

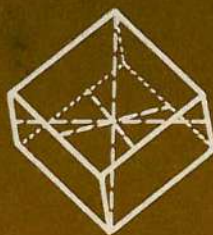
14-544-81

02/53

Kčs 37,00

SPN

6-03-11/1



FRANTIŠEK PAUK
A KOLEKTIV

Didaktika geologických věd

SPN

Didaktika geologických věd

Doc. RNDr. FRANTIŠEK PAUK, CSc., a kolektiv

Didaktika geologických věd

**Státní
pedagogické
nakladatelství
Praha**

Na obálce: Vápencové skály Zádielského kaňonu ve Slovenském krasu
Foto ing. A. Nový

Napsali: hlavní autor doc. RNDr. František Pauk, CSc.; autoři jednotlivých kapitol: doc. PaedDr. Vojtěch Barth, CSc. (1.3.1—1.3.3), PhDr. Vladimír Habětín (1.5.3.2, 5.5—5.5.4.7, 7.6), Jan Jarolímek, prom. ped. (1.7, 1.7.1, 1.7.2), RNDr. Eduard Kočárek (1.4—1.4.2.2, 2—2.3.5, 5.2—5.2.1.5, 6—6.1.4), RNDr. Petr Kühn, CSc. (3.1—3.1.1.3, 3.2—3.2.5), RNDr. Oton Maslowski, (1.3.1—1.3.3), prof. RNDr. Milan Mišík, DrSc. (5.3.4.1, 5.4.5.3), doc. RNDr. František Pauk, CSc. (1.1, 1.4.1, 1.5—1.5.2.3, 1.5.3.2, 1.7.2, 3.2.6, 8), RNDr. Stanislav Slušík, (3—3.1.1.3, 3.2—3.2.5), Anežka Šírková, prom. ped. (1.5.1.8, 5.2.2—5.2.2.5), František Štván, prom. ped. (1.4—1.4.2.2, 1.5.2.4, 5.1—5.1.4.2, 5.4—5.4.5.2, 6.2—6.3.4), Jaroslav Vališ, prom. ped. (1.3.4.1—1.3.4.6), RNDr. Josef Vávra (1.5.3—1.5.3.1, 1.6.4, 5.3—5.3.3, 5.3.4.2—5.3.4.3), František Zemánek, prom. geolog (3.1.2—3.1.2.5, 4—4.2.3).

Recenzovali: celý text prof. RNDr. Bedřich Bouček, DrSc., Jan Pásek, prom. ped., Jaromír Suda, prom. ped.; obecnou část doc. PhDr. Jiří Kotásek, CSc.; obecnou a soustavnou mineralogii a petrografii prof. RNDr. František Němec; geologickou část prof. RNDr. Josef Dvořák; kapitoly Postavení Země ve vesmíru, Planetologie a kapitoly obecné geologie ing. Josef Pták; kapitoly z užité geologie, o exkurzích a ochraně přírody RNDr. František Skřivánek.

První vydání

© Státní pedagogické nakladatelství, 1979

Illustrations © Štěpán Novák, 1979

J 34 689

Kniha, kterou předkládáme našim učitelům a ostatním zájemcům, obsahuje základy obecné a speciální didaktiky geologie v širokém pojetí, tj. didaktiku základních geologických věd (mineralogie, petrologie, geologie, geofyziky, geochemie a užité geologie) a věd příbuzných a blízkých (paleontologie, pedologie). V mnohém směru je prací průkopnickou. Kromě vysokoškolských skript (F. Štván — S. Navrátil 1973, E. Kočárek 1978, V. Habětín 1980) neexistuje u nás moderní příručka, která by se zabývala problematikou výuky geologických věd. Také v zahraniční literatuře jsou příručky didaktiky geologie zcela ojedinělé. Tato kniha dokumentuje stav vývoje československé didaktiky geologie na konci sedmdesátých let. Ukazuje, že stupeň rozpracovanosti jednotlivých částí didaktiky geologie je dosud nestejný, a tím naznačuje směr dalšího výzkumu v tomto oboru.

Učivo geologických a biologických věd bylo na všeobecně vzdělávacích školách tradičně spojováno v předmětu přírodopis nebo v předmětu biologie a geologie, a proto i teorie vyučování geologii byla obvykle součástí metodiky přírodopisu. Nevěnovala se jí však taková pozornost jako metodice biologie. To vývoj didaktiky geologie brzdilo. Rozptýlení učiva geologie do chemie a do zeměpisu v letech 1953 až 1960 mělo za následek omezení studia geologie jak na vyšších školách pedagogických, tak i na vysokých školách pedagogických a na přírodovědeckých fakultách po dobu celého desetiletí, a to způsobilo i přerušování vývoje didaktiky geologie.

Opětné zavedení studia přírodopisu na pedagogických fakultách a geologie jako samostatného aprobačního předmětu v kombinaci s dalším předmětem na přírodovědeckých fakultách vyvolalo i nutnost zajištění nejen odborného vzdělání učitelů geologie na všeobecně vzdělávacích školách, nýbrž i jejich vzdělání pedagogického, a to v didaktice, v teorii vyučovacího procesu. Ukázala se i potřeba podstatně posílit didaktickou přípravu učitelů přírodopisu na základní škole v její geologické složce, protože jí bývá často věnována menší péče než složce biologické.

Význam kvalitní přípravy učitelů v oboru didaktiky geologie nepoklesl ani v současné době, kdy byla zavedena jednotná příprava učitelů 5. až 12. ročníku. Základy geologických věd jsou nyní součástí učitelského studia biologie, základy didaktiky geologie jsou obsaženy v didaktice biologie.

Máme zato, že právě podceňování pedagogické přípravy odborných učitelů středních škol v didaktice geologie bylo jednou z příčin, že vyučování geologii zaostávalo za vývojem pedagogiky, psychologie i geologických věd. Moderní vyučovací metody, organizační formy i učební pomůcky se na školách vžívaly se zpožděním. Také geologické učivo se pružně nepřizpůsobovalo rozvoji geologických věd, změnám v jejich pojetí i současným potřebám výchovy mládeže. Učivo některých oborů geologických věd, zejména mineralogie a petrografie, přednášené zastaralými metodami, nevzbuzovalo žádoucí zájem o neživou přírodu. Z toho vyplývalo podceňování významu geologických věd pro všeobecné vzdělání a výchovu, zejména pro výchovu ideovou, pro vytváření vědeckého světového

názoru, pro výchovu polytechnickou, tedy pro praxi. Byl podceňován i význam geologických věd pro společnost.

Dnes se již považuje za neudržitelný názor, že učitel stačí jen odborná příprava, aby se stal dobrým učitelem. Jen učitel, který je dokonale obeznámen s cílem a prostředky výchovy, může plnit svůj výchovně vzdělávací úkol.

Práce na této příručce začala v r. 1970, kdy se ustavil čtrnáctičlenný autorský kolektiv složený z učitelů vysokých a všeobecně vzdělávacích škol. Koncem první poloviny sedmdesátých let byl text zhruba napsán. Další práce na rukopisu však pokračovaly pomaleji. Práce velkého autorského kolektivu přinesla vedle nesporných kladů i obtíže. Bylo třeba spojit části napsané jednotlivými autory v jednotný celek a původně značně rozsáhlý rukopis zredukovat. Kromě toho probíhaly přípravy k realizaci nového projektu československé výchovně vzdělávací soustavy. Byly vypracovány nové učební plány, osnovy a učebnice základních škol a gymnázií a na vybraných školách experimentálně ověřovány. Tyto práce však nebyly dokončeny ani v době tisku této knihy. Proto mohlo být v textu jen zčásti přiblíženo k novým osnovám a učebnicím všeobecně vzdělávacích škol. I když se v nových osnovách integrací učiva mineralogie, petrologie a geologie podstatně změnila struktura učiva, bude pravděpodobně i nadále nutné řešit problémy výuky geologických věd vzhledem k vědecké struktuře těchto vědních disciplín.

Sjednocení textu, redukci i další úpravy provedl hlavní autor doc. dr. F. Pauk za pomoci dvou členů autorského kolektivu dr. E. Kočárka a dr. V. Habětína. Nebylo však možné plně sjednotit obecně didaktickou terminologii, poněvadž tato terminologie není dosud zcela ustálena (to se týká např. termínů vyučovací prostředek, učební pomůcka, výuka, vyučování apod.).

Cílem této knihy je ukázat učitelům i ostatním zájemcům celou problematiku výuky geologických a příbuzných věd, seznámit je s vnitropředmětovými vztahy, s použitím různých metod a postupů výuky, pomůcek, upozornit je na nové objevy geologických věd, odbornou a didaktickou literaturu apod. Tím tato příručka poslouží jako doplněk nově vydávaných metodických příruček k učebnicím pro základní školy a gymnázia, které již budou plně odpovídat platným osnovám podle Projektu. Kromě toho předpokládáme, že se naše kniha stane východiskem pro další vědeckovýzkumné práce v oboru didaktiky geologie.

Knihu věnujeme našim spolupracovníkům doc. dr. V. Barthovi, F. Štvánovi, dr. J. Vávrovi a F. Zemánkovi, recenzentům prof. dr. B. Boučkovi a prof. dr. J. Dvořákovi, kteří se jejího vydání již nedožili. Čest jejich památce!

OBECNÁ ČÁST

1.1 POSTAVENÍ DIDAKTIKY GEOLOGICKÝCH VĚD V SYSTÉMU VĚD

Vzhledem k omezenému rozsahu obecné části příručky a k speciálním podmínkám vývoje didaktiky geologických věd je možno se zabývat otázkami postavení této vědy v systému věd a otázkami jejích úkolů jen velmi přehledně a odkázat na jejich podrobnou analýzu v publikaci F. Štvána a St. Navrátila *Kapitoly z didaktiky geologie*. Pro podružné postavení geologie na všech všeobecně vzdělávacích školách po roce 1953 je třeba věnovat v této kapitole mimořádnou pozornost zdůvodnění významu vyučovacího předmětu geologie z hlediska výchovně vzdělávacího v souvislosti s celospolečenským významem geologických věd.

Didaktiku geologie (didaktiku geologických věd) definují uvedení autoři jako vědu, která zkoumá specifické podmínky, zákonitosti a jevy výchovného procesu, podmíněného geologickými poznatky a objekty s cílem dosáhnout co nejlepšího využití geologických poznatků pro formování osobnosti. Považují didaktiku geologie za samostatnou interdisciplinární integrovanou vědu, která je jedním ze spojovacích článků věd společenských (pedagogiky, psychologie) a přírodních. Je to první definice didaktiky geologie v naší pedagogické literatuře, neboť se u nás didaktika začala vyvíjet jako samostatná věda před několika roky. Pedagogové považují speciální didaktiky vyučovacích předmětů za pedagogické vědy. (Viz např. T. A. Iljinová, 1972, str. 17.)

Didaktika geologie má základní vztah k **marxisticko-leninské filozofii**. Kromě obecně teoretické a metodické stránky této vědy věd využívá didaktika geologie světonázorové funkce marxistické filozofie, zejména v otázkách vytváření vědeckého světového názoru při vyučování geologii (V. Barth, 1970; B. M. Kedrov, 1962, str. 153).

Vztah mezi didaktikou geologie a **geologickými vědami** je dán bezprostředně předmětem zkoumání. Didaktika geologie posuzuje poznatky geologických věd z hlediska jejich významu pro vytváření osobnosti v socialistické společnosti.

Vztah didaktiky geologie k **pedagogice** je dán tím, že pedagogika stanoví obecné cíle výchovy, kterým se přizpůsobuje i výchova při vyučování geologickým vědám. Využití poznatků pedagogiky by mělo přispět větší měrou než dosud zejména v oblasti metodologie k výzkumu výchovně vzdělávacího procesu při vyučování geologii. Výsledky tohoto výzkumu by byly nepochybně prospěšné pro obě disciplíny.

Velmi úzký vztah je mezi didaktikou geologie a **psychologií**, neboť činnost žáků i učitele je složitý psychický proces, určený různými vnitřními i vnějšími podmínkami, které je třeba zkoumat a poznávat, aby bylo možno tento proces co nejpríznivěji ovlivňovat. Poznatků obecné psychologie didaktika geologie využí-

vá při řešení základních otázek (např. při výzkumu významu geologických věd pro rozvoj myšlení). Používá i některých výzkumných metod a technik psychologie. Zvláště úzký vztah má didaktika geologie k pedagogické psychologii, která se zabývá procesem učení a výchovy a doprovodnými psychickými jevy, a zejména vytvářením osobnosti.

Ze vztahu didaktiky k jednotlivým geologickým vědám vyplývají mnohostranné úkoly této disciplíny. Jsou to: vědecká analýza výchovné a vzdělávací hodnoty jednotlivých částí učiva, stanovení hledisek výběru učiva a jeho rozsahu, vypracování koncepce vyučovacího předmětu se zřetelem k perspektivnímu vývoji geologických a společenských věd a k požadavkům modernizace vyučování. Dále pak je to výzkum struktury učiva, která by zajistila co největší návaznost a dynamičnost učiva i maximální využití mezipředmětových vztahů, výzkum forem, metod a pomůcek a jejich hodnocení. Ze získaných poznatků by měl vyplynout i návrh na nejvhodnější zařazení učebního předmětu do učebního plánu.

Otázkám obsahu a prostředků vyučování geologii je věnována speciální část knihy. Metody výzkumu výchovného a vzdělávacího procesu výuky geologickým vědám jsou většinou shodné s metodami používanými v pedagogice a v psychologii a v tomto ohledu odkazujeme na pedagogickou a psychologickou literaturu. (Viz např. F. Štván — St. Navrátil, 1973; A. A. Smirnov a kol., 1963; J. Velikanič, 1970; R. Nickovič, 1968.)

Po reformě všeobecně vzdělávacího školství v r. 1953, kdy bylo učivo geologických věd dočasně neúměrně zredukováno a rozptýleno v učivu chemie a zeměpisu, bylo a dosud je třeba obhajovat nezbytnost vyučování geologickým vědám jako samostatnému vyučovacímu předmětu nebo jako celku ve spojení s jiným vhodným učivem, např. v předmětu biologie a geologie, aby neztratilo svou výchovně vzdělávací hodnotu. Z toho vyplývá i zvláštní úkol didaktiky geologie, zabývat se požadavkem, aby i učivu geologie bylo do budoucnosti vyhrazeno na všeobecně vzdělávacích školách místo, které by odpovídalo výchovně vzdělávacímu i společenskému významu geologických věd.

Nestálost postavení vyučovacího předmětu geologie v plánu a v osnovách všeobecně vzdělávacích škol tkvěla v tom, že jak z hlediska společenského, tak i výchovného byl význam geologických věd podceňován nebo nedoceňován. Často byly přidělovány hodiny pro jednotlivé vyučovací předměty bez náležitého předchozího rozboru přínosu jednotlivých předmětů pro přípravu člověka pro život v socialistické společnosti.

Při hodnocení přínosu poznatků geologických věd pro socialistickou společnost je třeba mít na zřeteli, že životní prostředí je tvořeno nejen živou, ale i neživou přírodou, že živá příroda je závislá na přírodě neživé, že socialistická společnost mohla dosáhnout nynější vysoké životní úrovně jen díky možnosti mnohostranně využít nerostné zdroje přírody pro obecný prospěch lidstva. Je také třeba ocenit skutečnost, že hledání cest, jak vhodně využít nerostné suroviny, přispělo během vývoje člověka velmi výrazně k rozvoji jeho duševních i manuálních schopností (viz B. Engels, *Dialektika přírody*, str. 183).

Už z těchto jen letmo nanesených důvodů vysvítá, jak neuváženým krokem by bylo vypustit geologické vědy z osnov všeobecně vzdělávacích škol. Přiměřený zřetel k uvedeným skutečnostem by se měl uplatnit při výběru obsahu a cíle vyučování geologii na všeobecně vzdělávacích školách.

Při zkoumání významu geologie z hlediska výchovně vzdělávacího je třeba přihlížet k tomu, jak jednotlivé geologické disciplíny přispívají k vytváření dialektickomaterialistického světového názoru a jak je lze využít k všestranné komunistické výchově (E. Kočárek — H. Fričová, 1973). Začlenění kusé části mineralogie do chemie a kusé části petrografie s geologií do zeměpisu 9. ročníku

všeobecně vzdělávací školy v r. 1953 zřetelně ukázalo, že tím učivo geologických věd pozbylo z větší části potřebnou návaznost, a tím i svůj vzdělávací, zejména však výchovný význam. Zabraňovalo též snahám o modernizaci vyučování geologii i vývoji didaktiky geologie.

Zařazování úseků geologických věd do různých vyučovacích předmětů je nežádoucí i z hlediska filozofického, neboť se pak dostávají do vyučovacích předmětů, v nichž se pojednává o jiných formách pohybu hmoty. Vznik a přeměny nerostů a hornin, přeměny a vývoj zemské kůry považuje B. M. Kedrov za projevy samostatné geologické formy pohybu hmoty. Zařazením do chemie se mineralogie dostává do předmětu, v němž se v podstatě pojednává o chemické formě pohybu hmoty a chybí tu objasnění vztahu chemické formy pohybu hmoty ke kvalitativně vyšší geologické formě pohybu hmoty (F. Pauk, 1971). Je proto v rozporu s hledisky třídění věd i s hlediskem pedagogickým a filozofickým navrhnout též ještě v současnosti jako nejpřirozenější zařazení učiva mineralogie, popřípadě petrografie do chemie (viz A. Altman, 1969, str. 26). Mineralogie se nemůže omezit jen na používání výzkumných metod chemických, nýbrž používá v široké míře i metody fyzikální a geologické. Mineralogie má daleko širší úkoly než chemie minerálů, a ty chemickými metodami výzkumu nelze řešit (J. Sekanina, 1955, str. 129). Zařazení učiva mineralogie do chemie má ještě další závažné nedostatky:

1. Přetrvává již překonané systematické pojetí mineralogie, zatímco se v současnosti zdůrazňuje pojetí genetické. Genezi minerálů nelze objasnit bez studia hornin a geologických procesů.
2. Ruší se úzké přirozené vztahy k petrografii a geologii, rozrušuje se vědní systém. Vyučování mineralogii se stává jen formální, statické a popisné, v rozporu s požadavky moderní pedagogiky.
3. Při zařazení učiva mineralogie do chemie bývá zanedbáváno pozorování v přírodě, které je nezbytně nutné pro pochopení vzájemných vztahů mezi minerály a jejich anorganickým prostředím. Praktická znalost minerálů je podceňována.

