fyzikálního poznání a metod modelování struktury pojmů a jejich kognitivní úrovně**
- **Interdisciplinární spoluprací didaktiky fyziky především s edukační vědou (především s „curriculum research and development“) a s fyzikální vědou (především při převzetí vědeckého systému fyziky a při jeho transformaci na konceptuální kurikulum fyziky)**
- **Interdisciplinární spoluprací s kognitivními vědami, především v oblasti terminologie a vytváření pojmových a poznatkových map a sítí**



## C. Analyticko-syntetický model CRD z hlediska původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“

Analyticko-syntetický model CRD (navržený z hlediska objasnění původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“) je uveden jako model Mod.1.

**Použitou vizualizační metodou** je analyticko-syntetické modelování struktury vědecké interdisciplinární oblasti edukační vědy - curriculum research and development (CRD), která je předmětem vědeckého bádání v edukační vědě.

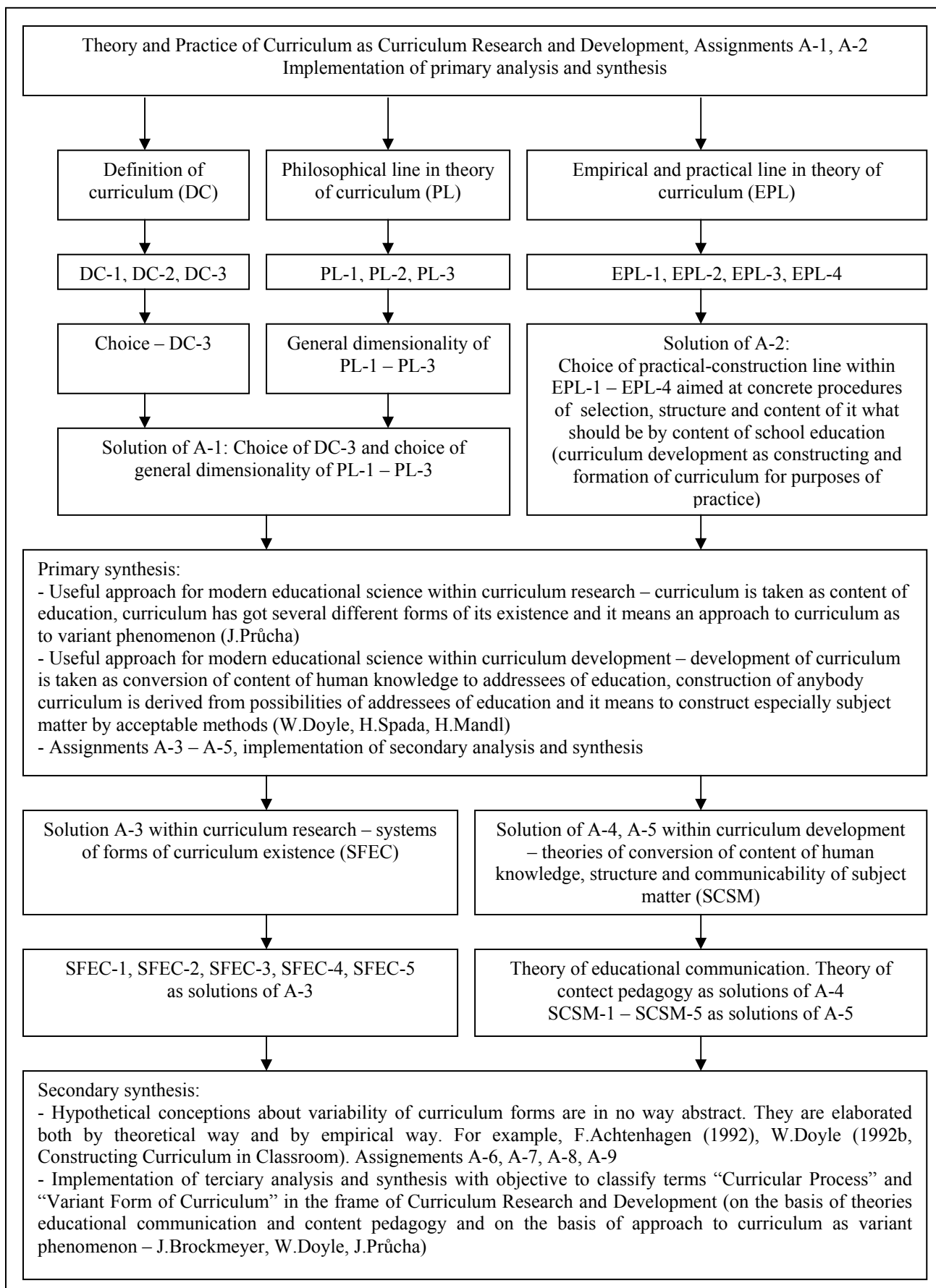
**Odpovídající variantní forma kurikula** - součást konceptuálního kurikula edukační vědy a kurikulárního procesu edukační vědy jako snahy o sdělování dosažených výsledků v edukační vědě. V tomto případě je dosaženým vědeckým výsledkem popis struktury CRD z hlediska původu termínů „Kurikulární proces“ a „Variantní forma kurikula“. Je potřebné rozlišovat mezi kurikulárním procesem fyziky (proces fyzikální edukace), kurikulárním procesem didaktiky fyziky (proces didakticko-fyzikální edukace) a kurikulárním procesem edukační vědy (proces vzdělávání v rámci edukační vědy).

V modelu Mod.1 jsou použity zkratky, které byly zavedeny v částech S1), S2) a S3) řešení (DC - definice kurikula, PL - filozofická linie v teorii kurikula, EPL – empirická a praktická linie v teorii kurikula, SFEC - soustava forem existence kurikula, SCSM - struktura a sdělitelnost učiva, A - úkol)

## Literatura

- Fenclová-Brockmeyerová, J. (1982). *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: SPN
- Průcha, J. (2002). *Moderní pedagogika*. Praha: Portál.
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2007a). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.1 – Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2007b). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.2 – Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2007c). *Educational and Didactic Communication 2007*, Vol.3 – Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)
- Záškodný, P. (2005). *Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology)*, in Czech. Didaktis, Bratislava, Slovak Republic: Didaktis 2005
- Záškodný, P. (2006). *Survey of Principles of Theoretical Physics (with Application to Radiology)*, in English. Lucerne, Switzerland, Ostrava, Czech Republic: Avenir, Algoritmus 2006
- Záškodný, P. (2008). Kurikulární proces fyziky (Transformace obsahu vzdělávání ve fyzice) In: Tarábek, P., Záškodný, P. (2008) *Educational and Didactic Communication 2008*. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis

**Mod.1: Analyticko-syntetický model “Curriculum research and development”**



# Education and a System of Care for Drug Using Women and Mothers in the Czech Republic and in Denmark

**Blanka Žižková**

University of South Bohemia, Faculty of Health and Social Studies, České Budějovice, Czech Republic

## Abstract

The epidemiological studies analysing the development of the drug scene in the Czech Republic revealed a rapid increase of the percent of women using habit-forming drugs. The flattening share of men and women using drugs is an unfavourable marker – 1.9:1 in 2000.

Changes in the drug scene indicates that although there are no inherent regularities within this phenomenon, its causes, disproportion and specific features of using drugs by women are subjected to independent understanding.

The research of the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction reported that while nearly all EU Member States and Norway now offer at least one drug treatment unit exclusively for women, or for women with children, such services remain an exception, and are often limited to major urban centres. As a result, the majority of women are still assisted through generic services.

Consistent long-term education of dependent pregnant women and mothers is one of the most important activities of drug treatment units working with these women. Such education should be one of aims of units designed for this specific group and it should become a part of secondary and tertiary prevention as well.

## Key words

Dependant pregnant women/mothers – system of care – education – prevention

## Introduction

The phenomenon of dependant pregnant women/mothers is quite new in the Czech Republic. Using of habit-forming drugs was restrained by totalitarian state to a great extend (not completely eradicated, however) and this situation was also influence by the fact that the territory of today's Czech Republic was closed to the surrounding world with the exception of the Eastern Bloc before 1989. The revolution in 1989 and the overthrow of the Communism by the Democratic government were followed by opening of state boundaries and migration of population so that new pathological phenomena could occur. The number of drug users increased and foundation of new units and organizations aimed at helping of this risky group of population occurred as a reaction to this new tendency.

The number of pregnant drug users also increased. Since the society was not able to deal with this new problem so that it was necessary to cope with the situation and to improve services of actual drug treatment units by aiming at the group of dependant drug using pregnant women/mothers.

Today, there are two most important providers of care for drug dependent people aimed at the above mentioned group of women in the Czech Republic: the citizen-action public **SANANIM**, one of the oldest and the biggest non-governmental provider of prevention, care and treatment of dependency on non-alcohol based drugs, and **the Centre of Prevention and Cure of Drug Addictions DROP-IN o.p.s.**, registered non-governmental medical centre.

The service of the SANANIM related to dependant pregnant women/mothers is the After-treatment Centre for mothers with children (further reported as the ATC).

The main aim of the after-treatment programme, based on supporting, counselling, therapeutic and self-helping activities, is to decrease the risk of a relapse of drug dependency and maintaining and further development of positive changes that clients managed to achieve before entering the after-treatment programme. **Ambulant after-treatment** and the **Programme of sheltered housing** are parts of the ATC.

## **SANANIM**

### **Partial aims of the programme and education of mothers:**

- to help the client to come through common life;
- to aim the process of the after-treatment at searching of the client's new place in society related to own housing (own flat/room), job, studying, hobbies (leisure-time activities), friends, relax (have a good time without drugs), partner relationship;
- to support the independence and self-reliance of the client;
- to support personal growth and finishing the treatment process;
- to help with engagement in the occupational procedure;
- to help with dealing with social and legal problems;
- to create a community where clients are accepted with the possibility of satisfying the need of social contacts;
- to support reaching personal satisfaction and self acceptance related to personal freedom (I am not depended on anything and on anybody);
- to learn how to win and loose, how to plan the future (planning and evaluation);
- to offer help in the crisis;
- to offer help to families and friends of clients;
- to help mothers who are clients of the centre to provide and improve the care for their children.

### **Specific aims of the sheltered housing programme:**

- to allow the client to free from the treatment unit and family and learn her to live on her own;
- to support the development of practical skills related to independent life;
- to offer temporary accommodation in sheltered conditions that would make the transition from a treatment unit to normal life easier.

### **Social welfare institution (SWI) is also a part of the SANANIM**

This day stay hospital provides care for pregnant women and mothers with children (in the custody of the mother or other person or institution). The SWI offers the following additional specialized services:

- dealing with drug problems: counselling, motivation, psychotherapy, prevention of a relapse;
- ambulant and institutional treatment of drug dependency;
- mediation of starting the treatment in the therapeutic community in Karlov;
- mediation of substitution treatment;
- information and education on the influence of drugs in pregnancy;
- mediation of complex health care for pregnant women, mothers and children;
- pregnancy tests (free of charge);
- emotional support and assistance;
- dealing with specific woman questions and intimate relationship counselling;
- support of parental care, child care and development of parental competencies;
- psychological and pedagogical assistance for children or its mediation;
- attendance at the effort to re-gain the custody of child;
- social and legal services;
- counselling on social and legal protection of children;
- counselling on financial problems of a family;
- help and assistance in dealing with institutions and authorities (courts, departments of social and legal protection of children, maternity hospitals, nursery institutions);
- connection to other services (such as employment agencies) and to network without drugs (maternal centres);
- help with connecting the network without drugs;
- basic material help.

### **In this institution, clients may visit:**

- individual counselling and therapy (1-2 times a week);
- three-month stationery intensive treatment;
- family and partner sessions and therapy;

- motivation group (2 times a week).

### **Mediation of starting the treatment in the therapeutic community in Karlov**

The therapeutic community in Karlov offers a residential treatment of drug dependency for mothers with children. The social welfare institution mediates and co-ordinate the starting of treatment in the community. It administers a waiting list and offers the pre-accession care.

