

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**  
**Přírodovědecká fakulta**

**KONSTRUKTIVISMUS V INTEGROVANÉM POJETÍ**  
**PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ**

# **INTEGROVANÁ PŘÍRODOVĚDA**



**Olomouc 2006**

Publikace vychází s podporou grantu GAČR 406/05/0188

1. vydání

ed. © Danuše Nezvalová, 2006

ISBN 80-244-1391-4

## Obsah

Úvod	5
<b>Přírodovědné integrované výukové projekty I</b>	
1. Projekty integrované přírodovědy v anglosaských zemích	7
Projekt SCIS – Science Curriculum Improvement Study	8
FOSS – Full Option Science System	10
Projekt S.E.D. – Scottish Education Department	16
2. Projekt přírodovědného vzdělávání v Maďarsku	20
3. Integrační snahy v české škole	34
Integrující pojmy ve fyzice na základní škole	35
Integrované poznatkové soustavy	36
Kurs Stavba hmoty	37
Integrovaná přírodověda	49
Literatura	40
<b>Přírodovědné integrované výukové projekty II</b>	
1. Nuffield Combined Science	43
2. Příklad integrovaného předmětu „SCIENCE“	50
3. Příklady integrovaného školního předmětu fyzika/chemie	56
4. Příklady integrace oborů fyzika – chemie – biologie do jednoho předmětu „přírodověda“ na 2. stupni základní školy	60
5. Příklady tematicky orientovaných integrovaných předmětů na základní a střední škole v SRN	65
Závěr	71
Literatura	73



## Úvod

Integrovaná výuka, integrace ve vyučování, integrovaný pohled na výuku, tato a další vyjádření provázejí diskuse kolem tvorby učebních plánů s různou intenzitou a ovlivňují školní vzdělávání v řadě zemí světa. Někde jsou nosnými idejemi těchto tendencí snahy o jednotný pohled na přírodu, jinde jde o snahy spojené s ekonomickým základem, tj. vycházející z redukce vyučovacích hodin v rámci úsporných programů ministerstev školství.

Je třeba již na úvod připomenout, že téma integrace přírodovědného vzdělávání podléhá v současné době v zemích, kde učební předmět „Přírodověda“ nemá tradici na vyšším než primárním stupni (1. – 5. ročník ZŠ), často i populistickým úvahám bez solidnějšího odborného základu. Vzrušené debaty zastánců výuky integrované přírodovědy i jejich odpůrců často končí při nedorozumění, jde-li o preferenci oborové integrace nebo zamezení předčasné oborové diferenciaci přírodovědných poznatků. Jádro nedorozumění spočívá i v často nepřesně zadaném tématu takové diskuse. Je jistě rozdíl, mluví-li se o „integraci“ v souvislosti se zachováním přírodovědy jako jednotného všeobecně vzdělávacího předmětu do 13–14, případně do 15–16 let školního věku, nebo o integraci již vybudovaných poznatků z fyziky, z chemie, z biologie, z geografie, příp. z ekologie ve vyšších ročnicích gymnázia a středních odborných škol. To, že se na tyto rozdíly zapomíná, nebo jsou apriori odmítány, k nalezení odpovídajících řešení určitě neprospívá.

Jsou země, kde je společná výuka přírodovědným poznatků přirozená do poměrně vysokého věku školní docházky (v anglosaských zemích předmět „Science“) a inovace zde představuje časnější diferenciaci nebo jiný pohled na způsob integrace. Jinde je tradicí brzké dělení přírodovědných poznatků do samostatných předmětů a tak je na pořadu inovací vzdělávacích programů integrace (či spíše „nediferenciaci“).

Od doby posílení integračních snah v přírodovědném vzdělávání vznikla řada modelů, jejichž koncepce mohou být inspirací i přínosem pro řešení projektů, které by byly aktuální i pro současnost. Rádi bychom v tomto textu prezentovali několik příkladů konkrétních pokusů o integrovanou přírodovědnou výuku v zahraničí zvláště v Německu, ve Velké Británii, v Maďarsku, v USA a v Kanadě.



# Přírodovědné integrované výukové projekty I

OLDŘICH LEPIL

O integračních snahách v přírodovědném vzdělávání je v obecné rovině pojednáno v Úvodní studii k řešení grantu Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání (viz [1], s. 61). Zde je také naznačeno, že problematika hlubší koordinace přírodovědných předmětů a posléze jejich integrace se stala předmětem celosvětového zájmu zejména v 60. letech 20. století. Tento trend se projevil ve výraznější publikační činnosti i výzkumnými pracemi koordinovanými především Kabinetem pro modernizaci výuky fyziky, který byl samostatným pracovištěm Fyzikálního ústavu ČSAV. Přehled publikací, v nichž se odrážejí počáteční snahy o těsnější koordinaci a integraci ve výuce přírodovědných předmětů, je uveden na konci této stati. Zvláštní pozornost si v této souvislosti zaslouží publikace [2], která je nejen uceleným obrazem vývoje didaktiky fyziky jako vědecké disciplíny u nás, ale podává také komplexní pohled na další perspektivy jak fyzikálního, tak v obecné rovině i přírodovědného vzdělávání. Publikace shrnuje výsledky výzkumného úkolu na téma „Model perspektivního pojetí výuky“, který zahrnoval také podúkol Integrace a koordinace didaktických systémů přírodních věd.

## 1. Projekty integrované přírodovědy v anglosaských zemích

Značného rozšíření doznaly projekty integrované přírodovědy v anglosaských zemích. Např. v USA má plně sjednocený výukový předmět Přírodověda (Science) dlouholetou tradici. Ve starším pojetí však obsah výuky nebyl určen syntetickým pohledem na přírodovědné problémy, ale byl prostým souřadně sestaveným popisem základních přírodovědných poznatků. Šlo tedy jen o vnější integraci.

Nové koncepce předmětu Science jsou výsledkem modernizačních snah a v jejich rámci probíhal i teoretický výzkum této problematiky. V publikaci [2] (s. 107) jsou uvedeny výsledky instituce *Center for Unified Science Education* (CUSE) směřující plně sjednoceného kursu, který si vytyčuje následující hlavní cíle, označené jako složky přírodovědného poznání.

Cílem je naučit studenta

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*.

Je pochopitelné, že tyto myšlenky našly uplatnění v řadě koncepčně propracovaných projektů, které začaly vznikat v 60. letech 20. století jako vyústění modernizačních snah, jejichž pilotními projekty byly proslulé velké projekty fyzikálního vzdělávání, především projekty PSSC (Physical Science Study Committee) a HPP (Harvard Project Physics) v USA a NAS (Nuffield Advanced Science) ve Velké Británii. Tyto projekty pochopitelně neřeší problém integrace přírodovědných poznatků, ale např. tvůrci kursu PSSC si při zpracování tématu „Stavba hmoty“ uvědomovali nutnost uplatnit také vazby na chemii.

V 60. letech však začala vznikat řada dalších projektů s vyšším stupněm integrace přírodovědných poznatků, jejichž charakteristickým rysem je také detailně vyřešený materiální základ pro výuky, zejména promyšlený systém často značně netradičních pomůcek pro žákovské experimenty. Některé z těchto projektů byly dále zdokonalovány a jsou využívány ve výuce v USA i v současnosti. Inspirativní pro naši práci mohou být dále uvedené konkrétní příklady.

### **Projekt SCIS – Science Curriculum Improvement Study<sup>1</sup>**

Projekt SCIS je označován jako první kurikulum pro základní školy, které směřuje ke zvýšení „vědecké gramotnosti“ žáků. Je výsledkem zájmu vědeckých pracovníků univerzit o to, aby děti byly připraveny pro život ve světě, který potřebuje nejen vědce, ale i občany schopné zabývat se politickým, sociálním a ekonomickým dopadem pokračujícího vědeckého pokroku. Poprvé v tomto projektu byly využity nové vědecké postupy umocněné praktickými

---

<sup>1</sup> Zpracováno ve spolupráci s Mgr. Veronikou Kainzovou.



dovednostmi v procesu učení. Hlavní část vývoje tohoto projektu proběhla v letech 1965–1975 pod vedením *R. Karpluse*, fyzika z University of California (Berkeley). V dalších letech byl projekt inovován (označení SCIS) a je využíván ve školách USA v současnosti ve verzi SCIS 3+ (viz [3])



SCIS 3+ Program Scope and Sequence			
Grade	Life - Environment	Physical - Earth	
K-6	K	Beginnings	
	1	Organisms	Material Objects
	2	Life Cycles	Interaction and Systems
	3	Populations	Subsystems and Variables
	4	Environments	Relative Position and Motion
	5	Communities	Energy Sources
	6	Ecosystems	Scientific Theories

SCIS je v podstatě zdokonaleným plánem výuky pro stupeň K–8. Hlavní idejí projektu je předpoklad, vědecký přístup k výuce přírodních věd a intelektuální přístup ke světu lze uplatnit i v případě, že jde o malé děti. To znamená, že obsah musí reprezentovat to nejlepší z exaktního myšlení ve fyzice, chemii, biologii atd. Druhý předpoklad je ten, že děti se učí vědním oborům svou vlastní „účástí na vědě“, cestou praktického a aktivního učení. Třetí předpoklad je ten, že vyučovací proces musí respektovat empirické výzkumy z vývojové psychologie. Program SCIS využívá výzkumy psychologa J. Piageta jako základ pro návrh vyučovacích lekcí. Například lekce ve všech úrovních jsou charakterizované „zkoumáním“, „vynalézavostí“ a „objevy“. Vyučování má za cíl „manipulovat“ s dětmi v souladu s vývojovými sekvencemi určenými J. Piage-

tem: z úrovně intuitivních činností ke konkrétním operacím a nakonec v příslušných věkových kategoriích ke vyššímu stupni formálního myšlení.

Struktura obsahu původního projektu stupně K–6 je patrná z přehledu hlavních témat výuky (číslo v závorce vyjadřuje ročník/věk žáka) [4]:

<b>Fyzikální část</b>	<b>Biologická část</b>
1/6 Hmotné objekty	Organismy
2/7 Interakce a systémy	Životní cyklus
3/8 Podsystemy a proměnné	Populace
4/9 Relativnost klidu a pohybu	Životní prostředí
5/10 Zdroje energie	Společenství
6/11 Vědecké teorie	Ekologický systém

Celý projekt je detailně propracován z hlediska materiálního vybavení pro experimentální činnosti žáků. Žáci však nepoužívají učebnice v tradičním slova smyslu, ale mají k dispozici pracovní sešity, popř. pracovní listy, do kterých zaznamenávají výsledky svých pokusů, hodnocení a předpovědi. V každém ročníku je 5–6 tematických celků, které se dělí na jednotlivá témata a jedno téma žáci zpracovávají zpravidla 1 až 2 hodiny. Velmi podrobné jsou také materiály pro učitele.

#### **FOSS – Full Option Science System**



Pro moderní koncepcí přírodovědného vzdělávání je charakteristické používání takových metod výuky, při nichž žáci mohou v maximální míře uplatnit svoji aktivitu a samostatnost při poznávání jevů v přírodě. Tento záměr sleduje také projekt FOSS, který byl přibližně před 20 lety vytvořen na Lawrence Hall of Science (University of California, Berkeley [5]). Materiály programu FOSS jsou navrženy tak, aby poskytovaly smysluplné vědecké vzdělání pro všechny žáky v amerických třídách na úrovni K–8, což odpovídá v naší vzdělávací soustavě vzdělávání od mateřské školy až po nejvyšší třídy základní školy.

Za posledních 20 let, s podporou National Science Foundation a University of California, zahrnul program FOSS kurikulum pro všechny žáky a jejich učitele na stupni K–8. Aktuální vydání programu FOSS (2000–2003) je výsled-

kem spolupráce mezi FOSS/LHS vývojovým personálem, FOSS týmem v Delta Education, vybranými odborníky a pracovníky ve výzkumu, učiteli, žáky i rodiči.



The image shows a presentation slide for the FOSS (Full Option Science Series) program. The slide has a dark brown background with a geometric pattern of triangles. At the top, the title "FOSS: Full Option Science Series" is written in white. Below the title, there is a list of current components and links, each preceded by a small orange diamond icon. To the right of the list is the FOSS logo, which consists of a stylized sunburst or spiral pattern above the letters "FOSS". At the bottom right of the slide, there are three orange arrow icons pointing left, right, and left.

**FOSS: Full Option Science Series**

- ◆ Current components
  - ◆ Multimedia extensions
  - ◆ Manipulatives
  - ◆ Assessment instruments
  - ◆ Student readers
- ◆ Available through Delta Education
- ◆ Links:
  - ◆ <http://www.fossweb.com/>
  - ◆ <http://lhsfoss.org/>

Autoři projektu chápou vědu jako výsledek schopnosti lidské společnosti „myslet“. Vědecké znalosti pokročí tehdy, když vědci sledují objekty a události, uvažují o jejich vzájemných vazbách, testují hypotézy a vytvářejí řešení, které vkládají jako novou informaci do již zavedeného systému. Tedy věda zahrnuje jednak to, co již známe (obsah), a jednak to, co se postupně dozvídáme (proces). Nejlepším způsobem pro žáky, jak ocenit vědu jako takovou, je učit se vědeckým konceptům a vyvinout schopnost kriticky myslet, aktivně konstruovat myšlenky prostřednictvím jejich vlastního výzkumu, rozborů a řešení. Program FOSS je koncipovaný tak, aby podpořil žáky v jejich vlastním poznávání přírodních věd.

Program FOSS tvoří 33 modulů pro základní školu (složka K–6) a devět kurzů (dva jsou ještě ve vývoji) pro žáky a učitele střední školy (stupeň 6–8). Každý z těchto kurzů vyžaduje 9 až 12 týdnů výuky. Složku K–6 tvoří: Průvodce pro učitele, vybavení pro K–6, přípravné video pro učitele a přírodověd-

né materiály pro FOSS. Podobně je propracován FOSS pro střední školy, který navíc obsahuje materiály pro laboratorní cvičení, knihy pro studenty a CD-ROM pro středoškolský program. Vypracován je také evaluační program a významnou pomůckou pro učitele i žáky jsou webovské stránky [6].

### Program FOSS K–8

Moduly programu FOSS pro stupeň K–8 jsou uspořádány do celků: **Nauka o životě, Fyzika, Věda o Zemi, Exaktní úvahy a technika**. Většina modulů a kurzů je navržena tak, aby byly vhodné pro dva úrovně stupně. To poskytuje flexibilitu pro učitele a pro tvorbu studijních plánů, při výběru jednotlivých modulů ve specifických stupních (K–6 atd.), a dále napomáhá při procesu korelace programu FOSS.

Následující tabulky představují globální pohled na celý program FOSS.

FOSS – Střední škola				
ÚROVEŇ	NAUKA O ŽIVOTĚ	FYZIKA A TECHNICA	VĚDA O ZEMI A VESMÍRU	NÁZORY A ÚSUDKY
Stupeň 6–8	Lidský mozek a smysly	Elektronika	Nauka o planetách	Odvozování Organizování Spolupráce Komunikace Pozorování
	Populace a ekosystémy	Chemické interakce	Historie Země	
	Rozmanitost způsobu života	Síla a pohyb	Počasí a voda	

FOSS stupně 5–6					
ÚROVEŇ	NAUKA O ŽIVOTĚ	FYZIKA	NAUKA O ZEMI	EXAKTNÍ ÚVAHY A TECHNICA	NÁZORY A ÚSUDKY
Stupeň 5–6	Jídlo a výživa	Páky a kladky	Sluneční energie	Modely a návrhy	Hledání souvislostí Organizování Spolupráce Komunikace Pozorování
	Životní prostředí	Směsi a řešení	Charaktery terénu	Proměnné	

FOSS stupně 3–4					
ÚROVEŇ	NAUKA O ŽIVOTĚ	FYZIKA	NAUKA O ZEMI	EXAKTNÍ ÚVAHY A TECHNIKA	NÁZORY A ÚSUDKY
Stupeň 3–4	Lidské tělo	Elektřina a magnetismus	Voda	Ideje a vynálezy	Pokročilé organizování Spolupráce Komunikace Pozorování
	Způsob života	Zvuk	Části Země (materiály)	Měření	

FOSS stupně 1–2				
Úroveň	NAUKA O ŽIVOTĚ	FYZIKA	NAUKA O ZEMI	NÁZORY A ÚSUDKY
Stupeň 1–2	Nové rostliny	Pevné látky a kapaliny	Počasí a vzduch	Základní organizování Srovnávání Komunikace Pozorování
	Hmyz	Rovnováha a pohyb	Horniny, písek a naplaveniny	

FOSS – Mateřská škola					
ÚROVEŇ	NAUKA O ŽIVOTĚ		FYZIKA		NÁZORY A ÚSUDKY
Mateřská škola	Stromy	Zvířata	Dřevo a papír	Látka	Srovnávání Komunikace Pozorování

Projekt FOSS je koncipován tak, aby odpovídal národním vzdělávacím standardům v USA (*National Science Education Standards – NSES*). Obsah standardů pro základní stupně K–4 a středoškolské stupně 5–8 je organizován v sedmi hlavních kategoriích:

- Věda jako „zkoumání“
- Fyzika
- Nauka o životě
- Věda o Zemi a vesmíru

- Věda a technika
- Věda a společenský pohled
- Historie a věda

Standardy NSES nastiňují, co by studenti měli vědět a čemu by měli rozumět v oblasti přírodních věd během stupně K–12. Obsahové standardy jsou kompletním souborem toho, čeho by studenti měli v průběhu studia dosáhnout; standardy neurčují osnovy (kurikulum). Tvorba osnov, které umožní žákům dosáhnout standardů, je v rukou místních pedagogů. Program FOSS je východiskem pro učitele základní a střední školy k dosažení těchto standardů.

FOSS usiluje o dosažení tří důležitých cílů:

### 1. *Vědecká gramotnost*

Všem žákům poskytuje

- přiměřenost sdělovaných poznatků vzhledem k jejich stupni poznávacího vývoje,
- základ pro pokročilejší etapu myšlenkového vývoje, příprava pro život ve stále komplexnějším a technicky náročnějším prostředí.

Protože životní úroveň bude významně ovlivněna vědou a technologií v průběhu celého 21. století, je důležité pro všechny občany mít určitou „vědeckou gramotnost“. Měli by být schopni racionálních a informovaných úsudků vzhledem ke svému věku a zkušenostem.

### 2. *Efektivita vzdělávání*

Poskytuje všem učitelům kompletní, flexibilní, snadno použitelný vědecký program, který

- odráží aktuální výzkumy učebních metod a zahrnuje spolupráci jak s odborníky, tak se samotnými studenty.
- užívá efektivní vzdělávací metodiku, včetně praktického aktivního učení, zahrnuje integraci disciplín a obsahových oblastí.

Praktická věda je skutečně zajímavou, veselou a poutavou náplní pro studenty. Většina učitelů může být skutečnými vědeckými pracovníky, pracujícími s úspěšnými instruktážními materiály. FOSS je navržený k tomu, aby tvořil praktickou vědu, poutavou jak pro učitele, tak pro studenty.

### 3. *Systémová reforma*

Soulad standardů s očekáváním společnosti pro vzdělanost další generace občanů. FOSS stále reaguje na potřeby systémů posunujících se od pasivního přijímání poznatků k exaktnímu pojetí a směrem k praktickým zkušenostem studentů.