Obdobné nedostatky má také zařazení učiva petrografie a geologie do učebního předmětu zeměpisu:

1. Petrografie má v učivu zeměpisu nedostatečný základ, poněvadž se nemůže náležitě opřít o kusé poznatky z mineralogie, které žáci získávají v chemii.
2. Z oborů geologie bývá v učivu zeměpisu zastoupena uspokojivě pouze geologie strukturní a dynamická. Výběr učiva je zaměřen jako průprava k fyzickému zeměpisu. Chybí tu potřebné vztahy k ostatním oborům geologie.
3. Neúměrně stručný přehled historické geologie, omezený víceméně na tabulku geologických dob, nemůže splnit velmi významný výchovně vzdělávací úkol, poskytnout žákům obraz vývoje organismů a zemské kůry.
4. Učivo regionální geologie ČSSR, pokud bývá v zeměpisu zastoupeno, může mít bez patřičné průpravy z historické geologie jen těžko pochopitelný a popisný charakter.
5. Užitá geologie, která dokazuje, jak významná je aplikace geologických poznatků v různých oborech praxe, nebývá do učebnic zeměpisu zařazována. Tím je značně oslabena polytechnická složka výchovy a výchova k volbě povolání.
6. Pojetí učiva geologických věd jako průpravy pro fyzický zeměpis by se stalo překážkou vývoje didaktiky geologických věd.

Z uvedených důvodů vyplývá, že vyučování geologickým vědám může plnit výchovný a vzdělávací úkol plně jen tenkrát, tvoří-li samostatný učební

předmět nebo zvláštní celek začleněný k jinému předmětu. Nejvhodnější je spojení s biologií v předmětu biologie a geologie, které mají mezi přírodními vědami nejvíc styčných stránek. Tím by byly zajištěny i podmínky pro příznivý rozvoj didaktiky geologie jako samostatné vědy.

1.2 VÝZNAM GEOLOGICKÝCH VĚD PRO KOMUNISTICKOU VÝCHOVU

J. Velikanič (1972) rozlišuje tyto základní složky komunistické výchovy: výchovu poznání (výchovu rozumovou), výchovu pracovní a technickou (polytechnickou), výchovu ideově politickou, výchovu mravní, výchovu tělesnou (a brannou) a výchovu estetickou.

Při vyučování geologickým vědám se uplatňují všechny složky komunistické výchovy, ovšem nesteréjně.

Výchově rozumové přispívá poznání zákonitostí anorganické přírody, založené na základních poznatcích mineralogie, petrografie, pedologie, geologie a paleontologie. Studium anorganických přírodnin, geologických jevů a dějů rozvíjí rozumové schopnosti žáků, jejich myšlení a rozšiřuje jejich hlavní slovní zásobu.

V pracovní a technické výchově se rozvíjí kladný vztah žáků k tělesné a duševní práci, jejich pracovní schopnosti, technika práce i její racionalizace. Pro pracovní a technickou výchovu mají velký význam zejména laboratorní a terénní práce žáků, při nichž se používají přístroje a nástroje a žáci se zdokonalují v praktických dovednostech. Žáci poznávají význam geologických poznatků v praxi, zvláště pak v kapitolách věnovaných užité geologii a hornictví. V tomto ohledu může vyučování geologii ovlivnit volbu hornického povolání.

V ideově politické výchově jde o pochopení historických přeměn naší společnosti, vůdčí úlohy dělnické třídy a komunistické strany, pro něž je možné využít i motivů z oborů geologických věd. Seznamováním s přírodním bohatstvím nerostných surovin naší vlasti, příklady rozdílu využívání nerostných surovin v socialistických a v kapitalistických státech jsou žáci vychováni k socialistickému vlastenectví a proletářskému internacionalismu. Učivo geologie ukazuje na řadě příkladů rozvoj využití surovinové základny ČSSR po r. 1948, budování nových závodů, ropovodu Družba, tranzitního plynovodu, význam spolupráce v rámci RVHP; naproti tomu ukazuje boj monopolů o suroviny a jeho politické a hospodářské důsledky pro rozvojové země, vznik energetické krize v kapitalistických státech.

Významné místo při formování vědeckého světového názoru má, ateistická výchova.

Vyučování geologii se podílí i na mravní výchově formováním základních charakterových rysů člověka socialistické a komunistické společnosti (čestnosti, uvědomělé disciplíny, kolektivismu, socialistického humanismu, socialistického vztahu k práci a vztahu k společenskému vlastnictví). Morální výchova se může uplatnit nejen při teoretické výuce, ale zvláště během geologických laboratorních prací, exkurzí, v praktických cvičeních a v zájmových kroužcích.

Relativně malý je podíl geologie na tělesné výchově žáků. Geologické exkurze a terénní práce přispívají k zvyšování fyzické odolnosti žáků. Geologie má své uplatnění i v branné výchově (význam surovinové základny pro zajištění obranyschopnosti státu, využití geologických poznatků při stavbě opevnění, při pohybu vojsk apod.).

Vyučování geologii se svým způsobem účastní i při estetické výchově zejména tím, že učí žáky vnímat krásy neživé přírody (krystalů minerálů, krasových jevů, skalních měst apod.) a učí žáky vyjadřovat pozorování v náčrtech.

Podrobněji je výchovně vzdělávací význam hlavních úseků učiva charakterizován ve speciální části knihy.

Důležité podněty pro prohloubení komunistické výchovy jsou obsaženy v usneseních XIV. a XV. sjezdu Komunistické strany Československa a zvláště v materiálech pléna ÚV KSČ, které zasedalo ve dnech 3. a 4. července 1973, a z 11. zasedání ÚV KSČ ze dne 15. 3. 1978. Jsou obsaženy také ve člancích M. Cipra (úvodní článek), J. Havlína *30 let od osvobození Československa sovětskou armádou* a Št. Chochola *Tricáté výročí osvobození Československa, trvalý zdroj socialistické výchovy* v Učitelských novinách z 27. března 1975, roč. XXV (78), č. 13.

1.3 GEOLOGIE JAKO UČEBNÍ PŘEDMĚT VE VÝVOJI NAŠEHO ŠKOLSTVÍ

1.3.1 POČÁTKY VYUČOVÁNÍ GEOLOGICKÝM VĚDÁM V 18. STOLETÍ A V PRVNÍ POLOVINĚ 19. STOLETÍ

Období popisného přístupu

Dílčí poznatky o neživé přírodě se objevovaly v učivu na rakouských školách již v 18. století. Rozsah vyučování přírodním vědám však byl i po zestátnění a zreformování školství Marií Terezií (1740—1780) nepatrný. Přírodovědné učivo se objevovalo pouze ve 3. třídách hlavních škol a omezovalo se jen na nejdůležitější poznatky o přírodě, s nepatrnými zmínkami o nerostech. Poučení o nerostech a horninách se žákům dostávalo i z prvních učebnic, které se zpravidla zabývaly celou přírodovědou. Přírodovědným poznatkům se však učilo příležitostně a nesystematicky, většinou předcítáním a ukázkami na obrázcích, zřídka na předmětech samých. Reakční „školský kodex“, vydaný za Metternichovy vlády (1805), udusil však tuto trochu přírodovědného vyučování, neboť v něm neshledal žádný výchovně vzdělávací význam. Mezi lidem byly přírodní vědy popularizovány pokrokovými vlasteneckými učiteli (např. J. N. Filčíkem). Neutěšený stav trval i na gymnáziích, zvláště po roce 1819, kdy z učebního plánu bylo veškeré vyučování přírodním vědám vyloučeno.

Skrovné počátky vyučování o neživé přírodě byly odrazem tehdejšího stavu vývoje geologických věd. V 18. století se jako první z nich začala utvářet v samostatnou vědu mineralogie. Podle Karla Linnéa (1707—1778), tvůrce první botanické a zoologické soustavy, vybudoval systém nerostů F. Mohs (1773—1839). Roztřídil nerosty podle přírodopisných znaků (tvrdosti, barvy, lesku, chuti aj.) a povýšil soustavu na hlavní cíl mineralogie. Jak Linné, tak Mohs vycházeli především z pouhého popisu přírodnin bez zkoumání hlubších genetických vztahů a bez poznání vnitřních závislostí. Byly to tedy systémy umělé, které se staly později brzdou nových koncepcí v přírodovědném poznávání.

Bouřlivý a politicky významný rok 1848 změnil od základů střední školy. Bonitzovou-Exnerovou reformou z r. 1849 byl mezi učební předměty nově zřízených osmitřídních gymnázií zařazen jako samostatný předmět též přírodopis. Učivo z geologických věd, které tvořilo jeho součást, bylo neuváženě rozptýleno do jednotlivých ročníků gymnázií a reálků. V přírodních vědách však na školách nadále vládlo Linnéovo a Mohsovo metafyzické nazírání na přírodu. Genetické hledisko bylo tvrdošíjně odmítáno, zvláště církevními kruhy. Výhradní náplní mineralogického vyučování se stal mineralogický systém s geometrickou krystalografií. Předchůdkyní geologie a petrografie byla na rakouských školách

geognosie. Pod tímto názvem, jehož původcem byl zakladatel *neptunismu*¹ Abraham Gottlob Werner (1749—1817), se zpravidla uváděl jednoduchý popis hlavních druhů hornin, popřípadě i jejich úložné poměry a výčet horninových formací. Geognosie měla zcela popisný a statický ráz. Tomuto pojetí odpovídal obsah přírodovědných učebnic a verbální způsob vyučování.

1.3.2 VYUČOVÁNÍ GEOLOGICKÝM VĚDÁM VE DRUHÉ POLOVINĚ 19. STOLETÍ A NA ZAČÁTKU 20. STOLETÍ

Přechod ke studiu příčinných souvislostí

V polovině 19. stol. byla zastaralá geognosie vývojem vědy překonána a její místo zaujala jako samostatná věda geologie. Mohutnému rozvoji geologie, inspirovanému Lyellovým dílem *Principles of Geology* (1830—1833), se dostalo státní podpory a jejími nadšenými přívrženci se stali mnozí významní vědci např. Eduard Suess, 1831—1914). Byly zakládány geologické ústavy a zřizovány stolice geologie na vysokých školách. Roku 1860 vyšla u nás *Geologie* Jana Krejčího, první česká vysokoškolská učebnice tohoto druhu.

Do začátku šedesátých let spadají i snahy o zavedení geologie do rakouských gymnázií, vyplývající z poznání významu geologických věd pro všeobecné vzdělání a pro praxi. Avšak obavy rakouské vlády, že genetické hledisko, založené na materialistické filozofii, pronikne i do buržoazní společnosti, vedly k tomu, že geologie nebyla na rakouská gymnázia zavedena. A tak, i když do školské geognosie pronikaly stále více nové geologické prvky, zpožděvalo se vyučování geologickým vědám na školách za vývojem vědy.

Léta šedesátá byla obdobím hledání nových cest ve vývoji školství. Základní školský zákon z r. 1869 zreformoval pronikavě národní školství. Mezi učební předměty byly zařazeny také reálie, poskytující nejdůležitější poznatky z přírodovědy. Elementární poznatky o nerostech a horninách byly již obsaženy v učivu 3. až 5. třídy, v 6. až 8. třídě se pak učivo o neživé přírodě prohlubovalo. Tomuto pojetí byl přizpůsoben *Přírodopis pro školy obecné a měšťanské* P. Jehličky (pro české školy upravený překlad původně německy napsané učebnice A. Pokorného). Přírodovědnému vyučování se tak alespoň částečně dostalo náležitého místa v učebních plánech obecných a měšťanských škol. Bylo to v zájmu hospodářského rozvoje kapitalistické společnosti. Velkou zásluhu na tom měl německý metodik August Lüben (1804—1873), v jehož učení se odrážely ideje J. A. Komenického a J. J. Rousseaua, aby totiž vyučování o přírodě začínalo již od nejnižších tříd a vycházelo z dětské zkušenosti, vlastního pozorování a intelektuálního vývoje dítěte. Vyučování reáliím však nebylo úspěšné, protože byly zanedbávány hlavní vyučovací zásady.

Základní školský zákon z r. 1869 změnil rovněž učitelské ústavy na čtyřleté instituce, které měly v učebním plánu také přírodopis, včetně vyučování mineralogicko-geologického. V mineralogii byly probírány nejdůležitější nerosty ve vztahu k polnímu hospodářství, technice a geognostice. V základních pojmech z geologie bylo zastoupeno učivo všeobecné geologie a částečně i geologie historické.

Rozvoj geologických věd a jejich vzrůstající dynamické pojetí ovlivňovaly nejvíce školy střední, na nichž došlo k zlepšení i v prostředcích mineralogického a geologického vyučování. V mineralogii se začal stále více klást důraz na fyzikál-

¹ Učení o tom, že všechny horniny, jakož i celá Země, vznikly z vodných roztoků mechanickými i chemickými procesy.

ní a chemické vlastnosti nerostů a na jejich vztahy. Někteří učitelé zaváděli i praktická cvičení a organizovali geologické exkurze, čímž se vyučování stávalo stále názornějším. Progresivní snahy byly patrné i z celé řady nových učebnic. Tak např. v *Geologii pro vyšší školy reálné* od F. Šafránka z r. 1885, která byla první středoškolskou učebnicí geologie, bylo již učivo z geologie dynamické, v učebnici *Nerostopis pro nižší třídy středních škol* od J. Kopeckého z r. 1892, která byla naší první pracovní učebnicí přírodopisu, byl kladen velký důraz na pokusy s nerosty.

Na přelomu století oživilo přírodopisné vyučování nové metody německých učitelů. Friedrich Junge (1832—1905) a později Otto Schmeil (1860—1943) rozvinuli tzv. biologickou metodu, která záležela ve výkladu života organismů. Jejich nové pojetí pronikalo do našich škol uprostřed diskusí jen zvolna a podporovalo i snahy o dokonalejší vyučování geologickým vědám. Nová metoda vyzdvihla především dosud přehlížený princip příčinné souvislosti jevů v nerostné ríši, a proto se začaly studovat nerosty a horniny z hlediska vzniku a přeměn. Náročnější pojetí výuky si vyžádalo i zvýšenou péči o učební pomůcky. Školy podnikaly kroky k získání mineralogických sbírek, a to nejen demonstračních, nýbrž i pracovních, aby žáci mohli sami zkoumat vlastnosti nerostů. Vzrostl i počet mineralogických nástěnných tabulí, modelů i jiných pomůcek. Nové pojetí přírodopisného vyučování se odráželo již v osnovách pro měšťanské (1910) a později obecné (1915) školy i v nových učebnicích, které sepsali F. Dlouhý spolu s J. Groulíkem, J. Uhlou, R. Hamplem.

Snahy o zmodernizování přírodovědného vyučování se projeví i na školách středních, k nimž na začátku století přibyla reálná a reformní gymnázia. Podle nových učebních osnov (1908—1909) byla v nižších třídách těchto škol zařazena mineralogie do druhého pololetí 4. třídy, ale pouze v rámci chemie. Byla tím značně poškozena, neboť byla chemií potlačována, a také profesori a autoři učebnic pro toto vyučování byli vesměs chemici. Ve vyšších třídách gymnázia byla mineralogie spojována s geologií a zařazena do 1. pololetí 5. třídy, zatímco ve vyšších třídách ostatních středních škol se geologickým vědám učilo vesměs v nejvyšších třídách. K vyučování se používaly většinou učebnice od A. Prchlíka.

1.3.3 VYUČOVÁNÍ GEOLOGICKÝM VĚDÁM V PRVNÍ POLOVINĚ 20. STOLETÍ A PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE

Období dynamického přístupu

V prvních letech ČSR se organizace a učební plány všeobecně vzdělávacích škol příliš nezměnily a v mnohém setrvaly na nevyhovující úrovni z dob Rakouska-Uherska. Nová poválečná doba však kladla i nové požadavky na výuku přírodních vědám. V nižších třídách středních škol se mineralogii učilo nadále ve spojení s chemií, která převládala jak ve vyučování, tak v nových učebnicích. Významného postavení dosáhla geologie s petrografií ve vyšších třídách gymnázia, kde byla zařazena do 8. třídy jako z á v ě r celého přírodopisného vyučování. V nezměněné podobě se učilo geologickým vědám na reálkách a na učitelských ústavech, které získaly ráz odborných škol. K značnému posílení anorganických přírodních věd přispěla též úprava přírodopisných cvičení v r. 1921.

Přestavbu národního školství měl provést *Malý školský zákon* z r. 1922, ale ten pouze novelizoval staré rakouské zákony a připustil rámcové osnovy s možností přizpůsobovat je místním poměrům. Ve vyučování přírodopisu se objevily tendence dát vyučování názornější a aktivnější ráz, např. vyučovat v tzv. p r o j e k t e c h . Mineralogické a geologické učivo bylo zahrnuto do jediného projektu na-

zvaného *Skály*. Někteří metodikové navrhovali učit mineralogii výkladem nerostů určité lokality (A. Dichtl), jiní doporučovali vycházet ze žákovských poznatků získaných na exkurzích do blízkého okolí školy (B. Valoušek).

Cílý reformní ruch přinesla v našem školství léta třicátá. Podle *Normálních učebních osnov pro měšťanky* z r. 1932 bylo mineralogické učivo vázáno na přírodopis 2. třídy a geologické vyučování na přírodopis 3. třídy. V připojené 4. třídě se geologickým vědám neučilo. Na středních školách se úpravy projeví mimo jiné i tím, že mineralogie byla konečně oddělena od chemie a spojena s přírodopisem v 1. a 2. třídě, které tvořily od r. 1930 jednotný základní dvouletý stupeň. Přestože žáci ještě neměli potřebné znalosti z chemie a fyziky, bylo toto spojení učiva o anorganické i organické přírodě výhodné. Přílišné zpoždování mineralogicko-geologického vyučování za vývojem vědy — pokud jde o zastoupení jednotlivých vědních disciplín ve vyučování, o jejich pojetí a o uvádění nových poznatků — se v tomto období již do značné míry vyrovnalo. V mineralogii se věnovala větší pozornost vzniku nerostů a objevily se první počátky strukturní krystalografie. Petrografické učivo se dostalo na odpovídající moderní úroveň. V geologii již byly zastoupeny všechny hlavní obory: obecná geologie (strukturní i dynamická), historická geologie s vývojově pojatou paleontologií, geologie Československa i užitá geologie. Této diferenciaci odpovídalo i pojetí nových učebnic, které napsala L. Slavíková, 1934; V. Čech, 1934; G. Daňek, 1935 a F. Diviš, 1936.¹

Druhá světová válka a protektorátní atmosféra neustále zhoršovaly podmínky i ve školní práci. Preferováním některých předmětů, hlavně němčiny a dějepisu, ztrácely i přírodovědné předměty vyučovací hodiny. Uzavření českých vysokých škol, pronásledování, zatýkání a popravy pokrokových učitelů a studentů, vědců i vlastenců zasáhlo tragicky do vývoje ve školství a vědě.