### **The therapeutic community in Karlov (further referred as TC Karlov)**

TC Karlov has been offering a complex treatment and care and social work for dependent mothers with children and pregnant women since 2001. It is a co-educated institution.<sup>1</sup>

#### **Basic information about treatment**

- Specific aims for the group of mothers:
  - creation of a close relation between a mother and child
  - accepting the role of a mother
  - parental and partner education
  - acquiring basic child care skills
  - finding and settlement of the maternal role in a primary family or in healthy and functioning partnership
  - acquiring of skills necessary to create a healthy and safe environment for the mother and child after finishing the treatment
- Specific aims for the group of children:
  - securing loving maternal care during her treatment
  - diagnostics of a health state of a child and a guarantee of appropriate treatment if necessary
  - guarantee of appropriate education and development of a child
  - guarantee of special care in case of special needs (health or other handicaps)<sup>2</sup>

### **The Centre of Prevention and Cure of Drug Addictions DROP-IN o.p.s**

The activity of the centre aimed at pregnant drug users is the Family Centre based on the idea of the project “Re-socialization of mothers using psychotropic and addictive substances and monitoring of their children in children’s homes and nursery institutions” established in 2000. The project is called “Family Integration” currently.

#### **This project is aimed at the following tasks:**

- to motivate and educate the target population of pregnant clients or clients with children to abstain from drugs and to aim the education at the proper care for a new born baby and their development;
- to help with the stabilization of the health state during pregnancy and later, connected with the reduction of the influence of drugs or alcohol in the prenatal period, i.e. in the period during pregnancy and after the birth, when client will already take care of their children;
- to help and assist with the stabilization of difficult social situation, such as assuring of housing and obtaining social welfare support;
- to develop social skills and orientation in relationships with other people during the programme and after so that the mother and her partner and other relatives would be able to provide the child with safe family background.

The above mentioned aims should lead to the most important one that is to allow children of clients to stay in the care of their mothers if possible. In case when the child stays in children’s or nursery home, the aim of the DROP-In Centre is motivate the mother to such life style that would allow her to visit her child if it did not traumatize her child or to help her to re-gain the custody of her child.

---

<sup>1</sup> Svobodová, E.: Sociální práce s těhotnými drogově závislými ženami. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze: Filozofická fakulta, 2007. (A dissertation thesis on social work with pregnant drug users; Charles University in Prague: Faculty of Philosophy, 2007)

<sup>2</sup> Ibid.

## **System of care and education of pregnant women/mothers using drugs in Denmark**

Compared to the Czech Republic, there is a long tradition of the care for pregnant women and mothers using drugs in Denmark under the competency of the health service (Danish Health Office).

The care for pregnant women in Denmark is based on the regulation on *Keeping the Life and Health of woman and child*, which is the primary objective. The regulation (1945) related to the care for pregnant women issued by the Ministry of Health in Denmark highlighted the importance to take specialized care of women/families with such living conditions or life style that could be connected with increased risks for the mother and/or child and to such women that could be expected to have some kind of complications during pregnancy or birth.

The above mentioned regulation further noticed the group of pregnant women with special needs where the objection of care for pregnant women can be fulfilled only in case of increased attention.

### **The history of institution taking care for pregnant women/mothers using drugs**

*Familie Ambulatoriet* (the Family Centre, further referred as the FC) was established within hospitals in Hvidovre and Rigshospitalet in 1989 inspired by the Family Center in the United States founded by Loretta Finnegan, M.D. In 1995, the FC became regular special department of the Hovedstadens Sygehusfaelleskab hospital in Copenhagen under the management of May Olofsson, the senior consultant.

The FC is a special department for pregnant women using alcohol or other drugs. This department is also aimed at children until the start of school attendance. It is a part of gynaecological and obstetrics department working on the department of neonatology and paediatrics. The team of the FC department consists of many specialists: doctors, social workers, psychologists, midwives and secretaries. The FC takes care of the woman for a longer period starting with the recognition of pregnancy and finishing by the start of school attendance. While a family is registered in the FC, the team of multidisciplinary specialists is responsible for the family care and further co-operates with the most important social and health care departments. If possible a family is in the care of the same doctor and psychologist who took care of the mother during the pregnancy. A social worker co-operates if necessary.

The importance of the complex care and easy inter-disciplinary team co-operation without any difficulties is highlighted.

If a woman contacts the RC, a doctor, a midwife, a social worker and a psychologist will be engaged. The above mentioned specialists will also participate in the education of her. The doctor educates about the contraception, he or she can prescribe it, offer an abortion or sterilization if necessary, gives information about breast-feeding and planning and finishing of breast-feeding.

The midwife advises on nutrition, gives a recommendation to the food allowances if necessary, and explains the negative influence of smoking and drug misuse during pregnancy.

The social worker motivates for treatment or hospitalization and to giving the agreement to contact the social department or other institution related to health of a mother and child, tries to secure an appropriate assistance and to keep the family support and can secure a treatment for the father of a child if necessary.

The task of the social worker is to inform both a patient and the staff of the department of obstetrics and gynaecology about all details during the hospitalization, to supervise the course of hospitalization, participate in the education and provide support all the time.

One of the most important primary tasks of the social worker is to create a social anamnesis of a client. The social worker's task is to find the client in case that it is impossible to contact her or if she stops visiting the Family Centre. The social worker is usually the coordinator ("central informational headquarters") of the multidisciplinary co-operation. They prepare and call meetings of the multidisciplinary team, write reports and supervise that conclusions from this meeting are fulfilled and inform the client. After the birth, they inform the social department and supervise all necessary steps so that the client and her child could be discharged from hospital without any difficulties. They continue the co-operation with both parents and with the staff of the department of obstetrics and

gynaecology as well. All the time, the social worker acts as the coordinator of the interdisciplinary co-operation.

The role of a psychologist is to intensify the relation of the mother and the child she expects. A great number of pregnant drug users have only a limited emotional relation to the pregnancy and to the child. The main task of sessions is to create or intensify the concern of a pregnant woman in moves and needs of the baby and support her positive feelings about the baby so that the child becomes a reality.

After the birth, the psychologist supports the relation of the mother and child and evaluates whether other action is necessary. The psychologist and the doctor are responsible for the following check-up and for the outcomes given to the social department and other institutions.

The co-operation with the family is important as well. The parents of the mother or her partner consult with the Family Centre. A two-week hospitalization after the birth is possible with the aim to support the mother and her treatment and to allow her spending as much time with her child as possible in order to let her know her child. It is vitally important to provide the woman with maximum possible care and support. The mother is educated about the contraception, i.e. possibilities of an intrauterine device or hormonal rods, sterilization or hormonal injections. The woman is also educated about the breast-feeding, in case when the breast-feeding is possible.

Immediately after the birth, the FC informs the social department. The department of paediatrics contacts the nurse to inform her when the mother and child are discharged. The FC can do this as well if necessary. After the discharge the mother is subjected to monitoring and education but the attention is paid to her child as well in order to identify possible illnesses, deformations and neglecting caused by drug misuse and to start possible treatment and care as soon as possible to prevent other negative influences. The first check-up at the paediatrics is usually taken a month after the discharge. Other check-ups are as follow: in the 3<sup>rd</sup>, 6<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> month and 1<sup>st</sup> year of age. Consequently, there should be regular check-ups each six months until the age of three and then each year until the age of six or seven.

### **Termination of monitoring of a child by the Family Centre**

The child ceases the Family Centre with the start of compulsory education, ie, in the age of 6-7 years. With the entry of children into school education, it is important to provide information about the child to appropriate authorities. The FC will organize a meeting to end the monitoring of the child, this meeting will be attended by specialist who have been or will be in further contact with the child and they provide information about the child on his current problems that require special attention in connection with the start of compulsory education. They discuss the possibility of individual education and school types. The appropriate type of school is chosen in co-operation of pedagogical and psychological counselling service, parents or foster parents and the department of social affairs. The FC ceases to monitor some of the children before the sixth year of life, in rare cases in 3-4 years of age. These children have no problems or developmental problems caused by drug using mother, and they live in a stable family. In this case, the FC will inform the Department of Social Affairs about the end of the monitoring of the child because of the appropriate development without any difficulties.

### **Conclusion**

The aim of the paper was to monitor the education and care for pregnant women and mothers using drugs in the Czech Republic and to compare it with the Danish system. Compared to the Czech Republic, the system of care for mothers and their children in Denmark has longer tradition, it is linked and complex. Great emphasis is placed on the interdisciplinary cooperation. The FC points to the fact that the treatment of disabled children is very expensive, however, the real cost of the everyday care can not even be quantified. Therefore, an appropriate intervention and education of risk groups of women is important in order to minimize the negative influence on the whole society from the socio-economical point of view.

Due to positive experience with the Family Centre in Denmark, the same model was implemented in Norway and Sweden. The system of care for dependent pregnant women / mothers still develops in the Czech Republic. However, there are some treatment units for dependent pregnant women / mothers. A shift in co-operation with other institutions, which come into contact with these clients, can be seen. The care system is predominantly a matter of non-governmental organizations and

associations, with the financial participation of the State such as the Ministry of Labour and Social Affairs, Ministry of Education, Youth and Sports and the Ministry of Health. Sponsoring organizations are also financially involved in the co-operation with the above mentioned units.

However, a certain long-term continuity and interdisciplinary co-operation of all professionals who come into contact with this group of women is necessary. Furthermore, it is necessary to address the availability of these services, which are currently more concentrated in major urban centres and last but not least there is the need to recognize that support and consistent monitoring of mothers and children should continue in the period after the birth.

Pokud má být edukace závislých žen matek úspěšná, musí být správně zvolen vhodný způsob didaktické komunikace, kdy jak uvádí J.Fenclová<sup>3</sup>, dochází nejen k přenosu informace, ale i k procesu učení. Hledání optimálního způsobu přenosu informací však u této skupiny žen může představovat velký problém, vzhledem k životnímu stylu, do něhož se promítá patologický systém hodnot a postojů těchto žen.

Vytvoření nového životního stylu, postaveného na zodpovědných postojích k druhým lidem i k sobě samotnému, vyžaduje dlouhodobý kontakt s terapeutickým týmem. Edukující psycholog respektive sociální pracovník musí zvládat všechny fáze procesu didaktické komunikace. Jak uvádí Z. Kalhous a kol.<sup>4</sup>, jedná se o fázi motivační, ve které je třeba podnítit aktivitu ke spolupráci. V této fázi je důležité stanovovat si reálné cíle - čeho chceme při spolupráci se ženou dosáhnout, uvádět příklady z praxe, zkušenosti, navodit přátelskou atmosféru. Neméně důležitá je odbornost a entusiasmus sociálního pracovníka či psychologa.

Ve druhé fázi dochází k vytváření vědomostí a formování dovedností a návyků. Edukované ženy by měli porozumět sdělovaným informacím, získat předpoklady pro osvojení vědomostí, nových dovedností a návyků.

V poslední fázi ověřování výsledků se zaměřujeme na to, zda-li došlo k pochopení nově získaných informací, jakým způsobem došlo k jejich osvojení a zda-li jsou schopny získané vědomosti, dovednosti a návyky aplikovat do svého života. Terapeut společně s klientkou provádějí kontrolu a hodnocení své spolupráce. V této fázi, pokud je úspěšná, dochází u většiny žen k úpravě rodinných poměrů a získávají tak možnost požádat o zpětné svěření dítěte do vlastní péče. Spolupráce se sociálním pracovníkem však v této fázi nekončí, ale pokračuje v méně intenzivní formě nadále, hlavně přetrvává průběžná kontrola klientek a jejich dětí v domácím prostředí.