Program FOSS charakterizují následující rysy:

*Výzkum založený a testovaný v praxi*

FOSS byl vyvinutý s bohatou spoluprací vědců, výchovných poradců, určených odborníků, administrátorů, učitelů a rodičů. FOSS kombinuje osvědčené vyučovací strategie s materiály testovanými v praxi. Podporuje vědeckou gramotnost a žádoucí úspěch všech žáků.

*Výzkum testovaný ve třídách*

FOSS je výsledkem akademického výzkumu kombinovaného s odbornými praxemi ve třídách. FOSS pomáhá všem pedagogům vést a řídit „praktickou vědu“. Pečlivě navržené instruktážní sekvence a dopodrobna testované vybavení poskytnou podporu učitelům s různou zkušeností.

*Učení se vědním oborům – účast na vědě*

FOSS zajistí žákům vědeckou tvůrčí činnost. Žáci konstruují pojmy a vědecké koncepce na základě vlastních výzkumů a rozborů, používáním laboratorního vybavení a interaktivních technologií. Studenti si procvičují logické myšlení a rozhodovací schopnosti vyhrazené pro jejich věkovou kategorii.

*Integrované čtení, psaní a matematika*

FOSS napomáhá rozvoji základních učebních schopností a dovedností, prostřednictvím žákovských projektů, vědeckých publikací a s použitím matematiky žáci dosahují kvantitativních výsledků z výzkumů a experimentů.

*Evaluační systém*

Hodnotící systém programu FOSS využívá několik formativních strategií na pomoc učitelům a studentům, kontroluje jejich pokrok a hodnotí jejich schopnosti aplikovat koncepty, které se již naučili. Systém zahrnuje poznámky učitelů, studentské pracovní listy, testy, sebehodnocení studentů a souhrnné zkoušky (testy).

*Interaktivní technologie*

S programem FOSS byly vyvinuty série interaktivních CD-ROMů a on-line aplikací pro žáky úrovně K-8, které mohou být použity jak doma, tak ve škole. Interaktivní technologie jsou základní součástí středoškolských kurzů.

*Podpora programu*

Učitelé obdrží komplexní instruktážní materiál, video instruktáž, materiály na CD-ROM, on-line zdroje a informační bulletin programu FOSS. Tým pracovníků programu FOSS je dostupný v Lawrence Hall of Science a je schopen podporovat pedagogy a zabezpečit pokračující rozvoj celého programu.

Projekt FOSS je založen na pracovních postupech, které charakterizují jednotlivé stupně vývoje poznání:

- pozorování (využití smyslů k získávání informací),
- sdělování (rozhovor, kreslení, předvádění),
- porovnávání (párování, vzájemné jednoznačné přiřazování),
- uspořádávání (seskupování, uspořádávání do řad a posloupností),
- nacházení souvislostí (příčina a následek, třídění),
- usuzování (rozlišování podřazených a nadřazených pojmů, vyvozování logických závěrů, odvozování vědeckých zákonů),
- aplikace (vytváření strategických plánů, vynalézání).

Podrobně rozpracovaná koncepce jednotlivých modulů programu FOSS je dosažitelná na webu [7]. Popis konkrétního modulu Magnetismus a elektřina viz [8].

### **Projekt S.E.D. – Scottish Education Department**

Projekt byl vypracován pracovní skupinou SCOTTISH EDUCATION DEPARTMENT (S.E.D.) v letech 1964–68. Je určen pro první dva ročníky Secondary School (žáci 11–12letí) a zahrnuje vyučování fyziky, chemie a biologie.

Základní cíle Projektu S.E.D. byly stanoveny takto [9]:

1. Podat i žákům průměrných schopností základní, ale pružné schéma přírodních věd.
2. Osnovu vyučování stanovit tak, aby absolventi tohoto kursu se naprosto vyrovnali žákům postupujícím podle obvyklých osnov .
3. Studium přírodních věd integrovat v maximální míře tak, aby žáci získali široký, ale dobře vyvážený úvod do přírodních věd.
4. Dosáhnout toho, aby i žákům průměrných a podprůměrných schopností se dostalo kvalitního vzdělání v přírodních vědách, přičemž hlavní důraz se má klást na samostatnou práci žáků a vlastní konání experimentů.

K tomuto účelu byly stanoveny konkrétní požadavky na obsah vyučování. Žáci v tomto kursu by měli získat:

- některé empirické znalosti o světě kolem sebe,
- základní pojmy vědeckého slovníku,
- základní zkušenosti v objektivním pozorování,
- základní zkušenosti v řešení problémů experimentálními metodami,
- základy dovednosti vědecky myslet.



Osnova tohoto kursu je následující:

**1. Úvod do přírodních věd**

- 1.1 Laboratorní technika.
- 1.2 Experiment, pozorování, jednoduché závěry.

**2. Pohled na živou hmotu**

- 2.1 Zkoumání živých organismů.
- 2.2 Rozmanitost forem.
- 2.3 Myšlenka klasifikace.

**3. Energie – základní představa**

- 3.1 Formy energie.
- 3.2 Přeměny energie.
- 3.3 Přeměna energie v činnosti.
- 3.4 Energie a živá hmota.

**4. Částicové pojetí látek**

- 4.1 Důkazy svědčící o jemném dělení látek.
- 4.2 Struktura látek.
- 4.3 Kinetická teorie.
- 4.4 Aplikace.

**5. Rozpouštědla a roztoky**

- 5.1 Vodní cyklus.
- 5.2 Rozpustnost a její užití.
- 5.3 Emulze a koloidy.
- 5.4 Proces trávení.

**6. Buňky a reprodukce**

- 6.1 Buňky a živé organismy.
- 6.2 Úloha buněk v reprodukci.
- 6.3 Způsoby oplodnění.
- 6.4 Růst embrya.

**7. Elektřina**

- 7.1 Elektřina v klidu.

- 7.2 Co je elektřina?
- 7.3 Elektřina v pohybu.
- 7.4 Odpor kladený proudem.
- 7.5 Zahřívání proudem.
- 7.6 Ovládání proudem.
- 7.7 Úvod do elektřiny v domácnosti.

### **8. Některé obvyklé plyny**

- 8.1 Kyslík, dusík, oxid uhličitý.
- 8.2 Pohlcování energie, fotosyntéza.
- 8.3 Vzduch vdechovaný a vydechovaný.
- 8.4 Složení vzduchu.
- 8.5 Rozpustnost vzduchu ve vodě.
- 8.6 Uvolňování energie: dýchání.
- 8.7 Dýchací systém.

### **9. Přenos tepla**

- 9.1 Metody přenosu tepla.
- 9.2 Typické problémy.

### **10. Vodík, kyseliny a zásady**

- 10.1 Vodík.
- 10.2 Hoření vodíku.
- 10.3 Reakce kovů s chladnou vodou.
- 10.4 Reakce kovů se zředěnými kyselinami.
- 10.5 Kyseliny a zásady.

### **11. Jak poznáváme své okolí**

- 11.1 Oko a světlo.
- 11.2 Vidění.
- 11.3 Ucho a zvuk.
- 11.4 Ústrojí rovnováhy.
- 11.5 Chuť, čich a jiné smysly.

## **12. Země**

- 12.1 Původ a struktura Země.
- 12.2 Prvky, které se vyskytují v přírodě.
- 12.3 Sulfidy, oxidy a uhličitany v přírodě.
- 12.4 Křemík a křemičitany.
- 12.5 Uhlí.
- 12.6 Ropa.
- 12.7 Soli v moři.
- 12.8 Půda.

## **13. Opora a pohyb**

- 13.1 Představa síly.
- 13.2 Práce a energie.
- 13.3 Opěrný systém rostlin.
- 13.4 Opěrný systém zvířat.
- 13.5 Svaly.

## **14. Transportní systémy**

- 14.1 Druhy potravy, vyvážená strava.
- 14.2 Zuby.
- 14.3 Jiné způsoby obživy.
- 14.4 Trávicí systém.
- 14.5 Požadavky na transportní systém.
- 14.6 Druhy transportních systémů.
- 14.7 Jak se tělo zbavuje odpadu a škodlivých látek.
- 14.8 Vyměšování u rostlin a zvířat.

## **15. Elektřina a magnetismus**

- 15.1 Nebezpečné a ochranné materiály.
- 15.2 Elektřina v domácností.
- 15.3 Elektronika.
- 15.4 Elektrické osvětlení.
- 15.5 Elektromagnetismus.
- 15.6 Elektrické zdroje.

Ke každé kapitole byly vydány nejen podrobné sylaby, ale i průvodce pro učitele obsahující podrobné návody k experimentům a praktickým cvičením a stručné metodické poznámky určené k tomu, aby vyučování bylo v každé situaci co nejefektivnější. Využívá se učebních pomůcek a filmů používaných v obvyklých kursech jednotlivých předmětů.

Práce se skupinami dětí různého stupně nadání je usnadněna pracovními listy, které obsahují kromě základních požadavků ještě rozšiřující problémy či experimenty vyžadující větší míru samostatnosti a schopnosti, než předpokládá základní kurs.

## 2. Projekt přírodovědného vzdělání v Maďarsku

Projekt vznikl v 70. letech 20. století a jeho autory byla skupina pracovníků Maďarské akademie věd vedená fyzikem G. Marxem [10]. Obecným cílem projektu bylo zvýšit zájem o přírodní vědy, předkládat je jako organickou součást obecné kultury, naučit se používat vědecké metody chápání přírody, poznat obecné principy, které se v přírodě uplatňují, orientovat se v různých situacích pomocí vědeckých metod založených na základních principech. Projekt zahrnoval celou základní i střední školu (vedeno je jen 8 ročníků) a jedním z důvodů zachování tradičních předmětů ve vyšších ročnících byla absence učitelů, kteří by mohli vyučovat v integrované disciplíně.

- *1. ročník (6 let)*  
Přírodověda: Pozorovatelné vlastnosti hmoty. *Pozorování*
- *2. ročník (7 let)*  
Přírodověda: Kvantitativní vlastnosti hmoty. *Měření*
- *3. ročník (8 let)*  
Přírodověda: Interakce hmotných soustav. *Pokus*
- *4. ročník*  
Přírodověda: Poloha, pohyb, orientace. *Relativnost*
- *5. ročník*  
Přírodověda: Oblasti země z geografického a biologického hlediska. *Životní prostředí*
- *6. ročník (11 let)*  
Fyzika: Energie (práce, teplo, spalování, světlo)

Biologie: Metabolismus, zpracování potravy, ekologie

*Zachování a přeměna*

■ 7. ročník (12 let)

Fyzika: Elektrický náboj a proud.

Chemie: Molekuly, atomy, elektrony

Biologie: Od buňky k organismu

*Transport. Princip blokové výstavby*

■ 8. ročník (13 let)

Fyzika: Setrvačnost, hybnost, přenos hybnosti

Chemie: Anorganické a organické sloučeniny

Biologie: Taxonomie a vývoj. Člověk

*Organizace*

## ZÁKLADNÍ ŠKOLA

Vzhledem k tomu, že základní školou procházejí všechny děti, lze ji považovat za nejdůležitější oblast vzdělávací soustavy. Cílem základní školy není podávat zcela uzavřený okruh přírodovědného vzdělání, ale měla by být chápána jako otevřený systém, na který navazují střední školy různého zaměření. Vybranými tématy, pečlivě propracovanými s ohledem na rozumovou vyspělost žáků tohoto věku by žáci měli být vybaveni vším, co budou potřebovat k svému uplatnění v dalším životě a studiu. K hlavním úkolům vyučování přírodním vědám patří trénování dětí v myšlení a rozvíjení schopnosti přijímat nové informace. Děti by měly pochopit důležitost přímé zkušenosti pro orientaci v okolním světě.

V předškolním věku získávají děti mnoho přímých zkušeností o objektivním světě, které jim pomáhají překonávat náročnost prvních šesti let jejich života. Po překročení školního prahu se střetávají s abstraktním světem písmen a číslic. Systematické přírodovědné vzdělávání začíná obvykle teprve od 6. ročníku. To znamená, že se s vyučováním přírodním vědám začíná teprve na konci vysoce abstraktního a verbálního období, což je pravým opakem přirozeného sledu.

Přírodovědné vzdělávání na základní škole se má zaměřit na to, aby se zkoumání materiálního světa stalo východiskem pro získání abstraktnějších znalostí (jazyk, matematika); nemá být jen dalším celkem verbálních znalostí, který uzavírá vzdělávání dětí v době, kdy už je jejich formální myšlení rozvinu-

to. Jde tedy o to, aby se žáci s postupným osvojováním obecných přírodních zákonů zároveň učili dívat se na svět přírodovědným způsobem, schopným dalšího rozvíjení. Tohoto cíle lze dosáhnout zařazením integrovaného přírodovědného kursu do učebních osnov 1. až 5. ročníku. Je to první krok na cestě k integraci přírodovědných disciplín. Na základě získaných zkušeností lze v budoucnu rozvíjet integraci na vyšší úrovni.

Děti získávají už v předškolním věku pozorováním, cestou pokusů a omylů různé přírodovědné znalosti. Bylo zjištěno, že tyto znalosti jsou při vstupu na základní školu překvapivě rozsáhlé. Cílem přírodovědy je obohatit hravým učením obraz světa, který si děti vytvořily v mateřské škole. Je třeba udržovat jejich přirozenou aktivitu a trénovat ji. Tvořivá osobnost dítěte se má rozvíjet v jednotě učení a činnosti. Úlohou přírodovědy jako vyučovacího předmětu je zpracovávat a uspořádávat poznatky získané nejprve přímým vnímáním, dále uvědomělým pozorováním a později i plánovanými pokusy, s cílem vyvozovat z toho nakonec obecné závěry. Nejde tedy o vyučování některým částem fyziky, chemie, geografie nebo biologie, ale o to, aby se dětem daly na podkladě jejich vlastních zkušeností základy přírodovědného obrazu světa, a to v rámci světa, ve kterém žijí.

Navrhovaný učební plán přírodovědného vzdělávání obsahuje integrovaný předmět Přírodověda v 1. až 5. ročníku základní školy v rozsahu 1 hodina týdně v 1. a 2. ročníku, 2 hodiny týdně ve 3. a 4. ročníku, 3 hodiny týdně v 5. ročníku. Na tento předmět pak navazují tradiční předměty Fyzika (2 hodiny týdně od 6. do 8. ročníku), Chemie (2 hodiny týdně v 7. a 8. ročníku), Biologie (2 hodiny týdně od 6. do 8. ročníku).

Přírodověda má následující obsah:

- 1. ročník:* Smyslově pozorovatelné vlastnosti hmoty. Hlavní činností je pozorování.
- 2. ročník:* Pozorování se rozšiřuje na rozsáhlejší okruhy kolem domova a školy. Zavádí se zevrubnější metoda – měření.
- 3. ročník:* Interakce hmotných systémů. Novou metodou je záměrné vyvolávání jevů – experiment.
- 4. ročník:* Poloha, pohyb, orientace. Přistupuje další metodický prvek – relativnost.
- 5. ročník:* Souvislost přírodního a biotického prostředí a živé přírody. Metodicky jde o komplexní uvažování o rozsáhlé třídě jevů.

Přírodověda obsahuje prvky zahrnované konvenčně do fyziky, chemie, geografie, astronomie a biologie. Tyto prvky se probírají pohromadě a soustředí se

kolem specifických hesel tak, jak to odpovídá vidění světa očima dítěte předškolního věku. Přírodověda má pomáhat pozdějším předmětům nikoliv pouhou faktografií, ale především rozvíjením schopnosti zmocňovat se problému. Proto se v ní klade takový důraz na výcvik v některých dovednostech potřebných pro přírodovědný výklad vnějšího světa, a proto se v ní věnuje taková péče rozvíjení kladného vztahu dětí k přírodě.

Vyučovací metody tohoto předmětu se liší od metod, které se ve školách konvenčně používají. Předmět se opírá hlavně o manuální aktivitu, a nikoliv o texty určené ke studiu. V každé vyučovací hodině by žáci měli být téměř nepřetržitě aktivní. Dostávají úkoly blízké hře: uspořádat i rozřadit předměty, měřit, dělat náčrtky, ale také „pracovat vědecky“. Hravým experimentováním získávají nové dovednosti.

Děti by měly být ve škole v pohodě v materiálním prostředí, které je jim dobře známé a přátelské. Věci, které dostávají do rukou, by měly znát z domova, z přírody, z vycházek. Novost by měly pociťovat jen v tom, že je vědomě pozorují, systematicky zkoumají. Přitom by měly provádět takové činnosti jako je porovnávání, vyhledávání vzájemných vztahů, analýza – syntéza, abstrakce, zobecnění a konkretizace. Experimentální náplní vyučování založeného na souhře rukou smyslů se dosahuje toho, že se žákům hodiny přírodovědy líbí. Zkušenosti z rozsáhlého experimentálního vyučování ukazují, že děti ze znevýhodněných rodin si vedou v tomto typu vyučování velmi slibně.

Přírodověda má tedy tento nanejvýš důležitý úkol: vytvářet a rozvíjet základní přírodovědný názor a postoj vycházející z vlastních zkušeností získaných individuálními a kolektivními činnostmi, a tím položit základy přírodovědného přístupu ke světu, v němž děti žijí. Tento vyučovací předmět přispívá k rozvíjení přesvědčení, že svět je svou povahou pozorovatelný a jevy v něm mají své materiální příčiny, že tyto jevy jsou pochopitelné a mohou být společností stále více využívány.

Jedním z nejdůležitějších výchovných cílů v základní škole je výcvik v práci. Přírodověda musí podporovat také rozvoj estetického smyslu žáků. Lásky k přírodě, bohatost barev, zvuků a tvarů, horoucnost života – to všechno by mělo v dětech vzbuzovat estetické zážitky. Přírodní prostředí poskytuje nejen materiální podmínky k životu, ale i životní podmínky ve smyslu kvality. Rozpoznat a najít zalíbení v estetických kvalitách přírody a umět uchovat jejich hodnoty je rovněž cílem přírodovědného vzdělávání na základní škole. Vzhledem k obsahu a metodám přizpůsobeným věkovým zvláštnostem žáků je tento předmět s to dosáhnout cílů přirozeným a účinným způsobem. Jiné vyučovací předměty zařazené v nižších ročnících toho mohou jen těžko dosáhnout.

## UČEBNÍ OSNOVY PŘÍRODOVĚDY

### **1. ročník.** Pozorovatelné vlastnosti hmoty.

Pozorování vlastností hmoty. Předměty ve třídě a doma. Předměty v krabici s hračkami. Rozdíl mezi neživým a živým. Úloha našich smyslů – zraku, hmatu, sluchu, chuti a čichu – při pozorování. Péče o smyslové orgány. Rozpoznávání hraček a jiných předmětů podle smyslově vnímaných vlastností; kviz: „hádej, co jsem?“.

Třídění na základě pozorovaných vlastností. Třídění knoflíků, dřevěných špalíků a jiných předmětů na základě různých vlastností (barva, tvar, velikost, tvárnost, povrchová struktura atd.) formou hry, spojené s uvažováním dětí. Rozlišování mezi rostlinami a živočichy. Popis a srovnávání rostlin. Popis a srovnávání živočichů na základě jejich náhodných vlastností (čím je pokryté tělo, jak se pohybují, kolik mají noh).