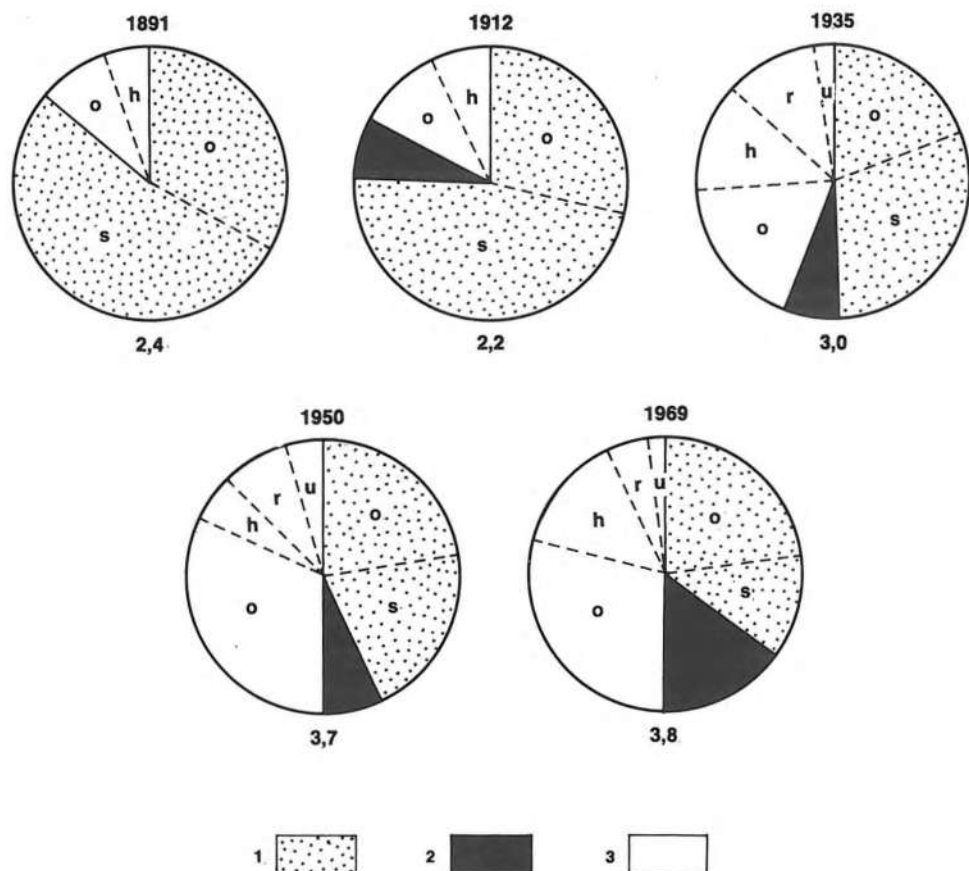
V prvních letech po druhé světové válce se na našich školách vyučovalo podle přechodných učebních plánů a osnov s cílem rychle napravit škody způsobené ve výchově a vzdělání mládeže německou okupací. Pro potřebu měšťanských škol napsal F. Němec příručku *Geologie* (1946) a *Chemie a mineralogie* (1947), obě se zajímavými pracovními sešity. Na gymnáziích se užívalo dotisků poválečných učebnic G. Daňka, L. Slavíkové a V. Čecha. Reálky zanikly.

Převratné změny přinesla našemu školství reforma z r. 1948, poskytující poprvé v naší historii jednotné vzdělání veškeré mládeži do patnácti let. Tato reforma sjednotila školy 2. stupně a změnila též výchovně vzdělávací cíle ve smyslu marxisticko-leninského světového názoru. Ke změně v přípravě učitelů došlo až v roce 1953, kdy vzdělávání učitelů škol 1. stupně převzala pedagogická gymnázia a vzdělávání učitelů škol 2. stupně vyšší pedagogické školy. Zároveň byly zřízeny vysoké školy pedagogické.

Podle učebních osnov z r. 1948 se na středních školách vyučovalo geologii a mineralogii jen 5 měsíců ve 3. třídě. Osnovy a učebnice, vypracované B. Boučkem a L. Čepkem, zdůrazňovaly dynamičnost geologického učiva, přihlížely k novým geologickým poznatkům a k praktickému významu geologických věd. Upravený návrh osnov z r. 1952 přesunul geologické vědy do 4. třídy a rozšířil i vyučovací čas.

Situace na gymnáziích, která patřila ke školám 3. stupně, byla vcelku uspokojivá. Mineralogii a geologii se v rámci přírodopisu učilo v 1. třídě. Učebnice z r. 1950 (autoři B. Bouček, L. Čepěk, O. Kodým, J. Koutek, J. Novák) shrnovala v úměrném rozsahu hlavní poznatky všech základních disciplín geologických věd (viz obr. 1).

¹ Celkový obraz o přibližném poměru jednotlivých disciplín podává učebnice od G. Daňka, obr. 1.



1 Diagram znázorňující vývoj obsahu geologie na gymnáziích podle pěti učebnic z období 1891 až 1969. Kruhové výseče znázorňují zastoupení jednotlivých disciplín geologických věd v učebnicích podle počtu stran. Čísla pod kruhovými diagramy udávají průměrný počet stran připadající na jednu vyučovací hodinu (sestavil V. Barth).
Vysvětlivky: 1 mineralogie, 2 petrografie, 3 geologie; o obecná, s systematická, h historická, r regionální, u užitá

Zařazení do 1. třídy však přinášelo staronové problémy v připravenosti žáků pro toto vyučování, hlavně z fyziky.

V mineralogicko-geologickém vyučování na školách 2. a 3. stupně se v tomto období začal uplatňovat zřetel k polytechnické výchově. Mnohé školy si svépomocí pořizovaly multiplikáty nerostů a hornin pro žákovské pracovní sbírky. Přínosem pro laboratorní práce se staly klíče na určování nerostů a hornin, sestavené pro potřebu škol F. Němcem. Začaly se hojněji konat i mineralogicko-geologické vycházky a exkurze a lépe se jich využívalo.

Nepříznivé důsledky měla pro vyučování geologickým vědám školská reforma z r. 1953, kdy vznikly samostatné školy osmileté a jedenáctileté střední školy. V souvislosti s časovou redukcí středoškolské výuky byl zrušen učební předmět přírodopis a v učebním plánu jedenáctileté školy zůstala jen biologie. Torzo petrografie a základy obecné geologie byly zařazeny do zeměpisu, zbytky mineralogie do chemie. Ostatním disciplínám, např. historické geologii, se nevyučova-

lo vůbec. Vznikl tak stav, který byl při stále vzrůstajícím praktickém významu geologických věd i při jejich neobyčejném významu pro vytváření vědeckého světového názoru, nadále neúnosný.

Neutěšená situace byla zčásti napravena až po školské reformě z r. 1960, po vzniku základních devítiletých škol (ZDŠ) a tříletých středních všeobecně vzdělávacích škol (SVVŠ). Na ZDŠ se geologickým vědám začalo vyučovat v rámci obnoveného přírodopisu v 9. třídě, zatímco do výběrových tříd SVVŠ pronikaly nejdříve jako volitelný předmět na přírodovědné větvi. Normální výuka geologickým vědám byla obnovena na rozšířených středních všeobecně vzdělávacích školách (SVVŠ) od školního roku 1967/68, a to ve 3. třídách v rámci učebního předmětu *biologie a geologie*. Na gymnáziích, která od škol. roku 1968/69 postupně vznikala ze středních všeobecně vzdělávacích škol, se geologickým vědám vyučuje již v 1. ročníku.

Vyučování geologickým vědám mělo po roce 1960 stále se zlepšující podmínky. Jsou k dispozici osvědčené učebnice¹, roste vybavení škol sbírkami nerostů a hornin, krystalografickými a geologickými modely, nástěnnými tabulemi, obrazy a přístroji, obohacuje se vědecká i populární literatura z oblasti geologických věd, roste počet určovacích klíčů, atlasů, geologických map apod. Naléhavým úkolem současné doby však zůstává odstranit velký nedostatek kvalifikovaných učitelů geologických věd, který vznikl dočasným přerušením vysokoškolského studia geologie po r. 1953 a častými změnami v přípravě učitelů geologie pro střední školy.

Závažné změny ve výuce geologickým vědám na všeobecně vzdělávacích školách znamenají nové školské zákony, které nabývají účinnosti dnem 1. září 1978 (Sbírka zákonů 1978, č. 17, Učitelské noviny r. 81., č. 26). Těmito zákony se do školské soustavy začleňuje nový druh základní školy s osmi ročníky a pro její žáky se stanoví desetiletá školní docházka. Geologické učivo přírodopisu absolvují žáci této školy v 8. ročníku. Pro žáky devítileté základní školy, která zanikne dnem 31. srpna 1984, zůstane geologie v 9. ročníku. Ze zařazení učiva geologických věd do 8. ročníku osmileté základní školy vyplývá nutnost přiměřené redukce jeho obsahu.

Na gymnáziích zůstanou v platnosti dosavadní osnovy a učebnice do konce šk. r. 1983/84. Na některých gymnáziích se však bude postupně měnit koncepce učebních plánů a škol s původním učebním plánem bude ubývat. Od počátku šk. r. 1984/85 se na gymnáziích zavádí dvouletý kurs *nepovinné geologie* s 2 týdenními vyučovacími hodinami a ve 4. ročníku *volitelná geologie* s 3 týdenními hodinami.

Podle nového projektu výchovně vzdělávací soustavy je do obsahu výuky na gymnáziích zařazena i odborná složka, zastoupená povinným předmětem *základy výroby a odborné přípravy*. Ve III. a IV. roč. se stal součástí tohoto předmětu i povinně volitelný předmět *základy ložiskové geologie* (v každém ročníku 5 h týdně) a další volitelný předmět ve IV. ročníku, *cvičení k základům ložiskové geologie* (3 h týdně).

1.3.4 VYUČOVÁNÍ GEOLOGICKÝM VĚDÁM V DRUHÉ POLOVINĚ 20. STOLETÍ

1.3.4.1 POJETÍ UČEBNÍHO PŘEDMĚTU GEOLOGIE

Jak vyplývá z předcházející kapitoly, dospěla geologie jako učební

¹ *Přírodopis pro 9.ročník ZDŠ* (F. Pauk, J. Augusta, J. Dvořák, L. Smolíková, A. Vodička) a *Mineralogie, petrografie a geologie pro první ročník gymnázií* (F. Pauk, P. Kühn, S. Slušík, J. Klerečka, E. Kočárek).

předmět do období, kdy se těžištěm vyučování stává objasňování vztahů mezi objekty, jevy a procesy v anorganické přírodě. Z výběru a začlenění poznatků jednotlivých geologických disciplín do předmětu geologie jsou patrné snahy o překonání výuky zaměřené jen popisně a faktograficky a o výuku pojatou dynamicky se zdůrazňováním genetických závislostí.

V mineralogickém učivu se vychází především ze vztahu mezi vnějším tvarem, fyzikálními vlastnostmi, chemickým složením a vnitřní stavbou krystalů nerostů. Z morfologie krystalů jsou do učiva zařazeny jen nejzákladnější poznatky. V soustavné mineralogii je výběr nerostů omezen jen na nerosty horninotvorné a prakticky důležité. Vznik a přeměna nerostů jsou na ZDŠ probírány ve zvláštní kapitole, na gymnáziu toto učivo prolíná učivem soustavné mineralogie, petrografie a geologie ložisek. V petrografii, především v učebnici pro gymnázia, se současně s učivem o soustavě hornin vyvozují vztahy mezi vlastnostmi hornin a podmínkami jejich vzniku. Tomuto hledisku je podřízena faktografická náplň. V učivu vlastní geologie jsou zdůrazňovány dynamické prvky, především v částech pojednávajících o vzniku Země, o vývoji zemské kůry zvláště se vztahem k biosféře, k protikladnému působení vnitřních a vnějších činitelů.

Užitá geologie je na gymnáziu zaměřena především na geologii ložisek. K učivu geologie je připojena kapitola o půdách, na ZDŠ i kapitola o těžbě užitkových nerostů a hornin.

Popis přírodnin a přírodních jevů není v současném pojetí cílem výuky, nýbrž jen prostředkem k poznání neživé přírody, k pochopení vztahů mezi přírodními jevy a geologickými procesy.

Členění učiva do samostatných celků podle jednotlivých oborů geologických věd, zachovávané v osnovách a učebnicích platných do r. 1983/84, oslabuje vzájemné sepětí jednotlivých oborů. Dynamika přírodního dění nemůže být postížena ve své úplnosti.

1.3.4.2

CÍL A OBSAH VYUČOVÁNÍ GEOLOGII

Cílem a úkolem vyučování geologii je poskytnout žákům ucelenou soustavu základních vědomostí o neživé přírodě a zákonitostech jejího vývoje a všteňovat jim přiměřené praktické dovednosti spolu s rozvíjením schopnosti teoreticky myslet v oblasti poznanych základů geologických věd. Sem patří i využití poznatků geologických věd k vytváření vědeckého světového názoru a k morálně politické výchově.

Žáci se mají ve vyučování prakticky i teoreticky seznámit s nejdůležitějšími metodami a prostředky zkoumání přírody v geologických vědách a se způsoby využití poznatků těchto věd v praxi.

V přímém styku s přírodou se mají žáci učit pozorovat geologické jevy, hodnotit je, pronikat hlouběji k podstatě jevů a vysvětlovat jejich příčiny. Žáci tak získávají předpoklady pro vytváření kvalitativně vyššího, tj. vědecky podloženého vztahu k přírodě, nežli je vztah založený na všední zkušenosti, která není vědecky analyzována, vysvětlena a zdůvodněna. Genetický (historický) pohled na poměrně pomalé změny neživé přírody, většinou unikající pozornosti lidí nezabývajících se studiem přírody, ukazuje žákům dynamiku přírodního dění.

Geologické vědy tak spolu s ostatními přírodními vědami — astronomií, fyzikou, chemií a biologii — přispívají k vytvoření žádoucí představy žáků o jednotě světa a jeho hmotném základu. Žáci si tak ujasní jednu ze základních pouček vědeckého světového názoru, že jednota světa záleží v jeho materiálnosti.

Od dříve vytvořených představ o fyzikální a chemické formě pohybu hmoty

dospívají žáci k představě o vyšších (složitějších) formách pohybu hmoty — o geologické formě pohybu hmoty a prostřednictvím těsného vztahu geologie s paleontologií i k obohacení představ o biologické formě pohybu hmoty.

Geologické vyučování přispívá k polytechnickému vzdělání. Žáci se seznamují s nerostnými surovinami jako prvotními materiály mnoha odvětví průmyslové výroby, seznamují se s nalezišti nerostných surovin a způsoby jejich těžby. Značná pozornost se věnuje surovinám pro výrobu tepelné a elektrické energie a surovinám pro chemický průmysl (zemní plyn, ropa, uhlí).

V geologii se žáci seznamují též s významem a využitím geologických věd ve stavebnictví, dopravě, zemědělství, lesnictví a dalších oborech lidské činnosti.

Polytechnické vzdělávání, které žáci získávají v geologickém vyučování, tvoří nejen teoretické vědomosti, ale i praktické dovednosti. Tyto dovednosti si žáci při vyučování geologii osvojují v odborné pracovní, v laboratoři, na exkurzích do přírody, do lomů, dolů, závodů apod. Žáci si uvědomují praktický význam geologických poznatků ve výzkumu, těžbě a zajišťování nerostných surovin pro náš průmysl a zemědělství. Učí se spojovat teoretické poznatky s praxí. Geologické vyučování současně přispívá k orientaci žáků při volbě budoucího povolání (např. hornického).

Geologické vzdělání je nejen důležitou součástí všeobecného vzdělání, ale pro mnohé žáky i potřebnou přípravou pro odborné studium geologie na některých středních odborných školách a středních odborných učilištích a na školách vysokých.

Vedle vzdělávacích cílů stanoví učební osnovy konkrétní výchovné úkoly geologického vyučování a podtrhují jeho všestranně výchovný význam. Vyučování geologickým vědám je důležitým příspěvkem k vytváření vědeckého světového názoru a jeho prostřednictvím k výchově ideově politické, k výchově v duchu socialistické morálky, k pracovní výchově. Přispívá též k výchově estetické. Dává žákům podněty k citlivému vnímání přírodních krás a ovlivňuje jejich estetické citění.

V souvislosti s výchovou k ochraně socialistického vlastnictví jsou žáci v geologii vedeni k aktivní ochraně přírody, k zachovávaní přírodních památek a k ochraně a tvorbě zdravého a krásného životního prostředí člověka. Geologické vyučování se též podílí na branné výchově, zvláště v souvislosti s učivem o využití domácí surovinové základny a s učivem o geologické mapě.

Uvedeným cílem a úkoly vyučování geologii je určován obsah vyučování geologii a výběr učiva. Žákům se dává ucelená soustava základních vědomostí o složení, stavbě a vývoji zemské kůry. V učebním předmětu geologie je učivo z mineralogie, petrografie, z obecné geologie, z geologie historické s paleontologií, z regionální geologie a pedologie. Dále obsahuje vybrané poznatky o ložiskách, o těžbě nerostných surovin.

Tento široký okruh základních poznatků z několika přírodovědných oborů obsahuje též některé poznatky z hraničních oborů, jako je geochemie a geofyzika.

Výběr, rozsah a hloubka zpracování učiva byly provedeny i se zřetelem k vyspělosti žáků a jejich předcházející průpravě z ostatních přírodovědných předmětů. Při výběru učiva se vychází ze současného rozvoje jednotlivých geologických oborů a v souhlase se vzdělávacími a výchovnými cíli školy se výběr učiva omezuje jen na poznatky, které mají základní význam pro vytvoření ucelené představy žáků o neživé přírodě.

K pochopení jednoty přírodního dění i k využívání poznatků geologických oborů v praxi napomáhá účelné využití vztahů geologického učiva k učivu ostatních předmětů.

Při výkladu zákonitostí vnitřní stavby krystalů a závislosti fyzikálních vlastností a vnějšího tvaru krystalů na této vnitřní stavbě se využívá poznatků z fyziky a z chemie. Znalosti a dovednosti žáků o hustotě látek a jejím zjišťování, o fyzikálních vlastnostech látek, které žáci získávají ve vyučování fyzice, jsou důležitou přípravou pro obdobné učivo v mineralogii.

Vědomosti a dovednosti z chemie jsou nutné pro pochopení složení zemské kůry a jejích změn. Uplatní se při zjišťování chemických vlastností nerostů, při třídění nerostů do soustavy podle chemického složení, při objasňování vzniku a přeměn nerostů.