## References

1. Kastnerová, M., Sedláčková, S., Žižková, B.: Systém péče o těhotné uživatelky drog, drogově závislé matky a jejich děti. České Budějovice: ZSF JU, 2006. ISBN 80-7040-924-X
2. Olofsson, M.: Péče o těhotné ženy užívající psychotropní látky a o rodiny s drogovými problémy. In: Velemínký, M., Žižková, B.: Péče o těhotné ženy užívající psychotropní látky v těhotenství. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-80-7378-095-9
3. Svobodová, E.: Sociální práce s těhotnými drogově závislými ženami. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze: Filozofická fakulta, 2007.
4. Trávníčková, I. et al: Specifické aspekty zneužívání drog u žen. Praha: Institut pro kriminologii a prevenci, 2001. ISBN 80-86008-92-4
5. Doléčovací centrum pro matky s dětmi. [online], [2009-04-12]. Dostupné z: [http://www.sananim.cz/zarizeni-27-Dolecovaci-centrum-pro-matky-s-detmi-\(DC-MAT\)/info.html](http://www.sananim.cz/zarizeni-27-Dolecovaci-centrum-pro-matky-s-detmi-(DC-MAT)/info.html)
6. Terapeutická komunita Karlov. [online], [2009-04-12]. Dostupné z: [http://www.sananim.cz/zarizeni-3-Terapeuticka-komunita-Karlov-\(TKK\)/info.html](http://www.sananim.cz/zarizeni-3-Terapeuticka-komunita-Karlov-(TKK)/info.html)
7. Denní stacionář – informace pro matky. [online], [2009-04-12]. Dostupné z: [http://www.sananim.cz/zarizeni-18-Denni-stacionar-\(DST\)/informace-pro-matky.html](http://www.sananim.cz/zarizeni-18-Denni-stacionar-(DST)/informace-pro-matky.html)
8. Evropské monitorovací centrum pro drogy a drogové závislosti. Užívání drog z hlediska gender. č. 5, 2006. [online], [2009-04-12]. Dostupné z: [http://www.emcdda.europa.eu/attachements.cfm/att\\_23088\\_CS\\_GenderCS2006Final.doc](http://www.emcdda.europa.eu/attachements.cfm/att_23088_CS_GenderCS2006Final.doc)

<sup>3</sup> Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN, 1982.

<sup>4</sup> Kalhous, Z. a kol.: Školní didaktika. Praha: Portál, 2002. ISBN 978-80-7367-571-4



# Vývoj fyzikálního vzdělávání na střední škole

## *Evolution of Physics Education at Secondary Schools*

Oldřich Lepil, Univerzita Palackého, Olomouc, ČR

*Contribution summarizes research and development in didactic system of physics teaching at upper secondary school. This development is documented on the changes in national curriculum, plans of instruction and textbooks in the progress of the 20th century. The next development of physics education calls for the solving of the problems: 1. Role of science education in the contemporary (global) society, 2. Relations of physics education to school system, 3. Content and teaching methods of physics instruction.*

Uplynulé 20. století bylo v oblasti fyziky a přírodních věd vůbec obdobím převratných objevů a symbolicky začalo v roce 1900 Planckovým objevem kvant záření, což předznamenalo i vznik nového fyzikálního obrazu světa. Není tedy od věci, položit si otázku, jak tento vývoj ovlivnil fyzikální vzdělávání, jeho koncepci, rozsah i obsah. Jestliže však nahlédneme do pramenů zachycujících situaci ve školství před sto lety, zjistíme, že problémy, s nimiž se školy potýkaly před sto lety, jsou v podstatě stejné jako ty, na něž narážíme v současnosti. Tehdy stejně jako dnes zaznívala kritika nedostatku vyučovacích hodin, odtrženosti výuky od potřeb praxe i dalšího studia, nedostatečných znalostí studentů přicházejících na vyšší stupeň školy atd. atd. Není ovšem cílem postihnout v tomto příspěvku celou šíři problematiky. Proto se dále zaměříme jen na výuku ve všeobecně vzdělávací střední škole, čili gymnáziu, které v průběhu 20. století prodělalo řadu podob a proměn.

### **Didaktický systém fyziky na střední škole a jeho vývoj**

Aniž bychom se příliš vraceli do minulosti, můžeme konstatovat, že již v polovině 19. století sílily hlasy volající po rovnoměrném rozdělení klasického a přírodovědného vzdělání na gymnáziu. Přesto však dominovala výuka klasickým jazykům a dokonce v roce 1855 byla ubrána fyzice jedna vyučovací hodina, kterou získala výuka latiny. Nicméně pokrok se nezastavil a projevoval se jak ve struktuře školského systému té doby, tak v obsahu a metodách výuky. Ve školské soustavě se to projevilo tak, že vedle osmiletého gymnázia, jehož hlavním posláním byla příprava pro studium na vysoké škole hlavně univerzitního typu, začaly vznikat také sedmitřídní reálky spíše praktického zaměření.

Základní informaci o didaktickém systému fyziky na střední škole nám poskytují učební osnovy pro gymnázium, v jejichž vývoji lze identifikovat několik charakteristických etap, které byly předznamenány určitými výraznějšími změnami učebního plánu daného typu školy, úpravami struktury učiva a inovacemi jeho obsahu. Zvolíme-li jako východisko našich úvah počátek 20. století, je třeba připomenout významnou úpravu zastaralých osnov fyziky, která byla provedena na úrovni vyššího gymnázia a reálky v roce 1899 a následně vydáním nových osnov pro nižší gymnázia v roce 1900. Učební plán, kterým byly v těchto osnovách stanoveny týdenní počty vyučovacích hodin, zůstal v platnosti bez podstatných změn prakticky celou první polovinu 20. století. Na vyšším gymnáziu (5. až 8. ročník) se po celou tuto dobu fyzika vyučovala jen ve dvou nejvyšších třídách – septimě a oktávě.

K zásadní změně došlo až v roce 1953, kdy zanikla osmiletá gymnázia a vznikla tzv. jednotná škola v podobě jedenáctileté střední školy (JŠŠ). Středoškolskému vzdělávání v JŠŠ odpovídala výuka ve třech nejvyšších ročnících a ve všech se také vyučovala fyzika, což se projevilo výrazným nárůstem hodinové dotace fyziky v učebním plánu JŠŠ. V roce 1961 však došlo k oddělení tří nejvyšších tříd JŠŠ do samostatné výběrové střední školy s názvem střed-

ni všeobecně vzdělávací škola (SVVŠ). To však neznamenalo zásadnější změnu v rozsahu ani v obsahu výuky, kterou přinesla až postupná přeměna SVVŠ na čtyřleté gymnázium v roce 1969.

V roce 1976 byl publikován tzv. „Projekt dalšího rozvoje československé výchovně vzdělávací soustavy“. Na jeho základě probíhal v letech 1978 – 1984 postupný přechod na nový vzdělávací systém, ukončený vydáním nového školského zákona o soustavě základních a středních škol. V něm byl vytvořen prostor pro další zvětšení hodinové dotace fyziky, která dosáhla maxima v nových osnovách fyziky vydaných v roce 1983.

Společenské změny, které přinesl rok 1989, zahájily novou etapu vývoje školského systému, pro který je charakteristická zejména liberalizace cest vzdělávání. Odrazem těchto tendencí je především možnost jednotlivých škol i učitelů významným způsobem zasahovat jak do učebních plánů školy, tak do obsahu učiva a jeho uspořádání do didaktického systému. Tomu odpovídají i osnovy gymnázia z roku 1999, které již nestanoví jednotný a závazný obsah výuky, ale vymezují jen jeho minimální rozsah pro jednotlivé předměty. Současně se mění i formy, kterými jsou stanoveny minimální požadavky na obsah vzdělávání (standards, kmenové učivo, katalog požadavků k maturitní zkoušce).

V současnosti se fyzika stává jedním z předmětů širší vzdělávací oblasti Člověk a příroda Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G [1]) a minimální učební plán pro všechny předměty této oblasti – fyziku, chemii, biologii, geografii a geologii je RVP stanoven na 24 hodin. Skutečnou hodinovou dotaci jednotlivých předmětů však určuje až učební plán, který je součástí Školního vzdělávacího programu a každá škola si ho připravuje samostatně.

Vývoj učebního plánu fyziky na vyšším gymnáziu a jemu odpovídajících ročnících všeobecně vzdělávací školy je přehledně shrnut v tabulce 1 (údaje se týkají rozsahu výuky na úrovni základní větve vzdělávacích programů).

Tabulka 1

Rok	Škola	Ročník				Celkem
		5 (1)	6 (2)	7 (3)	8 (4)	
1899	Gymnázium	-	-	3	3	6
1898	Reálka (sedmiletá)	-	4	4		8
1908	Reálné gymnázium	-	-	3	4	7
1919	Gymnázium	-	-	4	4	8
1948	Gymnázium			3	4	7
1953	JSS	3	3	5 <sup>1)</sup>		11
1961	SVVŠ	3	3	4		10
1983	Gymnázium	3	3	3	4	13
1990	Gymnázium	2	2	2	2	8
1999	Gymnázium	2	2	2	R <sup>2)</sup>	6
2006	Gymnázium (RVP G Člověk a příroda)	P <sup>3)</sup>	P	V <sup>4)</sup>	V	24

1) Včetně astronomie, která byla v učebním plánu jako samostatný předmět s dotací 1 vyučovací hodina.

2) Hodinovou dotaci určuje ředitel školy.

3) Vzdělávací obsah oborů dané vzdělávací oblasti musí být zařazen v příslušném ročníku.

4) Zařazení vzdělávacího obsahu oborů dané vzdělávací oblasti do ročníků stanovuje ŠVP.

#### Poznámka

K tabulce 1 ještě uveďme, že na gymnáziu (na rozdíl od reálky) a později rovněž na reformním reálném gymnáziu byly součástí osnov fyziky také poznatky chemie. V podstatě to byly základy anorganické chemie, které se vyučovaly ve 2. pololetí VII. ročníku. Odtud se odvíjí požadavek, aby učitelská příprava zahrnovala dnes málo využívanou aprobační skupinu předmětů fyzika - chemie.

## Didaktický systém fyziky v osnovách střední školy

Nejúplněji lze sledovat rozvoj fyzikálního vzdělání na vývoji struktury a obsahu osnov fyziky. V této souvislosti je možné konstatovat, že jsou témata středoškolské fyziky, která lze označit za nedílnou součást všech vývojových etap didaktického systému fyziky a jejich obsah jen nepatrně ovlivňuje čas. K těmto tématům patří především Mechanika, kterou se prakticky vždy na střední škole začíná. Stejně tak lze hodnotit téma Mechanické vlnění a akustika, které v současnosti, ve světě zhlceném audiovizuální komunikací, nacházíme v osnovách fyziky prakticky ve stejné podobě jako před sto lety, včetně ladičky jako dominantního zdroje zvuku. Podobně je na tom i optika, která rovněž nepřekračuje rámec 19. století. Kromě nejjednodušší informace o vláknovém světlovodu, od něhož se odvíjí významný technický obor - vláknová optika, a základních poznatků o principu holografie v podobě rozšiřujícího učiva se zde setkáváme jen s poznatků s více než stoletou historií.

Proto lze vzájemný vztah fyziky a vyučování v jejich vývoji vystopovat nejlépe na učivu elektřiny. Velmi názorně to ilustruje závěr tématu Nauka o elektřině (viz [2]), kam byly obvykle přiřazovány nejaktuálnější poznatky a objevy z této oblasti fyziky, která se ve 20. století rozvíjela nejprogressivněji:

1889

Indukce proudů s poukázáním na princip energie. Vysvětlení některého magnetoelektrického stroje a dynamoelektrického stroje. Elektrický převod sil. Jiskrový induktor. Telefon a mikrofon.

1908

... Telefon a mikrofon. Röntgenovy paprsky. Radioaktivita. Telegrafie bez drátu.

1933

... Telefon a mikrofon. Výboje v plynech. Záření katodové a paprsky kanálové, elektrony, paprsky Roentgenovy. Ionisace plynu. Elektronové lampy a jejich užití. Elektrické vlny. Kmitavý kruh, kruhy spřažené, resonance. Detektory, radiotelegrafie a radiofonie. Hlavní zjevy radioaktivní.