Tři skupenství. Vlastnosti a třídění pevných, kapalných a plynných látek. Krystalické, práškové a zrnité pevné látky. Kapaliny a plyny, které děti znají. V čem se zrnité a práškové látky podobají kapalinám. Trojí skupenství vody; sníh a led, pára, mraky, déšť. Tuhnutí, vypařování a var.

Vztah celku a části. Části těla rostlin: listy, květ, ... Části těla živočichů: opeření, zobák, hlava, nohy, ... Pozorování lidí; části lidského těla. Podobnost a rozdílnost lidí a zvířat. Obecné vlastnosti živých bytostí, znaky života, jejich souvislost s okolním prostředím: dýchání, výživa. Zahradní rostliny a zahrady: sázení fazolí. Ryby a voda: pozorování akvária. Člověk a jeho životní prostředí: pokoj, dům, zahrada, les. Člověk přetváří životní prostředí.

### **2. ročník.** Rozšíření rozsahu a přesnosti pozorování.

Koncentrické třídění živočichů. Prostředí, lokalita. Domácí zvířata. Život v zahradách. Život v polích a lukách. Život v lese. Život na břehu a ve vodě. Druhy zvířat. Shromažďování charakteristických znaků jako příprava k rozlišování savců, ptáků, obojživelníků, plazů, ryb, členovců. Vertikální třídění živočichů. Zvířena na zemském povrchu, v půdě, ve vodě a ve vzduchu.

Ochrana životního prostředí. Ochrana krajiny, všeobecná ochrana rostlinstva a zvířeny. Nepříznivé účinky znečištěných vod.

Měření délky. Tkanička, paže, měření tělesné výšky. Délka rovné a zakřivené cesty. Nepřesnost měření. Histogram. Nejpravděpodobnější hodnota.



Měření plošného obsahu. Porovnání ploch s rovnými a zakřivenými okraji; pokrývání plochy. Výběr jednotek. Povrch hranolů: polepování papírem. Proměrování listů rostlin, odhad plochy listů stromu.

Měření objemu. Srovnávání a měření objemů kapalin. Měření objemu pevného tělesa měřením objemu přemístěné vody.

Měření hmotnosti. Srovnávání hmotnosti pevných těles se známými hmotnostmi pomocí vah. Měření hmotnosti kapalin. Hmotnost lidského těla.

Měření teploty. Teploměr. Změny teploty chladnoucí vody, kreslení diagramu. Měření tělesné teploty. Pokojová a venkovní teplota, denní změny teploty.

### **3. ročník.** Interakce hmotných soustav.

Uzavřené a otevřené soustavy. Oddělování podstatného a nepodstatného. Výběr hmotné soustavy. Uzavřená soustava. Podsoustavy. Interakce podsoustav. Změny způsobené interakcemi.

Příklady interakcí I. Pružná interakce, změna tvaru, síla, pružinový siloměr. Magnetická interakce, experimenty s magnety, kompas.

Příklady interakcí II. Sdílení tepla. Tání ledu, míšení horké a studené vody. Interakce světla. Zdroje energie a spotřebiče. Elektrický článek. baterie článků, přenos elektrické energie. Elektrický obvod.

Příklady interakcí III. Výroba sodovky v sifonové láhvi. Pokusy s oxidem uhličitým. Prokázání oxidu uhličitého roztokem hydroxidu vápenatého. Hoření, podmínky hoření. Paliva: dřevo, uhlí, benzín. Plyny podporující a nepodporující hoření, složení vzduchu, zplodiny hoření: kyslík, dusík, oxid uhličitý. Plyn v potrubí. Základy vytápěcí a spalovací techniky. Oxid uhličitý při vydechování.

Interakce IV. Interakce živých bytostí a neživých objektů. Dýchání. Výživa.

Příklady interakcí V. Interakce mezi živými organismy. Výživa. Býložraví, všežraví a masožraví živočichové. Obrana. Metabolismus. Pšenice, žito a hrozny jako rostlinné produkty. Chléb, píce, hroznová šťáva a víno jako produkty rostlinného původu. Maso, tuk, mléko a výrobky z nich zpracované. Lidská potrava. Počáteční poznatky o potravním řetězci.

Změna v čase. Rovnovážený stav. Interakce vede ke změně stavu hmoty. Čas. Příčina a následek. Časový sled jevů. Jevy opakované. Jevy periodické, měření času; hodiny, frekvence dechu, frekvence tepu. Rovnováha interakcí. Přejít z jednoho rovnovážného stavu do druhého. Časová posloupnost života:

zrození, růst, smrt. Rozmnožování, samec a samice. Rodič a potomek. Posloupnost generací. Populační růst; činitele, které jej kontrolují.

#### **4. ročník.** Poloha, pohyb, orientace.

Poloha. Určování polohy při hře. Relativnost polohy předmětů. Rozbor polohy v případě jednoho pozorovatele a několika předmětů, dvou pozorovatelů a jednoho předmětu atd. Určování polohy pravouhlými a polárními souřadnicemi v rovině. Kompas a světové strany. Plán, mapa, měřítko mapy. Kreslení orientačních náčrtků a jednoduchých map. Používání map známých a neznámých oblastí. Výběr cest. (Doporučuje se, aby tyto úlohy byly lokalizovány do blízkého okolí žáků.) Důležitost relativní polohy v živé přírodě, rozdíl mezi povrchem země a vršky stromů v lese. Pohyb. Posunutí. Grafické znázornění závislosti posunutí na čase. Příprava na pojem rychlost. Vlastní přesouvání živočichů. Růst rostlin. Kvalitativní pozorování zrychlení a zpomalení při posuvném pohybu. Posunutí popisované pozorovateli, kteří se navzájem pohybují. Otáčení, otáčející se pozorovatelé. Otáčení Země, den, noc. Biologická periodičita, spánek. Určování světových stran kompasem. Síť poledníků a rovnoběžek, poloha naší školy a našeho státu na zeměkouli. Pohyb Slunce, roční období, klimatická pásma, jejich souvislost s živou přírodou. Pohyby Měsíce, jeho fáze. Planety a hvězdy. Vesmírné lety.

#### **5. ročník.** Oblasti našeho kraje a jejich živá příroda.

V tomto ročníku by měly být využity zkušenosti žáků získané v okolí školy a bydliště. Průběh vyučování může proto záviset na umístění školy. Pozorování objektů na povrchu Země v okolí, jejich vyznačení na mapě.

Zeměpisná orientace v přírodě a na mapě. Roviny, kopce, hory, údolí, strže. Pobřeží, ostrovy, poloostrovy. Potoky, řeky, soustavy říčních toků. Odpovídající znaky na mapě. Vycházky, orientace ve volné přírodě. Poznávání, třídění a mapování zeměpisných charakteristik okolí.

Živá příroda v různých životních prostorech. Typičtí představitelé charakteristických rostlin, bezobratlých a obratlovců v některých životních prostorech. Není nutné, aby po seznámení se s několika druhy následovalo jejich třídění. Je třeba pozorovat rozdíly a zkoumat jejich přirozené příčiny. Vodítkem by mělo být přízpůsobování organismů prostředí. Přitom se používá stejný přístup jako ve 3. ročníku a dále se rozvíjí.

Bydliště. Místo bydliště, místo pracoviště. Typy osídlení: vesnice, město. Okres, kraj, stát. Dopravní síť, její znázornění hračkami. Podnebí našeho kraje, rozbor souvislosti podnebí, geografických vlastností a živé přírody. Roční ryt-

mus podnebí. Vegetace a zemědělství. Živá příroda v různých typech osídlení, vysvětlení rozdílů. Město: pokojové rostliny, parky. Vesnice: zemědělské plodiny, domácí zvířata. Problémy pěstování rostlin a chování zvířat ve městě a na vesnici: akvárium, péče o psy. Funkční diskuse o farmách a o zařízeních pro zemědělství, průmysl a dopravu. Vliv člověka na prostředí. Ochrana životního prostředí, úloha přírodních rezervací.

Podnebí našeho kraje. Prvky počasí a podnebí. Změny slunečního záření a teploty, jejich následky. Jevy ovlivňující podnebí a počasí. Hlavní směry větru a rozdělení atmosférických srážek. Vliv podnebí na přírodní vegetaci a zemědělskou výrobu v našem kraji.

Kopce a hory, kopce našeho kraje, živá příroda v nich. Vznik a zánik hor a kopců. Úloha teplotních změn, vody a větru při utváření povrchu. Porovnání charakteristických formací horských pásem a masívů. Sopečná a vápencová pohoří. Hospodářské bohatství hor. Vznik hornin a minerálů. Vznik půdy, podíl živých organismů na něm. Půda a živá příroda lesů na kopcích a v horách. Listnaté a jehličnaté lesy a jejich podrost. Někteří savci. Stěhovaví a nestěhovaví ptáci. Ochrana ptactva. Organismy a způsob života hmyzu, pavouků a plžů. Ochrana před škodlivým hmyzem. Fyzikální, chemická a biologická interakce zemského povrchu, podnebí a živé přírody na kopcích a v horách.

Nížiny, řeky, jezera a život v nich. Naše roviny a jejich historie. Řeky. Úloha vody a větru při přeměně zemského povrchu. Hospodářské hodnoty rovin; aluviální půda, podpovrchová voda, vnitrozemské vody, léčivé a termální prameny. Řeky našeho kraje, vliv podnebí na vodní hladinu řek, ochrana před povodněmi. Vytváření a zánik jezer. Jezera našeho kraje. Živá příroda na březích a ve vodách. Způsob života, vzájemná závislost živých organismů na sobě. Následky znečištění vod pro živou přírodu.

Zeměpisná orientace. Orientace v širších okruzích za pomoci map. Pochopení souvislostí mezi morfologií krajiny, živou přírodou, osídlením a hospodářstvím. Příprava cestovního plánu.

Navazující přírodovědné vzdělávání probíhá v tradičních předmětech, avšak akcentuje integrační prvky. V 6. ročníku: Fyzika – energie (práce, teplo, spalování, světlo), biologie – metabolismus, zpracování potravy, ekologie. Integrační prvek: Zachování a přeměna. V 7. ročníku: Fyzika: Elektrický náboj a proud, chemie – molekuly, atomy, elektrony, biologie – od buňky k organismu. Integrační prvek: Transport. Princip blokové výstavby. V 8. ročníku: Fyzika – setrvačnost, hybnost, přenos hybnosti, chemie – anorganické a organické sloučeniny, biologie – taxonomie a vývoj, člověk. Integrační prvek: Organizace.

## STŘEDNÍ ŠKOLA (GYMNÁZIUM)

Dnešní doba je svědkem významného sjednocování jednotlivých přírodních věd (astronomie, fyziky, chemie, geologie, biologie). Projevem toho je skutečnost, že to byly právě mezioborové oblasti, v nichž se v posledních desetiletích zrodily nejkrásnější objevy. Proluky mezi jednotlivými přírodními vědami se postupně zaplnily, což umožnilo stále více zdůrazňovat ve všech disciplínách obecné pojmy a základní principy místo zabývat se detaily, které mohly být jen encyklopedicky diskutovány. Základní principy se navzájem přenášejí a jsou do značné míry společné všem přírodním vědám. Mozaiky jednotlivých oborů se postupně propojily v celkový přírodovědný obraz světa. S prohloubením znalostí se zredukoval objem nekoherentních údajů, které je třeba se učit z paměti. Nynější situace je příležitostí nejen k rozhodné inovaci učebních plánů a osnov, ale současně i ke zmenšení náporu na žáky.

V době, kdy interdisciplinární vztahy nebyly ještě známy, vyvíjely se učební osnovy přírodovědných předmětů nezávisle na sobě. Za posledních sto let se názvy předmětů a učivo jednotlivých ročníků jen málo změnily. Přetrvávající izolovanost přírodovědných předmětů je dědictvím 19. století a je už anachronismem; znamená nejen přílišný nápor na žáky, ale je i příčinou vnitřních rozporností učebních osnov, které vedou k přetížení.

Žákům tedy nezbývalo než se učit mnoha věcem encyklopedicky. Učivu atomistiky dominuje Bohrov model atomu, který zastaral již v 1. polovině 20. století. Ve fyzice se však s ním stále ještě setkáváme „v zájmu snazšího vyučování“, přestože tento model vysvětluje spektrum jen nejjednoduššího atomu a jinak je nepoužitelný. Nesprávné přidělování kvantových čísel podle Bohrova modelu nutilo chemiky k různým násilným opravám, což muselo zpochybňovat logiku přírody. Jiným příkladem je pojem teplo, s nímž operovala chemie už v 7. ročníku základní školy, zatímco fyzika jej definovala teprve ve 3. ročníku střední školy. Chemie zaváděla pojem ion ve vyšších ročnících základní školy a na začátku střední školy, ale fyzika se elektrickým nábojem zabývala až ve 4. ročníku střední školy. Nedostatečná koordinace vedla například k tomu, že se elementární formy života zevrubněji probíraly teprve ve 4. ročníku, až po výkladu vysoce složitých organismů.

Fyzika a chemie, prezentované v duchu omezeného a zastaralého pojetí hmoty, nejen znemožňovaly exaktní výstavbu biologie, ale zjevně překážejí všemu, čemu chceme, aby se učilo o jednotě přírody.

Rozvoj přírodních věd ve 20. století nejen umožňuje, ale také vyžaduje, aby cílem výuky na střední škole byl ucelený přírodovědný obraz světa. Tento obraz musí být úplný a sám v sobě konzistentní, aby byl vhodným východiskem

k odpovědím na mnohá „proč“, byť studenti tyto otázky kladli jen v souvislosti s novou technikou, s níž se v životě setkávají. Člověk, který žije a pracuje v prostředí moderní techniky, čte denní tisk a dívá se na televizi, by měl získávat nepostradatelné technické znalosti nikoli memorováním spousty údajů, ale prostřednictvím příkladů ilustrujících základní přírodní zákony. Získávat moderní orientaci v přírodních vědách je současně i výcvikem ve vědeckém způsobu myšlení, a tím také ideologickou výchovou. Moderní přírodovědný obraz světa chrání studenty proti úzkoprsému technokratickému postoji. Aby se uvedených cílů dosáhlo, je nutno oželeť na střední škole mnoho hezkých a užitečných podrobností tradičních předmětů, například uvádění technologických novinek, které časem nutně zastarají. Musí se odbourat všechna odbočení, která oddalují dosažení cíle, a všechno, co odvádí pozornost od základních přírodních zákonů.

Formální integraci předmětů ve středoškolském učebním plánu nelze plně provést, protože žáci musí na každém stupni složitosti nejprve proniknout do systému pojmů potřebných k popisu jevů pro daný stupeň charakteristických. Právě proto se musí přírodovědné předměty navzájem podporovat, mají-li podat hlubší, konzistentnější moderní a úplný obraz světa při nezměněném nebo sníženém počtu hodin a při menším náporu na žáky .

V časovém rozvržení šlo hlavně o zajištění i logických mezipředmětových vztahů. Šlo také o to, aby se snížil počet předmětů s dvěma vyučovacími hodinami týdně, oprávněně kritizovaných z pedagogických důvodů. Hlavní ideou učebního plánu jako celku je odstranit předměty, jejichž výuka se přeruší dříve, než se dosáhne mentální integrace upevněním vědomosti a intelektuálního růstu žáka. Zvýšená pozornost se věnovala integraci přírodovědných základů pokrokového světového názoru zejména v učebních osnovách čtvrtého ročníku.

V souladu s uvedenými cíli přírodovědného vzdělávání tvoří přírodovědné disciplíny skupinu vyučovacích předmětů, které je nezbytné opřít o pozorování, zejména o pokusy (v ideálních podmínkách o laboratorní činnosti). Protože naším hlavním úkolem je předkládat všeobecně použitelné zákony a rozvíjet celkový přírodovědný obraz světa, neměla by být pro výběr pokusů rozhodující tradice nebo líbivost. Pokusy by neměly sloužit k aposterioriálnímu důkazu vztahu naučeného z knihy nebo z tabulek. Smyslem pokusu, demonstračního nebo žákovského, má být objev vztahu a uvědomělé ujasnění jeho různých projevů. Při takovém přístupu k pokusům se předejde tomu, že by žáci omezovali zkoumání přírodních zákonů jen na učebnu a laboratoř, tj. na prostředí emocionálně vzdálená od skutečného života.

Mnoho úsilí bylo věnováno tomu, aby se vzalo v úvahu postupné psychologické zrání dětí. Ve věku 14 let většina žáků ještě nedosahuje úrovně formálního myšlení. Proto se v 1. ročníku v předmětu Struktura hmoty vyžaduje jen konkrétní myšlení (myšlení opírající se o názorné modely). V tomto předmětu se střídají přímo pozorovatelné mechanické děje a jevy s takovými, které nejsou přímému smyslovému pozorování přístupné, avšak dají se zřejmě modelovat na základě předchozí mechanické zkušenosti. Takto se mohou názorné mechanické modely snadno použít k interpretaci mikroskopických jevů. Tato metoda modelování se dále rozvíjí v následujícím ročníku při vyučování organické chemii. Ve 2. ročníku mechanika vychází z toho, co je fenomenologicky evidentní a spolu s matematikou rozvíjí logicko-matematické myšlení. Dovednosti zde získané se explicitně využijí ve 3. ročníku v přísně analytickém stanovisku uplatňovaném ve fyzice, chemii a biologii. Konečně 4. ročník uzavírá vzdělávání syntetizujícím pohledem, který umožňuje vytvořit si rozsáhlý pohled na svět (astronomické vzdálenosti, dávnověk, historická podmíněnost moderní společnosti a trendy budoucího vývoje).

Interpretace přírodních jevů se opírá o dvě složky: přímé uplatnění obecných zákonů pohybu a zvláštní lokální okolnosti vzniklé historickým vývojem. Tradiční výuka fyziky a obecné chemie zdůrazňovala přespříliš první hledisko, výuka geografie, botaniky, zoologie a organické chemie hledisko druhé. Tím vznikl rozpor mezi oběma hledisky. V současné době lze však už v několika oborech ukázat, že historický vývoj je také projevem obecných zákonů pohybu. Jestliže tedy předkládáme našim žákům nynější stav světa jako výsledek dlouhého vývoje, neponecháváme přírodovědné vzdělávání bez vnějších vazeb. Přírodovědné vzdělávání se tak stává logičtější a jednodušší.

Dále je podrobněji uvedena osnova nového předmětu Struktura hmoty, který je v rámci projektu doporučen pro přírodovědné vzdělávání v 1. ročníku gymnázia.

#### **Struktura hmoty (4 hodiny týdně)**

Je nereálné vyžadovat v tomto stadiu ve škole přísně logickou posloupnost [matematická analýza → klasická fyzika → atomová fyzika → chemie → biochemie → biologie]; nelze však upustit od koherentní stavby učebních osnov. Podle dřívějších učebních osnov se učilo atomové fyzice a strukturní chemii nezávisle na sobě. V našem návrhu začíná přírodovědné vzdělávání na střední škole předmětem Struktura hmoty, zařazeným do 1. ročníku. Je to úvod do struktury a chemie hmoty, ve kterém se vychází z existence molekul a atomů. Tento předmět odstraňuje dosavadní rozpor mezi poznáváním atomů ve fyzice na konci a v chemii na začátku střední školy.