Uzký vztah k učivu z geometrie se uplatňuje v krystalografické části mineralogie, zvláště při probírání prvků souměrnosti krystalů.

Vztahy mezi zeměpisem a geologií lze rozvíjet v tématech systematické mineralogie a petrografie — naleziště a využití nerostných surovin, hospodářské a politické vztahy mezi státy, zejména mezi státy RVHP, v tématech z obecné, historické a regionální geologie i z pedologie.

Při výuce historické geologie, v části o vývoji života na Zemi a v paleontologii, se uplatňují souvislosti s biologií.

Uzký vzájemný vztah je mezi geologickým vyučováním a předměty polytechnického a prakticky odborného charakteru, zvláště v učivu o půdách.

1.3.4.3 UČEBNÍ PLÁNY

Výchovně vzdělávací hodnota geologických věd je závažným důvodem pro to, aby geologie (na ZDS dosud jako součást přírodopisu) byla zařazena jako učební předmět do učebních plánů všeobecně vzdělávacích škol. Protože geologie jako učební předmět představuje komplex poznatků z několika vědních oborů a protože jejich zvládnutí předpokládá předchozí znalosti z chemie, fyziky, biologie atd., je přirozené, že by geologie měla být zařazena v učebních plánech v tom ročníku, v němž jsou tyto předpoklady splněny.

V učebním plánu ZDS jsou geologické poznatky součástí přírodopisu v 9. ročníku s 2 hodinami týdně. K učivu z geologie je tu přiřazen obecně biologický závěr. Současně se v učebním plánu zavedlo dvouhodinové nepovinné praktikum z přírodopisu s geologickou tematikou.

V učebním plánu gymnázia, kde byla geologie jako předmět zařazena do 1. ročníku, jsou jí přiděleny 2 hodiny týdně jak ve větvi přírodovědné, tak ve větvi humanitní. Mimo povinný předmět se zavádějí praktická cvičení z geologie s 2 hodinami týdně v 1. ročníku jako nepovinná a v 3. a 4. ročníku jako první volitelný předmět. Jako druhý volitelný předmět si mohou žáci 4. ročníku obou větví základního typu zvolit přírodovědný seminář, do něhož jsou včleněny i náměty z geologických věd.

Žákům se poskytuje možnost, aby si podle svého zájmu a budoucího zaměření prohloubili vědomosti z geologických věd, zejména aby se zdokonalili v laboratorních metodách.

1.3.4.4 UČEBNÍ OSNOVY

Učební osnovy konkretizují učivo v počtu hodin, které předmětu určuje učební plán. V úvodních poznámkách je vymezen výchovně vzdělávací cíl a způsob jeho dosažení. Vlastní část osnov obsahuje učivo z jednotlivých geolo-

gických věd: z mineralogie, petrografie, geochemie, obecné geologie, historické a regionální geologie, paleontologie, ložiskové geologie a pedologie.

Učivo je uspořádáno do tematických celků s přibližným počtem vyučovacích hodin. Potřebné úpravy v počtu hodin si učitel provede podle podmínek ve třídě.

Učební osnovy přírodopisu v 9. ročníku ZDŠ řadí učivo tak, že nejprve uvádějí učivo o látkovém složení zemské kůry (2 h), pak učivo o horninách, o stavbě zemské kůry, o silách utvářejících zemský povrch (20 h). V třetím tematickém celku je učivo o dějinách zemské kůry a života na Zemi (18 h). Učební osnovy posilují názornost a aktivitu vyučování zavedením 8 hodin laboratorních prací, 2 hodiny vyčleňují na exkurzi. Osnova nepovinného praktika z přírodopisu uvádí jen náměty, které si učitel podle vlastního uvážení se zřetelem k vybavení kabine- tu a místním přírodním podmínkám zpracuje do hodin.

Učební osnovy pro 1. ročník gymnázia jsou zpracovány obdobným způsobem se zaměřením na prohloubení základních vědomostí a dovedností z příslušných geologických oborů. Osnovy uvádějí tyto celky: mineralogii s obecným úvodem (15 h), petrografii (17 h), geologii (27 h) a exkurze (6 h).

Důraz na praktické metody práce je patrný již z rozvržení učiva. Teoretické výuce se věnuje 46 vyučovacích hodin, laboratorním pracím a exkurzím 20 vyučovacích hodin. Osnovy praktických cvičení z geologie uvádějí obsah nepovinného předmětu v 1. ročníku gymnázia nebo volitelného předmětu v 3. a 4. ročníku. Jsou to převážně praktická pozorování, pokusy a cvičení z mineralogie (20 h), petrografie (16 h), paleontologie (6 h) a geologie (24 h). V druhém volitelném předmětu — v přírodovědném semináři ve 4. ročníku je námětům z geologických věd vyhrazeno 14 hodin.

1.3.4.5

GEOLOGICKÉ UČIVO V UČEBNÍCH PLÁNECH A OSNOVÁCH NOVÉHO PROJEKTU VÝCHOVNÉ VZDĚLÁVACÍ SOUSTAVY

Dosavadní zkušenosti získané ve školní praxi a při výzkumu pedagogického procesu, z nichž vycházely úvahy o modernizaci vyučování geologii, zmíněné v předchozích kapitolách, byly využity při koncipování struktury a obsahu osnov geologie v rámci předmětu přírodopis na osmileté základní škole, zřízené novým školským zákonem, schváleným Federálním shromážděním ČSSR 21. června 1978, i ve volitelném a nepovinném předmětu geologie na gymnáziu.

Geologické poznatky jsou na osmileté základní škole začleněny jako součást učiva přírodopisu do 8. ročníku. Geologickému učivu je osnovami vymezeno 77 vyučovacích hodin. Z toho je vyčleněno 5 hodin na laboratorní práce a 4 hodiny na exkurze. K tomuto učivu je přiřazen samostatný čtyřhodinový celek, zaměřený na ochranu přírody a péči o životní prostředí.

Na gymnáziu je geologie zastoupena nepovinným předmětem — dvouletým kurzem s dvěma týdenními hodinami, kdy polovina hodin je věnována praktickým cvičením a exkurzím, a volitelným předmětem ve 4. ročníku s třemi hodinami týdně. Třetina hodin je určena pro praktická cvičení a exkurze.

V současných podmínkách vyučování přírodopisu v 8. ročníku základní školy bylo možno vyhovět požadavkům modernizace struktury osnovy především vnitřní integrací větší části učiva a jeho částečnou redukcí. Žádoucí koordinace geologického učiva s učivem ostatních přírodovědných předmětů se nepodařilo beze zbytku dosáhnout.

Rámec celému obsahu učiva tvoří poznatky z obecné geologie, které navazu-

jí na kapitulu o sluneční soustavě a o vzniku a stavbě Země (4 h). Kapitola o základních stavebních částech zemské kůry, o nerostech a horninách (10 h) vytváří učivem o vnitřní stavbě krystalů, o závislosti tvarových a fyzikálních vlastností nerostů na vnitřní stavbě úvod ke kapitolám o složení, vzniku, vývoji a stavbě zemské kůry (26 h). V těchto kapitolách je učivo mineralogie, petrografie a obecné geologie propojeno tak, že každý minerál, každá hornina se jeví jako produkt geologických procesů, jako integrovaná součást okolní anorganické přírody. V částech učiva o horninotvorných geologických procesech se žáci současně seznamují se vznikem a tvarem horninových těles a získávají představu o strukturách zemské kůry. Na uvedeném učivu lze účelně navázat kapitoly z geologie historické (8 h), regionální (6 h) a užité (3 h) a o ochraně životního prostředí (4 h). Nové dynamické pojetí struktury učiva vybízí k tomu, aby učitel používal metody aktivizující žáky a aby maximálně omezil metody popisné.

Také učivo geologie na gymnáziu mohlo být za současných podmínek integrováno pouze v rámci poznatků geologických věd. Nosným motivem integrace je opět vývoj Země jako součásti sluneční soustavy a vesmíru. Po výchovné a metodické stránce je vyzdvížen význam studia vztahů mezi krystalovou strukturou a vlastnostmi nerostů, studia geologických struktur pro vyvozování zákonitostí geologických procesů a rekonstrukci vývoje zemské kůry.

1.3.4.6

VYUČOVÁNÍ GEOLOGII NA STŘEDNÍCH ODBORNÝCH ŠKOLÁCH A NA STŘEDNÍCH ODBORNÝCH UČILIŠTÍCH

Na středních odborných školách (odborných učilištích) se zaměřením na přípravu pracovníků geologického průzkumu, hornictví, některých oborů stavebnictví a chemie je v učebním plánu ve skupině základních odborných předmětů zařazena geologie jako samostatný předmět (spolu s mineralogií a petrografií).

Na některých jiných středních odborných školách a středních odborných učilištích je učivo geologických disciplín včleněno do osnov předmětů výrobního zaměření a je zpravidla podřízeno struktuře těchto předmětů.

Na středních odborných školách je zastoupeno učivo geologických věd v studijních plánech oborů geologický průzkum a důlní měřičství, dobývání uhlí, dobývání a úprava rud a nerudných surovin, těžba a zpracování kamene.

Na středních odborných učilištích mají odbornou přípravu z geologických věd v oborech geologický průzkum a důlní měřičství, dobývání uhlí (hlubinné dobývání uhlí), dobývání uhlí (povrchové dobývání uhlí), dobývání a úprava rud a nerudných surovin, těžba a zpracování kamene, horník pro uhelné doly, horník pro rudné doly, horník mechanizovaných pracovišť, strojník mechanizovaných pracovišť, horník mechanizovaných porubů a předků, dále pro obor vrtař, pasíř a pasířka bižuterie (mineralogie).

Na středních průmyslových školách chemických se zaměřením na obory: technologie cementu, vápna a maltovin, cihlářská výroba lehčených stavebních hmot, výroba žárovzdorných hmot, technologie keramiky, technologie skla je mineralogie a geologie jako učební předmět zařazena do 1. ročníku s 2 hodinami týdně.

Střední průmyslové školy stavební, obory dopravní stavby a vodohospodářské stavby, mají geologii včleněnu v předmětu geologie a zemní práce.

Průmyslová škola dopravní má geologii v předmětu údržba traťových svršků. V učebním plánu střední uměleckoprůmyslové školy pro zpracování kovů a kamenů je v 1. ročníku zaveden předmět mineralogie.

Cílem vyučování geologii na odborných školách je především rozšířit a prohloubit vědomosti a dovednosti žáků získané na ZŠ. Pozornost se soustřeďuje zvláště na ty části učiva, které jsou v nejužším vztahu k **zaměření příslušného oboru**. Ve všech oborech se zdůrazňuje úzké sepětí teoretického vyučování s praxí, což se má projevovat zejména v hodinách odborného výcviku. Obdobně jako na všeobecně vzdělávacích školách jsou žáci vedeni k aktivnímu a samostatnému osvojování učiva. V průběhu vyučování jsou prakticky seznamováni s laboratorními metodami, jichž se používá v dané specializaci.

I když se vyučování geologii na středních odborných školách zaměřuje na potřeby určitého oboru, nepřestávají osnovy předmětu zdůrazňovat význam poznatků geologických věd pro vytváření **vědeckého světového názoru**.

Výběr učiva z geologie na jednotlivých typech středních odborných škol je určen **zaměřením oboru**. Proti osnovám geologie na všeobecně vzdělávacích školách je rozšířeno zvláště učivo z geologie ložisek a z technické geologie.

Obdobně jako na všeobecně vzdělávacích školách se i na středních odborných školách uplatňují při vyučování geologii mezipředmětové vztahy, a to nejen k předmětům všeobecně vzdělávacím, nýbrž zejména k předmětům odborného zaměření.

V učebních plánech odborných škol je geologie jako samostatný předmět řazena do základních odborných předmětů.

1.4 PERSPEKTIVY DALŠÍHO VÝVOJE VYUČOVÁNÍ GEOLOGII

Rozbor vyučování geologickým vědám provedený v předcházející kapitole ukazuje, že učební plány, osnovy a učebnice odpovídaly v době svého vzniku v hrubých rysech úrovni geologických věd a potřebám společnosti. Rozvoj všech přírodních věd však postupuje nesmírně rychlým tempem kupředu. Odhaduje se, že během 10 až 15 let se rozsah poznatků geologických věd zdvojnásobí. Lze se oprávněně domnívat, že toto tempo v dalších desetiletích ještě vzroste. Také nároky socialistické společnosti na novou kvalitu vědomostí a dovedností (vysokou úroveň myšlení) žáků základních a středních škol rychle stoupají. Proto je nutné si již nyní uvědomovat, jakým směrem půjde pravděpodobně vývoj geologických věd i vývoj vyučování geologickým vědám v nejbližší budoucnosti.

Tradiční zaměření geologických věd na poznání látkového složení stavby a vývoje svrchní části zemské kůry kontinentů se v poslední době rozšiřuje a v budoucnosti ještě více zaměří na systematický výzkum:

- hlubších částí kůry kontinentů a svrchního zemského pláště,
- kůry oceánského typu a ložisek na dně moří a oceánů,
- nejbližších planet sluneční soustavy (zejména Marsu a Venuše) a Měsíce.

Zvládnutí těchto rozsáhlých teoretických a praktických úkolů vede ke vzniku nových vědeckých oborů a nutí k úzké spolupráci mnoho vědeckých pracovníků. Vznikají a rozvíjejí se jednak hraniční čili **mezioborové disciplíny** (např. geofyzika, geochemie, biochemie, fyzika krystalů, nauka o paleomagnetismu, se-lenologie, areologie a jiné obory srovnávací geologie planet), jednak nové disciplíny uvnitř tradičních oborů geologických věd (neotektonika, mikrotektonika, sedimentologie, nauka o faciích, experimentální petrologie, uhelná petrografie, kvartérní geologie, geochemie vod atd.). Tím se do značné míry stírají původní dosti ostré hranice mezi jednotlivými vědami jak uvnitř komplexu geologických věd, tak i mezi jednotlivými základními přírodními vědami (fyzikou, chemií,

astronomií, biologií, fyzickou geografií apod.), vytvářejí se nové vztahy k matematice a moderní logice i k vědám společenským. Proces diferenciací věd vede současně k integraci poznatků, tj. k sjednocování poznatků dříve izolovaných v závěry nové kvality. Tím jsou umožněny nové přístupy k hlubšímu poznání přírody a k řešení mnohých geologických problémů.

Tomuto směru vývoje věd a v jejich rámci i věd geologických je třeba nově přizpůsobit i vyučování geologickým vědám.

1.4.1

OBECNÉ OTÁZKY MODERNIZACE VYUČOVÁNÍ

V tradiční materiocentrické a reformní pedocentrické škole¹ byly pojaty cíle a cesty výchovy mládeže jednostranně. To se projevovalo i ve vztahu učitele a žáka ve výchovně vzdělávacím procesu. V důsledku této jednostrannosti zmíněného vztahu nebylo možné všestranně rozvíjet duševní a fyzické schopnosti mládeže v míře, která by odpovídala možnostem výchovy a vzdělávání mládeže.

V leninském pojetí všestranného formování mládeže změnila socialistická škola učitele a žáka v spolupracovníky, kteří společně hledají pravdu. Učitel ponechává vedoucí úlohu, ale zbavuje ji autoritativnosti, neomylnosti a nadřazenosti. Mění se příznivě psychický vztah mezi žákem a učitelem. Učitel se stává rádcem žáka. Žák nabývá trvalé vědomosti, přesvědčuje se o významu vzdělání pro život.

Činnost žáka má tedy v socialistické škole velmi významnou úlohu. Není to však samoučelná činnost jako v reformní škole, nýbrž zámrná činnost, jejímž účelem je rozvíjet myšlení, vzdělávat, učit metodám vědecké práce, vychovávat mládež v uvědomělé a obětavé členy socialistické společnosti.

Výsledky výzkumu ukazují, že to nelze docílit klasickými vyučovacími metodami a organizačními formami, kterých užívala škola tradiční, nýbrž že je to uskutečnitelné jen za aktivní činnosti žáků.

Významným podnětem k žakové činnosti jsou problémy, které mohou vyplývat z pojetí vyučovacího předmětu, z motivů vyučování jednotlivým partiím učiva, z běžných událostí ve vlasti nebo ve světě apod. Problémy staví před žáky učitel nebo na ně přicházejí sami žáci v průběhu vyučovacího procesu. Tzv. problémové vyučování by se mělo stát oblíbeným a pokud možno hojně používaným typem vyučování (A. Matuškin, 1973; Cz. Kupisiewicz, 1964, W. Okoň, 1961). Cílem žakovy činnosti je objevit určité vztahy, zákonitosti, procesy. Objevování je požadavkem moderního vyučování.

V souvislosti s požadavkem modernizace vyučování se vytváří strukturální teorie učiva, podle níž je základním učivem to, co je nosnou konstrukcí učiva. Jsou to základní pojmy, principy, teorie a zákony se svými vztahy, souvislostmi a procesy. Nosná konstrukce je pojítkem učiva učebního předmětu. Za nosnou konstrukci učiva geologických věd lze považovat vývoj anorganické přírody a v souvislosti s ní i přírody organické (F. Štván, Didaktika). Nosná konstrukce učiva je směrnici pro výběr učiva a zabraňuje přeplnění osnov a učebnice množstvím nesouvisejících jednotlivostí. Uvedená nosná konstrukce učiva geologických věd byla vodítkem při práci na nových osnovách a učebnicích pro všeobecně vzdělávací školy.

¹ Materiocentrismus kladl do středu učitelových zájmů učivo obsažené v učebních osnovách, uspořádané podle logiky dospělého člověka a namnoze málo přihlížející k logice a psychologii dítěte. Pedocentrismus klade do středu učitelova zájmu dítě (viz pedagogický slovník)

Ve snaze uplatnit vývojové hledisko při uspořádání učiva geologických věd došlo v nových osnovách geologie všeobecně vzdělávacích škol k podstatné integraci učiva mineralogie, petrografie a geologie. Nové pojetí učiva geologických věd vychází z toho, že stavba Země i kosmických těles v sobě zahrnuje dřívější stadia vývoje Země a vesmíru. Proto je významným úkolem učiva geologických věd seznamovat žáky s jednoduchými metodami **zkoumání vztahů** mezi objekty přírody. Otvírá se tím cesta širšímu **používání problémové metody** než dosud. Přitom nelze podceňovat význam popisu fakt, dějů. Popis je však jen jednou etapou poznání.

1.4.2 MODERNIZACE VYUČOVÁNÍ GEOLOGIE

V geologii podobně jako v ostatních přírodovědných i společenských učebních předmětech půjde o modernizaci vyučování ve dvou oblastech, a to:

- o modernizaci obsahu, včetně struktury učebního předmětu,
- o modernizaci vyučovacích prostředků (vyučovacích metod, organizačních forem vyučování, učebních pomůcek atd.).