Stálý nárůst poznatků z elektromagnetismu pak ovlivnil i strukturu učiva v osnovách a učebnicích gymnázia, jak je to patrné z tabulky 2

Tabulka 2

1899	1933
VII. třída	VII. třída
Mechanika	Geomechanika
Nauka o teple	Astronomie
Chemie	Hydromechanika
VIII. třída	Aeromechanika
Magnetismus	Termika
Statická elektřina	VIII. třída
Elektrické proudy	Nauka o vlnění
Nauka o vlnivém pohybu	Akustika
Nauka o zvuku	Magnetismus
Nauka o světle	Nauka o elektřině
Astronomie	Optika

Již z uvedené tabulky je zřejmé, jak narůstající rozsah poznatků učiva elektřiny nadále od sebe odsouvá akustiku a optiku a v závěru didaktického systému fyziky se objevují postupně nová témata tzv. moderní fyziky, jak je to patrné z dalšího vývoje osnov gymnaziální fyziky, který je ve stručném přehledu uveden dále.

## **Přehled vývoje osnov fyziky na střední všeobecně vzdělávací škole (gymnáziu) ve 2. polovině 20. století**

### **Osnovy fyziky z roku 1948 (čtyřleté gymnázium)**

#### **III. třída**

Úvod. Mechanika. Astronomie. Vlastnosti kapalin a plynů v klidu. Nauka o proudění tekutin – fyzika letu. Molekulární vlastnosti. Nauka o vlnění. Akustika. Termika.

#### **IV. třída**

Nauka o magnetismu. Nauka o elektřině. Nauka o světle. Nauka o záření a stavbě hmoty. Základy astrofyziky.

### **Osnovy fyziky z roku 1953 (jedenáctiletá střední škola)**

#### **9. ročník**

Úvod. Mechanika.

#### **10. ročník**

Molekulární fyzika a teplo. Základy nauky o vlnění a akustice. Geometrická optika.

#### **11. ročník**

Elektřina. Záření a stavba atomu.

Samostatný předmět Astronomie.

### **Osnovy z roku 1961 (SVVŠ)**

#### **1. ročník**

Úvod. Mechanika.

#### **2. ročník**

Molekulová fyzika a termika. Kmity a vlnění, akustika. Elektřina a magnetismus I.

#### **3. ročník**

Elektřina a magnetismus II. Optika. Stavba atomu. Astronomie. Závěr.

### **Osnovy z roku 1983 (gymnázium)**

#### **1. ročník**

Úvod. Formy a příčiny mechanického pohybu. Gravitační pole. Elektrické pole.

#### **2. ročník**

Struktura a vlastnosti látek. Elektrický proud v látkách.

#### **3. ročník**

Magnetické pole. Kmitání a vlnění.

#### **4. ročník**

Světlo a záření. Stavba atomu. Astrofyzika. Fyzikální obraz světa.

### **Osnovy z roku 1990 (čtyřleté gymnázium)**

#### **1. ročník**

Úvod. Základy mechaniky hmotných bodů. Gravitační pole. Mechanika otáčivého pohybu tuhého tělesa. Mechanika kapalin a plynů.

#### **2. ročník**

Struktura a vlastnosti látek. Mechanické kmitání a vlnění.

#### **3. ročník**

Elektrické pole. Elektrický proud v látkách. Magnetické pole. Střídavý proud. Fyzikální základy elektroniky. Elektromagnetické kmitání a vlnění.

#### **4. ročník**

Světlo a záření. Základy speciální teorie relativity. Základy fyziky mikrosvěta. Astrofyzika. Fyzikální obraz světa.

### **Osnovy z roku 1999 (čtyřleté, popř. osmileté gymnázium)**

#### **1. (5.) ročník**

Fyzikální veličiny a jejich měření. Mechanika.

#### **2. (6.) ročník**

Molekulová fyzika a termika. Mechanické kmitání a vlnění.

#### **3. (7.) ročník**

Elektřina a magnetismus.

#### **4. (8.) ročník**

Optika. Speciální teorie relativity. Fyzika mikrosvěta. Astrofyzika. Fyzika v širších souvislostech.

Jak je patrné z uvedeného přehledu, zásadnější změny ve struktuře didaktického systému fyziky přinesly až osnovy gymnaziální fyziky na počátku druhé poloviny 20. století, v nichž je zakotveno uspořádání jednotlivých témat v posloupnosti, s níž se setkáváme i v současném návrhu didaktického systému, jak ho prezentuje Rámcový vzdělávací program pro gymnázium (RVP G) [1, s. 26]. Určitou výjimku zde tvoří téma Mechanické kmitání a vlnění, které je v RVP G zařazeno do mechaniky, ačkoliv v celé historii vývoje didaktického systému fyziky české střední školy takto řazeno nikdy nebylo a preferována byla spíše vazba na akustiku a optiku, pro které bylo mechanické kmitání a vlnění obecným východiskem. Z učiva elektřiny byly také vyčleněny poznatky z atomové a jaderné fyziky do samostatného tématu, což odráželo pozornost, která byla od 50. let 20. století upřena k technologickému využití štěpné reakce uranu a dalších poznatků fyziky mikrosvěta. V 60. letech 20. století pak didaktický systém začínají ovlivňovat modernizační snahy ve fyzice, což se projevuje např. zařazením základních poznatků speciální teorie relativity nebo větším důrazem na stěžejní poznatky, na nichž je založena kvantová fyzika.

V učivu elektromagnetismu naopak dochází k určitým redukčním učiva, které se týkají např. poznatků z elektrostatiky nebo praktických aplikací, jejichž praktický význam s vývojem techniky poklesl (např. poznatky o některých točivých elektrických strojích, jako je dynamo nebo komutátorový elektromotor na stejnosměrný proud). Tyto redukce byly nutné také proto, aby se našel prostor pro zcela nové poznatky o vedení elektrického proudu v polovodičích a jejich praktickém využití. Učivo o polovodičích je také nejvýraznějším zásahem do didaktického systému učiva elektřiny, které bylo poprvé učebnicově zpracováno v r. 1965 a prodělalo značný vývoj, který s ohledem na bouřlivý rozvoj polovodičové elektroniky stále probíhá.

Největší odchylku od klasického uspořádání učiva znamenaly osnovy z roku 1983, jejichž příprava začala ve 2. polovině 70. let 20. století v souvislosti s celkovou přestavbou školské soustavy. V tomto období také dosáhla maxima hodinová dotace fyziky na střední škole (viz učební plán z roku 1983 v tabulce 1). Tím byl vytvořen nejen větší prostor pro modernizaci obsahu zařazením nových, popř. prohloubením obsahu tradičních témat učiva, ale došlo i k výrazným změnám ve struktuře didaktické soustavy. To se projevilo např. vytvořením integrovaných poznatkových soustav jednak v učivu o silových polích (gravitační a elektrické pole), jednak v učivu o mechanickém a elektromagnetickém vlnění. Příznivá hodinová dotace umožnila také realizaci systému teoretických a laboratorních cvičení, pro něž byla v učebním plánu vymezena jedna týdenní hodina v dělené třídě. Kromě povinné části výuky fyziky měl žák možnost prohloubit si fyzikální vzdělání ještě v nepovinném předmětu cvičení ve všech ročnících čtyřletého gymnázia a v posledním roce studia mohl navštěvovat volitelný seminář a cvičení v jednom z pěti zaměření (Vybrané kapitoly z fyziky, Fyzika a technika, Fyzika hvězd a vesmíru, Fyzika pevných látek a Fyzika a filozofie).

Učební plán a osnovy z roku 1983 tvořily základ rozsáhlého projektu, který byl postupně realizován až do konce 80. let. I když byl velmi kvalitně připraven a opíral se např. o výzkumem ověřené učební materiály, nesl znaky tehdejší školské politiky, kterou charakterizovala jediná alternativa řešení didaktického systému výuky. To vyvolalo prakticky hned po společenských změnách v roce 1989 značnou kritiku učitelské veřejnosti, která nepřijala zejména některé výraznější zásahy do tradiční struktury učiva v podobě zmíněných integrovaných poznatkových soustav. Současně byl nastoupen trend liberalizace školské soustavy, kterou charakterizuje značná volnost ve volbě vzdělávacích cest. To ve svých důsledcích vedlo nejprve k redukci hodinové dotace fyziky na 2 hodiny týdně (1990) a posléze jen ke stanovení povinného minimálního učebního plánu (1999) a změnám osnov fyziky, které znamenají do značné míry návrat ke klasické struktuře didaktického systému. Možné alternativy učebních plánů a individuální úpravy uspořádání učiva na jednotlivých školách si pak vyžádaly i jinou koncepci učebnic fyziky a vznik souboru tematicky zaměřených učebnic (viz dále), které učitelé

poskytují lepší možnost sladit vlastní záměry vzdělávacího programu s žákům dostupnými učebními materiály.

Zásadní změny ve vymezení didaktického systému přinášejí Rámcové vzdělávací programy a na ně navazující Školní vzdělávací programy, jejichž vytváření ukládá školám Školní zákon z roku 2004 [3]. Projektování výuky je tedy věcí samotných učitelů na školách, přičemž pro učitele je tato činnost zcela nová a v pregraduální vysokoškolské přípravě učitelů na vysokých školách se nově objevuje teprve v poslední době. Proto byl pro učitele připraven tvůrci RVP tzv. Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů [4], v němž se konkrétně učitele fyziky, popř. celého vzdělávacího okruhu Člověk a příroda týká zejména tabulace učebního plánu ([4], s. 77) a příprava učebních osnov ([4] s. 97).

Již z ukázek školních vzdělávacích programů tzv. pilotních škol je však patrná značná různorodost takto zpracovaných osnov, které lze v nejednom případě označit i za problematické. Ve snaze dosáhnout určité kompatibility vytvářených osnov se současnými učebnicemi fyziky pro gymnázia (tematický soubor učebnic), popř. v podobě zjednodušeného kursu fyziky v univerzálnější učebnici pro střední školy vydalo nakladatelství Prometheus Příručku [5]. V ní jsou zpracovány návrhy osnov pro tři různé varianty učebních plánů pro vyšší stupeň gymnázia: O – *optimální* (učební plán 2 + 2 + 3 + 2), P – *přiměřená* (2 + 2 + 2 + 2) a S – *skromná* (2 + 2 + 2 + 0).

## Učebnice fyziky pro gymnázium a jejich vývoj

Samotné osnovy fyziky nepodávají dostatečně úplný pohled na didaktickou soustavu učiva. Ten lze získat spíše z učebnicových textů, z nichž je patrný předpokládaný rozsah a úroveň výkladu jednotlivých poznatků vymezených osnovami jen v podobě tematických celků, dílčích témat a hesel. Proto je pro posouzení vývoje fyzikálního vzdělávání na střední škole vhodné ukázat, jak byly v jednotlivých etapách vývoje didaktického systému konkretizovány osnovy v učebnicích. Zdálo by se, že není možné ve stručnosti prezentovat všechny učebnice, které v průběhu uplynulého století u nás vznikaly. Jestliže se však omezíme na učebnice určené pro povinnou výuku ve všeobecně zaměřené střední škole (gymnáziu), je rozsah učebnicové tvorby za uvedené období až překvapivě stručný. V následujícím přehledu jsou uvedeny učebnice používané na českých gymnáziích od r. 1911.

### Přehled českých učebnic pro vyšší třídy gymnázia vydaných ve 20. století

Jeništa, J. – Mašek, B. – Nachtikal, F.: Fysika pro vyšší gymnasia, díl I. a II. JČMF Praha 1911.

\* \* \*

Mašek, B. - Jeništa, J. – Nachtikal, F. – Štěpánek J. : Fysika pro vyšší třídy středních škol, díl I. a II. JČMF Praha 1936.

Devorecký, H. – Šmok, M.: Fysika pro vyšší třídy středních škol, díl I. a II. JČMF Praha 1935 – 36.

Herolt, E. – Ryšavý, V.: Fysika pro vyšší třídy středních škol, díl I. a II. Česká grafická unie, Praha 1935.

\* \* \*

Chytilová, M. – Pavlík, B. – Šoler, K. – Vlach, B.: Fysika pro třetí třídu gymnasií, SPN, Praha 1953.