Vzdělávacím úkolem tohoto předmětu je ukázat poznatelnost, jednotu a nevyčerpatelnost materiálního světa, a to podstatně hlouběji, než je to možné při omezené klasické koncepci hmoty, předkládané na základní škole. Tento předmět ukazuje různé úrovně organizace hmoty (soubor částic, molekula, atom, elementární částice).

Atomová struktura (v obojím smyslu, tj. atomová struktura látky i struktura atomu) se obecně považuje za velmi abstraktní a složitou kapitolu výuky fyziky. Předmět Struktura hmoty jako první stupeň výuky je něco jiného. Přizpůsobuje se mentální vyspělosti žáků, u nichž teprve probíhá přechod od konkrétního myšlení k myšlení formálnímu. Vyučování má proto induktivní charakter. Hlavní pojmy se zpřístupňují žákovskými pokusy v objevitelských situacích. V prvním pololetí žáci začínají na úrovni bezprostřední zkušenosti (přímo pozorovatelné vlastnosti skupenství) a dospívají k pojmům molekula, atom a elementární částice. Po orientačním seznámení žáků s obecnými zákony pohybu částic se na jednoduchých příkladech ukazuje, jak lze atomové, molekulové a skupenské struktury interpretovat pomocí modelů blízkých modelovým představám používaným v kvantové fyzice (stojatá vlna odpovídající pohybu částice v potenciálové jámě). Pochopení složitějších struktur se ponechává chemii.

Metodologickým cílem předmětu je získat dovednost vytvářet modely. Každý model se opírá o dřívější smyslovou zkušenost; nikdy neodpovídá dokonale skutečnosti, která je spletitější. Ke stále lepšímu porozumění nevyčerpatelné bohatosti hmoty se dochází asymptoticky. Dokonalé poznání je cíl, kterému se věda stále více přibližuje, ale který je nakonec pro ni nedosažitelný. Předmět Struktura hmoty používá částicového a vlnového mechanického modelu látky jako užitečných pracovních hypotéz, které se omezují jen na určité aspekty molekul a elektronů. Rozpornost obou modelových představ se nyní nezdůrazňuje ani nevysvětluje. K tomu se přistupuje až ve 4. ročníku s využitím vědomostí a dovedností abstrakce, které byly mezitím získány. Pracujeme s modely jako s praktickými pomůckami, které například názorně představují chování molekul a které lze dobře použít k předpovědím.

Postupujeme-li naznačeným způsobem, lze splnit oba úkoly (orientace ve struktuře hmoty a výcvik ve vytváření přírodovědných modelů).

## UČEBNÍ OSNOVY STRUKTURY HMOTY

Motivace modelování. Modelování struktury a funkce. Výcvik ve spontánní ruční tvorbě modelů s „černými schránkami“ pro mechanické, elektrické

a biologické příklady. Smysl a postup modelování, vztah modelu ke skutečnosti. Stupňovitá, avšak neomezená poznatelnost světa.

Částicové modely tří stavů skupenství. Pokusy s plyny, zákony pro plyny. Kinetická teorie plynů. Brownův pohyb. Elementární výklad nestlačitelnosti kapalin. Existence sil vzájemného působení molekul, povrchové napětí. Rozměr molekul, měření Avogadrovy konstanty. Mřížkový model pevných látek. Kinetický výklad tání a varu.

Statistický přístup k termodynamice. Statistický výklad vnitřní energie a tepla (tepelného přenosu energie). Teplota jako energie připadající na jeden stupeň volnosti nahodilého pohybu. rovnoměrnost rozdělení. Statistické fluktuace. Nevratnost, tendence k vyrovnávání stavů, růst statistické neuspořádanosti. Základní stav, absolutní nula.

Chemické procesy. Disociace molekul jako následek koncentrace energie nebo zvýšení teploty. Atomy. Stálé a násobné hmotnostní poměry. Atomová hmotnost, molekulová hmotnost, stechiometrické výpočty, roztoky. Statistický výklad časového průběhu chemických procesů: rychlost reakce, chemická rovnováha, zákon působení hmoty. Molekulární výklad reakčního tepla a aktivační energie.

Atomismus elektřiny a světla. Katodové paprsky. Millikanův pokus. Elementární náboj, elektron. Elektronový model proudu, elektrické vodiče. Fotoelektrický jev, foton. Vztah mezi barvou a světelnými kvanty. Coulombova síla. Rutherfordův pokus. Izotopy. Rutherfordův model atomu, jeho nedostatky. Problém stability atomů.

Popis vln. Kmity struny. Vlny na vodní hladině. Skládání kmitů, superpozice a interference vln. Měření vlnové délky. Prostorové vlny: zvukové vlny. Stojaté vlny, vznik uzlů. Hudební nástroje.

Vlnový model elektronu. Interference elektronových svazků, de Broglieova vlnová délka. Princip neurčitosti aplikovaný na vlnové klubko. Vlastní kmity vln v krabici. Kvantové číslo jako počet uzlů. Základní stav a vzbuzené stavy vodíkového atomu. Stabilita atomů. Čárové spektrum. Atomová kvantová čísla, atomové orbitály. Pauliho princip. Periodická soustava prvků. Elektronová struktura prvních deseti prvků; příklad alkalických kovů a halogenů. Ionty. Ionizační energie. elektronová afinita, elektronegativita. Vysvětlení Hundova pravidla maximální multiplicity vzájemným odpuzováním elektronů.

Chemická vazba. Vznik molekulových orbitalů z atomových orbitalů. Uzly, antivazebné orbitály. Kovalentní vazba. Pokusy s plyny s nejjednoduššími dvouatomovými molekulami, molekulové struktury  $H_2$ ,  $N_2$  a  $O_2$ . Vztah mezi



tvary a elektronovými strukturami molekul. Polární vazby. Redoxní procesy, CO, CO<sub>2</sub>. Tvary, rozdělení náboje a vlastnosti molekul CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O a HF.

Skupenství: Síly vzájemného působení molekul: van der Waalsova síla, vodíková vazba. Atomová a iontová mřížka, kovová mřížka, molekulová mřížka; souvislost mezi vlastnostmi látky a typem vazby. Skupenské přeměny. Struktura vody a ledu, výklad jejich fyzikálních vlastností. Voda jako rozpouštědlo. Iontové roztoky, elektrolytická disociace. Kyselé a zásaditý charakter. Úloha polárních a nepolárních skupin v roztoku. Povrchově aktivní látky, koloidy.

V dalších ročnících gymnázia pokračuje výuka v tradičních předmětech a ve druhém pololetí 4. ročníku je zařazen předmět Vývoj hmoty (6 hodin týdně), který by měl obsahovat finální závěry všech přírodních věd. Syntéza se opírá o historii vývoje našeho světa. Jeho současný stav se vysvětluje jako výsledek procesu, kterým svět prošel během času. Zaměření tohoto netradičního učebního předmětu je dobře patrné z učební osnovy.

#### UČEBNÍ OSNOVA PŘEDMĚTU VÝVOJ HMOTY

**Vývoj hvězd.** Gravitační kontrakce kosmické hmoty. Galaxie, hvězdy. Stáří naší Galaxie a Slunce. Slunce jako zdroj energie. Vývoj hvězd. Tvorba a výskyt chemických prvků.

**Vznik planet.** Složení mezihvězdné hmoty. Vznik molekul v mezihvězdném prostoru: H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>; grafit. Vznik sluneční soustavy: gravitační kontrakce omezená zachováním momentu hybnosti. vývojový popis struktury naší sluneční soustavy. Prvotní atmosféra, historie planetárních atmosfér. Srovnání Merkuru, Venuše, Země, Měsíce a Marsu. Kosmický výzkum uvnitř naší sluneční soustavy.

**Historie Země.** Historie zemské kůry. Kapalná fáze. Původní redukční atmosféra. Chemický vývoj. Vznik života. Historie zemské atmosféry. Fotosyntéza. Vznik kyslíkové atmosféry. Fyzikální procesy v troposféře, stratosféře a ionosféře. Magnetosféra a sluneční vítr. Velké geologické cykly, sedimentační a horotvorné periody, jejich účinek na živou přírodu. Možnosti života na jiných planetách.

**Historie biologické evoluce.** Zopakování základů molekulární biologie. Genetická informace. Jednobuněčné organismy. Vývoj a diferenciaci mnohobuněčných organismů. Tajnosnubné rostliny a hmyz jako dobytci země. Střídání generací. Paraziti. Křatoosemenné rostliny, obratlovci; jejich umístění v časové stupnici geologických éř.

**Vystoupení člověka.** Původ člověka. Objasnění na základě nervového systému. Hominidae, homo sapiens. Původ a úloha řeči. Kulturní vývoj.

**Interakce člověka, přírody a techniky.** Produktivní biologie, zemědělská biologie, zelená revoluce. Průmyslová revoluce, vědecká revoluce. Elektronika, automatizace, samočinné počítače. Problém energie. Jaderná energie a jaderná bomba. Biosféra, ionosféra, znečišťování životního prostředí, jeho ochrana. Člověk jako společenská bytost; biologické problémy s tím spojené. Populační politika.

### 3. Integrovační snahy v české škole

V české škole se dosud nevytvořily podmínky pro uplatnění projektů integrované přírodovědy, avšak i u nás se můžeme setkat s projevem reformních snah v podobě integrujících prvků. Jejich zavádění v učivu základní i střední školy mělo za cíl především uplatnit vzájemné souvislosti jevů jako prostředek racionalizace ve výběru a uspořádání učiva. Na úrovni základní školy byla věnována pozornost integrujícím prvkům v učivu, které tvoří z hlediska obsahu přírodovědného vzdělávání základní strukturu výukového projektu. Ten však není realizován na úrovni integrované přírodovědy, ale o integrující prvky se opírá didaktický systém tradičního předmětu. Z teoretického hlediska zpracovává ideu integrujících prvků Janás [11].

#### **Integrující prvky v didaktickém systému přírodních věd**

- Pojmy pro popis struktury hmoty
- Pojmy pro popis vlastností látek a polí
- Pojmy pro popis chování látek a polí
- Charakteristiky stavu systému
- Charakteristiky procesu
- Základní zákony zachování
- Princip minimální potenciální energie soustavy
- Molekulárně kinetická teorie

Za praktické řešení lze považovat výukový projekt fyziky na základní škole, který vznikl ve 2. polovině 70. let (Chytilová, Kolářová [12], [13]). Realizované pojetí integrujících prvků v podstatě přetrvává ve fyzikálním vzdělávání na úrovni základní školy až do současnosti. I z hlediska perspektivního didactic-

kého systému výuky přírodních věd lze považovat vymezení integrujících prvků za základní problém konstrukce projektu integrované přírodovědy.

### **Integrující pojmy ve fyzice na základní škole**

- Částicová a elektrická stavba látek
- Silové pole
- Fyzikální veličiny
- Energie

Hlavní důraz je kladen na první dva integrující pojmy, jejichž obsah se formuje již na počátku výuky fyziky v 6. ročníku v propedeutické části didaktického systému učiva. V další, již systematicky uspořádané části učiva ve vyšších ročnících se představy o částicové a elektrické stavbě látek a silových polích postupně rozvíjejí a obohacují. Důsledné využívání poznatků vázaných na integrující prvky umožňuje kauzální výklad jevů místo jejich fenomenologického popisu. Je ovšem třeba konstatovat, že kauzální přístup k výkladu jevů klade poměrně značné nároky na intelektuální schopnosti žáků a výklad z pozic částicové stavby látek se poněkud odchyluje od konkrétních zkušeností, k nimž žáci dospívají spontánně na základě pozorování smyslům dostupných jevů a experimentů. Jako příklad může sloužit zavedení pojmu atom pomocí až nepřiměřeně zjednodušeného modelu, který nemá oporu v žádné historicky významné teorii. To si autoři projektu uvědomují, když zdůrazňují, že při výběru poznatků o mikrostruktuře látek je třeba vycházet z následujících požadavků (Kolářová [14]):

a) Vybrané poznatky musejí umožňovat elementární vysvětlení základních vlastností látek různých skupenství, základních tepelných jevů, hydrostatických a aerostatických jevů, elektrování těles, elektrické vodivosti různých prostředí a jevů souvisejících se změnami jádra atomu.

b) Pojmy a poznatky o částicové stavbě látek mají abstraktní charakter a nejsou dostatečně názorné. Proto je třeba volit při vysvětlování takový postup, při němž jsou jednotlivé poznatky motivovány jevy, které žáci znají z vlastní zkušenosti, nebo se s nimi seznamují prostřednictvím žakovského, popř. demonstračního pokusu, popř. jsou žáci motivováni tím, že si sami příčiny některých jevů nedokáží sami vysvětlit (např. rozpínavost plynů nebo tekutost kapalín).

c) Významnou funkci sehrávají jednoduché názorné modely, které odrážejí základní znaky pojmů a jsou nejen postačující pro vysvětlení jevů na dané úrovni základní školy, ale lze je uplatnit a dále rozvíjet v jiných předmětech a v navazujícím středoškolském vzdělávání.

d) V učivu je třeba odlišit poznatky, které žáci mohou získat pozorování (např. dělitelnost látek), od poznatků, které jsou výsledkem vědeckého poznání a jsou podloženy složitými a pro žáky nedostupnými experimenty (např. složení látek z atomů a molekul).

Integrující prvek, kterým je silové pole (gravitační, elektrické a magnetické), je významný pro vytváření fyzikálního obrazu světa a pochopení vnitřního logického vztahu mezi jevy rozdílné fyzikální podstaty.

### **Integrované poznatkové soustavy**

Na střední škole byla v projektu gymnaziální fyziky realizována idea *integrováných poznatkových soustav* (Bednařík, Lepil [15]), která sledovala cíl jisté racionalizace didaktické soustavy tak, aby se rozšířil prostor pro rozšíření učiva střední školy poznatky moderní fyziky. Integrovaných poznatkových soustav se opíraly o jiné vzájemné souvislosti jednotlivých poznatků, než tomu je v tradičním, historicky vzniklém uspořádání klíčových témat učiva. Rozpracovány a v praxi realizovány byly následující poznatkové soustavy:

- **Silová pole**
  - Gravitační pole
  - Elektrické pole
- **Nestacionární fyzikální děje**
  - Mechanické a elektromagnetické kmitání
  - Mechanické a elektromagnetické vlnění

Integrovaná poznatková soustava učiva o kmitání a vlnění vychází ze společných zákonitostí, kterými se řídí nestacionární děje, a z určitých společných matematických a grafických vyjadřovacích prostředků pro popis nestacionárních dějů. Avšak stupeň integrace v různých didaktických systémech, s nimiž se poměrně často setkáváme v zahraničních výukových projektech, se liší. V nejnepřehlednějším případě jde jen o přesun tradičně pojatých témat učiva do jediného tematického celku. Druhou krajnost představuje těsná integrace mechanických a elektromagnetických nestacionárních dějů a jejich vzájemné prolínání ve všech tématech učiva.

V nové koncepci výuky fyziky na gymnáziu z 80. let je těsnější integrace uplatněna u kmitavých dějů (vlastní a nucené kmitání mechanického a elektromagnetického oscilátoru, střídavý proud) a volněji jsou integrovány poznatky o mechanickém a elektromagnetickém vlnění. Předností této koncepce je kromě racionálního transferu poznatků mezi ději různé fyzikální podstaty i modernější přístup k některým tradičním tématům středoškolské fyziky. To se týká např. pojetí učiva akustiky, kde integrace umožňuje logickým způsobem včlenit do tradičního tématu prvky a poznatky elektroakustiky. Mění se i pojetí učiva o střídavých proudech, které již není jen průpravou k výkladu základů energetiky, ale sledují se širší souvislosti střídavých proudů jako elektromagnetického kmitání a vytvářejí se elementární základy teorie obvodů.

Problémem koncepce integrovaných poznatkových soustav učiva o silových polích a nestacionárních dějích bylo opuštění určité kompaktnosti učiva elektromagnetismu, jak se formovalo již od konce 19. století. Tento zásah do tradičního pojetí středoškolské fyziky nebyl celou učitelskou veřejností s pochopením přijat, a proto byl v 90. letech opuštěn a v současnosti je gymnaziální učivo fyziky koncipováno tradičním způsobem. Na základě této zkušenosti lze vyslovit závěr, že nové koncepce integrované přírodovědy, které nutně budou přesahovat didaktické systémy tradičních učebních předmětů, budou především vyžadovat důkladnou přípravu učitelů, kteří budou tyto systémy realizovat.

### **Kurs Stavba hmoty**

Nedokončený zůstal projekt uceleného kursu, jehož integrujícím tématem byla stavba hmoty (Pekárek, Fenclová, Vachek – 1979 [2]).

- Atomy
- Molekuly
- Plyny, kapaliny, pevné látky a jejich vlastnosti
- Živé organismy
- Člověk a společenské systémy
- Země a vesmír
- Metody přírodních věd

Struktura kursu a vzájemných vazeb předmětů a dílčích složek kursu je patrná z tabulky na obr. 1.

Bi		Bi		
Ch		Ch		
M, F, Ch, Bi, Ge		Metody přírodních věd		
M Matematická příprava	F Atom	Ch Molekuly	Bi Živé organismy	Člověk a společenské systémy
F Fyzikální příprava		F Plyny, kapaliny, pevné látky a jejich vlastnosti		Země a Vesmír
F		F		Ge
Technické obory				

Obr. 1

Ústředním tématem kursu Stavba hmoty je téma zjednodušeně nazvané Atomy, na které navazuje chemie tématem Molekuly, na ni biologie tématem Živé organismy a sled vrcholí tématem Člověk a společenské systémy. Na ústřední téma Atomy navazuje v druhém sledu fyzika s tématem Plyny, kapaliny, pevné látky a jejich vlastnosti. Druhý sled vrcholí tématem Země a Vesmír. V kursu se předpokládají nejen horizontální, nýbrž i vertikální vztahy. V celém kursu Stavba hmoty se předpokládá jednotný výcvik v metodách poznání. Projekt byl koncipován tak, že by měl být součástí učebního plánu každého typu střední školy, zatímco přídatné partie přírodovědných a technických oborů by se mohly měnit podle zaměření střední školy.

Z hlediska obsahu výuky lze získat obraz o předpokládané struktuře projektu výčetem jednotlivých témat učiva:

Atomy: Elektron, proton, neutron, nestabilní elementární částice, foton, kosmické záření, atomové jádro, atomový ion, atom, periodický systém prvků. Kvantový a vlnově částicový charakter pole, orbity, skládání složitějších částic, silné a slabé interakce, elektromagnetické interakce, stabilita částic.

Molekuly: Molekula, makromolekula, struktura a funkce, polymer. Molekula, generace a příjem energie, informace. Membrány. Elektromagnetické interakce (kovalentní a iontová vazba, vodíkový můstek, van der Waalsovy síly).

Plyny, kapaliny, pevné látky a jejich vlastnosti: Plazma, plyn, kapalina, krystal, pevná látka. Statistické jevy, fázové přechody, tepelné, mechanické a elektrické vlastnosti látek.

Živé organismy: Virus, buňka, mnohobuněčné organismy, člověk, neorganizované soubory, organizované soubory. Interakce přenosem informací, instinkty, fluktuace.

Člověk a společenské systémy: Člověk. Formy lidských společenství a jejich uspořádání. Sociální, politické a ekonomické vazby.

Země a vesmír: Země, planeta, Slunce, hvězda, shluk hvězd, galaxie, supergalaxie. Gravitace, složení Země, vznik hvězd.