Základem bude nepochybně modernizace obsahu a jeho struktury, předpokládající zároveň volbu moderních vyučovacích prostředků.

1.4.2.1 MODERNIZACE OBSAHU A STRUKTURY UČEBNÍHO PŘEDMĚTU

Dosavadní výuka geologii vycházela z tradiční struktury geologických věd tak, jak se vytvořila během 19. stol. a v první polovici 20. stol. Jednotlivé geologické vědy (zejména mineralogie, petrografie a geologie) mají v osnovách i v učebnicích téměř samostatné postavení. Takovéto **uspořádání obsahu** má některé vážné nedostatky, zejména:

- ztěžuje návaznost mezi jednotlivými partiemi učiva, zvláště možnost využít vztahy mezi geologickými procesy a vznikem minerálů a hornin,
- neumožňuje žádoucí mírou rozvoj geologického (tj. časoprostorového) myšlení,
- vede k přeplnění obsahu jednotlivými, často od sebe izolovanými fakty,
- způsobuje, že učitelé používají nadměrně popisnou metodu a výuka pak již nevyhovuje novému pojetí geologických věd,
- ztěžuje průběžnou modernizaci obsahu výuky a vyučovacích prostředků,
- omezuje plné využití výchovných a vzdělávacích možností výuky.

Proto je třeba hledat a uskutečnit ve školní praxi taková řešení, která by dosavadní nedostatky výuky snížila na minimum. Jak ukázala řada autorů (A. M. Dostál, 1965; N. F. Talyzinová, 1971; V. L. Zankov, 1971 aj.), je nutné především **přehodnotit cíle učebních předmětů** tak, aby směřovaly k formování celé osobnosti žáka, a tak byly v souladu se základními cíli školy. Z tohoto hlediska nelze pokládat za konečný cíl výuky geologii jen osvojení základních vědomostí o **anorganické přírodě**. Ty mají být prostředkem: k proniknutí do podstaty geologických dějů, k pochopení obecných zákonitostí anorganické přírody a jejího vývoje, k osvojení jednoduchých základních metod vědecké práce.

Takto pojatý cíl výuky geologii umožní provést její racionalizaci, neboť orientuje výběr poznatků na ty, které umožní postihnout specifické jevy **anorganické přírody**. K tomu je třeba:

- vymezit nejobecnější principy (obecné zákonitosti) platné v anorganické přírodě, které se pak stanou základním kritériem výběru a uspořádání učiva (tzv. nosnou kostrou struktury učebního předmětu),
- vypracovat a zdůvodnit strukturu učebního předmětu, tj. stanovit základní dílčí struktury a jejich posloupnost, aby byly maximálním přínosem pro formování osobnosti žáků,
- vybrat a uspořádat obsah v osnovách, v učebnicích i při výuce tak, aby byly splněny funkce geologie jako prostředku formování osobnosti žáka v oblasti výchovné a vzdělávací.

Děje a jevy anorganické přírody tvoří jednotný vývojový systém. Jejich nejobecnějším a sjednocujícím znakem je vývoj uskutečněný v geologické časomíře. Proto lze vývoj neživé přírody (a v souvislosti s ní i přírody živé) považovat za optimální nosnou konstrukci obsahu i struktury učebního předmětu geologie, která nejlépe odpovídá současným cílům školy i pedagogickým kritériím.

Při vymezení struktury předmětu je třeba si uvědomit, že příroda tvoří složitý systém dílčích soustav (subsystémů, substruktur). V oblasti anorganické přírody lze vymezit tyto hlavní subsystémy:

- Země jako kosmické těleso a její vztahy k tělesům ostatním,
- vzájemné vztahy zemské kůry, pláště a jádra,
- látkové složení a stavba zemské kůry, její vztah k svrchnímu pláští a vnějším obalům Země (atmosféře, hydrosféře a biosféře),
- změny v zemské kůře a na povrchu Země působením atmosféry, hydrosféry a biosféry v jednotlivých vývojových etapách Země, vývoj planet,
- látkové složení, stavba a vývoj jednotlivých oblastí (regionů) zemské kůry,
- člověk a anorganická příroda Země a ostatních vesmírných těles.

Uspořádání subsystémů je nejvýhodnější od nejobecnějších k nejkonkrétnějším. Obecnější subsystém umožňuje pohled do subsystému konkrétnějšího. Je samozřejmé, že jednotlivé subsystémy nemohou mít v rámci výuky stejný rozsah. Toto hierarchické uspořádání vytváří vztahový systém založený na principu vývoje, v němž jednotlivé poznatky nejsou izolovány, ale spojeny do přirozených vzájemných souvislostí.

Z popsaného uspořádání subsystémů (substruktur) dále vyplývá, že při tomto vývojovém a genetickém přístupu k výběru a uspořádání obsahu učebního předmětu dochází jednak k stírání hranic mezi jednotlivými obory geologických věd i věd příbuzných, jednak ke zcela zákonitému a přirozenému propojování — integraci — dříve často izolovaných poznatků.

Pokud jde o konkretizaci výběru učiva geologie, je možno uvést tyto příklady.

V osnovách i v učebnicích bude žádoucí omezit nadměrnou faktografii, zejména v systematických partiích mineralogie a petrografie, kde se v minulosti statický ráz učení projevoval nejvýrazněji. Větší pozornost bude třeba věnovat globálnímu rysům geologie Země (nauce o zemské kůře a zemském nitru ve smyslu moderních objevů geofyziky a geochemie) a srovnání Země a jejího vývoje s ostatními planetami sluneční soustavy (planetologie). Geologie je v současném pojetí téměř jen geologií kontinentů. Podle nových objevů stáří sedimentů a struktury dna oceánů bude třeba věnovat více místa geologii oceánů, které tvoří přes dvě třetiny zemského povrchu. V mineralogii bude žádoucí věnovat více místa strukturám hmoty, zejména krystalové struktury. Dále bude třeba ve větší míře než dosud aplikovat i nové poznatky o vzniku minerálů a hornin. Bude třeba též více využívat poznatky moderní geochemie a geofyziky.

V historické geologii zaslouží více pozornosti moderní názory na vznik Země a předgeologické vývojové období, dále pak geologie prekambria, vývoj pevnin a oceánů. Uváděná vybraná fakta (příklady zkamenělin, horotvorných dějů, transgresí, popisu hornin a stratigrafie vrstev) je třeba spíše chápat jako prostředek k vyvozování obecné zákonitosti vývoje litosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry. Partie o atmosféře a hydrosféře budou muset mít v osnovách i v učebnicích více místa než dosud a bude třeba, aby byly pojaty vývojově. Vyžaduje to i větší koordinaci s učivem fyzické geografie, která pojednává o ovzduší a vodstvu jen popisně a nevývojově.

Výběr nových poznatků a jejich zařazování do učiva bude však třeba provádět opatrně a uvážlivě. Je třeba mít na paměti, že čím více teorie se dostane do osnov a učebnic, tím více bude omezována možnost samostatné a objevné činnosti žáků. Učitele by to mohlo nutit k výkladu bez aktivnější spolupráce žáků s vyučujícím, žáky pak často k formálnímu učení a memorování učiva. Bude nutno najít potřebnou rovnováhu mezi nezbytnou faktografií, teorií a praxí.

Dále bude třeba velmi uvážlivě řešit otázku, které poznatky a v jakém uspořádání zařadit do osnov a učebnic školy základní a které patří až do učiva středních škol. V zásadě lze předpokládat, že integrované a vývojové pojetí předmětu bude možno uplatnit na školách základních i středních, ovšem v různé míře. Učivo školy základní bude muset být konkrétnější a popisnější, obecnější závěry bude třeba formulovat přístupnější formou. Učivo škol středních nebude moci být jen prostým prohloubením a rozšířením poznatků ze školy základní, nýbrž bude muset mít poněkud odlišnou strukturu, se zdůrazněním některých témat významných z hlediska výchovného a vzdělávacího.

Problém též bude stupeň integrace, který může být velmi různý. Historickému vývoji a současnému směru vývoje naší školy by pro nejbližší budoucnost nejlépe vyhovovala integrace částečná, tj. integrace v rámci učebního předmětu biologie a geologie (resp. přírodopisu). I tato částečná integrace by ovšem vyžadovala náležitou koordinaci s ostatními předměty, zejména s fyzikou, chemií a zeměpisem.

V našich učebních osnovách se částečná integrace (v různém stupni) uplatnila již před poslední válkou a zejména po ní (učebnice B. Boučka — L. Čepka, 1951; učebnice B. Boučka — L. Čepka — O. Kodyma — J. Koutka — J. Nováka, 1950; učebnice F. Pauka a kol., 1963 a 1973). Rozsáhlejší integraci (zejména pokud jde o spojení mineralogie a petrografie) uplatnil F. Pauk v návrhu nových osnov pro gymnázia, který byl předložen VUP v Bratislavě v r. 1969. Návrh však nebyl uskutečněn proto, že přepracování nové učebnice nebylo z časových i ekonomických důvodů možné a celková nová koncepce výuky na gymnáziích byla zatím odsunuta.

V dalším vývoji naší školy by bylo žádoucí provést integraci vyššího stupně zavedením nového komplexního učebního předmětu *věda o Zemi*. Těžištěm tohoto předmětu by zůstaly geologické vědy, byly by tam však zařazeny i poznatky z příbuzných věd, dosud rozptýlené v různých předmětech (nauka o atmosféře a hydrosféře, ne však popisně jako dosud v zeměpisu, nýbrž vývojově, dále část astronomie, resp. fyziky-planetologie apod.). Podobným způsobem se již vyučuje *vědě o Zemi* v některých státech, např. v USA (učebnice R. E. Biske — R. L. Heller a kol.: *Investigating the Earth*, 1967). V četných státech jsou integrovány — zejména na nižším a středním stupni škol — poznatky všech přírodních věd v tzv. přírodovědě. Integraci je však třeba v každém případě důkladně promyslet, poněvadž má i některé nedostatky (zejména značné potlačení systematických partií mineralogie a petrografie, dalekosáhlé přerušení logické struktury samostatných vědních oborů). Zařazení předmětu *věda o Zemi* by vyžadovalo přestavbu celého

učebního plánu a osnov všech tradičních přírodovědných předmětů a jejich jiné pojetí (týká se hlavně fyziky, chemie, biologie a zeměpisu). Vyžadovalo by i změnu přípravy vyučujících (kombinace předmětů apod.).¹

1.4.2.2

MODERNIZACE VYUČOVACÍCH PROSTŘEDKŮ

Kromě modernizace obsahu a struktury geologických věd v učebním předmětu geologie je nutno uvažovat i o modernizaci vyučovacích prostředků. Půjde zejména o takové prostředky, které umožňují žákům aktivní činnost, samostatnou tvořivou práci, rozvíjení intelektuálních schopností (myšlení) i manuálních dovedností.

Proto bude účelné používat ve větší míře laboratorních a terénních prací, exkurzí a vycházek. Činný ráz vyučování bude posílen pozorováním a pokusy, a to jak v učebně, tak v přírodě, v laboratoři, v muzeích i ve výrobních podnicích.

Ve větší míře se budou používat pomůcky, které zachycují geologické děje ve vývoji. Bude třeba vyvinout a vyrobit dynamické tektonické modely, filmy, pokusná zařízení a připravit televizní pořady. Moderní výuka se neobejde bez moderních učebnic, programů, pracovních sešitů, geologických map, atlasů a učebních klíčů přírodnin včetně vhodné populárně vědecké literatury. Tradiční vyučovací pomůcky se podřídí nové vyučovací koncepci.

Tak bude možné využít v naší škole všech výchovně vzdělávacích možností geologických věd a splnit náročné úkoly, které našim školám uložilo usnesení XIV. sjezdu Komunistické strany Československa, plenární zasedání ÚV KSČ ve dnech 3. a 4. července 1973, XV. sjezd Komunistické strany Československa ve dnech 12. — 16. dubna 1976 a 11. zasedání ÚV KSČ ze dne 15. 3. 1978.

1.5

METODY A ORGANIZAČNÍ FORMY VÝUKY

Výukou rozumíme soubor vnějších a vnitřních organizačních podmínek, které mají vliv na volbu vyučovacích metod a materiálních prostředků, na ostatní činnost učitele (proces vyučování) i na činnost žáků (proces učení).

Vnější organizační podmínky jsou většinou vymezeny výnosy a nařízeními ministerstva školství, učebními plány a osnovami, které určují míru povinné a nepovinné výuky. Zčásti je určuje i učitel (výuka ve skupině, frontální práce apod.).

Formami povinné výuky jsou vyučovací hodiny základního typu, laboratorní práce a exkurze. Formami volitelné a nepovinné výuky jsou praktika z přírodopisu, na gymnáziu praktická cvičení a semináře. Mimo třídními a mimoškolními formami jsou zájmové kroužky, besídky, soutěže, olympiády a zájmová činnost v rámci mládežnické organizace.

V těchto vnějších formách používá učitel různé tzv. vnitřní organizační formy, např. výuku celé třídy nebo práce žáků ve skupinách na společném (stejném) tématu, nebo na různých tématech, která se navzájem doplňují. V jedné a téže hodině se mohou různé vnitřní formy výuky i kombinovat.

¹ Reforma školního vzdělání, mezi jinými předměty i vzdělání v geologii v naznačeném směru integrace všech disciplín pojednávajících o Zemi v jednom předmětu, byla i předmětem mezinárodního jednání kongresu UNESCO (Congress on the Integration of Science Teaching ve Varně r. 1968)

Organizační formou, obsahem a pojetím učiva a dalšími okolnostmi je ovlivněna volba vyučovacích metod.

Vyučovací metodou rozumíme plánovitý a promyšlený postup výchovné a vzdělávací činnosti učitele a žáka, který směřuje k dosažení stanovených cílů. Mezi vyučovacími metodami rozlišujeme:

- metody slovní, jako je výklad, rozhovor, přednáška, vyprávění, popis, písemný záznam, čtení úryvků z knih, práce s knihou, seminární metoda apod.,
- metody názorné — pozorování, demonstrace, grafický záznam,
- metody praktické — pokusy demonstrační a žákovské.

Obecně je pojednáno o vyučovacích formách a metodách např. v Didaktice Z. Peška a kol., v Pedagogice O. Chlupa a kol., v Pedagogice T. A. Iljinovové, z hlediska vyučování přírodopisu v příručce Metodika přírodopisu A. Junga a kol.

1.5.1 VYUČOVACÍ METODY

1.5.1.1 SLOVNÍ METODY

Metoda výkladu je jednou z nejvýznamnějších slovních metod. Používáme ji tehdy, máme-li žákům vysvětlit nové učivo, vyvodit závěry z pozorování. Např. na základě pozorování a srovnávání krystalových tvarů, fyzikálních vlastností nerostů a krystalových struktur vyvodíme zákonitou souvislost mezi strukturou nerostů a jejich tvarovými a fyzikálními vlastnostmi. V petrografii můžeme založit na pozorování struktur výklad o podmínkách vzniku hornin. Výkladem za současného pozorování zkamenělin osvětlíme vývoj organismů v geologické minulosti.

Výkladem seznamujeme žáky s vývojem hypotéz o vzniku Země a sluneční soustavy, o pohybech zemské kůry, o vývoji geologické stavby území ČSSR apod. Výkladem uvádíme také žáky do učiva jednotlivých tematických celků. Jak již bylo naznačeno, vycházíme při výkladu vždy z pozorování přírodnin, obrazů, z mapového materiálu, z předchozích poznatků.

Metoda rozhovoru je vhodná tehdy, můžeme-li vycházet z poznatků získaných v předchozím vyučování nebo v jiných předmětech, ze školních exkurzí, z individuálních pozorování žáků v okolní přírodě, případně z četby, filmu apod. Vděčné pro použití této metody je např. téma o činnosti vnějších geologických činitelů (str. 139), o použití nerostů a hornin v praxi, o těžbě nerostných surovin v okolí a jejím významu. Postup rozhovoru a otázky k jeho vedení předem promyslíme. Rozhovor navážíme na poznatky žáků z okolí školy.

Při vhodné příležitosti může metoda rozhovoru vystřídat metodu výkladu. Metodu přednášky volíme zřídka a to spíše ve vyšších ročnících základní školy, nebo na střední škole např. při příležitosti významného výročí některého badatele, o aktuální události, např. ve výzkumu vesmíru, o hospodářských vztazích mezi státy RVHP a jejich významu pro ČSSR. Krátkou přednáškou, referátem, můžeme pověřit některého žáka, který se blíže zajímá o geologické vědy, např. o obsahu významného článku v některém přírodovědném časopise, o zájmové práci žáka. Přednášce věnujeme jen nevelkou část vyučovací hodiny.

Vyprávění může tvořit vhodnou motivaci k některým tématům, např. vyprávění o zániku Pompejí a města Herculaneum k tématu o vulkanismu, vyprávění o katastrofách způsobených zemětřesením k tématu o pohybech zemské kůry. Místo vyprávění je možno též použít přečtení vhodného úryvku z populárně vědecké knihy, článku v přírodovědném časopise.

Popis má v novém pojetí vyučování geologickým vědám zcela jinou funkci než mívával ještě v první polovici našeho století, zejména v systematické mineralogii a petrografii. Často byl příčinou nezájmu o geologické vědy. Ani dnes sice nelze popis opomenout při charakteristice nerostů, hornin, zkamenělin v učebnicích, nikoli však ve slovním mluveném projevu. Chápeme jej jako prostředek k určení přírodniny. Žáci by se však měli učit předloženou přírodninu popsat a podle popisu zařadit do systému. Důležitý je např. také popis horninotvorných struktur. Je však jen podkladem k vyvození podmínek, za kterých hornina vznikla. I při pokusech popisujeme postup pozorování, abychom z něho usoudili na děj, který při pokusu probíhal, a na podmínky, za nichž se může pokus uskutečnit. Popis může mít formu mluvené řeči nebo formu písemnou.

Písemnými záznamy dokumentujeme např. pozorování při pokusech v laboratorních pracích, hlavně je však používáme během vyučování k heslovitému zápisu probíraného učiva, k záznamu výsledku rozhovoru apod. Žáci se tak učí rozlišovat podstatné učivo od vedlejšího. Takto získané záznamy jsou také přípravou k shrnutí učiva koncem hodiny i důležitou pomůckou pro domácí přípravu žáků.

1.5.1.2 NÁZORNÉ METODY

Předpokladem pro úspěšné vytváření konkrétních představ o přírodninách a jevech anorganické přírody je, aby se slovní metody navzájem doplňovaly s metodami názornými.