Bělař, A. – Hlavička, A. – Lehar, F. – Pavlík, B. – Pírko, Z.: Fysika pro čtvrtou třídu gymnasií, SPN Praha 1953.

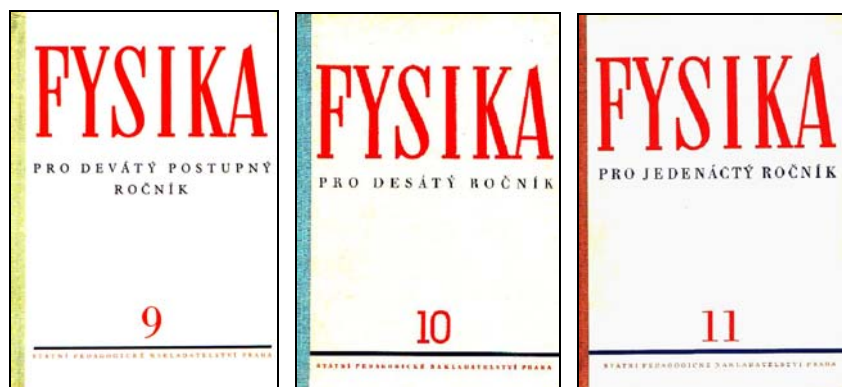


\* \* \*

*Kašpar, E. – Chytilová, M. – Vlach, B.:* Fysika pro devátý ročník, SPN, Praha 1958.

*Šoler, K. – Fuka, J. – Lehar, F.:* Fysika pro desátý ročník, SPN, Praha 1958.

*Rudolf, V. – Fuka, J. – Hlavička, A.:* Fysika pro jedenáctý ročník, SPN, Praha 1958.



\* \* \*

*Marek, J. – Chytilová, M. – Kašpar, E. – Vanýsek, V.:* Fyzika pro I. ročník střední všeobecně vzdělávací školy, SPN, Praha 1965.

*Vanovič, J. – Sokol, E. – Thern, L. – Vlach, B.:* Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy, SPN, Praha 1965.

*Fuka, J. – Klimeš, B. – Lepil, O. – Rudolf, V. – Široký, J. – Vanýsek, V.:* Fyzika pro III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol, SPN, Praha 1965.



\* \* \*

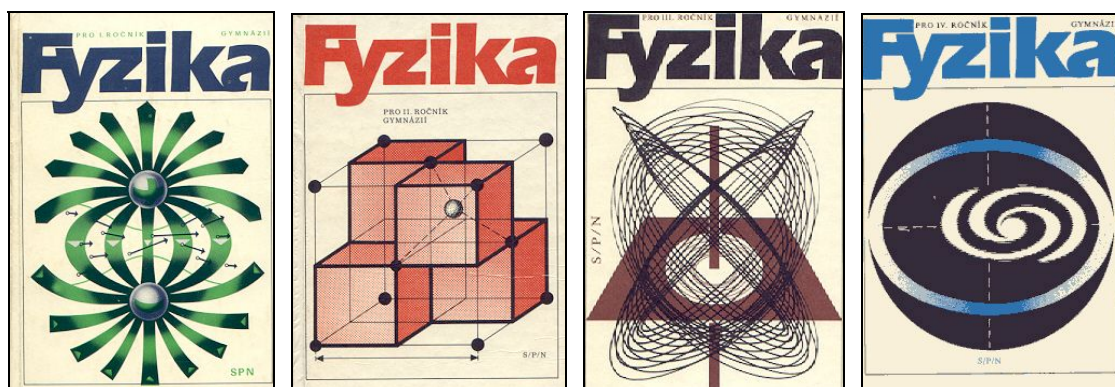


- Chytilová, M.*: Doplněk k učivu fyziky pro I. ročník gymnasia, SPN, Praha 1972.  
*Vlach, B.*: Doplněk k učivu fyziky pro II. ročník gymnasia, SPN, Praha 1974.  
*Lepil, O. – Chytilová, M.*: Doplněk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia, SPN, Praha 1973.  
*Fuka, J.*: Doplněk k učivu fyziky pro IV. ročník gymnasia, SPN, Praha 1974.



\* \* \*

- Vachek, J. – Bednařík, M. – Klobošický, K. – Maršák, J. – Novák, J. – Šabo, I.*: Fyzika pro I. ročník gymnázií, SPN Praha 1984.  
*Svoboda, E. – Bartuška, K. – Baník, I. – Kotleba, J. – Tomanová, E.*: Fyzika pro II. ročník gymnázií, SPN, Praha 1985.  
*Lepil, O. – Houdek, V. – Pecho, A.*: Fyzika pro II. ročník gymnázií, SPN Praha 1986.  
*Pišút, J. – Frei, V. – Fuka, J. – Lehotský, D. – Široký, J. – Tomanová, E. – Vanýsek, V.*: Fyzika pro IV. ročník gymnázií, SPN, Praha 1987.



Z přehledu vyplývá, že se na tvorbě učebnic fyziky podílely tři generace autorů, které se zejména ve 2. polovině 20. století navzájem prolínají, takže v podstatě kontinuálně přechází starší generace autorů až do generace současné. Tvorba učebnic v 1. polovině 20. století je těsně spjata s Jednotou českých matematiků a fyziků a učebnice vydávané JČMF se na gymnáziích používaly ještě po roce 1945 až do vydání prvních poválečných gymnaziálních učebnic v roce 1953, kdy prakticky po polovině století dochází k zásadní obměně autorských kolektivů. Tyto učebnice však jsou v duchu dřívějších koncepcí určeny jen pro poslední dva ročníky gymnázia, v nichž se na vyšším gymnáziu fyzika vyučovala již od konce 19. století. Od vzniku jedenáctileté střední školy se zvětšuje počet učebnic pro povinnou výuku na tři a po přechodném období, kdy se tříletá SVVŠ mění na čtyřleté gymnázium, se ukázala potřeba vytvořit čtyři samostatné učebnice. Nejprve byly učebnice z roku 1965 upraveny vydáním tzv. Doplnků pro jednotlivé ročníky (1972 - 1974), v nichž byla nově zpracována vybraná témata.



Koncem 70. let byla v souvislosti s tzv. přestavbou československé vzdělávací soustavy zahájena tvorba učebnic, kterými se uzavřela etapa společných učebnic fyziky pro české i slovenské střední školy. V této etapě učebnicové tvorby také dochází k největší obměně autorů a za pozornost stojí i značný rozsah výukových materiálů pro výuku fyziky ve všech formách (povinná, nepovinná, volitelná). Kromě již zmíněných učebnic pro I. až IV. ročník gymnázia to byly další 4 učebnice pro nepovinný předmět Cvičení z fyziky (hlavním autorem všech čtyř učebnic byl *J. Fuka*), pět učebnic pro volitelný seminář a cvičení s tematickým zaměřením: Vybrané kapitoly z fyziky (*O. Lepil* a kol.), Fyzika a technika (*O. Lepil* a kol.), Fyzika pevných látek (*V. Frei*), Fyzika hvězd a vesmíru (*V. Vanýsek*), Fyzika a filozofie (*I. Úlehla*). Práce na projektu byla uzavřena shrnující publikací Přehled středoškolské fyziky (*E. Svoboda* a kol.). Je to celkem 14 učebnicových textů a nová dvoudílná Sběrka úloh z fyziky pro gymnázia vytvořená kolektivem autorů pod vedením *V. Koubka*.



Z přehledu je také patrný měnící se podíl slovenských autorů na tvorbě učebnic určených pro celé bývalé Československo. Ještě učebnice pro jedenáctiletou střední školu vytvořili autoři čeští, avšak další učebnice pro střední všeobecně vzdělávací školu již vznikaly tak, že dvě učebnice pro 1. a 3. ročník vytvořili čeští autoři a učebnice pro 2. ročník vznikla v autorském kolektivu vedeném *J. Vanovičem* (spoluautoři *E. Sokol*, *L. Thern* a *B. Vlach*). Ještě větší podíl slovenských autorů nesou učebnice z 80. let, kdy prakticky na každé učebnici čtyřdílného souboru pro jednotlivé ročníky gymnázia se podílel alespoň jeden slovenský autor. Tvorbu řídila společná komise při Výzkumném ústavu pedagogickém v Bratislavě (komisi vedl nejprve *D. Lehotský*, později *J. Pišút*).

Změny osnov v roce 1990 s podstatnou úpravou struktury učiva iniciovaly vytvoření nových souborů učebnic, které vznikaly od roku 1993. Současnost středoškolských učebnic v České republice tedy představují dva ucelené soubory. Je to především osmidílný soubor tematických učebnic pro gymnázium s větší hodinovou dotací fyziky a s náročnějším zpracováním učiva. Obsah jednotlivých učebnic souboru odpovídá tematickým celkům osnov fyziky z roku 1990, resp. 1999 (Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Mechanické kmitání a vlnění, Elektřina a magnetismus, Optika, Speciální teorie relativity, Fyzika mikrosvěta, Astrofyzika). Pro výuku na středních školách (nejen gymnáziích) s menší hodinovou dotací a méně náročným zpracováním učiva byl vytvořen dvoudílný soubor učebnic Fyzika pro střední školy I a II. Produkce nových učebnic se ujalo nakladatelství Prometheus, které se již svým názvem hlásí k tradici učebnic vydávaných Jednotou českých matematiků a fyziků v nakladatelství stejného jména. I když v 90. letech došlo k několika dalším editorským aktivitám v oblasti středoškolských učebnic pro výuku fyziky, jiné ucelené soubory učebnicových textů v Česku zatím nevznikly. Tím se situace ve středoškolské výuce podstatně liší od vydávání učebnic fyziky pro základní školu, kde již vzniklo několik souborů učebnic v různých nakladatelstvích.



Učebnice pro gymnázia: Mechanika (autoři *M. Bednařík, M. Šíroká*), Molekulová fyzika a termika (*K. Bartuška, E. Svoboda*), Mechanické kmitání a vlnění (*O. Lepil*), Elektřina a magnetismus (*O. Lepil, P. Šedivý*), Optika (*O. Lepil*), Fyzika mikrosvěta (*I. Štoll*), Astrofyzika (*M. Macháček*)



Fyzika pro střední školy I a II (autoři *O. Lepil, M. Bednařík, R. Hyblová*)

## Perspektivy vývoje didaktického systému středoškolské fyziky

Pro další vývoj didaktického systému středoškolské fyziky lze považovat za klíčové řešení tří hlavních okruhů problémů. Jsou to:

1. Problémy spjaté s postavením přírodovědného vzdělání v soudobé společnosti.
2. Problémy vztahu fyzikálního vzdělávání k současné školské soustavě.
3. Problémy obsahu a metod výuky fyziky.

**První okruh** problémů souvisí s jistým odklonem požadavků společnosti i zájmu mladé generace od přírodovědného a zejména fyzikálního poznávání, které je objektivně velmi náročné. Má-li reflektovat soudobou úroveň fyziky jako vědecké disciplíny, stává se poznávací proces velmi abstraktní, žákovi se jeví z hlediska jeho potřeb jako neužitečný a naše snaha vytvořit v mysli žáka přírodovědný obraz světa konce 20. století se mívá účinkem. Fyzika se řadí mezi vědní obory s vysokým stupněm abstrakce, který je dán přesunem pozornosti fyziků do oblasti mikrosvěta. Obraz světa převážně zprostředkovávaný matematickým aparátem rozhodujícím způsobem determinuje všeobecný způsob přírodovědného myšlení, interpretace reality a její chápání.

V obsahu výuky fyziky se zejména v souvislosti s modernizačními snahami akcentoval přístup, který chápe učební předmět fyziku jako jistou transformaci vědní disciplíny. Výrazným projevem této koncepce je důraz na strukturální pojetí učiva, které známe již ze základní školy např. v podobě interpretace řady makroskopických, smyslům dostupných jevů z pozice jejich částicové podstaty na úrovni pohybu molekul a atomů. Obdobným způsobem je koncipováno i středoškolské učivo a již v 80. letech bylo věnováno poměrně značné úsilí vytvoření kursu fyziky, který nepostupoval ve struktuře učiva od smyslového poznání, ale budoval pohled na svět postupem od elementárních částic směrem k makroskopickým tělesům.