Metody přírodních věd: Pozorování, třídění, měření, experiment, matematické vyhodnocení experimentu. Vytváření modelů a jejich matematická formulace.

V současnosti je u nás realizována integrovaná výuka přírodních věd zcela ojediněle, jak o tom svědčí jediný odkaz na takto nazvaný učební předmět, který lze nalézt na webu [16].

### **Integrovaná přírodověda**

(První obnovené reálné gymnázium Praha – prima)

- I. Věda (vědní obory, metody vědeckého zkoumání, experiment, protokol)
- II. Hmota (částice, molekuly, atomy, směsi, skupenství)
- III. Buňka (rostlinná, živočišná, houby, bakterie)
- IV. Člověk (oběhová soustava, dýchací soustava, nervová soustava)
- V. Elektřina (elektrický obvod, napětí a proud, zapojování spotřebičů, elektromagnet)

Integrovanou přírodovědu lze považovat za cestu, která v 21. století umožní hledat kompromis mezi narůstajícím rozsahem poznání přírody a omezenými možnostmi školní výuky. Cestu k perspektivnímu didaktickému systému integrované přírodovědy naznačuje výčet následujících problémů.

- Vymezení klíčových kompetencí z oblasti přírodních a technických věd s ohledem na věkové schopnosti žáků.
- Výběr integrujících prvků učiva, jejich uspořádání do didaktického systému a vymezení vazeb na navazující přírodovědné předměty.
- Návrh pilotního projektu integrované přírodovědy pro 6. ročník ZŠ.
- Řešení problémů spojených s přípravou učitelů pro výuku integrované přírodovědy.

### Literatura

- [1] *Lepil, O.*: Integrovaný model přírodovědného vzdělávání. In: Úvodní studie, ed. D. Nezvalová, UP Olomouc 2006, s. 61.
- [2] *Fenclová, J.* a kol.: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. 1. vyd. Praha: Academia 1984, 164 s.
- [3] <http://www.delta-education.com/science/scis/index.shtml>
- [4] *Kučírek, J.*: Netradiční přírodovědný kurs v základní škole USA. Matematika a fyzika ve škole, 1985, roč. 16, č. 3, s. 202–210.
- [5] <http://www.lawrencehallofscience.org/>
- [6] <http://www.fossweb.com/>
- [7] <http://www.lhs.berkeley.edu/foss/index.html>
- [8] *Lepil, O.*: Magnetismus a elektřina v projektu FOSS, MFI, roč. 5 (1996), č. 5, s. 247.
- [9] *Páv, T.*: Integrační snahy ve vyučování přírodních věd. PMFA, 1969, roč. 14, č. 6, s. 279.
- [10] *Marx, G.*: Přírodovědné vzdělávání v Maďarsku. PMFA, **24** (1979), s. 339, **25** (1980), s. 44, 95, 156.
- [11] *Janás, J.*: Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. Brno: UJEP, 1985.
- [12] *Chytilová, M.*: Příspěvek k novému pojetí obsahu a metod vyučování fyzice na základní škole. Praha: SPN 1972, 47 s.
- [13] *Kolářová, R.*: Integrující pojmy a jejich rozvíjení ve vyučování fyzice na základní škole. In: Vyučovanie fyziky na základnej škole škole a súčasné problémy vedecko-technického rozvoja. Bratislava: SPN 1979, s. 15–23.



- [14] *Kolářová, R.*: Stavba látek a silové pole v novom chápaní učiva fyziky v základnej škole. In Fyzika v 6. – 8. ročníku základnej školy. Študijné texty na prípravu pedagogických pracovníkov. Bratislava: SPN, 1980, s. 44.
- [14] *Vachek, J. – Lepil, O.*: Modely a modelování ve vyučování fyzice. 1. vyd. Praha: SPN 1980. 224 s.
- [15] [http://www.porg.cz/texty/koncepce/Integr\\_pr.htm](http://www.porg.cz/texty/koncepce/Integr_pr.htm)

#### **Literatura k vývoji integračních snah v české škole (řazeno chronologicky)**

- Matyáš, M.*: Modernizace vyučování fyzice v anglosaských zemích. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 1968, roč. 13, s. 108–115.
- Matyáš, M.*: K otázce nové koncepce vyučování. Matematika a fyzika ve škole 1973, roč. 4, č. 4, s. 287.
- Pekárek, L.*: Moderní fyzika a integrační tendence v přírodních vědách. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 1973, roč. 18, s. 76–89.
- Matyáš, M.*: Současný stav výzkumu v integrovaném vyučování. In: Současný stav a perspektivy vývoje vědecké práce v didaktice fyziky. Olomouc: UP 1974, s. 56–66.
- Janás, J.*: Mezipředmětových vztahy v přírodovědných předmětech. Matematika a fyzika ve škole, 1975, roč. 6, s. 214–220.
- Hnilíčková, J.*: Současné tendence školské fyziky. Matematika a fyzika ve škole, 1976, roč. 6, č. 9, s. 677.
- Janás, J.*: Uplatňování mezipředmětových vztahů v přírodovědných předmětech. Přírodní vědy ve škole, 1978, roč. 30, s. 343–345.
- Fenclová, J.*: Integrace přírodovědného vzdělání. Matematika a fyzika ve škole, 1979, roč. 9, s. 598–603.
- Janás, J.*: Fyzika na základní škole jako integrační složka vytváření přírodovědného obrazu světa. In: Vyučovanie fyziky na základnej škole a súčasné problémy vedecko-technického rozvoja. Bratislava: SPN 1979, s. 27–39.
- Vachek, J.*: Vzájemné vztahy mezi vyučováním fyzice, matematice a ostatním přírodním vědám. Matematika a fyzika ve škole, 1979, roč. 10, s. 46–54.
- Vlček, V.*: Integrační snahy ve vyučování přírodním vědám. Matematika a fyzika ve škole, 1980, č. 10, s. 676–688.
- Janás, J.*: Mezipředmětové vztahy fyziky, matematiky a ostatních přírodovědných a odborných předmětů z hlediska návaznosti na druhý stupeň základní

školy. In Fyzika pre stredné školy. Študijné texty na prípravu pedagogických pracovníkov. Bratislava: SPN, 1982, s. 155–187.

*Lepil, O.:* Nové pojetí fyzikálního vzdělání. In Fyzika pre stredné školy. Študijné texty na prípravu pedagogických pracovníkov. 1. vyd. Bratislava: SPN 1982, s. 54 – 92.

## Přírodovědné integrované výukové projekty II

MARTIN BÍLEK

### 1. Nuffield Combined Science

V 60. letech 20. století dochází ve Velké Británii pod vlivem vývoje v USA k inovačním snahám v obsahu i formách školního vzdělávání. Bezesporu nejznámější a nejrozsáhlejší aktivitou tohoto typu byly projekty postupně vypracované v rámci tzv. Nuffieldova fondu (Nuffield Foundation – NF) [1]. Tato instituce zde vznikla v roce 1962 a jejím hlavním sponzorem při vzniku byly podniky lorda Nuffielda (Morris – Automobile) [2]. Projekt NF nevznikl jako zásadní reforma anglické školy. Zůstal systém Primary School a Secondary School s jedenáctiletou školní docházkou od pěti do šestnácti let. Změny se dotkly hlavně obsahu přírodovědného vzdělávání, při zachování tradičních způsobů výuky. Ty tvoří pro Anglii charakteristická experimentální problémová žakovská činnost, o jejíž zavedení do škol se zasloužil již v počátku 20. století Armstrong [3]. Pod NF vznikaly projekty výuky jednotlivým přírodovědným předmětům se snahou vytvořit mezi nimi silné mosty [2]. Žáci mají poznat, jaký význam má věda pro společnost, a to nejen prostřednictvím vhledu do přímého využívání jejich výsledků, ale i v její roli ovlivňujícího činitele celého společenského života [4].

Hellberg v [2] podal zevrubnou analýzu NF a zvláště jeho části týkající se výuky chemie. Uvádí, že základním cílem Nuffieldova pokusného systému bylo zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělávání a zvýšení jeho úrovně jako celku. Toho má být dosaženo následujícím způsobem:

- a) u žáka má být vzbuzeno pochopení toho, co znamená přistoupit k vědeckému řešení daného problému, a toto pochopení ho pak má provázet po celý život,
- b) obsah předmětu a metody výuky mají vycházet z dosaženého stavu, přičemž je podstatné, aby vyučování v každé fázi bylo orientováno na nejmodernější stav vědeckého poznání,
- c) maturitní zkouška musí v první řadě ukázat stupeň intelektuálního rozvoje žáka a jeho schopnosti kritického myšlení,
- d) učitel musí mít dostatek svobody k individuálnímu a tvůrčímu plánování svého vyučování, které však musí odpovídat zájmům a potřebám žáků.

Na tendenci integrovat přírodovědné vyučování reagovala i Nuffieldova nadace samostatným projektem. Již v roce 1970 vyšel soubor materiálů k tzv. Nuffield Combined Science, např. Teachers Guide, Longmann (Penguin Books)

[5]. Styl, metodologické aspekty atd. jsou analogické ke všem předchozím publikacím Nuffieldova projektu. Všimněme si však výběru a struktury integrovaného přírodovědného učiva. Doporučuje se následující uspořádání výuky (I. část, vybrané oddíly):

### **1. Svět kolem nás**

- 1.1 Výstava – pohled na část světa, která nás obklopuje
- 1.2 Rozmanitost věcí a jejich klasifikace, vytváření skupin příbuzných věcí a předmětů
- 1.3 Teplota
  - 1.3.1 Měření teploty
  - 1.3.2 Zahřívání vody a oleje
  - 1.3.3 Zkoumání obsahu sáčků pro přípravu polévky
- 1.4 Hodnocení, usuzování a měření
  - 1.4.1 Usuzování
  - 1.4.2 Uspořádání věcí podle určitého řádu
  - 1.4.3 Časový průběh
  - 1.4.4 Studium soustavy různých látek
  - 1.4.5 Vážení a měření objemu kapalin a pevných látek
  - 1.4.6 Objem a jeho měření
  - 1.4.7 Sestavte si sami přístroj na vážení
  - 1.4.8 Kalibrace vah
  - 1.4.9 Kolik se tam toho vejde
- 1.5 Zevrubnější pohled na věci
  - 1.5.1 Odlišení zvířat od rostlin
  - 1.5.2 Pochopení principu určovacích klíčů
  - 1.5.3 Používání klíče k identifikaci
- 1.6 Žížaly
  - 1.6.1 Pozorování žížal
  - 1.6.2 Popisování činnosti žížal
  - 1.6.3 Preparace žížaly
  - 1.6.4 Vliv změny životních podmínek na život žížaly
- 1.7 Čištění látek
  - 1.7.1 Příprava čisté soli
  - 1.7.2 Vakuové odpařování
  - 1.7.3 Filtrace za sníženého tlaku
  - 1.7.4 Sublimace naftalenu
  - 1.7.5 Je inkoust jednoduchá látka?
  - 1.7.6 Kondenzace páry pocházející z inkoustu

- 1.7.7 Demonstrace destilace inkoustu
- 1.7.8 Chromatografické rozdělení složek inkoustu
- 1.7.9 Extrakce a chromatografické rozdělení chlorofylu

## **2. Pohled na některé případy**

- 2.1 Pohyb a síla
  - 2.1.1 Zkoumání sil
  - 2.1.2 Měření sil
  - 2.1.3 Jak lze zmenšit sílu, potřebnou k přenosu věcí?
  - 2.1.4 Síla potřebná k uvedení hmotnosti 1 kg do pohybu
  - 2.1.5 Zhotovení a zkoumání vlastností spirály
  - 2.1.6 Pád (volný pád)
  - 2.1.7 Zákon rovnováhy
  - 2.1.8 Vážení
- 2.2 Zahřívání
  - 2.2.1 Pozorování zahřívání látek
  - 2.2.2 Některé aspekty doprovázející zahřívání
  - 2.2.3 Zkoumání hmotnostních změn při zahřívání
  - 2.2.4 Zkoumání změn při zahřívání krystalů modré skalice
  - 2.2.5 Tání ledu a var vody
  - 2.2.6 Přeměna vody v páru
  - 2.2.7 Jaká je příčina hmotnostní změny při zahřívání manganistanu draselného?
  - 2.2.8 Jaká je příčina hmotnostní změny při zahřívání mědi
- 2.3 Sledování růstu
  - 2.3.1 Měření změn růstu rostlin v závislosti na podmínkách (světlo, teple ap.)

## **3. Jak začínají věci žít**

- 3.1 Jak začíná život
- 3.2 Jak se chovají zvířata ve vodě?
- 3.3 Savci
  - 3.3.1 Studium života krysy
- 3.4 Jak se reprodukuje rostliny
  - 3.4.1 Rozpoznávání různých částí květů
  - 3.4.2 Pyl a jeho funkce

## **4. Vzduch**

- 4.1 Vzduch je součástí našeho prostředí
  - 4.1.1 Zkoumání některých jevů týkajících se vzduchu
- 4.2 Jaký je rozdíl mezi vzduchem a „ničím“

- 4.2.1 Zkoumání vakuové láhve
- 4.2.2 Zkoumání funkce vývěvy
- 4.2.3 Určování hmotnosti vzduchu
- 4.3 Co je to vzduch?
  - 4.3.1 Je vzduch potřebný při zahřívání věcí?
  - 4.3.2 O kyslíku a dusíku
  - 4.3.3 Testování produktů hoření
  - 4.3.4 Stanovení hmotnosti kyslíku
  - 4.3.5 Mohou věci hořet bez vzduchu?
- 4.4 Tlak
  - 4.4.1 Plyn pod tlakem
  - 4.4.2 Co to je tlak?
  - 4.4.3 Manometr a tlak
  - 4.4.4 Měření tlaku plynů
  - 4.4.5 Měření tlaku pomocí vodního manometru
  - 4.4.6 Měření tlaku v balonu
  - 4.4.7 Měření tlaku Bourdonovým tlakoměrem
  - 4.4.8 Měření atmosférického tlaku rtuťovým manometrem
  - 4.4.9 Rtuťový barometr
  - 4.4.10 Vodní barometr
  - 4.4.11 Síla vzduchu

## 5. Elektřina

- 5.1 Elektrický obvod
  - 5.1.1 Z čeho sestává baterie?
  - 5.1.2 Magnety a elektřina
  - 5.1.3 Zhotovení a využití proudové rovnováhy
  - 5.1.4 Měření elektrických veličin v různých částech elektrického obvodu
  - 5.1.5 Zkoumání různých elektrických obvodů
  - 5.1.6 Jednoduchý počítač
- 5.2 Tok elektřiny
  - 5.2.1 Lze ze všech látek získat elektřinu?
  - 5.2.2 Zhotovení galvanických článků
  - 5.2.3 Měření napětí galvanických článků a baterie
  - 5.2.4 Mají všechny baterie stejné napětí?
- 5.3 Elektřina získaná třením
  - 5.3.1 Elektrický výboj

Učebnice obsahuje také některé velmi zajímavé experimenty. Pokračování obsahu integrovaného přírodovědného vyučování lze nalézt i ve 2. a 3. části průvodce pro učitele.

## **Obsah 2. části**

### **1. Voda**

1.1 Voda z různých míst a zdrojů

### **2. Studium vlastností vody**

2.1 Obsahuje voda ještě nějaké další součásti?

2.2 Kapky vody

2.3 Studium absorpce vody

2.4 Potřebují rostliny vodu?

2.5 Zkoumání jevů spojených se spotřebou vody

2.6 Co se děje při zahřívání vody?

2.7 Co se děje při tuhnutí vody?

2.8 Co se děje s lahví, obsahující vodu, při postupném snižování teploty až ke změně jejího skupenství?

2.9 Tlak vody

### **3. Pohyb vody**

3.1 Pozorování pohybu ve vodě

3.2 Zkoumání vztahu povrchu a objemu

3.3 Život rostlin ve vodě

3.4 Testování modelu mostu

3.5 Zkoumání sil

### **4. Co je to voda**

4.1 Zkoumání produktů hoření

4.2 Reakce kovů s vodou

4.3 Reagují měď, železo, hořčík s vodou?

4.4 Nejlepší způsob přípravy vodíku

4.5 Hoření vodíku na vzduchu

### **5. Může elektřina protékat vodou, popř. vodnými roztoky?**

### **6. Pozorování**

### **7. Malé věci**

7.1 Jak malé mohou být věci?

7.1.1 Jak nejmenší věci jsme s to ještě vidět?

7.2 Mikroby. Mikroby a práce

7.2.1 Fermentace ovocné šťávy

7.2.2 Destilace fermentovaného roztoku

7.2.3 Jsou mikroby v našem okolí?

- 7.2.4 Pozorování bakterie pod mikroskopem
- 7.2.5 Zahřáté a nezahřáté mléko
- 7.2.6 Pozorování bakterií v čerstvém a kyselém mléce
- 7.2.7 Bakterie a dezinfekce
- 7.2.8 Testování funkce penicilinu
- 7.3 Částice
  - 7.3.1 Pozorování krystalů různým způsobem
  - 7.3.2 Částice se pohybují?
  - 7.3.3 Pozorování částic
  - 7.3.4 Dvoudimenzionální model částic
  - 7.3.5 Třidimenzionální model částic
  - 7.3.6 Zahřívání láhve se vzduchem
  - 7.3.7 Zahřívání láhve s vodou
  - 7.3.8 Zahřívání pevných látek
  - 7.3.9 Zkoumání povrchu vody
  - 7.3.10 Pozorování tenkovrstvého filmu oleje na povrchu vody
- 8. Země**
  - 8.1 Produkty ze země
  - 8.2 Půda
    - 8.2.1 Co je to půda?
    - 8.2.2 Kolik prostoru zaujímá půda?
    - 8.2.3 Pohyb vody v půdě
  - 8.3 Buňky, vejce a semena
    - 8.3.1 Pozorování buněk
    - 8.3.2 Pozorování vajíček
    - 8.3.3 Pozorování kuřecích embryí
    - 8.3.4 Otázka života
  - 8.4 Nezpracovaná půda
    - 8.4.1 Co lze získat z nezpracované půdy?
  - 8.5 Kovy z rud
    - 8.5.1 Zlato
    - 8.5.2 Extrahování kovů teplem
    - 8.5.3 Extrakce mědi z roztoku
    - 8.5.4 Užití elektřiny k extrakci olova
  - 8.6 Zkoumání vlastností kovů
    - 8.6.1 Shody a rozdíly mezi kovy a nekovy
    - 8.6.2 Názvosloví oxidů
    - 8.6.3 Soutěž kovů s kyslíkem
    - 8.6.4 Vytěšňování kovů z roztoků



- 8.6.5 Síla reakce
- 8.6.6 Reakce termitu
- 8.6.7 Může být použit vodík k redukci oxidů kovů?
- 8.7 Zkoumání rud
  - 8.7.1 Plamenové reakce
  - 8.7.2 Zkoumání neznámých minerálů
- 8.8 Složky mořské vody
  - 8.8.1 Vedení elektřiny mořskou vodou
  - 8.8.2 Zahřívání mořské vody
  - 8.8.3 Příprava bromu z mořské vody
  - 8.8.4 Příprava jodu z mořské vody
- 9. Hmyz**
  - 9.1 Kobylky
    - 9.1.1 Výskyt kobylek
    - 9.1.2 Co obsahují vajíčka hmyzu?
    - 9.1.3 Životní cyklus kobylek
  - 9.2 Velcí bílí motýli
    - 9.2.1 Životní cyklus motýlů
  - 9.3 Pozorování živého hmyzu
    - 9.3.1 Pozorování aphidsei
- 10. Energie**
  - 10.1 Energie a energetický transfer
    - 10.1.1 Stroj a užitečná práce
    - 10.1.2 Může být využita práce stroje?
    - 10.1.3 Práce svalů
    - 10.1.4 Práce vody (vodní síly)
    - 10.1.5 Práce elektřiny
    - 10.1.6 Fotochemická reakce
    - 10.1.7 Měření práce a energie
    - 10.1.8 Přeměny potenciální a kinetické energie
    - 10.1.9 Jak získat další energii?
    - 10.1.10 Využití jaderné energie

## 2. Příklad integrovaného předmětu „SCIENCE“

K vytvoření představy o tom, jak vypadá v anglosaských zemích integrovaná výuka přírodních věd před zaváděním samostatných přírodovědných disciplín, uveďme další konkrétní příklad [18]. Jde o pětiletý systém (tzv. Individualised Science. International Learning Corporation, Illinois, 1984 [6]). Výukový systém je určen pro žáky pátých až devátých tříd všeobecně vzdělávací školy v USA.