Metoda pozorování

Podle míry samostatné činnosti žáka můžeme rozlišit:

- společné pozorování učební pomůcky demonstrované učitelem celé třídě,
- individuální pozorování a zkoumání multiplikátů přírodnin, preparátů a jiných učebních pomůcek jednotlivými žáky nebo skupinami žáků a individuální pozorování jednotlivých přírodnin, jevů.

V prvním případě řídí učitel žákovská pozorování demonstračních modelů, modelů geologických struktur, nástěnných obrazů, velkých ukázek přírodnin a vyvozuje z nich ve spolupráci s žáky závěry.

V druhém případě žáci např. pozorují, zkoumají a srovnávají (individuálně nebo frontálně) za vedení učitele tvarové, fyzikální a chemické vlastnosti nerostů, složení a struktury hornin, způsoby fosilizace zkamenělin apod. a učí se základním metodám výzkumu přírodnin. Pokročilejší žáci konají samostatná pozorování podle písemného návodu nebo samostatně řeší úkoly, např. z tektonické geologie.

Metoda práce s nákresey a náčrtky

Při vyučování geologickým vědám se neobejdeme bez nákreseů a náčrtků na tabuli a v žákovských poznámkách. Grafickým projevem podporujeme osvojování a zapamatování učiva, protože umožňuje dokonalejší vytváření prostorové představy přírodnin, geologických jevů a zajišťuje i individuální účast žáka na vyučování.

Náčrtem můžeme znázornit jednotlivé přírodniny s vyznačením charakteristických vlastností (např. krystal ortoklasu s rovinnou souměrností a orientací štěpnosti v krystalu), zjednodušeně můžeme zobrazit geologické jevy (např. od-

kryvy zvrásněných nebo jinak porušených souvrství sedimentů) a zvýraznit v nich určitou jednotlivost (např. vrásu, zlom). Náčrtky jsou vhodné zvláště při výkladu dynamické geologie. Sérii náčrtků, které znázorňují postupné změny, využijeme např. při výkladu eroze, denudace, mořské abraze, vzniku vrás, zlomů, vývoje geosynklinál. Probíraný děj získá na dynamičnosti.

Je důležité nacvičit si kreslení náčrtků na tabuli, aby byly úhledné, jednoduché, aby mohly být vzorem žákům při kreslení do poznámek a nevyžadovaly mnoho času. Na vyspělejších žácích žádáme, aby při opakování nakreslili náčrtek jednoduchého děje na tabuli sami.

Doporučujeme, aby si učitel při studiu literatury sbíral vhodné obrázky k výkladu, upravoval je pro použití k vyučování a opatřil si tak časem náčrtník (O. Kriebel, 1922; O. Kriebel — J. Beníšek, 1931).

1.5.1.3

METODA PROBLÉMOVÁ — PROBLÉMOVÉ VYUČOVÁNÍ

Metoda problémová staví před žáka problém formulovaný jako otázka, kterou lze odpovědět až po složité myšlenkové operaci, tj. volbě vhodné metody řešení a zjištění určitých fakt. Je metodou rozvíjející účinně myšlení.

Východiskem je úkol, který může být zadán při obvyklé školní činnosti nebo během práce v laboratoři, v přírodě. Napřed probíhá rozhovor o možných způsobech řešení problému, aby žáci postupovali cílevědomě a účelně. Další postup řešení může mít po organizační stránce formu práce ve skupinách nebo práce individuální. Pokud nepůsobí aplikace zvolených operací žákům větší potíže, zasahuje učitel do úvodního rozhovoru a do dalších operací minimálně. Nemohou-li žáci dospět k žádanému výsledku, učitel jim pomůže úkol rozřešit. Je důležité, aby učitel dovedl předem posoudit stupeň obtížnosti úkolu a uvážit, zda může škola žákům poskytnout potřebné prostředky k práci. Některá potřebná data, která žák nemůže sám zjišťovat, mu mohou být poskytnuta písemně.

Při vyučování problémovou metodou je nutné, aby skupiny nebo jednotlivci předložili zprávu o výsledcích práce. To učiteli umožňuje, aby zhodnotil, doplnil nebo opravil výsledky řešení. Zprávy spolužáků a učitelovo hodnocení napomáhají slabším žákům, aby svou práci dokončili (H. Aebli, 1965, str. 14).

Výzkumné práce ukazují, že při problémovém vyučování získávají žáci nejen trvalejší vědomosti, ale že vzrůstá i jejich zájem o učení, že se zlepšuje kázeň ve třídě, že žáci jsou samostatnější, aktivnější a iniciativnější.

Vhodné motivy k problémovému vyučování lze nalézt v učivu všech oborů geologických věd. Všechno učivo by však nebylo možné probrat problémově pro časovou náročnost této vyučovací metody. Proto zvolíme k problémovému vyučování jen témata, při nichž se může dobře uplatnit samostatnost žáků. Předpokladem úspěšné práce je náležitá odborná a pedagogická průprava učitele i příprava na vyučování.

Na základní škole by bylo možné např. objevovat zákonitost vnějšího tvaru krystalů, závislost hustoty nerostů na jejich chemickém složení, zjistit vlastnosti, podle kterých lze rozlišit na první pohled velmi podobné nerosty a horniny; objevovat a vysvětlovat zákonitost sdružování určitých nerostů v horninách, závislost slohu hornin na jejich vzniku; řešit jednoduché příklady určování poměrného stáří hornin, otázku geologického vývoje okolí, závislosti morfologie krajiny na stavbě zemské kůry a odolnosti hornin, vzniku, výskytu a ochrany

podzemní vody; vyvodit závěr ze srovnání organismů jednotlivých ér geologické minulosti Země, usuzovat ze složení a tvaru ložisek užitkových nerostů a hornin na jejich vznik, uvažovat o vhodných metodách vyhledávání a těžby nerostných surovin; řešit otázku vztahu člověka k přírodě obzvláště na příkladech z okolí.

Na středních školách by bylo možno řešit problémově např. otázku závislosti tvarových a některých fyzikálních vlastností na krystalové struktuře, otázku možných kombinací rovin souměrnosti krystalů, odvození osních křížů krystalových soustav ze souměrnosti, usuzovat ze složení, slohu a stavby hornin na podmínky jejich vzniku, z minerálního složení hornin na jejich složení chemické. Z geologických témat by bylo možno problémově vyučovat o zdrojích energie geologických procesů, o závislosti mezi horotvornými procesy, vulkanismem a zemětřesením, o vlivu stavby, odolnosti hornin, vnitřních a vnějších geologických činitelů na tvary zemského povrchu, zejména na příkladech z okolí. Pro problémové vyučování je vděčné téma o geologickém vývoji okolí, o vzniku a ochraně podzemní vody, o vlivu vývoje zemského povrchu a atmosféry na vývoj organismů, o původu života, o vzniku Země a sluneční soustavy, o hospodářských vztazích mezi státy RVHP aj.

1.5.14

METODY PRAKTICKÉ

Praktickou metodou používanou při vyučování geologickým vědám je pokus. Pokus ceníme nejen z hlediska vzdělávacího, ale zvláště z hlediska výchovného. Poskytuje možnost problémového řešení jevů. Vděčné jsou např. pokusy krystalizace rozpustných sloučenin, zvláště těch, které se vyskytují v přírodě jako nerosty (sůl kamenná, sůl Glauberova, ledky, skalice, soda, kamenec). Je možno zkoumat jejich různou rozpustnost. Výsledky využijeme při výkladu vzniku nerostů zvětráváním a vzniku nerostů solných ložisek. Pokusem, který demonstruje rozpustnost rozpráskovaného kalcitu v destilované vodě a v sodovce, lze vysvětlit vznik krasových jevů (F. Pauk, A. Vodička, 1975), pokusy k zjištění různé propustnosti hornin pro vodu vznik zásobáren podzemních vod a pramenů. V petrografii lze pokusem demonstrovat vznik vrstevnatosti sedimentů, zkoumat různou odolnost hornin působením čisté vody a vody slabě okyselené kyselinou sírovou (kyselé zvětrávání v sousedství pyritu), prudkým zahříváním a ochlazováním, zmrazováním a rozmrazováním hornin, které byly ponořeny před pokusem do vody. Obtížnější jsou proveditelné pokusy z geologie (B. Bouček — K. Šrágl, 1951—1952). Nejčastěji se pokusem znázorňuje vznik poruch v sedimentech působením horizontálního tlaku nebo kluzu po mírně nakloněné ploše.

1.5.15

VYUČOVÁNÍ PODLE PROGRAMOVANÝCH TEXTŮ

Při vyučování geologickým vědám je dosud nevžitou metodou vyučování podle programovaných textů. Klade důraz na samostatnou práci žáků. Jde o kombinaci metody slovní, názorné i praktické.

Žák postupuje za kontroly učitele podle programovaných textů nebo podle programů vkládaných do vyučovacího stroje. Programované vyučování umožňuje i objektivní hodnocení i sebekontrolu žáka.

Při sestavování programu je třeba často užívat metodu problémovou, aby se u žáků rozvíjelo logické myšlení. Program z oborů geologických věd by se měl opírat o pozorování a zkoumání přírodnin, studium modelů, rozbor obrazů,

náčrtků apod. Vyučování a učení podle programů vyžaduje, tak jako při vyučování klasickými metodami, aby měl žák k dispozici všechny potřebné pomůcky nebo laboratorní zařízení pro daný úsek programu. Z toho také vyplývá, že pro tento způsob vyučování se nehodí učivo jednotlivých oborů geologických věd stejně. Nejméně vhodné je např. učivo krystalografie, protože předpokládá velmi dobrou prostorovou představivost. Žák by byl často bezradný i při stanovení základní polohy modelů nebo krystalů. Nejde tu jen o poznávání vnějších tvarů krystalů, ale i o pochopení vztahů mezi geometrickými tvary krystalů a jejich vnitřní stavbou, ke kterému by se touto metodou těžko dospělo. Lepší výsledky za kratší dobu je možno v tomto případě docílit běžnými slovními i názornými metodami.

Metoda programovaného vyučování by se mohla uplatnit při vyučování soustavně mineralogii a petrografii nebo obecně a historické geologii. Ostatně klíče k určování nerostů a hornin jsou v podstatě programovaným textem a měly by se hojně používat při frontální a skupinové práci i při zájmové činnosti žáků.

Zatím jediným programovaným textem pro všeobecně vzdělávací školy je text J. Dolejšího a B. Hulána pro přírodopis 9. třídy ZDŠ. Způsobem zpracování je však vhodný jen pro opakování. Vychází v textu a obrázků učebnice přírodopisu.

Obecně o programovaném vyučování pojednává řada odborných publikací: Cz. Kupisiewicz, 1973; E. Stračár — M. Milan, 1966; J. Tůma, 1968; Z. Křečan, 1971. Stručně informují o programovaném vyučování také učebnice pedagogiky, jako Didaktika Z. Peška a kol., Pedagogika O. Chlupa a kol., Pedagogika T. A. Iljinové.

1.5.1.6

PRÁCE S UČEBNICÍ A S LITERATUROU

Učebnice je nejen pomůckou žáků pro domácí přípravu, ale i vodítkem učitele při vyučování. Učitel se nemá podstatně odchylovat od obsahu učebnice, aby neztížil domácí přípravu žáků. Dovede-li učitel využít učebnici vhodnou formou při vyučování, naučí se žáci účelně používat učebnici i při domácí přípravě a výsledek společného úsilí se projeví i v lepším prospěchu. Jde i o to, aby se žáci naučili při práci s knihou hospodařit s časem i při domácí přípravě.

Při vyučování využívá učitel v učebnici geologických věd soustavně v o b r a z e n í. Některá nahrazují trojrozměrné pomůcky používané při vyučování (krystalové modely, bloky s profily apod.). Srovnáváním modelů s obrázky je třeba žáky vést k tomu, aby plošný obrázek viděli prostorově. Obrázky nerostů ukazují tyto přírodniny v typickém vzhledu, a tím napomáhají dotvářet představy o nich. Fotografie nebo pérovky zkamenělin doplňují namnoze chybějící ukázky ve sbírkách. Obrázky rostlinstva a živočišstva jednotlivých geologických období napomáhají při vytváření představ o vývoji života na Zemi. Obrázky v kapitolách tektonické, historické a regionální geologie lze využít k vytváření představ o stavbě zemské kůry a k úvahám o dějích, které je možno ze zobrazené vzájemné polohy hornin vyčíst.

Při domácí přípravě se má žák nejprve pokusit v y b a v i t s i učivo z p a m ě t i (uvědomí si význam aktivní účasti při vyučování ve škole), případně s pomocí poznámek ve školním sešitě, pak si má t e x t prostudovat v učebnici, aby si doplnil mezery ve své paměti, a nakonec si učivo bez pomoci učebnice z o p a k o v a t. Podle otázek a úkolů za jednotlivými kapitolami a tematickými celky vypracovávají žáci také d o m á c í ú k o l y, které mají být praktickou apli-

kací poznatků. Není přípustné, aby byli žáci nuceni probíraný text učebnice doma přepisovat nebo překreslovat obrázky. Rovněž není přípustné diktovat výtahy a požadovat na žácích, aby se je naučili bezduše memorovat.

Při vyučování se nelze omezit jen na používání předepsané učebnice. Již na základní škole mají žáci vyšších ročníků získat přehled o dostupné přírodovědné literatuře a o časopisech a naučit se tuto literaturu s porozuměním číst a samostatně studovat. Proto je třeba dbát, aby v žákovských knihovnách byla náležitě zastoupena populárně vědecká literatura z oboru geologických věd (seznam viz v Metodické příručce k učebnici Přírodopis pro 9. ročník ZŠ autorů F. Pauka a kol., 1975) a aby odborná pracovna a kabinet měly účelně vybavenou odbornou knihovnu, která by byla využitelná i pro samostatnou práci žáků s knihou. V nejvyšších třídách základní školy a zejména na střední škole by měl učitel propagovat mezi vyspělejšími žáky zájmy o přírodní vědy odběr časopisu Vesmír, v nižších třídách časopisu ABC. Měl by sledovat, zda časopis soustavně čtou, a pověřovat tyto žáky krátkými referáty o zajímavostech a nových poznatcích z geologických věd z článků časopisu. Zájem žáků o literaturu lze buditi čtením úryvků z literatury, které jsou vhodným doplňkem probíraného tématu, a půjčováním této literatury. Učitel by měl vystavovat spolu s pomůckami i knihy, které se svým obsahem pojí k probíranému učivu, a soustavně seznamovat žáky s nově vyšlými knihami z oborů geologických věd.

Významným prostředkem, který pomáhá buditi zájem o vyučovací předmět je vedení žáků k tomu, aby sledovali denní a periodický tisk, shromažďovali zprávy o výsledcích výzkumu vesmíru, o objevech ložisek užitkových nerostů v ČSSR a v zahraničí, zejména v zemích RVHP, o těžbě nerostných surovin, o vzájemných hospodářských stycích zvláště mezi státy socialistického bloku, a aby je přednášeli a uveřejňovali na nástěnce, aby sbírali obrázky vhodné pro vyučování a pro nástěnky apod. Tyto příspěvky musí učitel vydatně využívat při vyučování, aby zájem žáků o tuto aktivní spolupráci byl trvalý.

Velký vliv na kvalitu a trvalost vědomostí má kromě prvotního osvojování vědomostí a dovedností jejich procvičování a upevňování. Má se dít nejen na začátku nebo na konci hodiny, nýbrž mají mu být věnovány i celé vyučovací jednotky základního typu i praktických cvičení za většími tematickými celky.

Děje se tak zejména pomocí vhodných promyšlených problémových otázek, které přispívají k hlubšímu chápání příčin a vztahů mezi jednotlivými jevy, vlastnostmi přírodnin apod. Např. nespokojíme se s pouhým výčtem a srovnáváním vlastností grafitu a diamantu, ale žádáme odpověď na otázku, co je příčinou odlišnosti tvarových, fyzikálních a chemických vlastností a způsobu výskytu obou modifikací uhlíku. Nespokojíme se také jen s popisem struktury hlubinné a výlevné vyvřeliny a jejich srovnáním, ale žádáme i vysvětlení příčin odlišnosti. V geologii se např. ptáme, proč vznikly naše nejbohatší hnědouhelné pánve, České středohoří a Doupovské vrchy právě v Podkrušnohoří. Při opakování pojmů z tektoniky, např. souhlasné a nesouhlasné uložení souvrství, poměrně stáří hornin, má žák umět kromě slovního vysvětlení jevu i načrtnout schematický obrázek. Pro vyučovací hodiny, které jsou zcela věnovány opakování větších celků, může učitel zadat žákům vyššího stupně střední školy únosný soubor problémových otázek, ve kterých je v přehledu vyčerpán obsah tématu.

Např. při opakování tématu regionální geologie ČSSR to mohou být otázky a úkoly:

1. Vysvětlíte příčiny nestejného rozšíření vyvřelých, přeměněných a usazených hornin v Českém masívu a v karpatské soustavě.
2. Srovnáte stáří těch usazených hornin (uved' útvary) v Českém masívu a v karpatské soustavě, které zaujímají velké rozlohy. Které z nich byly zvrásněny?
3. Porovnejte rozšíření nejdůležitějších vyvřelých hornin v obou horských soustavách.
4. Srovnajte nerostné bohatství obou horských soustav.

I při výkladu nového tématu využije vyučující každé příležitosti, aby vedl žáky k vyvozování vztahů mezi novým a starším učivem. Např. v soustavné mineralogii utvrzuje poznatky z geometrické, fyzikální a chemické krystalografie, v petrografii ze soustavné mineralogie, v ložiskové geologii navazuje na poznatky z obecné a soustavné mineralogie i strukturní geologie, v geologii využívá znalosti žáků z petrografie, biologie, geografie.

Získané poznatky a dovednosti je nezbytné využívat i při praktickém poznávání přírodnin. Dbáme např., aby žák nehádal jen podle povrchního dojmu, která přírodnina mu byla předložena k určení, ale aby své určení založil, zvláště na střední škole, na zjištěných **p o d s t a t n ý c h** vlastnostech.

1.5.1.8

METODY ZKOUŠENÍ A HODNOCENÍ VĚDOMOSTÍ

Hodnocení vědomostí je součástí výchovně vzdělávacího procesu. Bez pravidelného zkoušení si učitel nemůže učinit představu o stavu vědomostí žáků a jejich průpravy na další výklad. Z celé řady metod volíme takové, které odpovídají povaze současně probíraného učiva nebo větších celků. Určitou roli tu hrají i osobní zkušenosti učitele. Zvolí ty metody, které považuje v určitých případech za nejspolehlivější a nejobjektivnější.