Modernizační hnutí ve fyzice tedy směřovalo k vytvoření modelu výuky fyziky, který by lépe odrážel současný stav vědeckého poznání a školská fyzika byla pojmána jako zjednodušený obraz fyziky jako vědy. Cílem se stal široce pojatý fyzikální obraz světa, na jehož základě by žák správně chápal děje v přírodě a jejich praktické využití. Nemožnost dosáhnout požadovaného souladu vědeckého poznání s didaktickým systémem středoškolské fyziky vedl k určitému odklonu od tohoto pojetí s tím, že „fyziku na základních a středních školách bychom měli prezentovat ne jako složitý a strohý vědecký systém, ale jako předmět, který popisuje a vysvětluje srozumitelným způsobem jevy okolo nás“ [6].

Ani naplnění takto zúženého rámce fyzikálního vzdělání není snadné a naráží právě na složitost a komplexnost prostředků a dějů využívaných při pracovních činnostech i v běžném životě. Zatím co v minulosti člověk při práci používal nástroje a zařízení s poměrně jednoduchou konstrukcí založenou převážně na mechanických principech, v současnosti jsou to hlavně elektronická zařízení pracující s digitalizovanými informacemi. Očekávali bychom tedy i ve výuce přesun těžiště výuky od klasických témat mechaniky, jako jsou třeba vrhy nebo jednoduché stroje, k principům elektronických přístrojů, které jsou pracovními nástroji současnosti. Avšak i zde jsme svědky určité stagnace a např. výklad polovodičů, který končí učením o bipolárním tranzistoru a jeho užitím v zesilovači analogového signálu, již neodpovídá současným potřebám.

Důraz kladený v RVP a při tvorbě ŠVP na vytváření kompetencí žáka naznačený pohled na fyzikální vzdělávání žáka dále mění. Vyžaduje se, aby žák získal takové vědomosti, dovednosti a postoje, které potřebuje pro svůj osobní rozvoj, zapojení do společnosti a úspěšnou zaměstnatelnost [7]. To tedy znamená jistý odklon od vytváření vědou vybudovaného fyzikálního obrazu světa i od koncepce „fyziky okolo nás“ k výběru obsahu a metod výuky podřízených potřebám žáka a jeho budoucímu postavení ve společnosti. Problémem tohoto přístupu však je optimální výběr kompetencí a jejich formování výukovým procesem tak, aby na-

značené požadavky byly splněny pro široké spektrum společenských zájmů a osobnostních kvalit jednotlivých žáků. To se týká zejména gymnázia jako všeobecně vzdělávací školy, kde je třeba při tvorbě ŠVP a osnov fyziky pečlivě vážit hranici mezi všeobecným vzděláním a odborným vzděláním, které bude dále rozvíjet navazující typ školy.

V této souvislosti bylo již počátkem 90. let také nastoleno heslo humanizace vzdělávání, někdy chybně interpretované jako posílení humanitních disciplín v učebních plánech škol na úkor přírodovědných předmětů. Podstata humanizace, v našem případě fyzikálního vzdělávání, by měla spočívat v tom, že cíle výuky, její věcný obsah a průběh by se měl stát integrální součástí celkového vzdělání, které by mělo být člověku bližší a potřebnější. Jde tedy o to, aby fyzikální vzdělávání nebylo řešeno prioritně z hlediska fyziky jako vědní disciplíny, ale z hlediska člověka, jeho objektivních potřeb a zájmů.

Při tomto přístupu se nám nutně objeví problém stanovit hranice, kam až sahá takto orientované všeobecné vzdělání ve fyzice, vzdělání tvořící neopominutelnou složku osobnosti vzdělaného člověka, a co už je vlastně ve fyzice vzdělání odborné, popř. co je již specializovanou průpravou požadovanou např. určitým typem školy a mělo by tedy být na střední škole spíše obsahem diferencované přípravy žáků s ohledem na předpokládané navazující studium. Exaktní vymezení této hranice, které by umožnilo i konkrétní řešení obsahu výuky a možných redukcí učiva, je velmi obtížné a vždy bude poznamenáno mnoha subjektivními pohledy, které neodstraní ani sebelépe zpracované standardy a soubory obsahových hesel vymezujících tzv. kmenové učivo.

Současně zaznívá také kritika, že fyzika dostatečně nepřispívá k vytvoření integrovaného přírodovědného obrazu světa, že se z výuky vytrácejí vzájemné vazby mezi historicky vzniklými vyučovacími předměty. Zatím co reálný svět se ve své podstatě příliš nemění, mění se naše informace o něm, což vedlo ke vzniku diferencovaných vědních disciplín, z nichž každá má svůj předmět zkoumání. Transformace získaných poznatků do obsahu učiva pak preferuje formování osobnosti žáka jen v dílčím a poměrně úzkém rámci všeobecné, nebo častěji spíše profesionální přípravy, bez těsnějších vazeb s ostatními předměty, tedy bez vytváření mezi-předmětových vztahů, které jsou předpokladem vytvoření přírodovědného obrazu světa.

Jestliže bychom si tedy položili za cíl vytvoření přírodovědného obrazu světa jako postupného výsledku rozvoje lidské kultury, mohli bychom najít klíč k tomu, jak v omezených podmínkách středoškolské výuky dostat cíle formování osobnosti všeobecně vzdělaného člověka konce 20. století. To znamená, že s jistým úsilím by se našly i redukce rozsahu a hloubky jednotlivých poznatků tak, aby žák nebyl přetěžován informacemi, které k tomuto stěžejnímu cíli nepřispívají.

Fyzikální vzdělávání však plní také další cíle, které popřípadě mohou stát proti naznačeným snahám. Z těchto dalších cílů prisuzujeme největší váhu přípravě pro vstup do navazujícího článku školské soustavy (viz dále).

**Druhý okruh** problémů a jejich řešení naznačuje jako jednu z možných cest vývoje didaktického systému integraci přírodovědného vzdělávání. To naznačuje již samotný název vzdělávací oblasti v RVP – Člověk a příroda. Integrační tendence v přírodovědném vzdělávání se uplatňují řadu let v mnoha zemích a mají určitou souvislost se zmíněným modernizačním hnutím v přírodních vědách. První projekty integrované přírodovědy vznikaly již v 60. a 70. letech 20. století a představují přístup, který prezentuje koncepce a principy přírodních věd tak, aby vynikla základní jednota přírodovědného myšlení, pojmů a metod poznávání přírody. Současné mají být potlačovány překonané nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd.

Tento netradiční přístup k přírodovědnému vzdělávání však má jak zastánce, tak odpůrce, jejichž argumenty mají svoji váhu a nelze je přehlížet. Některé námitky jsou ryze praktického rázu a souvisejí třeba s tradicí vzdělávání učitelů, jejichž kvalifikace nejčastěji ve dvou disci-

plínách (popř. v jedné přírodovědné disciplíně v kombinaci s matematikou) je značnou překážkou realizace projektů integrovaného přírodovědného vzdělávání.

Proto se setkáváme s konceptními přístupy nebo i s konkrétními projekty, v nichž je uplatňován různý stupeň sepětí jednotlivých disciplín. Je to (viz [8]):

1. koordinovaná výuka,
2. kombinovaná výuka,
3. sjednocená výuka.

Při koordinované výuce, někdy nazývané také *interdisciplinární výuka* [9], tvoří jednotlivé přírodní vědy samostatné vyučovací předměty, které však jsou koncipovány a organizovány tak, že směřují k témuž cíli a vytvářejí jednotný obraz světa. U přírodovědných předmětů se uplatňují *obsahové vazby*, které můžeme považovat za reflexi vzájemných vztahů jednotlivých vědních disciplín. Tyto vztahy existují objektivně a ve výuce jde hlavně o nalezení logických souvislostí v učivu a jejich didaktické využití. To může směřovat k uplatňování obdobných metod a forem vyučování přírodovědných předmětů, což označujeme termínem *metodické vazby*. Některé problémy koordinované výuky řeší i časové návaznosti učiva (*časové vazby*) dané požadavkem, aby určité poznatky (např. vyložené v předmětu fyzika) mohly být efektivně využity v jiném předmětu (např. v chemii). Požadavky na odpovídající časové vazby ovšem mají vliv na uspořádání učiva v osnovách učebních předmětů, a mohou se projevit v učebním plánu (hodinové dotaci) jednotlivých studijních ročníků.

Kombinovaná výuka znamená v počáteční fázi sjednocenou výuku přírodovědných předmětů, které se v další fázi diferencují jako samostatné předměty, popř. je postup obrácený. Od diferencovaných učebních předmětů se přechází k jejich sjednocení, k integraci přírodovědných poznatků, které žák získal předcházející výukou. Při sjednocené výuce pak hranice učebních předmětů mizí a výuka začíná některým obecným problémem (např. stavba hmoty), který řeší všechny přírodní vědy společně.

V české škole se integrační tendence nejdříve prosadily na elementárním stupni základní školy v předmětu Přírodověda. Ve světě se však integrovaná přírodovědná výuka nejrychleji rozvíjí na úrovni druhého stupně naší základní školy. Výrazný je také trend přizpůsobení přírodovědných kursů společenským potřebám. Jako integrační faktory se objevují např. životní prostředí, výživa a zdraví lidí a technika. Rozšiřuje se oblast integrace a kromě fyziky, chemie a biologie dochází k integraci s vědami o Zemi a vesmíru, s krystalografií, námořnictvím apod. Proces integrace překračuje i rámeček přírodních věd např. reflexí do matematiky a lingvistiky.

Různý může být také přístup k integraci poznatků jednotlivých přírodních věd. Uvedeme některé příklady (podrobněji viz [10]):

1. Přístup z hlediska *vědeckých pracovních postupů*, který je založen na postupném probírání základních vědeckých pracovních postupů, počínaje pozorováním a tříděním a konče experimentováním, projektováním experimentů a analýzou dat získaných experimentálně. Při těchto činnostech se žák seznamuje se základními informacemi o přírodě vlastní činností a samostatně získává nové poznatky. Přitom je kladen důraz na prostředky a metody, jimiž člověk nové poznatky získává.

2. Přístup *tematický*, který je aplikován i v našich školách v podobě *projektové výuky* (viz dále), akcentuje mezipředmětové vazby, výuka je zaměřena na konkrétní ucelená témata a obvykle zasahuje do více přírodovědných, popř. i humanitních disciplín.

3. Přístup z hlediska *užitých (technických) věd* klade důraz na přírodovědné poznatky a jejich utřídění z hlediska výrobních procesů a technologií a často z průmyslu v oblasti školy.

4. Přístup z hlediska *životního prostředí* třídí poznatky o přírodě podle vztahu člověka k prostředí.

5. Přístup z hlediska *pojmové struktury* je založen na hlavních přírodovědných pojmech, které se postupně budují a uvádějí do vzájemné souvislosti. Může dospět k *systémovému* při-

stupu, který je kombinací přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů a z hlediska pojmové struktury.

Důvody pro integraci přírodovědné výuky lze podle Fenclové [11] shrnout do tří oblastí. Do filozofické oblasti spadá skutečnost, že přírodní vědy mají společné cesty poznání a že vytvářejí vědecký obraz přírody, která existuje jako jednotná realita. Do psychologické oblasti patří argumenty pro racionalizaci procesu učení. Pro oblast pedagogicko-praktickou je významné např. zvýšení efektivity výuky a zlepšení jejího spojení s praxí a denním životem.