### 5. ročník

Začíná se rozpoznáváním a popisem tvarů předmětů, dále planárních útvarů, shod, rozdílů, následuje přiřazování ordinálních a kardinálních čísel k množinám předmětů, diferenciaci zvířat, měření (např. porovnání délek ryb), měření krevního tlaku, teploty vody a vzduchu, přiřazování vlastností věcem.

### 6. ročník

Studium detailů předmětů – rostlina – co je bezprostředně vnímatelné (stonek, listy, květ) a co ne (kořen), poznávání nesprávností a nepřesností v předkládaných obrazech – pokus o popis a vysvětlení, studium růstu rostlin v různých podmínkách (měření a pozorování), péče o potomstvo v přírodě, zajišťování potravy zejména potomstvu (mateřské mléko), rozmanitost v přírodě na příkladech z botaniky a zoologie. Pojem síly (pokusy – přetahování – elementární zavedení pojmu dynamické rovnováhy „síla“ (houpačky). Intuitivní zavedení pojmu vektor, siloměr, váha (od principu k jevu), pojem látka a skupenství, vážení, přelévání, zavedení pojmu koule, molekula, hmotnost, vzduch (i z fyzikálního hlediska), postupné vytváření částicových modelových představ.

### 7. ročník

Měření objemů těles, kapalin a plynů, hmotností, teploty, systém základních jednotek, přesnost měření, měrné válce, sluchový orgán člověka, vliv podmínek např. na růst rostlin – neosvětlené a osvětlené prostředí, obdělávání rostlin, uspořádání organismu (člověk – stroj) a jeho funkce, pojem systému a podsystemu, zařizovací ústrojí, význam potravy, fyzikální výklad funkce kostry, svalstva, sluchového orgánu, laboratorní studium chování zvířat, systém pro měření teploty (jeho konstrukce jako problém). Jak mohu vytvořit systém v němž se bude pohybovat voda, jednoduché elektrické obvody, studium magnetických jevů, vyšetřování tepu a srdeční činnosti a dále (poprvé): Jak můžeš vytvořit chemický systém – otázka interakce, elementy optiky, studium hoření svíčky (Faraday), interakce v chemických systémech. Teplo a interakce v chemických systémech. Kyseliny, báze, indikátory. Pozorování různých chemických reakcí.

Kvantitativní aspekt směřující k reakční kinetice. Můžete uvažovat o barevné změně?

### **8. ročník**

Studium plamene svíčky, hoření svíčky v uzavřeném prostoru (celý systém žákovských experimentů na studium hoření svíčky). Hmota a energie, ochrana životního prostředí. Časový aspekt. (Průběh děje v čase). Sledování časového průběhu hoření svíčky, podmínky hoření. Lavoisier, příprava látek, Dalton, částicové modelové vysvětlení agregátních stavů, molekuly, rozpouštění, odpařování, prvky a sloučeniny, elektrolýza vody, modelové představy, chemické symboly, fyzikální a chemické změny, uspořádání částic v krystalech, prvky, sloučeniny a jejich symboly, dýchací ústrojí, složení vdechovaného a vydechovaného vzduchu, význam kyslíku pro život, krevní oběh, kvalita ovzduší, ekologie, pokusy s kyslíkem, vzácné plyny.

### **9. ročník**

Energie (gravitační, „elastická“ energie, „chemická energie“), hmota a energie, Joule – jednotka energie, různé formy energie, přeměny energie v systému. Práce, oxidace a energie, sluneční energie, energie větru, slunce, koloběh vody v přírodě, přehrad, potenciální a kinetická energie, „Může světelná energie změnit věci?“ Akustika. Změny energie v různých systémech, též v chemických. Měření tepelné energie. Zahřívání, metabolické změny: bílkoviny, sacharidy a tuky. Proces přijímání a zpracování potravy, funkce jednotlivých orgánů (žaludek, střeva, játra). Jaké metabolismy probíhají ve vašich buňkách? Přenos membránami, difúze, výživa. Elektřina. Potraviny. Proteiny, vitaminy a minerály každý den? „Analýza potravin“. Jak můžeš dokázat škrob, vitamín C, protein a cukr v potravinách?

Uvedli jsme uspořádání učiva vyučovacího předmětu, v němž jsou integrovány nebo spíše nediferencovány poznatky z fyziky, chemie, biologie a v podstatě také z ekologie. Např. z pohledu chemie, která byla předmětem publikované obsahové analýzy projektu [2], je si nutné uvědomit, že pro podstatnou část populace je to jediný soubor chemických vědomostí, které jim všeobecně vzdělávací škola poskytuje (podobné pojetí je i v jiných západních zemích, např. ve Velké Británii).

Na uvedeném americkém systému je zajímavý metodický postup. Vychází se z motivace – např. z vypravování, uvedení filmu a z denního života, které vede k formulování otázky (úlohy, malého problému – ke kterému jsou poskytnuty příslušné předměty, látky, přístroje atd.) Následuje analýza, diskuse, realizace, popis pozorování, opět analýza, formulace výsledků. Těžiště výuky je

v činnosti žáků. Manuálně operační přístup převládá nad intelektuálně operačním. Uvádění např. vzorců, modelů látek atd. má vnější funkci názorného zpřístupnění pozorované skutečnosti. Jde tedy především o empirickou úroveň poznání.

Podobně existuje celá řada dalších projektů, např. MACOS, SCIS I, SCIS II atd. Většina těchto projektů vznikla v 70. letech a představují určitý kompromis mezi starší domácí pragmatickou tradicí v pojetí vyučování vůbec a přírodním vědám zvláště a „novými“ vlivy pocházejícími z Evropy. Jde zejména o silný vliv Piagetovy psychologie a jejího odrazu v pedagogicko-psychologické koncepci učení (a i vyučování – zejména Brunnera).

Na základě uvedených teoretických východisek vznikla celá řada projektů integrovaného přírodovědného vzdělávání, zejména pro americkou Primary School a Junior Secondary School.

Zajímavé jsou zvláště příklady ze systému SCIS (Science Curriculum Improvement Study). Jde v podstatě o to, že žákovi má být poskytnuta „maximální možná volnost“ ve volbě tematiky, které se „hodlá“ dobrovolně věnovat a dále se předpokládá takové uspořádání procesu výuky, které umožňuje „relativně“ maximální samostatnost žáka v procesu osvojování – jakoby bezděčně – učební látky – a tedy i značnou aktivitu poznávajících subjektů. Jde tedy až o absurdní rozmanitost činností žáka s materiálními objekty – hlavním primárním cílem je poznání rozmanitosti věcí a jevů přírodní skutečnosti. Jde o to naučit se tyto jevy vidět, akceptovat je, uvědomovat si je a vytvářet dovednosti jak je charakterizovat, postupně ústně i písemně, z počátku kvalitativně a později je i kvantitativně popisovat. Od tohoto okamžiku se přistupuje k pozorování, zpočátku prostému, postupně řízenému a k měření. Vyvrcholením tohoto vývojového stadia je experimentování spojené s vytvářením jednoduchých modelových představ, vedoucích k zavedení elementárních modelů jako nástrojů vysvětlování poznávaných jevů.

Ještě jeden komplexní projekt si dovolueme ocitovat, a to kanadské kurikulum „Přírodní vědy a technika (Science and Technology)“ pro 1.–8. ročník základní školy [27]. Ten je zajímavý hlavně tím, že obsahuje pět základních linií, rozvíjených od prvního do osmého ročníku. Jde o tyto linie:

- Životní systémy (Life Systems),
- Hmota a materiály (Matter and Materials),
- Energie a řízení (Energy and Control),
- Struktury a mechanismy (Structures and Mechanisms),
- Země a vesmírné systémy (Earth and Space Systems).

Jednotlivá témata základních linií jsou při našich snahách o inovaci kurikula zajímavou inspirací pro tvorbu komplexní přírodovědy 1. a 2. stupně základní školy. Z toho důvodu je uvedeme v následujících tabulkách.

<b>Linie</b>	<b>Životní systémy</b>	<b>Life systems</b>
1. ročník	Charakteristiky a potřeby živých věcí	Characteristics and Needs of Living Things
2. ročník	Růst a změny u živočichů	Growth and Changes in Plants
3. ročník	Růst a změny u rostlin	Growth and Changes in Plants
4. ročník	Lokality a komunity	Habitats and Communities
5. ročník	Lidské systémy orgánů	Human Organ Systems
6. ročník	Rozmanitost živých věcí	Diversity of Living Things
7. ročník	Vztahy v ekosystémech	Interaction within Ecosystems
8. ročník	Buňky, tkáně, orgány a systémy	Cells, Tissues, Organs, and Systems

<b>Linie</b>	<b>Hmota a materiály</b>	<b>Matter and Materials</b>
1. ročník	Charakteristiky objektů a vlastnosti materiálů	Characteristics of Objects and Properties of Materials
2. ročník	Vlastnosti kapalin a pevných látek	Properties of Liquids and Solids
3. ročník	Magnetické a nabitě materiály	Magnetic and Charged Materials
4. ročník	Materiály, které vedou, odrážejí nebo absorbují světlo a zvuk	Materials that Transmit, Reflect, or Absorb Light or Sound
5. ročník	Vlastnosti a změny hmoty	Properties of and Changes in Matter
6. ročník	Vlastnosti vzduchu a charakteristika létání	Properties of Air and Characteristics of Flight
7. ročník	Čisté látky a směsi	Pure Substances and Mixtures
8. ročník	Tekutiny	Fluids

<b>Linie</b>	<b>Energie a řízení</b>	<b>Energy and Control</b>
1. ročník	Energie v našich životech	Energy in Our Lives
2. ročník	Energie z větru a tekoucí vody	Energy from Wind and Moving Water
3. ročník	Síly a činnost	Forces and Movement
4. ročník	Světelná a zvuková energie	Light and Sound Energy
5. ročník	Uchovávání energie	Conservation of Energy
6. ročník	Elektrina	Electricity
7. ročník	Teplo	Heat
8. ročník	Optika	Optics

<b>Linie</b>	<b>Struktury a mechanismy</b>	<b>Structures and Mechanisms</b>
1. ročník	Každodenní struktury	Everyday Structures
2. ročník	Činnost, aktivita	Movement
3. ročník	Stabilita	Stability
4. ročník	Kladky a ložiska	Pulleys and Gears
5. ročník	Silová působení ve strukturách o mechanismech	Forces Acting on Structures and Mechanisms
6. ročník	Pohyb	Motion
7. ročník	Síla struktury a stabilita	Structural Strength and Stability
8. ročník	Mechanická účinnost	Mechanical efficiency

<b>Linie</b>	<b>Země a vesmírné systémy</b>	<b>Earth and Space Systems</b>
1. ročník	Denní a sezónní cykly	Daily and Seasonal Cycles
2. ročník	Vzduch a voda v našem okolí	Air and Water in the Environment
3. ročník	Půda v našem okolí	Soils in the Environment
4. ročník	Skály, minerály a eroze	Rocks, Minerals, and Erosion
5. ročník	Počasi	Weather
6. ročník	Vesmír	Space
7. ročník	Zemská kůra	The Earth's Crust
8. ročník	Vodní systémy	Water Systems

Uvedené projekty jsou vybaveny rozsáhlým komplexem materiálů, od jednoduchých pracovních sešitů pro žáky k učebním textům, zkušebním formulářům, laboratorním příručkám, příručkám pro učitele, návodům na vyhodnocování poznávacího procesu u žáků až po metodické listy, diafilmy, filmy instrukční povahy a konečně bulletin, sdělující a zprostředkující výměnu zkušeností, spojených s aplikací příslušného projektu. Z hlediska prováděné analýzy [2] je zajímavá ta skutečnost, že některé systémy věnují větší, jiné menší pozornost chemii ve srovnání s jinými přírodovědnými disciplínami participujícími na daném didaktickém systému a projektu integrované výuky. Dodejme ještě, že ve všech těchto projektech je uplatněna maximální snaha po individualizovaném učení, že přírodovědná látka slouží jako pracovní nástroj, jehož aplikací se sleduje hlavní cíl přírodovědné výuky, tj. naučit žáky experimentovat, všimnout si věcí a jevů, umět je popisovat a hodnotit, klasifikovat a nacházet taková zobecnění, která mohou být individu v životě potřebná a užitečná. Přitom se berou v úvahu individuální zvláštnosti jednotlivých žáků, které jsou dány jednak geneticky, jednak prostředím, ve kterém žák vyrůstá. Tyto okolnosti je podle autorů nutno brát v úvahu, má-li být výuka pro žáky nejenom zajímavá, ale i společensky užitečná [18].

### 3. Příklady integrovaného školního předmětu fyzika/chemie

Příkladem návrhu integrovaného školního předmětu „Fyzika/Chemie“ může být např. koncepce vytvořená v 70. letech v Dolním Sasku (Niedersachsen). Pro ilustraci uvedme jednotlivá témata ze společné učebnice pro 5. a 6. ročník tohoto projektu jejímiž autory jsou Herbert Selchow a Robert Wrobel a vyšla v nakladatelství Schroedel Verlag v roce 1974 [8].

Učebnice je zpracována do sedmi základních kapitol s označením rozšiřujícího učiva (obtížnějších partií). Tučně jsou uváděna v textu důležitá jména a odborné termíny, červeným rámováním jsou zvýrazněny definice. Učebnice je doplněna popisy velkého počtu jednoduchých experimentů, označeny jsou experimenty, které smí provádět pouze učitel. Pokyny pro řešení úloh, jejichž zadání uzavírá každou podkapitolu, jsou uvedeny v doplňkovém pracovním sešitu.

Přehled hlavních kapitol a jejich podkapitol (hvězdičkou jsou označeny kapitoly rozšiřujícího učiva) je následující:

#### 1. O teple

- 1.1 Na co potřebujeme teploměr?  
(Pocity tepla – Teplota – Teploměr)
- 1.2 Jak pracuje teploměr?  
(Pevný bod – Stupnice teploměru – Druhy teploměrů – Teplotní roztažnost kapalin)
- 1.3 Proč leží mosty na válečcích?  
(Teplotní roztažnost pevných těles – Bimetal – Termostat)
- 1.4 Může nafouknutý balónek v teplé místnosti prasknout?  
(Teplotní roztažnost plynů)
- 1.5 Proč mohou při mrazech prasknout vodovodní trubky?  
(Zvláštnosti při sledování vlastností vody)
- 1.6 Proč mají pánve na smažení držáky z umělé hmoty?  
(Vedení tepla – Dobré a špatné vodiče tepla – Tepelná izolace)
- 1.7 Jak pracuje teplovodní ústřední topení?  
(Tepelný oběh – Teplovodní ústřední topení – Chlazení motorů vzduchem a vodou)
- 1.8 Jak působí teplo ze Slunce na Zemi?  
(Tepelné záření – Pohlcování a odraz tepelného záření)

#### 2. O zvuku

- 2.1 Jak vzniká zvuk?  
(Regulátor zvuku – Tón, hluk a třesk)
- 2.2 Jak působí zvuk na naše ucho?



- (Dobré a špatné vodiče zvuku – Zvuková izolace)
- 2.3 Jak vzniká ozvěna?  
(Odraz zvuku – Rychlost zvuku – Šíření zvuku a hloubkoměr)
- 2.4 Jak vzniká hlasitý a tichý nebo vysoký a hluboký tón? \*  
(Délka kmitání a kmitočet – Hranice slyšitelnosti – Ultrazvuk)
- 2.5 Jak vzniká tón v hudebních nástrojích? \*  
(Kmitající tyče a desky, struny a vzduchové sloupce)
- 2.6 Jak je možné tón zesílit? \*  
(Rezonance – Nucené kmitání)
- 3. O světle**
- 3.1 Jak jsou předměty viditelné?  
(Zdroje světla a osvětlené předměty – Rozptýlené světlo – Odraz a pohlcování světla)
- 3.2 Jak se šíří světlo?  
(Všestranné přímočaré šíření světla – Rychlost světla)
- 3.3 Jak vznikají stíny?  
(Průhledná, průsvitná a neprůhledná tělesa – Stíny a polostíny – Zatmění Slunce a Měsíce \*)
- 4. O magnetismu**
- 4.1 Jaké zvláštnosti můžeme pozorovat u magnetu?  
(Magnetická přitažlivost – Magnetické pole – Kompas)
- 4.2 Jak na sebe vzájemně působí dva magnety?  
(Základní zákon magnetismu – Označování magnetických polí \* – Zemský magnetismus)
- 4.3 Jak si můžeme magnety připravit?  
(Magnetizace železa – Dělení magnetů – Elementární magnety – Od-magnetizování)
- 5. O elektrickém proudu**
- 5.1 Jak to, že žárovka svítí?  
(Zdroj proudu a jeho póly – Jednoduchý elektrický obvod – Pákový přepínač – Elektrické značky a schéma zapojení)
- 5.2 Vedou všechny předměty elektrický proud?  
(Vodiče a nevodíče (izolátory) – Zkrat – Spínač)
- 5.3 Jaké zvláštnosti má elektrický obvod? \*  
(Zvláštnosti různých zdrojů proudu – Zvláštnosti různých vodivých obvodů)
- 5.4 Jak pracují elektrické vyhřívací přístroje?