Samostatnou kapitolou je vlastní hodnocení žáků¹. Žáka nelze hodnotit pouze podle podaného výkonu (jako je tomu u testů). Přirozené schopnosti žáků jsou rozdílné, rozdílné jsou i podmínky jejich domácí přípravy a osobní problémy apod. I kdybychom hodnotili výkon žáka naprosto objektivně, avšak bez ohledu na zmíněné okolnosti, pak by se z vyučovacího procesu vytratil **v ý c h o v n ý** cíl, k němuž je třeba brát přinejmenším stejný zřetel jako ke straně vzdělávací. Kromě objektivního hodnocení vědomostí, které musí být základem, je nutno přihlížet k **i n d i v i d u a l i t ě** žáka, brát ho na vědomí jako osobnost, kterou vedeme na cestě k vytváření jeho vlastního světového názoru. Pedagogicky a celospolečensky je mnohem větší umění přivést méně chápavé dítě na cestu usilovné práce, i když výsledky výuky budou jen průměrné, než dávat za vzor vysoce nadaného žáka, jehož vlastní práce je mnohem snazší. Nadané jedince je třeba diferencovaně zaměstnávat navíc, volit náročnější úkoly, vyžadovat od nich větší výkony a přísněji hodnotit jejich nedostatky.

Obsah zkoušení

B. Řehák (1948) ve svém úvodu do didaktiky říká, že zkoušení je prubířským kamenem učitelských schopností. Neboť ne každý, kdo dovede učivo dobře vylo-

¹ Obecné směrnice pro klasifikaci jsou uvedeny v klasifikačním řádu pro ZDŠ ve Věstníku MŠ ČSR z 20. 12. 1973, pro školy poskytující střední a vyšší vzdělání včetně zařízení pro výchovu učňů ve Věstníku MŠ ČSR z 20. 3. 1974

žit, je dovede i dobře vyzkoušet. Všimněme si nejprve vlastního obsahu zkoušení a potom jednotlivých metod zkoušení.

Před zkoušením je třeba si stanovit, co při něm chceme zjišťovat a co od žáka požadovat. Dosud je to nejčastěji znalost fakt, faktografické poznatky. Jejich obsah i rozsah určují osnovy a učebnice. Vždy je třeba, aby žáci znali základní pojmy a principy, rozuměli jejich vzájemným vztahům a souvislostem mezi nimi a dovedli je využít při složitějších myšlenkových operacích. Kromě paměti zjišťujeme žákovu pozornost a soustředěnost, schopnost pochopit podstatu problému, obměňovat situaci, samostatně aplikovat získané poznatky v praxi, abstrahovat, schopnost logicky myslet. Dále hodnotíme jeho píli a vytrvalost. Při samostatné práci posuzujeme přístup žáka k uloženému úkolu, při práci s materiálem a náradím jeho pečlivost a pořádnost i zručnost. Předmětem hodnocení musí být i grafický projev a úroveň ústního vyjadřování.

Metody zkoušení

Podle účelu volíme různé metody zkoušení. Tradiční způsoby zkoušení spočívají v tom, že žák dostane otázku z probraného učiva a poskytne se mu dostatek času k tomu, aby ji ústně nebo písemně zodpověděl. Tyto způsoby jsou v naší, v podstatě tradiční škole dosud velmi rozšířené. Zkoušenému umožňují tvořit vlastní formulace, podporují jeho vyjadřovací schopnost, kladou však značné nároky na učitele při hodnocení odpovědi. Tímto způsobem lze zkoušet individuálně (ústně) nebo hromadně (písemně).

Ve snaze zvýšit efektivnost zkoušení se někdy doporučuje, zejména na základní škole, zkoušet skupinu žáků najednou. Žáci dostanou jednu otázku a odpovídají postupně za sebou, jeden doplňuje druhého. Můžeme též současně zkoušet dva až tři žáky; jeden z nich je zkoušen ústně, druhý vyplňuje tabulku nebo schéma, kreslí náčrt, třídí minerály apod. Ostatní žáci ve třídě mohou být zaměstnáni dalším úkolem: studováním multiplikátů, vybraných obrázků, mikroskopováním nebo jinými úkoly. Tyto způsoby zkoušení mají mnoho nevýhod; žáci jsou nesoustředěni, každý sleduje něco jiného bez náležitého vedení. Takové formy zkoušení vedou žáky spíše k povrchnosti než k schopnosti maximálně se soustředit. Pro učitele je tato práce velmi namáhavá, nemůže všechno dostatečně kontrolovat a správně hodnotit. Klidný, samostatný a souvislý projev žáka při zkoušení bude mít vždy svoje místo.

Orientačním zkoušením si učitel ověřuje zpravidla na začátku hodiny, jak žáci pochopili učivo probrané v předchozí hodině a zároveň jím navozuje nové učivo. Před obtížnějším a časově náročnějším výkladem může volit jen stručné, krátké, ale obsažné zopakování učiva, aby navodil vhodnou situaci pro nový výklad. Někteří učitelé orientační opakování známkují; je to vyvoláno tlakem na učitele, aby měl dostatek známek. Je to chyba; dobrá známka je příliš laciná a špatná příliš tvrdá. Orientačním zkoušením však může učitel sledovat průběžnost přípravy žáků z hodiny na hodinu. Pokud chceme toto zkoušení známkovat, budeme rozlišovat dvě kategorie známek podle jejich závažnosti. Známky za opakování větších celků a známky za orientační zkoušení.

Zkoušením větších uzavřených celků, kterých je 6—10 do roka, zjišťujeme, jak žáci chápou vztahy mezi učivem probraným během předchozího úseku školního roku. Je hlavním podkladem pro hodnocení práce žáků. Přispívá k výchově žáků k soustavné práci.

Vyzkoušíme všechny žáky, a to individuálně, případně písemně. Opakované celky předem zadáme a poskytneme k tomu žákům určitý dostatečný čas na přípravu, aby se naučili hospodařit s vlastním časem. Známky z takového

zkoušení označujeme zvláště a ceníme je nejvyš. Zkoušení je třeba věnovat celou hodinu (i více hodin), vyčerpat učivo v celém rozsahu (vzájemné vztahy, souvislosti, protiklady) a vhodně volit pro schopnější žáky náměty na problémové opakování.

Problémové zkoušení. Při problémovém zkoušení zkoušíme učivo z jiného hlediska, než z kterého bylo vyloženo. Po probrání několika témat se mohou uplatnit rozmanitá hlediska (třeba praktická). Poznatky se tak stávají trvalými a mobilními pro nové myšlenkové kombinační spoje. Ukáže se pohotovost žáka a jeho postřeh a přehled. Zkoušení problémovou metodou se nabízí celá řada témat. Protože vykládáme učivo v jiné souvislosti (voda pitná a užitková, vznik pramene), než ji zkoušíme (naše město a voda), musíme si být vědomi, že tento způsob práce je pro žáka mnohem obtížnější, i když je cennější. Celosvětový trend směřuje ve výkladu a zkoušení k problémové metodě. Její použitelnost je však závislá na vyspělosti žáků.

Písemné zkoušení. Klasifikační řád pro střední školy a vyšší vzdělání dovoluje zadat krátké písemné orientační zkoušky zabírající menší část vyučovací hodiny. Musí být rovnoměrně rozděleny po celý rok a schváleny ředitelem. V jednom dni se smí konat pouze jediná písemná zkouška. Písemné zkoušky nemají být časté a jejich výsledky musí být ověřovány ústním zkoušením, při němž se může lépe projevit individualita žáka. Výsledná známka však není aritmetickým průměrem dílčích zkoušek.

Z testů vědomostí se v našich školách užívají většinou testy, kterými se zjišťuje kvalita vědomostí a schopnost vědomostí aplikovat. Méně se užívají testy k zjišťování rychlosti řešení úkolů (viz Mužič, 1971). Otázky jsou v testu uvedeny buď tak, že žák volí jednu z nabídnutých odpovědí, nebo odpověď doplňuje. Test má nejen prokázat základní znalosti, nýbrž i schopnost logicky uvažovat. Učitel by měl používat jen **standardizované testy** (viz M. Pauková, 1968, str. 248). Standardizované diagnostické testy vydává n. p. Psychodiagnostické a didaktické testy v Bratislavě. Podle klasifikačního řádu pro základní devítileté školy bylo možno využít pro zjišťování výsledků výchovně vzdělávací práce a analýzu vědomostí žáků didaktické testy schválené ministerstvem školství.

Pro mineralogii a geologii byly vydány testy vypracované J. Vališem: Didaktický test z mineralogie pro 9. ročník ZŠ (45 otázek) a Didaktický test z petrografie a geologie pro 9. ročník ZŠ (50 otázek). Testy vydávané uvedeným podnikem obsahují testovací sešit, testovací příručku a šablonu k rychlému zpracování. Odpovědi, z nichž žák volí, jsou obvykle 4, aby se omezila náhodnost odpovědi.

Jako příklad je uvedeno několik čtveřic otázek z testu mineralogie pro ZŠ:

1. K halocům patří:
A ortoklas, plagioklas
B apatit
C sádrovec
D sůl kamenná, fluorit
7. K rozlišení úlomku kalcitu od jiných nerostů podobného vzhledu zvolíme tuto nejvhodnější zkoušku:
A úlomek vypálíme v plameni
B na úlomek kápneme kyselinu chlorovodíkovou
C úlomek povaříme ve vodě
D zkusíme úlomkem rýpat do skla
40. Kaolinit vzniká chemickým zvětráváním:
A křemene
B živce
C sádrovce
D kalcitu

Test obsahuje tolik čtveřic otázek, aby obsáhl celé učivo mineralogie.

Zkouška znalosti přírodnin. Praktické poznávání přírodnin je velmi důležité jak ve škole základní, tak i škole střední. Písemnou formou můžeme vyzkoušet znalost krystalových soustav, zkamenělin, zejména pak nerostů hornin. Žák musí předem vědět, že bude zkoušce podroben, a musí mít dostatek času si přírodniny prozkoumat. Věnuje potom jejich pozorování větší pozornost.

Zkouška se provede např. formou písemného testu, kde žák jen doplňuje jména přírodnin. Zorganizuje se takto: V prázdné třídě dáme na lavice 20 až 30 papírků s čísly vzestupnou řadou tím směrem, jak budou žáci procházet. Ke každému číslu dáme jeden minerál (typický, pokud možno jiný než žáci před zkouškou prohlíželi), lupu, sklíčko a hřebík. Předě dvěma třídami se shromáždí žáci s připraveným papírem opatřeným jménem žáka a sloupcem číslic 1 až 30. Do místnosti je pak použijeme jednotlivě tak, aby u každé lavice s dvěma minerály byl jeden žák. U posledního čísla práci odebereme. Je výhodné, mohou-li žáci odcházet do další místnosti, kabinetu apod. Až skončí práci poslední žák, překontrolujeme společně výsledek určování. Je to zkouška cenná z výchovného hlediska i pro upevňování vědomostí.

Zkoušení s použitím pomůcek. Ústní zkoušení je vhodné oživit a zkonkretizovat hojným používáním tabulek, grafů, fotografií zkamenělin, geologických jevů. Zkoušíme, jak je žáci dovedou využívat, jak dovedou vyhledávat potřebná fakta, pozorovat a uvažovat. Kdykoli to učivo vyžaduje, používáme i geologickou mapu a vyžadujeme, aby se v ní žáci dovedli orientovat. Zkoušení pomocí polarizačního mikroskopu nepřichází ani na středních školách v úvahu pro komplikovanost manipulace s přístrojem.

Kromě poznávaných přírodnin, mapy, kompasu, lupy, lístků s otázkami můžeme používat při zkoušení ještě speciální pomůcky. Jsou to hlavně různé hlasovací lístky.

Zkoušení, ať již použijeme kteroukoli metodu, má být co možno nejobjektivnější. Má žákům spíše dodat chuť a sebedůvěru a nikoli je zastrašovat. Nikdy nemá být zkoušení trestem. Splní-li učitel tyto podmínky, stane se zkoušení organickou součástí výchovně vzdělávacího procesu a bude efektivní.

1.5.2 ORGANIZAČNÍ FORMY VYUČOVÁNÍ

1.5.2.1 VYUČOVACÍ HODINA ZÁKLADNÍHO TYPU

Základní organizační formou vyučování je vyučovací hodina základního typu ve třídě, při níž učitel pracuje s třídou podle pevného rozvrhu hodin a přitom používá vhodných metod k dosažení vytčených výchovných a vzdělávacích cílů. Ve vyučovací hodině je učitel organizátorem veškeré práce a je odpovědný za průběh a výsledek vyučování.

V základních vyučovacích hodinách geologie se postupně dospívá v jednotlivých tématech na úrovni vyspělosti žáků k ucelené představě o vývoji a stavbě Země a vztahu Země k vesmíru. Žáci se seznamují s neústrojnými přírodninami významnými pro život, se zákonitostmi vývoje neústrojně přírody, se souvislostmi mezi vývojem neústrojně a ústrojně přírody. Poznávají význam geologických věd pro společnost. Ve výuce v hodinách základního typu je i těžiště výchovného působení na žáky.

Pro laboratorní práce se zřizují speciální laboratoře. Na škole základní se často konají ve třídě, to však průběh vyučování značně ztěžuje a zpomaluje. Trpí tím i úroveň cvičení, protože je vyloučeno zařadit do vyučování určité zkoušky, např. zkoušky nerostů v plameni aj.

Laboratorní práce konáme v odděleních. Zařazujeme je do rozvrhu tak, aby navazovala na teoretickou přípravu v hodině základního typu.

Hlavní význam laboratorních prací spočívá v tom, že si žáci prakticky osvojují základní metody vědecké práce, učí se metodám určování přírodnin. Po výchovné stránce je významné zejména to, že se žáci přesvědčují o nezbytnosti svědomité a přesné práce, mají-li dojít k správnému výsledku. Získávají také sebevědomí ve své schopnosti a probouzí se u nich zájem o neustojnou přírodu.

Laboratorní práce umožňují v daleko větší míře než vyučování v hodině základního typu uplatnit individuální schopnosti žáků i individuální péči učitele o žáky.

Při laboratorních pracích dáváme přednost názorným metodám: pozorování, zkoumání, srovnávání vlastností přírodnin, určování přírodnin a pokusům.

Na základní škole po provedení ukázky řešení úkolu frontálním pozorováním nebo zkoumáním, např. krystalové souměrnosti, fyzikálních a chemických vlastností nerostů, konají žáci obdobná pozorování a zjišťování na vybraných nerostech a zapisují výsledky do protokolu. Učí se psát věcný, stručný a přehledný zápis do připravené tabulky o určení nerostu. Obdobně se postupuje při pozorování a zkoumání hornin nebo zkamenělin.

Na střední škole mohou žáci konat samostatná pozorování podle návodu, samostatně určovat a popisovat nerosty, horniny, zkameněliny a zařazovat je do soustavy; konat pokusy s určitým záměrem, cvičit se v určování geologických struktur, poměrného stáří hornin apod. Postup práce a výsledky zaznamenávají v protokolu.

Laboratorní práce mohou splnit dané cíle jen tehdy, mohou-li se konat ve speciálně zařízených učebnách a je-li kabinet vybaven hojnými přírodninami a určovací literaturou.

Ukázka laboratorní práce je uvedena v speciální části (str. 96). Požadavky na učebnu (str. 50).

1.5.2.3

VYCHÁZKA, EXKURZE A TERÉNNÍ CVIČENÍ

Při vyučování ve třídě nelze i při náležitém využití přírodnin docílit, aby si žáci vytvořili patřičnou představu o geologických jevech, o výskytu nerostů, hornin, zkamenělin v přírodě a jejich vzájemných vztazích. To je možné docílit toliko přímým názorem v přírodě. Proto je vyučování v přírodě na vycházkách a exkurzích naprosto neoddelitelnou součástí vyučování geologickým vědám a nelze je opomenout.

Vycházka rozumíme krátké vyučování v okolí školy nebo v přírodě v blízkém okolí. Uplatňuje se např. v přírodovědě a v přírodopise na základní škole. Při vycházce v obci, v městě se mohou žáci seznámit s horninami používanými ve stavebnictví nebo v sochařství, kamenictví, se stavebninami vyrobenými z nerostných surovin, s využitím kovů získaných z rud apod. Pokud žáci pozorované přírodniny neznají, učitel je pojmenuje a vysvětlí, které vlastnosti umožňují jejich použití, případně i jejich původ a složení. Těchto předběžných pozorování a poznatků lze využít jako motivace k výkladu nebo k rozhovoru o významu ne-

rovných surovin pro člověka, o významu geologických věd i v hodinách jiných předmětů.

Při vycházce do přírody, zvláště na venkově, je možno žáky seznamovat s okolními přírodninami, s půdou a s některými geologickými jevy, např. s rušivou a tvořivou činností člověka, gravitace (viz V. Bartušek 1953, str. 77), s významem ochrany přírody apod.

Exkurzí rozumíme vyučování v přírodě zpravidla ve větší vzdálenosti od školy nebo v závodě těžícím a zpracovávajícím nerostnou surovinu. Hlavním úkolem exkurzí je seznámit žáky se způsobem výskytu nerostů, hornin, zkamenělin v širším okolí školy, pozorovat a analyzovat účinek geologických činitelů, učit žáky usuzovat na geologické děje v minulosti z pozorovaného uložení a složení hornin. Žáci poznávají i metody vědecké práce mineraloga, petrografa, geologa v přírodě. Při návštěvě lomu nebo dolu se žáci seznamují se způsobem těžby, zpracování a upotřebení nerostných surovin a s technickým zařízením k těžbě. Exkurze lze vhodně využít i ke sběru přírodnin.

Na základní škole by mělo být vykonáno během roku v přírodovědě a v přírodopise několik vycházek, v přírodopise aspoň dvě exkurze; na střední škole nejméně dvě exkurze. Jedna na začátku školního roku, druhá v době vyučování geologii. Při zájmovém vyučování by mělo být vykonáno pokud možno nejvíce exkurzí spojených se sběrem přírodnin, které by byly zpracovány laboratorně ve škole. Zejména při sběru přírodnin pro školní a soukromé sbírky lze účinně podněcovat zájem žáků o neústrojnou přírodu.

Podmínkou zdatu exkurze je, aby učitel vykonal předběžně exkurzi sám a pak vypracoval plán exkurze, promyslel postup a metody práce v přírodě i využití poznatků při dalším vyučování.

Převládajícími metodami vyučování při vycházkách a exkurzích jsou pozorování přírodnin a geologických jevů, výklad, rozhovor a určování přírodnin, určování relativního stáří hornin, cvičení v pořizování písemné dokumentace, popisu geologického jevu, samostatné práce podle návodu aj.