Dalším důvodem pro integraci přírodovědného vyučování je vytvoření *jednotného obrazu světa*. K jeho popisu vytvářely přírodní vědy abstraktní koncepce nebo konstrukce, které umožňovaly vyslovovat obecně platné vědecké principy a zákony. Řada těchto koncepcí se rychle rozšířila do dalších věd a vědecký pokrok došel k jejich zobecnění na vyšší a komplexní úrovni. Např. koncepce „systému“, která vznikla a byla zobecněna jako teorie v biologii (1938), je používána ve všech vědách. Dalšími jsou např. koncepce síla, pole, model, symetrie a řada dalších. A právě ony pomáhají vytvořit moderní a jednotný obraz světa, v němž se prolínají poznatky jednotlivých přírodních věd. Významným argumentem pro integraci přírodovědné výuky je proces integrace v samotných přírodních vědách a vznik řady hraničních oborů.

Z psychologického hlediska je vhodné, aby si žák osvojoval základní koncepce, procesy poznání, poznatky a dovednosti v různých oblastech vědění se společným cílem. Jen tak může dojít ke skutečnému zobecnění a současně ke schopnosti transferu. Integrované vyučování proto usnadňuje proces učení. Výuka může být soustředěna na relativně malý počet závažných cílů a poznatků.

Integrovanou výukou přírodních věd získá škola časové rezervy, které může věnovat moderním a pestrým vyučovacím metodám. Také aplikace přírodních věd na základní problémy techniky a společnosti může být při integrované výuce sjednocena.

Jako hlavní cíle didaktického systému směřujícího ke sjednocenému přírodovědnému vzdělávání lze označit [12]:

1. chápat *povahu* přírodovědného poznání;
2. správně aplikovat vhodné přírodovědné *koncepce*, principy, zákony a teorie ve stycích s životním prostředím;
3. užívat *postupy* přírodních věd při řešení problémů, při rozhodování a při dalším rozšiřování znalostí o vesmíru;
4. uskutečňovat kontakt s různými stránkami životního prostředí způsobem, který je kompatibilní s *hodnotami*, na nichž spočívají přírodní vědy;
5. vést k porozumění a ústě ke společnému úsilí přírodních věd a techniky a jejich *vzájemných vztahů*, jakožto i jejich vztahů k jiným stránkám společnosti;
6. vytvářet v důsledku přírodovědného vzdělání bohatší, uspokojivější a poutavější *pohled* na vesmír a snahu po celý život rozšiřovat toto vzdělání;
7. čtené manuální *dovednosti*, související s přírodními vědami a technikou;
8. rozvíjet *abstraktní myšlení*.

Do této skupiny problémů významně zasahuje vzájemný vztah středoškolského a následujícího tzv. terciárního vzdělávání, především na vysokých školách. Požadavky těchto škol do značné míry ovlivňují obsah i realizaci didaktického systému např. tím, jaké vstupní standardy si jednotlivé vysoké školy vymezují a jakým způsobem dosažení požadovaného standardu při přijímací zkoušce zjišťují. Obvykle převažuje pamětní zvládnutí obsahu středoškolské výuky, které je snadněji měřitelné hromadnou písemnou zkouškou. Učiteli střední školy pak nezbyvá než směřovat k vybavení žáka co největším objemem faktů a jeho schopnost projevit samostatnost a tvořivost při řešení konkrétních problémů, popř. zvládnutí některých metodologických postupů pro fyziku charakteristických (např. ovládnutí vybraných experimentálních metod) není v této souvislosti prioritou.



**Třetí okruh** problémů vyplývá ze samotného vývoje didaktického systému, který dosáhl největší expanze v 80. letech 20. století. Následný prudký pokles počtu povinných výukových hodin však nebyl provázen adekvátní redukcí učiva, což negativně ovlivnilo uplatnění takových metod a forem výuky, jako je problémová výuka, realizace laboratorních cvičení apod. Za těchto okolností je aktuální odpověď na otázku, zda chceme realizovat ucelený soustavný kurs fyziky zahrnující všechny základní poznatkové okruhy učiva, nebo provedeme jen určitý výběr poznatků, které budou zpracovány důkladněji a především s omezeným důrazem na faktografickou stránku učiva, ale s cílem seznámit žáka s vybranými aspekty metodologie poznávání přírodních jevů s jejich uplatněním v praxi a s posílením návaznosti jednotlivých předmětů při vytváření přírodovědného obrazu světa.

Disproporce mezi rozsahem učiva středoškolské fyziky a časovými možnostmi učebního plánu nedává příliš prostoru pro inovace obsahu fyzikálního vzdělávání. Na druhé straně je třeba si uvědomit, že řada tradičních poznatků již nepřispívá k vytváření kompetencí odpovídajících současným předpokladům pro další studium nebo praktické zaměstnání. To si žáci často uvědomují a negativní odpověď na otázku „K čemu mi to bude dobré?“ demotivuje jejich zájem o fyzikální vzdělávání. Řešení tohoto problému není snadné a lze k němu přistupovat několika cestami:

1. Vymezením určitého minima poznatků tvořícího jádro středoškolské fyziky.
2. Diferencovaným důrazem na jednotlivá témata, zákonitosti a pojmy učiva.
3. Inovacemi tradičních témat s ohledem na současný vědecko-technický rozvoj.
4. Seznámením žáků s novými vědeckými poznatky a s jejich využitím.
5. Vytvářením komplexních témat zahrnujících poznatky z různých tematických okruhů fyziky, popř. dalších přírodovědných disciplín.

Vymezení nutného minima poznatků, které by splňovaly cílový požadavek vytvoření fyzikálního (popř. přírodovědného) obrazu světa, je obtížný problém, obvykle řešený stanovením tzv. základního nebo kmenového učiva. V současnosti lze považovat za takto vymezené minimum očekávané výstupy a učivo, jak je stanoveno v obsahu vzdělávacího oboru Fyzika v RVP, který je však poznamenán snahou o maximální redukcí obsahu RVP a nastavuje tuto hranici v některých tématech příliš nízko.

Jak již bylo konstatováno, obsah a struktura didaktického systému fyziky se po mnoho let zásadním způsobem nemění a převážná většina poznatků představuje základ praktických aplikací, kde se tyto poznatky využívají novým způsobem a v nových souvislostech. Složitost a komplexnost těchto aplikací znesnadňuje inovaci tradičních poznatků a výklad některých tradičních témat fyziky se stává spíše výkladem historie fyziky. Naopak některé jevy zařazené v současnosti jako rozšiřující učivo nabývají na významu jak z hlediska fyziky jako vědy, tak z hlediska technické praxe (např. Hallův jev, jehož studium přineslo koncem 20. století nové poznatky oceněné Nobelovou cenou a má stále širší technické využití).

Současně s inovacemi tradičních témat učiva fyziky je třeba uvážit, že se ve fyzice utvářejí nové ucelené okruhy poznatků, které jsou významné nejen z hlediska fyziky jako vědecké disciplíny, ale perspektivní jsou i jejich praktické aplikace. Příkladem takového fyzikálně technického oboru jsou třeba *nanotechnologie*. Poznatky z této oblasti navazují na trend modernizačního hnutí ve fyzice, které se soustředilo na inovace středoškolské fyziky poznatky „extrémních“ oblastí jevů v přírodě. To znamená, že v učivu fyziky přibýly poznatky z fyziky mikrosvěta atomů a subatomárních částic a megasvěta vesmírných objektů, nebo jevů spojených s relativistickými rychlostmi fyzikálních objektů.

Mimo pozornost však dosud zůstala řada jevů pozorovatelných ve světě běžných rozměrů a rychlostí. Příkladem takových jevů mohou být poznatky např. z disciplíny souhrnně označované jako *deterministický chaos*, kam patří jevy vykazující na první pohled nepravidelný, chaotický

průběh, které se vyskytují nejen u objektů neživé přírody (vývoj počasí, turbulentní proudění tekutin, šum v elektronických obvodech aj.), ale i v biologických systémech (nepravidelnosti v činnosti srdce, rozmnožování živých systémů, chování přírodních systémů) nebo i v ekonomice (vývoj cen) a v životě společnosti (kolapsy v dopravě a energetice, chování velkých mas lidí). Přitom jde o jevy s vcelku jednoduchou návazností na současné středoškolské učivo a jsou ukázkou myšlenkového posunu v interpretaci přírodních dějů, k nimž lidstvo dospělo až s možnostmi danými soudobou výpočetní technikou.

Je nepochybné, že perspektivní didaktický systém ovlivní i nové metody a výukové postupy, které vycházejí z možností soudobých informačně komunikačních technologií. Jde o problematiku poněkud odlišného zaměření a nebudeme se jimi v tomto příspěvku zabývat. Měli bychom si však dobře uvědomovat limity, které tyto nové technologie přinášejí. Jako příklad uvedeme alespoň rozmach didaktického využívání informačních zdrojů na internetu, který představuje snad nejvýznamnější trend ve vývoji výukových technologií.

Didaktické využití informačních zdrojů na internetu má svoje klady, ale i zápory. Ke kladům patří aktuálnost, rozmanitost, snadná dostupnost přímo ve výuce, rychlé vyhledávání informace, multimediální charakter prezentací, vesměs dobrá formální a grafická úroveň materiálů, možnost archivace informací a jejich využívání žákem i mimo výuku k samostatnému doplňování a prohlubování poznatků získaných ve škole, nebo pro tvorbu vlastních tematických prezentací. Nezanedbatelná je i skutečnost, že se žák učí pracovat s cizojazyčnými informacemi.

K záporům didaktického využívání informačních zdrojů na internetu patří právě jejich velký objem, v němž se žák může obtížně orientovat. Přímé vkládání těchto informací do výuky spolu s použitím počítačem podporovaných technických prostředků (např. interaktivní tabule) může také vést k takovému objemu informací a rychlosti jejich prezentace, že informační tok ve vyučovací hodině bude pro žáka nepřiměřený. Různorodá je rovněž obsahová nebo i formální úroveň prezentovaných informací. Ty mohou být výrazně nad možnostmi žáků určité věkové a intelektuální úrovně, nebo jsou naopak povrchní, na úrovni laické popularizace fyzikálního poznatku. Je samozřejmé, že při tak velkém objemu informací na webu nelze vyloučit ani chybné informace, nepřiměřená zjednodušení, používání nestandardní terminologie, povrchní formulace poznatků apod.

Diskutovaným problémem je vztah informací v tištěné „papírové“ podobě, především tradičních učebnic, a ve virtuální elektronické podobě. Celkově se ukazuje, že moderní technické prostředky prezentace učebních informací klasickou učebnicí nenahradí. Pro žáky je stále snazší studovat učivo z tištěného textu, v němž se rychleji orientují, učivo je zde didakticky lépe propracováno, navazují na ně kompatibilně úkoly pro žáky apod. Je tedy možné konstatovat, že moderní vzdělávání by se mělo odehrávat v systému navzájem vazbami propojených objektů, jimiž jsou na jedné straně učitel a žák, a na druhé straně učebnice a moderní informační zdroje. Stále nezastupitelnou roli v tomto systému má učitel, kterého by moderní informačně komunikační technologie neměly odsoudit jen do role asistenta obsluhujícího příslušnou techniku.

Je třeba si také uvědomit, že mnohotvárný svět internetu nemůže zcela nahradit realitu přírodovědného poznání, jejímž nejcennějším zdrojem je přímé pozorování přírodních jevů, reálný experiment a vlastní podíl žáka na zkoumání jednotlivých dějů. Sebedokonalejší animace nebo počítačová simulace je jen modelem, který se realitě více či méně přibližuje. Neměli bychom se nechat zlákat snadnou dostupností informačních zdrojů na internetu do té míry, aby žák fyziku považoval za něco neskutečného, co existuje jen ve virtuální podobě, a ne za vědu zabývající se reálnými procesy a jejich zákonitostmi s širokým využitím v technické praxi.