- (Elektrické teplo – Termostat \* – Žárovka \* – Intenzita proudu a přístroj k měření elektrického proudu \* – Tavicí a bimetalová pojistka)
- 5.5 Jak se rozlišují vodiče? \*
- (Elektrický odpor různých vodičů – Odpor s posuvnou regulací)
- 5.6 Jak je možné zapojovat elektrické přístroje do elektrického obvodu? \*
- (Sériové a paralelní zapojení spotřebičů – Sériové a paralelní zapojení spínačů)

## 6. O tělesech a silách

- 6.1 Jak rozlišíme tělesa?
- (Látka a těleso – Skupenství)
- 6.2 Jak působí síla?
- (Různé síly – Působení síly na těleso)
- 6.3 Proč jsou tělesa těžká? \*
- (Hmotnost a jednotka hmotnosti – Síla a jednotka síly)
- 6.4 Kdy se těleso převrhne? \*
- (Těžiště – Rovnovážné polohy – Stabilita polohy)
- 6.5 K čemu slouží vodojemy?
- (Posouvatelnost částic kapalin – Spojené nádoby)
- 6.6 Proč nejsou kapky kulaté? \*
- (Přitažlivé síly – Přílnavost – Povrchové napětí – Funkce vlásečnic)
- 6.7 Proč není „prázdna“ sklenice opravdu prázdná?
- (Objem vzduchu – Hmotnost vzduchu)
- 6.8 Proč se plní pneumatiky kol vzduchem?
- Stlačitelnost vzduchu – Rozpínavost vzduchu – Přetlak a podtlak – Tlak vzduchu)
- 6.9 Jak pracuje „hustilka“?
- (Hustilka na jízdní kolo – Druhy ventilků – Kompresor a stlačený vzduch \*)
- 6.10 Jak pracuje vodní pumpa?
- (Tlaková pumpa – Větrník – Sací pumpa – Membránová pumpa)
- 6.11 Jak se mohou posunovat těžká břemena?
- (Smykové a valivé tření – Kluzná a valivá ložiska – Brzdy – Třecí teplo)
- 6.12 Jak se mohou těžká břemena zvedat?
- (Lano – Pevná kladka – Volná kladka – Kladkostroj)
- 6.13 Jak je možné zvětšit účinky sil?
- (Rovnováha a dvojnásobná a jednozvrtná páka – Páka jako jednoduchý stroj – Pákové váhy \*)
- 6.14 Proč se používají u kol strojů řetězy a řemeny? \*

- (Řetězový a lanový pohon – Pohon ozubenými koly a třecími koly – Přejít do rychlého a do pomalého pohybu – Kolo na hřídeli a klika)
- 6.15 Co je práce, co je energie?  
(Zdvíhací, deformační a urychlovací práce – Energie polohová, pružná a pohybová – Řetězce energetických přeměn \* – Tepelná a vodní elektrárna \*)

## 7. O látkách a látkových přeměnách

- 7.1 Jakým způsobem můžeme čistit vodu?  
(Koloběh vody v přírodě – Suspenze, usazenina, odlití, sedlina – Filtrování, filtrát, zbytek na filtru – Příprava pitné vody \* – Čištění odpadních vod \* – Roztok, destilace, destilát, odpařování, krystaly – Solné zahrady, solanka, solivar, sůl kamenná)
- 7.2 Jak látky hoří?  
(Vosk ze svíček, roztavený vosk, páry vosku, vosková mlha, voskový kouř, plamen – Karbonizace dřeva a uhlí – Žhavení, doutnání, hoření – Vznik požárů, hašení)

Jak je z obsahu učebnice patrné, jedná se o pokus jednotného přírodovědného pohledu na okolní svět. Lze však k němu mít určité výhrady, neboť jde spíše o pohled fyzika. Chemická část je inkorporována poněkud neorganicky, zvláště až v poslední hlavní kapitole, která je již minimálně strukturována a jejíž dvě kapitoly jsou nesrovnatelně (obsahem pojmů) širší než kapitoly předcházející, zahrnující převážně učivo fyziky. Přitom řada z nich by již mohla být poznatky z chemie doplněna (např. 1.5, 3.3, 5.2 atd.). Platí tak výrok známého bavorského didaktika chemie B. Lutze, který realizaci integrovaného přírodovědného předmětu na základní škole v Německu hodnotí spíše jako společné vyučování dvou nebo více předmětů než integrovanou přírodovědu [9]. Realita pak vypadá tak, že je vyučována v rámci tohoto předmětu po určitou dobu odděleně fyzika – učitelem, aprobovaným ve fyzice, pak podobně následuje další předmět atd. Z diskuse nad tímto zásadním problémem „integrované“ přírodovědné výuky plynuly závěry směřující k nově pojaté přípravě učitelů pro základní školy (Hauptschulen). Na bavorských univerzitách tak došlo v druhé polovině devadesátých let k rozšíření aprobovanosti učitelů pro „Hauptschulen“ na tři až čtyři předmětovou přípravu. Opět se potvrdil fakt, že reformy školství musejí začínat právě v přípravě učitelů.

Jedním z nejnovějších integračních projektů učiva fyziky a chemie v Německu je v nakladatelství Schroedel vydaná řada učebnic s názvem „Erlebnis Physik/Chemie (Zážitek z fyziky a chemie)“ vydaná v prvním vydání v roce 2001. Pro ilustraci tohoto přístupu uvádíme obsah (hlavní kapitoly) dru-

hého dílu učebnice a cvičebnice „Erlebnis Physik/Chemie 2“ doporučené pro 8. a 9. ročník základní školy v Dolním Sasku (Niedersachsen).

1. O elektřině
2. Elektronika a zpracování informací
3. Elektromotor a generátor
4. Síly
5. Tlak v kapalinách a plynech
6. Světlo
7. Zvuk
8. Využití elektrické energie
9. Vytápění – přeměny energie v domácnosti
10. Radioaktivita
11. Chemie – přeměnit a změnit
12. Směsi látek a dělicí metody
13. Vzduch
14. Voda
15. Voda a vodík
16. Kyseliny a báze v našem okolí
17. Soli v našem okolí
18. Kovy
19. Plasty – materiály dnešní doby

I v toto novém projektu jsou zachována odděleně tradiční fyzikální a chemická témata. Opět jde spíše o společnou či koordinovanou výuku fyziky a chemie.

#### **4. Příklady integrace oborů fyzika – chemie – biologie do jednoho předmětu „přírodověda“ na 2. stupni základní školy**

V Bavorsku se objevily v osmdesátých letech podobné snahy o integrovanou přírodovědnou výuku jako v ostatních německých spolkových zemích. V učebních plánech z roku 1985 pro 2. stupeň základní školy (Sekundarstufe I – Hauptschulen) byl vytvořen integrovaný předmět Fyzika/Chemie s dvouhodinovou dotací pro všech 6. ročníků studia (5.–10.). V roce 1997 došlo k dalšímu rozšíření integrace v rámci zaváděných nových učebních plánů (pro Hauptschulen) jako společné výuky tří oborů (fyziky, chemie a biologie) v jednom učebním předmětu „Přírodověda“. Přesto se však nepodařilo udržet celkový týdenní počet hodin věnovaný jmenovaným třem přírodovědným předmětům a tak se jejich výsledný počet redukoval na následující stav:

- 5. – 7. ročník po dvou vyučovacích hodinách,
- 8. – 10. ročník po třech vyučovacích hodinách.

Je třeba poznamenat, že v Bavorsku začíná povinná školní docházka v šesti letech a 1. stupeň základní školy (Grundschule) je čtyřletý (1. – 4. ročník). Po čtvrtém ročníku dochází k první diferenciaci, kdy nejschopnější žáci přestupují na gymnázium nebo na reálku (Realschule). Základní škola pokračuje 2. stupněm (Hauptschule). Jejím úkolem je připravovat žáky pro praktickou orientaci jejich další školní přípravy ať již v učebních oborech případně ve středním odborném vzdělávání. Hauptschule je ukončena devátým ročníkem a pro schopné žáky s příslušnými výsledky (např. průměr z němčiny a matematiky 2,5 a lepší) je dána možnost pokračovat ještě v ročníku desátém.

Co se týče popisovaného předmětu Fyzika/Chemie/Biologie je nutné zdůraznit, že takto pojatý předmět je vyučován jedním učitelem (na rozdíl od předchozí realizace „integrace“), který vychází z jedné příslušné učebnice a klasifikuje závěrečné výsledky žáků v předmětu jednou známkou. B. Lutz k tomu poznamenává [9], že takováto koncepce přináší řadu výhod, ale není také bez rizik. Mezi hlavní výhody a nové možnosti výuky patří hlavně nabízející se realizace projektové výuky, vycházející z žákovských životních zkušeností. Svět kolem nich není na jednotlivé obory dělen, a problémy, které budou řešit, tyto hranice přesahují. Risikem je větší možnost fascinace popisnou stránkou jevů a procesů, které mohou být vlivem chybějících solidních oborových bází nesprávně interpretovány a následně chybně vysvětlovány.

Jednotlivá témata jsou zařazena do ročníků následujícím způsobem:

#### **5. ročník**

- 5.1 Slunce – základ života
- 5.2 Pohyb
- 5.3 Zvířata a rostliny v našem okolí
- 5.4 Látky v běžném životě

#### **6. ročník**

- 6.1 Voda – základ života
- 6.2 Život u vody a ve vodě
- 6.3 Vnímání světla a zvuku
- 6.4 Vývoj lidského života

#### **7. ročník**

- 7.1 Vzduch – základ života a prostor života
- 7.2 Vzduch – předpoklad pro procesy v neživé přírodě
- 7.3 Zacházení s elektrickým proudem
- 7.4 Základy mechaniky

## **8. ročník**

- 8.1 Půda – základ života a prostor života
- 8.2 Životní společenství les
- 8.3 Zdravý život
- 8.4 Látky našeho okolí, všedního dne a techniky
- 8.5 Zacházení s elektrickým proudem

## **9. ročník**

- 9.1 Naše místo jako životní prostředí
- 9.2 Základy komunikace
- 9.3 Pohled do mikrokosmu
- 9.4 Vývoj člověka
- 9.5 Látky každodenní spotřeby a techniky
- 9.6 Energie

## **10. ročník**

- 10.1 Naše Země jako životní prostředí
- 10.2 Základy dorozumívání
- 10.3 Pohled do mikrokosmu
- 10.4 Vývoj živočichů
- 10.5 Látky každodenní spotřeby a techniky
- 10.6 Energie

Výuka podle uvedeného učebního plánu začala v Bavorsku ve školním roce 1997/98. Hned zpočátku se však projevil problém s připraveností učitelů na tuto situaci. Byla provedena celá řada opatření týkající se jak pregraduálního (Ausbildung) tak postgraduálního (Fortbildung) vzdělávání učitelů. V současné době již jsou na univerzitách připravováni učitelé pro předmět v troj- nebo čtyřkombinaci (ještě možnost volby dalšího předmětu).

Podle slov jednoho z členů autorského týmu této nové koncepce H. Lallinger [10] je možné shrnout hlavní cíle následovně:

„Cílem je takový učební plán, který:

- hledá celostní pohled,
- ukazuje tématická propojení,
- ačkoli je pojatý integračně, nepopírá existenci jednotlivých oborů,
- dbá na otevřenost a vyžaduje exemplární volbu témat,
- vykazuje oborové základy,
- vyžaduje oborové a vněoborové kompetence,

- umožňuje oborově sjednocující a oborově přesahující práci,
- vyžaduje projektovou a činnostní orientaci.

I přes náročnost těchto dílčích aspektů uvažovaného cíle by mělo být dosaženo velkého zisku: lepších výsledků v učení a spokojenějších žáků [10].

V popisovaném projektu se již jedná o integraci přírodovědných oborů v pravém slova smyslu. Podobně je tomu také ve dvou nových projektech s názvy „PCB (Physik–Chemie–Biologie)“ a „Natur und Technik“.

Projekt PCB určený pro základníškolu (Hauptschulen) je podporován v Bavorsku řadou učebnic z nakladatelství Oldenbourg Verlag z Mnichova („Schulbuchreihe Zusammenhänge – Oldenbourg Verlag, München“). Hlavní okruhy pro jednotlivé ročníky jsou následující:

#### **5. Ročník**

Slunce – základ života  
 Pohyb – pohyb vpřed  
 Zvířata a rostliny v našem okolí  
 Látky kolem nás  
 Stránky s texty

#### **6. Ročník**

Voda – základ života  
 Životní prostředí – Voda  
 Vnímání světla a zvuku  
 Vývoj lidského života  
 Stránky s texty

#### **7. Ročník**

Vzduch – základ života a životní prostor  
 Vzduch – předpoklad pro děje v neživé přírodě  
 O elektřině  
 Základy mechaniky  
 Stránky s texty

#### **8. Ročník**

Půda – základ života a životní prostor  
 Životní společenství – Les  
 Zdravá výživa  
 Látky kolem nás a v technice  
 O elektřině  
 Stránky s texty

## 9. Ročník

Naše místo jako životní prostor  
Základy komunikace  
Pohled do mikrokosmu  
Vývoj listva  
Látky kolem nás a v technice  
Energie  
Slovníček

Projekt „Natur und Technik“ podporují řady učebnic z nakladatelství Cornelsen Verlag z Berlína. Např. pro základní školy (Hauptschulen) v Bavorsku byla vytvořena řada učebnic pokrývající výuku přírodovědy a techniky od 5. do 9. ročníku. Hlavní témata jsou shodná s řadou „Zusammenhänge“, ale u každé podkapitoly je určeno tzv. oborové těžiště (Schwerpunkt). Pro ilustraci uvedeme obsah učebnice pro 8. ročník včetně oborových těžišť:

### I. Půda – základ života a životní prostor

1. Život v půdě (Biologie)
2. Kvalita půd (Chemie)

### II. Životní společenství – Les

1. Zvířata a rostliny v lese (Biologie)
2. Funkce lesa (Biologie)

### III. Zdravá výživa

1. Výživa člověka (Biologie)
2. Nápoje jako potraviny (Chemie)
3. Trávení u člověka (Biologie)
4. Infekční nemoci (Biologie)
5. Omamné látky a drogy

### Látky kolem nás a v technice

1. První setkání s kyselinami a louhy
2. Některé kyseliny poznat důkladně
3. Některé louhy poznat důkladně
4. Škodlivé látky pro životní prostředí
5. Soli

### O elektřině

1. Působení trvalých magnetů
2. Magnetické účinky elektrického proudu



3. Elektromotor
4. Elektromagnetická indukce
5. Transformátor
6. Práce a energie

Z výčtu témat a jejich „zařazení“ prostřednictvím oborových těžišť je opět zřejmý příklon ke společné výuce fyziky, chemie a biologie namísto integrovaného přírodovědného vyučování v pravém slova smyslu. To je ale obecný problém Německa, jako země s tradičním diferencovaným přístupem k přírodovědné výuce od 2. stupně základní školy.

## **5. Příklady tematicky orientovaných integrovaných předmětů na základní a střední škole v SRN**

### **Projekt „Prostředí vzduch“**

Další významnou institucí ve Spolkové republice Německo, která se zabývá tvorbou kurikulů různých stupňů škol, je Institut pro pedagogiku přírodních věd (IPN - Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften) při Univerzitě Christiana Albrechta v Kielu (Christians-Albrechts-Universität Kiel). IPN působí jako výzkumné středisko Šlesvicka – Holštýnska, ale jeho úkoly, zaměřující se na další výzkum a vývoj přírodovědného vzdělávání [11], výrazně přesahují jeho hranice. Institut se skládá z oddělení didaktiky biologie, didaktiky chemie, didaktiky fyziky, věd o výchově, pedagogicko-psychologických metod (včetně zpracování dat) a řídicího oddělení.

Na IPN byla v průběhu let připravena celá řada zajímavých projektů, např. známý komplexní projekt přírodovědného vzdělávání na základní škole z osmdesátých let „Stoffe und Stoffumwandlung“ [12]. V následujícím textu stručně uvedeme základní myšlenky projektu integrovaného přírodovědného tematicky orientovaného učebního předmětu „Prostředí vzduch“. Tento projekt byl prezentován pro větší rozšíření na německých školách v roce 1991 jako návrh volitelného, povinněvolitelného případně povinného předmětu pro 2. stupeň základní školy (8.–10. ročník tzv. Sekundarstufe I), s pokračováním v prvním ročníku střední školy (11. ročník tzv. Sekundarstufe II). Je koncipován jako návrh pro integraci učiva vycházející z poznatků biologie, chemie, zeměpisu, fyziky, techniky a společenských věd (občanské nauky). Projekt zpracovali D. Rodi, G. Begerow, D. Linhart a H. Schneider [13]. Projekt je z textové stránky zajištěn metodickou příručkou pro učitele (Lehrerheft [14]) a pracovním sešitem pro žáky (Schülerheft [15]). Má následující strukturu kapitol:

### **Část I: Získávat energii, ale jak?**

Je podán přehled škodlivých látek, které se dostávají do ovzduší při získávání energie a přehled opatření, která slouží k udržení kvality ovzduší. Jako zvláštní případ je uvedeno téma „Spalování odpadu“, které je kromě jiných odpadních plynů zdrojem zvláště agresivního chlorovodíku.

Téma 1: Znečištění vzduchu produkty spalování

Téma 2: Při spalování odpadků vznikají ještě jiné škodlivé plynné produkty než při spalování ropy

### **Část II: Vzduch v místnosti**

V kapitolách této části je zkoumán vzduch v uzavřené místnosti, který se zde mění prostřednictvím dýchání organismů. Dále je prezentován vliv nejrůznějších nátěrů, laků, lepidel, dřevoochranných prostředků, azbestového prachu a čistících prostředků na vzduch v uzavřené místnosti. Je upevňováno povědomí o potřebě větrání uzavřených prostor. Samostatnou část tvoří problematika „aktivního a pasivního“ kouření.

Téma 3: Dýcháním měníme vzduch v místnosti

Téma 4: Při kouření dýcháme škodlivé látky a znečišťujeme vzduch v místnosti

### **Část III: Vzduch ve městě**

V této části je pozornost zaměřena na zdroje znečištění ovzduší ve městě, tedy na dopravu (oxidy dusíku, oxid uhelnatý, olovo), na vytápění obytných a jiných objektů (oxid siřičitý, oxid uhelnatý), na elektrárny (oxid siřičitý, oxidy dusíku) a na průmyslovou výrobu (prach, těžké kovy a odpadní plyny).

Téma 5: Snižování obsahu škodlivých látek ve výfukových plynech automobilů

Téma 6: Jedovaté sloučeniny těžkých kovů ve vzduchu ve městě

Téma 7: Dopravní zácpy znečišťují naše prostředí

Téma 8: Smog ve městech

Téma 9: Opatření k dlouhodobému zlepšování vzduchu ve městech

### **Část IV: Vzduch v lese a na polích**

Hlavní zaměření je na ekosystém „les“, se všemi jeho souvislostmi týkajícími se znečišťování životního prostředí. Jaký je dopad kvality ovzduší ve městech na další části Země a co udělat, aby bylo zamezeno zmenšování podílu lesních kultur na celkové ploše Země.

Téma 10: Typické obrazy umírání lesa

Téma 11: Příčiny umírání lesa

Téma 12: Opatření proti umírání lesa

### **Část V: Vzduch v zemské atmosféře**

Získávání energie spalováním uhlí, ropy a zemního plynu, stejně tak jako neomezené kácení lesů vede k tomu, že koncentrace oxidu uhličitého ve vrstvách atmosféry blízko nad zemí se za posledních 100 let zvětšila z 0,029 % na 0,035 %. To je o více než 20 % a je hlavní příčinou oteplování zemského povrchu. Dalšími diskutovanými problémy jsou ozónová vrstva a radioaktivní záření.

Téma 13: Zvětšování obsahu oxidu uhličitého v zemské atmosféře

Téma 14: Díra v ozónové vrstvě

Téma 15: Nebezpečí radioaktivního záření

Autoři projektu „Prostředí vzduch“ navázali a rozšířili ekologicky orientovaný projekt výuky biologie ze sedmdesátých let, který vznikl také v IPN pod názvem „Téma vzduch“ [16]. Oproti tomuto projektu, zaměřenému především na konkrétní škodlivé látky, se nový návrh více orientuje na znečištěné životní prostředí, k němuž přistupuje způsobem „od blízkého ke vzdálenému“.