## Literatura

- [1] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, VÚP, Praha 2007, 102 s. Dostupné na: <http://www.rvp.cz/>
- [2] *Vašek, L.*: Příspěvek k hodnocení vývoje učebních osnov fyziky na našich středních školách, habilitační spis, Univerzita Palackého, Olomouc (vročení neuvedeno).
- [3] Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším a jiném vzdělávání (školský zákon), č. 561/2004 Sb. Dostupné na: <http://www.msmt.cz/dokumenty/novy-skolsky-zakon>
- [4] Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. VÚP, Praha 2007, 140 s. ISBN: 978-80-87000-13-7. Dostupné na: [http://www.rvp.cz/soubor/Manual\\_G.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/Manual_G.pdf)
- [5] *Lepil, O. – Svoboda, E.*: Příručka pro učitele fyziky na střední škole. Prometheus, Praha 2007, 280 s. ISBN 978-80-7196-328-8
- [6] *Klivanec, D.*: Súčasný trendy vo vzdelávaní. In: Sborník DIDFYZ 2000, ed. L. Zelenický, JSMF Nitra 2001, s. 5. ISBN 80-8050-387-7
- [7] *Hučínová, L.*: Klíčové kompetence v Lisabonském procesy. VUP Praha, 2004. Dostupné na: <http://www.vuppraha.cz/index.php?op=sections&sid=159>
- [8] *Fenclová, J.*: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha, SPN 1982.
- [9] *Janás, J.*: Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. UJEP, Brno 1985.
- [10] *Lepil, O.*: Přírodovědné integrované výukové projekty. In: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání (ed. D. Nezvalová), VUP, Olomouc 2006, s. 7-42. ISBN 80-244-1391-4 Dostupné na: <http://www.science.upol.cz/>
- [11] *Fenclová, J.*: Integrace přírodovědného vzdělání. Matematika a fyzika ve škole, 1979, roč. 9, s. 598–603.
- [12] *Fenclová, J. a kol.*: K perspektívám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. 1. Academia, Praha 1984.

# Curricular Process of Physics

- A. Origin of terms „Curricular Process“ and „Variant Form of Curriculum“ (see 3-7)**
- B. Research results (see 8-20)**
- C. References (see 21)**
- D. Historical development of terms „Curricular Process“ and “Variant Form of Curriculum (see 22-25)**

**Přemysl Záškodný, Milan Hudek**

**University of South Bohemia**

**Institute of Applied Economical Studies**

**Curriculum Studies Research Group**

## Carl Wieman Science Education Initiative

- **WHY NOT TRY A SCIENTIFIC APPROACH TO SCIENCE EDUCATION?**
- **By Carl Wieman, [www.cwsei.ubc.ca](http://www.cwsei.ubc.ca)**
- **Carl Wieman, recipient of the Nobel Prize in 2001**
- **Currently Carl Wieman directs Carl Wieman Science Education Initiative (cwsei) at the University of British Columbia**

# Curriculum Research and Development (CRD)

- **Interdisciplinary branch intensive investigated from sixtieth of past century (e.g. Educational Science, Physics Education, Physics)**
- **Curriculum research (CR) – What is curriculum**
- **Curriculum development (CD) – How to construct and to make up curriculum**

## Answer to questions „What is CR“, „What is CD“

- **Search of answers: Definition of Curriculum, Philosophical line, Practically constructional line**
- **What is CR: Content of education (it is necessary to look for forms of existence) E.W.Eisner, J.Průcha**
- **What is CD: Conversion of knowledge content to addressee (it is necessary to look for the ways of conversion) W.Doyle, H.Mandl, H.Spada, A.M.Sochor, A.C.Thomas**

## **What are forms of curriculum existence**

### **How to convert knowledge content**

- **J.Průcha (5 forms), IEA-TIMSS (3 forms), V.V.Krajevskij+I.J.Lerner, T.J.Shuell (3 forms), J.Brockmeyerová (5 forms), J.McVittie (3 forms)**
- **W.Doyle (pedagogická teorie obsahu vzdělávání – Content Pedagogy)**
- **J.Brockmeyerová, J.Kotásek (theory of educational communication)**

## **In detail to systems of forms of curriculum existence**

- **J.Průcha, F.Achtenhagen – Curriculum as Variant Phenomenon (5 forms – J.Průcha)**
- **TJ.Shuell – 3 designers of curriculum (creator of CD, educant, educator)**
- **J.Brockmeyer – Scientific System of P, Educational System of P, Instructional Project of P, Results of Instruction, Applicable Results (5 forms)**

## **In detail to ways of conversion of knowledge content to addressee**

- **Earlier Developing „Content Pedagogy“** (W.Doyle) – A.M.Sochor (structural formulae of subject matter), A.C.Thomas (matrices), P.Záškodný (methodology of creation of physics didactic system)
- **Educational (Didactic) Communication of Physics** (not only physics) – succession of transformations of knowledge pieces

## **Definition of curricular process - CR**

- Kurikulární proces je posloupností transformačně na sebe navazujících forem existence kurikula pomocí 5 transformací. Jediným nekurikulárním prvkem této posloupnosti je vědecký systém např. fyziky
  - Curricular process is a succession (by transformational way) of back-to-back forms of curriculum existence by the help of 5 transformations

## Definition of variant form of curriculum - CR

- Forma existence obsahu vzdělávání (forma existence kurikula) se nazývá „Variantní forma kurikula“
- The form of existence of education content (the form of curriculum existence) is termed „Variant form of curriculum“

## Selection of curriculum variant forms (physics education-CR)

- **Conceptual Curriculum (CC)** as Communicable Scientific System of Physics (by social way, generalized experience of physical science in the form of solved problem)
- **Intended Curriculum (IC)** as Didactic System of Physics (by social way, above all, subject matter in the form of implicitly solved problem)
- **Projected Curriculum (PC)** as Instructional Project of Physics (curriculum documents, above all, textbook)
- **Implemented Curriculum-1 (IMC-1)** as Teacher's Preparation to Instruction (in the head of Educator)
- **Implemented Curriculum-2 (IMC-2)** as Acquired Subject Matter in the head of Educant (Results of Instruction)
- **Attained Curriculum (AC)** as Applicable Results of Instruction

# Curricular process of physics-CR

- **Transformation T1 – communication transformation: Scientific system of physics → CC**
- **Transformation T2 – contentual transformation: CC → IC**
- **Transformation T3 – projection transformation: IC → PC, IMC-1**
- **Transformation T4 – instruction transformation: PC,IMC-1 → IMC-2**
- **Transformation T5 – applicable transformation: IMC-2 → AC**

## Structure of variant form of curriculum-CR

- 1.substructure: Interpretation and Conception of VFC
- 2.substructure: System of Objectives of VFC
- 3.substructure: Conceptual Knowledge System of VFC (CKS of VFC)
- 4.substructure: Factor of Transformation from Previous VFC to Following VFC

# In detail to structure of VFC-CR

- **The principle of structure:**  
**Instruction as Mediate Solution of Problems**
- **Conceptual Knowledge System of VFC:**  
**Internal CKS or External CKS**
  - **Example of external CKS:**  
**Subject matter as part of Intended Curriculum (result of transformation T2 and theory of basic subject matter)**
  - **Example of internal CKS:**  
**Acquired subject matter as part of Implemented Curriculum-2 (result of T4)**
- **Globally incepted factor of transformation:**  
**System approach, Respecting needs and possibilities of addressees of education**

## Quantification of structure of VFC-CR

- Six VFC, three substructures of all VFC:  
6x3 substructures for research
- Five transformations of VFC: 5 global factors of transformations for research
- $18+5=23$  problems for research
- In the works of P.Tarabek, P.Zaskodny: It has been investigated 9 problems



## **Methods of construction and representation of VFC (1.part) - CD**

Methods of structuring and representation (modelling) of transfer of physics knowledge (P.Zaskodny):

- 1. Basic Principle: Instruction as Mediate Solution of Problems**
- 2. Hierarchical modelling of cognitive structure**
- 3. Analytical-synthetic modelling of cognitive structure**
- 4. Matrix and micromatrix modelling of cognitive structure**

## **Methods of construction and representation of VFC (2.part) - CD**

Methods of structuring and representation (modelling) of transfer shape of physics knowledge (P.Tarabek):

- 1. Triangular modelling of concept structure (core, sense and meaning of concept, sensual and meaning bonds)**
- 2. Level modelling of concept structure (readjustment of concept structure to needs and possibilities of addressees of education)**

## Note No.1 to methods - CD

- Cognitive structure as structure of planes of cognitive process: **plane** of problem identification, **plane** of implementation of analysis, **plane** of implementation of abstraction, **plane** of implementation of synthesis, **plane** of intellectual reconstruction of investigated problem)
- The cognitive structure, interpreted by this way: It is respecting the instruction as mediate solution of problems

## Note No.2 to methods - CD

**Level modelling of concept structure – survey of levels of readjustment of concept structure to needs and possibilities of addressees of education:**

- **Primarily empirical level**
- **Scientific empirical level**
- **Parametric symbolic (mathematical) level**
- **Structural level**
- **Formal level**

# Structural Conception of Physics Education

- 1. Subject of Investigation by Physics Education: Curricular Process of Physics (association with CR)**
- 2. Two groups of methods of construction and representation of variant forms of curriculum (association with CD)**
- 3. Cooperation of Physics Education with Educational Science (on the field of endogenous and exogenous side of Educational Process) and with Physics (communicable scientific system of physics)**
- 4. Cooperation of Physics Education with Cognitive Sciences (cognitive structure, cognitive maps of concepts, etc.)**

## „Castback“ of Structural Conception of PE

- **Why not investigate a curricular process of chemistry, biology, mathematics, economy, ect. ? (see works of V.Pavlat, J.Skrabankova, P.Prochazka, J.van Deursen)**
- **Why not investigate a curricular process of physics education? (see works E.Mc Pherson, J.Brockmeyer, P.Tarabek)**
- **Why not investigate a curricular process of educational science? (see works W.Doyle, P.W.Eisner, J.Prucha, J.Manak, O.Simonik)**

## **Books and Monographs from Last Years**

- Tarábek,P., Záškodný,P. (2007-2008a), [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)  
*Educational and Didactic Communication 2007, Theory.*
- Tarábek,P., Záškodný,P. (2007-2008b), [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk).  
*Educational and Didactic Communication 2007, Methods.*
- Tarábek,P., Záškodný,P. (2007-2008c), [www.didaktis.sk](http://www.didaktis.sk)  
*Educational and Didactic Communication 2007, Applications.*
- Záškodný,P. (2005) Survey of Principles of Theoretical  
Physics (with Application to Radiology) (in Czech)
- Záškodný,P. (2006) Survey of Principles of Theoretical  
Physics (with Application to Radiology) (in English)
- Záškodný,P. (2009 – in print) Curricular Process of Physics

## **SEGMENTATION of CRD into CR and CD (step 1)**

- CR = curriculum as education content in  
variant shape (it was found by the help of  
1.definitions of curriculum, 2. philosophical  
lines)
- CD = conversion of knowledge content to  
addressee, construction and communicability  
of subject matter (it was found by the help of  
practically constructional lines)

## **REFINEMENT of CR and CD**

### **(step 2)**

- **CR = by transformational way interconnected forms of curriculum existence (it was found by the help of SFEC 1 to 5)**
- **CD = conversion of knowledge content via acceptable ways (it was found by the help of „content pedagogy“ and „educational communication“)**
- **CD = methods of construction and representation not only subject matter but also all forms of curriculum existence (it was found by the help of SCSM 1 to 4)**

## **FINAL SHAPE of CR and CD**

### **(step 3)**

- **CR = transformation T1-T5 of changeover of among forms of curriculum existence (content pedagogy, educational communication)**
- **CR = curriculum process as succession (by transformational way) back-to-back forms of curriculum existence by the help of T1-T5**
- **CR = the form of curriculum existence is equal to the variant form of curriculum (selected VFC - CC, IC, PC, IMC-1, IMC-2, AC)**
- **CD = two groups of methods of construction and representation (modelling) of VFC**

# **STRUCTURAL CONCEPTION of PHYSICS EDUCATION as EXPRESSION of CRD (step 4)**

- CR - Curricular process of physics as subject of investigation by physics education
- CD - Cognitive methods of structuring and modelling of physical knowledge transfer
- CD - Cognitive methods of structuring and modelling of shape of physical knowledge transfer
- CR+CD - Cooperation PE with ES, CS, P, etc.