Poznatkovou bází návrhu je učivo biologie, rozšířené o poznatky dalších oborů. Autoři, podle vlastního vyjádření v úvodu materiálu, nepředpokládají zvládnutí celého rozsahu v jednom roce, ale postupně v průběhu 8.–11. ročníku všeobecně-vzdělávací školy. Proto jsou jednotlivá témata koncipována tak, aby mohla být nezávisle na sobě do příslušných ročníků zařazena.

Co se týče postavení předmětu „Prostředí vzduch“ v učebních plánech, předpokládají autoři návrhu jeho zařazení v bloku povinněvolitelných nebo volitelných předmětů. V některých německých zemích tuto možnost přinášejí všechny typy tzv. Sekundarstufe I (2. stupeň ZŠ), ať již to jsou tzv. Hauptschulen, Realschulen nebo gymnázia. V jiných spolkových zemích je však volba omezená. Tam jsou učební obsahy tohoto typu nabízeny buď jako nepovinné „vzdělávací kroužky“ (v Bádensku – Württembersku jsou to např. tzv. EBA – „Erweiteres Bildungsangebot“) nebo práce v rámci dnů věnovaných projektové výuce (Projektstage).

Nová koncepce, jak již bylo řečeno, vychází z poznávání nejbližšího okolí žáků, a postupně jsou rozvíjeny poznatky ve vzdálenějších „pásech“ životního prostředí.

První ověření navrhovaného předmětu proběhlo v druhé polovině osmdesátých let na dvou školách, a to na Scheubelgerschule Bargau a Adalbert-Stifter-

Realschule ve Schwäbisch Gmünd ve dvou skupinách v rámci EBA (viz výše). Hlavní ověření potom přineslo poznatky i ze zařazení tohoto učiva do stávajících předmětů biologie, geografie a částečně i chemie a fyziky. Nejvýraznější ohlas získala zvláště témata „Nebezpečí radioaktivního záření“, „Umírání lesa“ a „Kouření“. Žáci jako nejpřínosnější hodnotili možnost vlastního provádění četných experimentů.

Z testů, které byly zadávány skupinách s takto pojatou výukou [13], bylo patrné skutečně vyšší hodnocení důležitosti globálních ohrožení jako např. „Ničení životního prostředí“, „Atomová válka“, „Havárie jaderných elektráren“ apod. než bezprostředních osobních neštěstí jako jsou např. „Nemoc“, „Smrt rodičů“, „Nezaměstnanost“ apod. U kontrolních skupin, které neabsolvovaly témata projektu „Prostředí vzduch“, bylo těžiště důležitosti blíže k osobní oblasti.

Závěrem ještě dodejme, že projekt má výborně zpracovaný pracovní sešit pro žáky s velkým množstvím pracovních listů k řízenému pozorování, měření a provádění velkého množství převážně žákovských experimentů. Ovšem o samostatném předmětu, zařazeném do učebního plánu konkrétního ročníku jsme zatím záznam neobjevili.

#### **Přírodovědný projekt „Počasí a podnebí“**

Pro integrovanou výuku přírodních věd vydalo nakladatelství Ernst Klett Schulbuch Verlag v roce 1995 sérii materiálů pro 8. – 10. ročník základní školy (Sekundarstufe I). Materiály ve formě příruček k jednotlivým komplexním projektům vyšly v edici „Fachübergreifender Unterricht – Biologie – Chemie – Geografie – Physik.“ Jako příklad uvedeme stručný popis projektu „Počasí a podnebí (Wetter und Klima)“ autorů A. Kremera a L. Stäudela [17]. Učební text je zpracován zajímavým způsobem jako „odborné čtení“ s řadou obrázků a fotografií a s místy označenými pro aktivity žáků: pozorování; analýza různých materiálů – novinových zpráv, encyklopedických analýz; měření; zamyšlení se nad problémem; provádění experimentů, výrobu improvizovaných měřících přístrojů aj. Obsah je volně strukturován (bez výrazného formálního označování kapitol – pouze v záhlaví textu) do jedenácti okruhů, připojen je výkladový slovník nových a neznámých pojmů a rejstřík. Okruhy jsou pojmenovány následovně:

#### **Sedlákovy moudrosti**

Slavnostní a svaté  
Lidé jsou závislí na počasí  
Počasí a ty

### **Počasí a zdraví**

Všichni mluví o počasí  
Mnozí by chtěli teplo – jiní ne  
Počasí za fěnu  
Lázně a léčivé koupele  
Pokožkové a venkovní rostliny  
Extrémní podnebí: sauna  
Počasí a smysly

### **Pozorování počasí**

Vlhkost vzduchu a teplota  
Thermo-hydro-graf  
Různé stupnice  
Vítr  
Nízký tlak

### **Předpověď počasí**

Vědět, jaké bude počasí  
Německá meteorologická služba  
Meteorologické satelity  
Vysoko a hluboko  
Děšť, sníh, kroupy, jinozatka  
Meteorologická mapa

### **Nebezpečí pro počasí i podnebí: skleníkový efekt**

Skleníkový efekt = více tepla  
Hamburg hlásí: země je pod vodou  
Je to již změna podnebí?  
Skleníkový efekt č. 1: oxid uhličitý  
Kdo za to může?

### **Hustý vzduch**

Oheň = znečištění vzduchu?  
Staré a nové škodlivé látky ve vzduchu  
Teplotní inverze: předpoklad vzniku smogu  
Škody na zdraví a přírodě  
Ozón – nahoře málo, dole moc  
Na škody je třeba upozorňovat

### **Počasí u nás a jinde**

Podnebí střední Evropy  
Golfský proud: tepelný zdroj pro Evropu  
Tropy a subtropy  
Polární oblasti

Tropické bouře  
Tornáda

#### **Přizpůsobování se podnebí**

Přizpůsobování se prostředí  
Šaty a móda  
Ochrana před teplem a chladem  
Zimní kožich nebo „dovolená na jihu“  
Volný čas a turistika  
Topit – ale správně!  
Slunce jako dodavatel energie

#### **Klima ve městě**

Kdo může, opouští město  
Test obsahu prachu ve vzduchu  
Mapování lišejníků  
Městská zeleň  
Městský ekologický průzkum

#### **Vyrobíme si jednoduché přístroje k pozorování počasí**

Měříme jako na meteorologické stanici?  
Větrný pytel  
Borová šiška – hygrometr  
Teploměr  
Vodní barometr  
Měřič síly a směru větru  
Dešťoměr a svodná nálevka

#### **Mapování lišejníků ve Stuttgartu-Feuerbachu**

#### **Živé ploty proti sněhovým závějím v Bavorsku**

#### **Lexikon**

#### **Rejstřík**

Jak je patrné z uvedeného přehledu kapitol projektu, nejedná se o pouhé zkoumání počasí a klimatu. Téma je samo o sobě žákům velmi blízké, nijak předem neevokuje šířku, kterou takto pojatá vlastní realizace přináší. Žáci se seznamují s řadou poznatků různých vědních oborů, aniž by příslušné zařazení potřebovali a navíc se to děje vlastním zkoumáním a tvůrčí činností.

V této kapitole představené projekty v sobě implicitně a částečně i explicitně nesly ambice stát se na základní škole integrovanými přírodovědnými předměty, aniž by muselo dojít k předimenzování obsahu výuky [18, 19].

Existuje řada dalších přístupů, které byly publikovány včetně výsledků jejich evaluace. Již na řadě míst byl uveden jako příklad integrace přírodovědné-

ho vyučování projekt „Kyselý déšť (Saurer Regen)“ autorů W. Jansena, A. Blockové a J. Knaacka z Univerzity v Oldenburku [20]. Byly již popsány i první zkušenosti s jeho zařazením do výuky ve volitelných předmětech (Leistungskursen) ve vyšších ročnících německého gymnázia [18].

Do češtiny byl v současné době z německého originálu „Naturwissenschaften (Cornelsen Verlag, Berlin, 1998)“ přeložen v nakladatelství Fraus z Plzně projekt „Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku.“ zahrnující části [21-26]:

- Vzduch,
- Voda,
- Půda,
- Zdraví,
- Energie,
- Informace a komunikace.

Jeho aplikace v kurikulu naší základní školy je ale v současnosti spíše diskutabilní. Podle anotace projektu jde spíše o doplňkový materiál či materiál pro skupinové a projektové vyučování, ne tedy učebnice integrované přírodovědy pro určitý ročník základní školy.

### **Závěr**

„Do výuky by měly být podstatně více zařazovány praktické činnosti. Mělo by v ní být dostatek příležitostí jak uplatnit zkušenosti z běžného života a ze světa práce. Objeví se dále nová **mezipředmětová témata** – jako jsou témata evropské integrace, multikulturní výchovy a environmentální výchovy. Jejich realizace předpokládá týmovou spolupráci učitelů a využívání různých forem mimotřídní činnosti. Vůbec bude rozvíjena **výuka v integrovaných celcích** i uplatňovány **nové formy výuky**, které usnadní vnitřní diferenciaci až individualizaci vzdělávání. Jednou z nich je např. projektová výuka založená na aktivní, samostatné práci žáků, jimž dává příležitost jít v daném tématu do větší hloubky.

Nové pojetí kurikula – především důraz na klíčové kompetence, **posílení integrace výuky a mezipředmětových vztahů**, větší míra diferenciaci, uplatnění nových témat – i zpracovávání vlastního vzdělávacího programu školy značně zvýší nároky na školy i učitele a budou vyžadovat jejich systematickou přípravu a stálou podporu. To je jedním z hlavních cílů návrhu společné podpůrné infrastruktury“. To je výsek z textu podkapitoly „Kurikulární politika (část II. Předškolní, základní a střední vzdělávání – kapitola A. Obecné otázky vzdělávání v regionálním školství)“ Národního programu rozvoje vzdělávání v České

republiky (2. verze – pracovní text k vnějšímu připomínkovému řízení, MŠMT, Praha, 23. říjen 2000, s. 38, zvýrazněný text M. Bílek) [27].

Z uvedeného textu tzv. „Bílé knihy“ rozvoje vzdělávání v České republice je na první pohled patrné, že diskutovaná témata mají svoji aktuální hodnotu.

Problematika mezipředmětových vztahů je jedním z typických vyjádření úsilí o inovaci vzdělávacích programů již odedávna. U nás je dlouhodobou snahou tento problém řešit především obsahovou koordinací jednotlivých předmětů. Na první pohled relativně jednoduchý úkol, ovšem téměř neřešitelný, neboť odkazy na možnost didaktické kooperace učitelů jednotlivých předmětů nemohou neuspokojivý stav zásadně změnit [28]. Zdá se, že i naše dlouhodobá izolace od západních pedagogických aktivit způsobila při pokusech o překonávání uvedených problémů nenalezení přiměřených východisek. Aktivity rozvíjené od šedesátých let pod záštitou UNESCO, byly směřovány zásadně odlišně – integrací příbuzných obsahů do integrovaných vyučovacích předmětů. Už koncem sedmdesátých let byly ve světě známy stovky projektů integrované výuky přírodovědných předmětů [29]. Integrace nabývala různých stupňů – od koordinované výuky příbuzných předmětů, přes kombinované modely, až po sjednocenou výuku v rámci tzv. integrovaných předmětů. V integrované výuce jsou přítomny pozorovatelné dvě základní tendence [28]:

1. První z nich je možné označit jako globální přístup. Zde se při prezentaci a vysvětlování dějů, jevů a věcí nerozrušuje vnímatelný celek ve prospěch parciálního poznání příslušných věd. Souhrn poznání jednotlivých věd tvoří pouze aspektové východisko pro racionálnější a hloubavější pochopení celku žáky.
2. Druhý je možné nazvat syntetizující přístup. V něm je východiskem pro vnímání určitého jevu jakási syntéza, resp. mozaika jeho poznání příslušnými vědními oblastmi.

Pokud se zdají být na první pohled oba přístupy v souladu, z hlediska dítěte a způsobu jeho poznávání jsou v rozporu. Přičemž přijatelnější je první z nich, který se ale metodologicky více vymyká z kontextu tradičního didaktického myšlení. Své zdůvodnění totiž nachází spíše než v syntetizujících tendencích současné vědy v zaměření pozornosti na reálné poznávací kompetence dětí. To už je ale téma, které rámec tohoto textu přesahuje, a více se mu věnuje již citovaná publikace [28].

Připomeňme tedy na závěr znovu jednu část zásadních doporučení z návrhu „Bílé knihy“, tzv. **nových rysů v pojetí kurikula** pro předškolní, základní a střední vzdělávání [27], v níž se řada z diskutovaných otázek promítá:

- podporovat rozvoj klíčových kompetencí jako nástroje přeměny encyklopedického pojetí vzdělávání,



- uplatnit nové formy aktivní výuky, zejména projektovou výuku, a různé formy mezipředmětové integrace, jako jsou mezipředmětová témata a projekty, i další formy mimotřídní činnosti,
- využít výše uvedené formy při zavádění nových oblastí do kurikula: evropská dimenze a multikulturní výchova, environmentální výchova (výchova k tvorbě a ochraně životního prostředí a pro trvale udržitelný rozvoj), výchova občana demokratické společnosti (zejména změnou klimatu školy), ekonomie a podnikatelství (nejen získání poznatků o fungování ekonomických jednotek, ale i vlastní aktivity jako studentské firmy), podpora profesní orientace (využití všech forem – zavedení samostatného předmětu, nadpředmětové projekty, individuální práce s žáky, součinnost školního psychologa i výchovného poradce, zahrnutí do výstupního hodnocení žáka, resp. studenta), využívání ICT, výchova k zdravému životnímu stylu aj.,
- systematicky připravovat učitele na nové pojetí kurikula a na zavádění odpovídajících metod a forem výuky,
- zahrnout uvedené formy a témata do inovačních a rozvojových programů ministerstva.

### Literatura

- [1] *Nyholm, R. S. et al.*: Nuffield Science Teaching Projects. London, 1967.
- [2] *Hellberg, J.*: Vývoj chemie jako vyučovacího předmětu vysoké a střední všeobecně vzdělávací školy. Hradec Králové: PdF, 1979.
- [3] *Armstrong, H. E.*: The teaching of scientific method and other papers on education (Reprint). London: Murray, 1973.
- [4] Nuffield 1966, Edin. Chem., 4, 1966, s. 202.
- [5] Nuffield Combined Science – Teachers Guide. London: Longmann (Penguin Books), 1970
- [6] Individualised Science. International Learning Corporation, Illinois, 1984.
- [7] *Pankratz, V., Puchtinger, F., Reuther, H., Schmoranzer, H., Soloch, B., Struss, H., Tresselt, P.*: Naturwissenschaftlicher Unterricht. Frankfurt/Main: Verlag Moritz Diesterweg, 1995.
- [8] *Selchow, H., Wrobel, R.*: Physik – Chemie 5./6. Schuljahr (Orientierungsstufe). Hannover – Dortmund – Darmstadt – Berlin: Hermann Schroedel Verlag KG, 1974.

- [9] *Lutz, B.*: Der neue Hauptschullehrplan von 1997: Integration dreier Fächer zu einem Fach „Naturwissenschaften“. Druckunterstützung der Vorlesung, Hradec Králové, 14. 3. 1997.
- [10] *Lallinger, H.*: Vernetzt unterrichten, das neue Fach Physik/Chemie/Biologie. Hauptsache, Das Hauptschulmagazin, Stuttgart: Klett Verlag, Herbst 1996, Ausgabe 4, Bayern, s. 3–4.
- [11] *Riquarts, K.*: Studentafeln der Naturwissenschaften. Kiel: IPN, 1988.
- [12] *Dierks, W.*: Fragen und Ergebnisse fachdidaktischer Forschung und ihre Berücksichtigung im IPN – Lehrgang „Stoffe und Stoffumwandlungen“. MNU 8 (1986), s. 457–464.
- [13] *Rodi, D., Begerow, G. G., Linhart, D., Schneider, H.*: Umwelt Luft. IPN Einheitenbank Biologie Kiel, Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1991.
- [14] *Rodi, D., Begerow, G. G., Linhart, D., Schneider, H.*: Umwelt Luft – Lehrerheft. IPN Einheitenbank Biologie Kiel, Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1991.
- [15] *Rodi, D., Begerow, G. G., Linhart, D., Schneider, H.*: Umwelt Luft – Schülerheft. IPN Einheitenbank Biologie Kiel, Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1991.
- [16] *Begerow, G. G., Rodi, D., Linhart, D., Schneider, H.*: Thema Luft. IPN Einheitenbank Curriculum Biologie Kiel, Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1977.
- [17] *Kremer, A., Stäudel, L.*: Projekt Naturwissenschaften. Wetter und Klima. Stuttgart – Düsseldorf – Berlin – Leipzig: Ernst Klett Schulbuchverlag, 1995.
- [18] *Hellberg, J., Bilek, M.*: K současnému stavu a vývojovým tendencím výuky chemii ve vybraných zemích Evropské unie. Hradec Králové: Gaudeamus, 2000.
- [19] *Jansen, W., Block, A., Knaack, J.*: Saurer Regen – Ursachen – Analytik – Beurteilung. Stuttgart: J. B. Metzlersche Verlagbuchhandlung, 1987.
- [20] *Bilek, M. a kol.*: K integraci v přírodovědném vzdělávání. Hradec Králové: Gaudeamus, 2001.
- [21] *Kol.*: Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Voda. Plzeň: Fraus, 2005.
- [22] *Kol.*: Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Vzduch. Plzeň: Fraus, 2005.

- [23] *Kol.:* Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Půda. Plzeň: Fraus, 2005.
- [24] *Kol.:* Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Zdraví. Plzeň: Fraus, 2005.
- [25] *Kol.:* Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Energie. Plzeň: Fraus, 2005.
- [26] *Kol.:* Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Informace a komunikace . Plzeň: Fraus, 2005.
- [27] *Kol.:* Science and Technology. The Ontario Curriculum – Grades 1–8. Ontario: Queens Printer, 1998.
- [28] *Kotásek, J. a kol.:* Národní program rozvoje vzdělávání v České republice (2. verze – pracovní text k vnějšímu připomínkovému řízení). Praha: MŠMT, říjen 2000 (<http://www.msmt.cz>).
- [29] *Bílek, M. a kol.:* Psychogenetické aspekty didaktiky chemie. Hradec Králové: Gaudeamus, 2001.
- [30] *Vachek, J.:* Vzájemné vztahy mezi vyučováním fyzice, matematice a ostatním přírodním vědám. Matematika a fyzika ve škole, 10, 1979/80, č. 10, s. 46–54.

Konstruktivismus a jeho aplikace  
v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání

## **Integrovaná přírodověda**

Editorka prof. RNDr. Danuše Nezvalová, CSc.  
Odpovědná redaktorka Mgr. Lucie Loutocká  
Technická úprava doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.  
Návrh a grafické zpracování obálky Mgr. Petr Jančík

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci,  
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc  
[www.upol.cz/vup](http://www.upol.cz/vup)  
e-mail: [vup@upol.cz](mailto:vup@upol.cz)

Olomouc 2006

1. vydání

ISBN 80-244-1391-4  
Neprodejná publikace