Podrobněji je pojednáno o metodách práce na exkurzích v speciální části publikace v ukázkách vedení exkurzí na str. 194.

1.5.2.4 PŘÍRODOVĚDNÝ SEMINÁŘ Z GEOLOGICKÝCH VĚD

Výnosem MŠ z 31. března 1969 byl na gymnáziích zřízen volitelný učební předmět — přírodovědný seminář z biologie a geologie. Patří do II. skupiny volitelných předmětů, a proto si jej mohou volit žáci IV. ročníku. Přírodovědný seminář z biologie a geologie lze v případě potřeby kombinovat se semináři z ostatních přírodovědných předmětů. Pro seminář byly stanoveny dvě vyučovací hodiny týdně. Geologické složce se má věnovat 14 vyučovacích hodin.

Zařazení semináře do IV. ročníku umožňuje vycházet z poznatků žáků získaných v povinné výuce geologii, ve výběrových a volitelných praktických cvičeních z geologie, v chemii, fyzice, biologii a jiných učebních předmětech a s jejich pomocí řešit náročnější otázky z oblasti anorganické přírody.

1.5.3 ZÁJMOVÁ ČINNOST ŽÁKŮ

Při hodnocení práce žáků všeobecně vzdělávacích škol a při rozboru příčin jejich studijních neúspěchů shledáváme, že jednou z podstatných příčin

je nezájem o učivo, nebo tak malý zájem, že nemůže být uspokojivým faktorem při studiu. Tento stav ovšem není specifický pro přírodovědné obory a souvisí s velmi složitou problematikou formování osobnosti v letech školní docházky. Ne vždy je příčinou tohoto neutěšeného stavu žákův psychický a emoční stav. Mohou to být zvláště nevhodné vyučovací metody.

Proto je v poslední době věnována otázce zájmu žáků zvláště v mimovyučovací době zasloužená pozornost. Uvedeme závěry dlouhodobého průzkumu zájmové činnosti žáků (dále ZČ), zvláště zájmové činnosti přírodovědně zaměřené (dále PZČ), který konali J. Vávra a kolektiv v r. 1969 v 6. až 9. třídě ZDS a jehož výsledky zpracovali ve studii (archív pedagogické fakulty v Hradci Králové).

Průzkumem opírajícím se o 16 168 údajů bylo zjištěno:

1. Nejčastějším podnětem k PZČ je školní vyučování. Proto je možno zkvalitňováním školního vyučování ovlivnit kladně i PZČ. Tento vztah platí i obráceně.

2. Nejméně oblíbeným z přírodovědných předmětů je mineralogie a geologie. Proto je třeba těmto disciplínám věnovat zvýšenou pozornost a hledat příčiny tohoto jevu.

3. I když je v ojedinělých případech práce přírodovědných kroužků vynikající, má celkově nízkou úroveň. Mnoho zájemců pracuje samostatně bez soustavného vedení a odborné pomoci. Proto je třeba zaměřit se zvláště na zajištění podmínek pro založení zájmového kroužku vysokou úrovní vyučování předmětu, volbou vhodné náplně a činnosti kroužku. Nesmí se zapomínat ani na žáky, kteří z jakýchkoli příčin kroužek nenavštěvují.

4. Nevyužívá se vyučování v přírodě, kde je možno bezprostředně pozorovat a analyzovat jevy anorganické a organické přírody a jejich vzájemné vztahy, seznamovat se s výskyty přírodnin. Vyučování pak upadá do verbalismu, formalismu.

Z uvedených závěrů vyplývá, že dobře vedená zájmová činnost žáků s větší možností práce v přírodě než při povinném vyučování může podstatně přispět k rozvíjení zájmu o neživou přírodu a k zlepšení prospěchu při vyučování geologickým disciplínám. Vyžaduje však:

- pozorování přírodních jevů při vycházkách pravidelně zařazovaných do výuky,
- pracovní zaměření na úrovni terénních a laboratorních prací, sběru a preparace přírodnin,
- regionální zřetel, tj. použití komplexních přírodovědných znalostí nejbližšího okolí.

Nejdůležitějšími formami zájmové činnosti žáků jsou zájmové kroužky a účast v soutěžích.

1.5.3.1 ZÁJMOVÉ KROUŽKY

Zájmový kroužek se zaměřením na geologické vědy soustřeďuje žáky, kteří se zajímají o přírodu, zvláště o její neživou část. Vytváří příležitost k rozvoji jejich osobnosti, k obohacení jejich vědomostí, dovedností a získání užitečných návyků (viz vzdělávací cíl, str. 15). Učí je lásce k předmětu i základům metod vědecké práce. Účelně zaplňuje volný čas mládeže a vede ji k stejnému počinání v občanském životě. Zvláštní význam má ve výchově ke kolektivismu.

Zájmový kroužek vědeckého zaměření nemá na rozdíl od povinného nebo nepovinného předmětu pevnou učební osnovu. Vedoucí kroužku promyslí podle

daných podmínek náplň, sestaví plán práce, většinou na půl roku, a předloží ho řediteli ke schválení. Činnost kroužku musí být do všech důsledků promyšlená a cílevědomá. Vedoucí kroužku projedná náplň práce s žáky a ponechává jim určitou volnost při volbě témat zařazených do pevného výchovně vzdělávacího plánu. Tím vytváří u žáků pocit spoluúčasti na řízení kroužku a podporuje zájem o práci.

Bez ohledu na předpokládané zaměření by měly mít zájmové kroužky některé specifické znaky:

- dobrovolnost při náboru a výběru činnosti, avšak povinnou docházku,
- odborně metodické vedení za předpokladu úměrné odměny,
- alespoň relativní předpoklad kontinuity zájmové činnosti na vyšším typu školy jako přípravy na odborné studium i jako součást osobních zálib v dospělosti.

Zájmový kroužek vede učitel nebo jiný odborník. Může být zřízen při škole, vlastivědném muzeu nebo jiném zařízení. Volnost osnovy umožňuje učiteli nebo vedoucímu kroužku lépe uspokojovat osobní zájmy žáků než v povinném předmětu a přizpůsobovat plán krajovým zvláštnostem. Může volit i metody a formy práce, které nejsou běžné ve školním vyučování a tím i dosáhnout optimálních výsledků vzdělávacích a výchovných. Práce v kroužku má navazovat na dosažený stupeň vědomostí, odpovídat schopnostem žáků a má být v souladu s osnovami školního předmětu.

Práce v geologickém zájmovém kroužku je zařazena do mimovyučovacího času. Jeho činnost se uskutečňuje ve volných půldnech nebo ve volných dnech. To klade vyšší nároky na vedoucího i na žáky. Od žáků se vyžaduje hlubší zájem o geologické vědy, případně o jejich určitý obor.

Před zahájením práce v kroužku si vedoucí ujasní výchovně vzdělávací cíle. Výchovné cíle jsou shodné s cíli socialistické školy a s vyučováním geologickým disciplínám.

Vzdělávací cíle vycházejí ze samé povahy kroužku, z jeho možností a prostředků. Zejména jde o:

- a) poznání geologické stavby a vývoje bližšího okolí a významnějších míst v širším okruhu školy,
- b) poznání nejrozšířenějších hornin, mineralogických a paleontologických lokalit okolí,
- c) seznámení s ložisky nerostných surovin a jejich hospodářským významem,
- d) dosažení znalostí a dovedností potřebných při geologickém průzkumu a při zpracování nálezů,
- e) aktivní ochranu přírody a krajiny.

V souvislosti s uvedenými cíli mohou žáci konat tyto práce:

- zaznamenávat do topografického podkladu výskyt nerostů a hornin,
- provádět přitom v okolí výzkum s použitím jednoduchého náčiní, nářadí nebo i přístrojů,
- doplňovat školní sbírky nerostů, hornin a zkamenělin,
- vystavovat zajímavé nálezy, účastnit se soutěží,
- spolupracovat s muzeem nebo s odborníky,
- určovat nerosty a horniny,
- seznamovat se v lomech nebo v dolech s metodami výzkumu a těžby ložisek a zpracováním nerostných surovin,
- pořizovat fotodokumentaci, náčrtů v přírodě, v lomech.

- K dosažení uvedených cílů jsou vhodné tyto formy a metody:
- vycházky do přírody a práce v terénu spojené se sběrem přírodnin,
 - návštěva muzeí a sbírek soukromých sběratelů a rozhovor s nimi,
 - exkurze k místu, kde se konají výzkumné geologické práce a rozhovor s odborníky o jejich výzkumu,
 - práce s knihou,
 - beseda o zajímavých článcích v časopisech, o zajímavých knihách, spojená s diskusí,
 - přednáška nebo návštěva přednášky s geologickou tematikou,
 - promítání filmu nebo diafilmu s komentářem,
 - beseda s odborníkem na dané téma,
 - celodenní exkurze do vzdálenějšího okolí na naleziště nerostů, hornin, na místa vhodná k pozorování geologických jevů,
 - několikadenní putování po vhodné trase s dobrými odkryvy,
 - laboratorní určování nasbíraných nerostů a hornin,
 - zpracování osobního nebo skupinového úkolu na dané téma.

Dobře organizovaná práce dává žákům zkušenost o namáhavosti objevitelské práce, učí základům práce vědecké. Tím jim dává i pocit uspokojení a nadšení nad každým novým objevem, rozvíjí jejich vnímavost, pozorovací schopnosti a odstraňuje pocit lhostejnosti a nevšímavosti k přírodě, kterou sebou nese současná industrializace období vědeckotechnické revoluce.

Vedoucí zájmového kroužku se mění na rádce, který poskytuje pomocnou ruku, ale nikdy za žáka problém neřeší. To vyžaduje od vedoucího metodickou obratnost a hluboké znalosti, a to nejen v oborech geologických věd, ale i vedomosti pedagogické, psychologické a všeobecný rozhled.

Pro přípravu vedoucího kroužku je důležité, aby si vypracoval seznam a popis vhodných odkryvů a lomů v okolí, závodů zpracovávajících nerostné suroviny, dolů, lázní, muzeí, sbírek nerostů, nalezišť přírodnin v okolí, dále i seznam knih, filmů a diafilmů s rozbohem, jak je lze využít ve výchovně vzdělávacím procesu. Užitečný pro práci je i výběr vhodných tras geologických exkurzí, promyšlených a zpracovaných po věcné, metodické a výchovné stránce.

Plán práce kroužku sestaví učitel se zřetelem k obsahu a rozsahu učiva povinného učebního předmětu, k místním podmínkám, k úrovni a zaměření zájmu účastníků a k vybavenosti kabinetu. O vybavení pro zájmové kroužky viz podrobnější údaje v kapitole 1.6 na str. 42. Čím vyšší je materiální vybavení kroužku, tím složitější formy práce si může jeho vedoucí dovolit. Předpokládá se u něho velmi dobrá znalost regionální geologie okolí.

1.5.3.2 SOUTĚŽE S GEOLOGICKOU TEMATIKOU

Biologická olympiáda a soutěž samostatných prací *Natura semper viva*

Úkolem biologické olympiády (BO) a soutěže samostatných prací *Natura semper viva* (NSV) je vzbudit u mládeže zájem o přírodní vědy, tvorbu a ochranu životního prostředí a samostatnou tvořivou práci, vést ji k vědeckému světovému názoru; na základě studia přírodních věd dokazovat materialistické chápání světa.

Soutěže přispívají k vyhledávání talentovaných žáků a pomáhají jim k dalšímu rozvoji jejich schopností. Účast žáků je dobrovolná a na školách ji zajišťují učitelé.

Při přípravě spolupůsobí odborníci a pedagogové vysokých škol, Československé akademie věd, ústavů Státní památkové péče a ochrany přírody, domů pionýrů a mládeže (oddělení přírodních věd), stanic mladých přírodovědců, zemědělských ústavů aj.

P r ů b ě h s o u t ě ž e zabezpečují domy pionýrů a mládeže (oddělení přírodních věd), stanice mladých přírodovědců ve spolupráci s odborným a pedagogickým aktivem (přírodovědná komise).

Biologická olympiáda je soutěž určená pro žáky škol poskytujících základní vzdělání a pro žáky škol poskytujících střední vzdělání. Soutěž Natura semper viva je určena pro žáky středních škol.

Každá ze soutěží je j e d n o t n á pro celé území ČSR (uvažuje se o jejím rozšíření na celou CSSR). Vyhláší ji ministerstvo školství ČSR a Česká ÚR SSM, Česká ÚR PO.

Soutěže jsou jednou ze základních složek zájmové činnosti žáků. Všichni učitelé přírodopisu, biologie jich využívají jako důležitého výchovně vzdělávacího prostředku.

Biologická olympiáda pro základní školy

Tato olympiáda je organizována ve 2 kategoriích. Do roku 1980 platilo následující rozdělení:

- a) **kategorie A** — pro žáky 5.—6. ročníků, 4 kola: školní, okresní, krajské a národní. Je věnována jen biologické tematice,
- b) **kategorie B** — pro žáky 7.—8. ročníků, 4 kola: školní, okresní, krajské a národní. Je věnována tematice biologické a geologické.

Školního kola se zúčastní soutěžící, kteří se v určeném termínu přihlásí u učitele přírodopisu a odevzdají samostatnou písemnou práci. Okresního kola se zúčastní 3 úspěšní soutěžící ze školního kola z každé kategorie. Krajského kola se zúčastní 3 úspěšní soutěžící z okresního kola z každé kategorie. Národního kola se zúčastní 3 úspěšní soutěžící z krajského kola z každé kategorie.

Soutěžní kola olympiády

Školní kola se konají na školách. Soutěžící vypracuje z a d a n é ú k o l y a předloží učiteli přírodopisu s a m o s t a t n o u písemnou p r á c i. Žáci, kteří si zvolili téma geologické z kategorie B, obvykle soutěží v praktickém poznávání nerostů, hornin a zkamenělin. Pověřený učitel přírodopisu zhodnotí samostatnou písemnou práci a soutěžní úkoly. Výborně a dobře ohodnocené úkoly a samostatné písemné práce prvních 3 soutěžících v každé kategorii zašle učitel na adresu příslušného okresního domu pionýrů a mládeže — oddělení přírodních věd k výběru soutěžících v okresním kole.

V **okresním kole** soutěží 3 úspěšní soutěžící v každé kategorii. Úkoly pro okresní kolo zadá Česká přírodovědná komise při Ústředním domě pionýrů a mládeže JF (a České ústřední rady pionýrské organizace SSM).

Soutěžící vypracuje soutěžní úkoly a o b h a j u j e samostatnou písemnou práci a prokáže z b ě h l o s t v poznávání širšího okruhu přírodnin. Hodnocení provede okresní přírodovědná komise. Úspěšní první tři soutěžící z každé kategorie obdrží diplomy a postupují do soutěže v krajském kole.

Úkoly pro krajské i pro národní kolo zadá Česká přírodovědná komise při Ústředním domě pionýrů a mládeže JF (a České ústřední rada PO SSM).

Soutěžící obhájí samostatnou práci a z p r a c o v á v á j í soutěžní úkoly. Žáci se zájmem o geologii pracují v laboratoři a mají např. za úkol určit pomocí určovacích klíčů a potřebných pomůcek a chemikálií méně známé nerosty a horniny. Hodnocení soutěže provede krajská přírodovědná komise. První tři soutěžící z každé kategorie dostanou d i p l o m a postupují do národního kola.

V **národním kole** soutěží obhájí samostatnou práci a vypracovávají soutěžní úkoly. Hodnocení provedou členové přírodovědné komise při Ústředním domě pionýrů a mládeže JF a České ústřední

radě PO SSM. Obhajobu samostatných písemných prací zhodnotí oponenti a předloží členům přírodovědné komise. Podle výsledků jednotného bodového hodnocení sestaví pořadí soutěžících. Přírodovědná komise vyhlásí tři úspěšné soutěžící v jednotlivých kategoriích, kteří obdrží ceny, medaile a diplom.

Na středních školách je biologická olympiáda věnována výhradně tematice biologické. Žáci středních škol se zájmem o neživou přírodu se však mohou zúčastnit soutěže samostatných prací *Natura semper viva*, k níž je možno volit nejen práce s tematikou biologickou, ale i geologickou.

Soutěž samostatných prací *Natura semper viva*

První kolo spočívá v posouzení samostatné písemné práce, a to učitelem biologie, nebo vedoucím odborného zájmového útvaru, kde byla práce vypracována. Kladně ohodnocená práce je předána s vyjádřením a doporučením učitele, odborného vedoucího do příslušného krajského domu pionýrů a mládeže.

Práce doručené do krajského domu pionýrů a mládeže jsou dány k posouzení příslušnému odborníkovi, který vypracuje na práci posudek bez vyjádření, zda práce má postoupit do dalšího kola.

Krajská přírodovědná komise provede konečný výběr prací a autoři těchto prací se zúčastní krajského kola, které probíhá formou rozhovoru autorů prací s odborníky (event. se zainteresovanou veřejností). Všechny práce v krajském kole jsou odměněny diplomem a věcnými cenami.

Národní kolo soutěže NSV je přehlídkou nejlepších prací z krajských kol ČSR. Probíhá formou samostatných prací. Vybrané práce z krajského kola jsou předány příslušným odborníkům, kteří vypracují na práce posudky. Konečný výběr prací, jejichž autoři se zúčastní národního kola, provede Česká přírodovědná komise.

Rozhovor s účastníky národního kola vedou odborníci, kteří na příslušnou práci vypracovali posudek a členové poroty (zástupce přírodovědné komise).

Autoři nejlépe ohodnocených prací v každém soutěžním oboru jsou odměněni věcnými cenami. Všichni soutěžící obdrží diplom podepsaný ministrem školství nebo osobou jím pověřenou a předsedou České přírodovědné komise.

V soutěži prací s geologickou tematikou se nejlépe osvědčily práce s regionálním zaměřením, doložené geologickými mapami, plány nálezů, fotografiemi odkryvů, dokladovou sbírkou přírodnin apod. Jako příklady témat některých písemných prací uvádíme: Nerosty (horniny, zkameněliny) v okolí mého bydliště, Užité horniny okolí školy a jejich těžba, Po stopách života v usazených horninách okolí školy, Význačné mineralogické lokality Českého středohoří z hlediska sběratele minerálů, Vrásové struktury prvohorních hornin v údolí Hlubočepského potoka apod.

1.6 UČEBNÍ POMŮCKY A TECHNICKÉ PROSTŘEDKY

Z obecné zásady názornosti plyne nutnost aktivního používání pomůcek při veškeré školní i mimoškolní práci učitele. Přírodovědné obory mají ve srovnání s jinými obory široké možnosti, kterých však namnoze, zvláště v disciplínách geologických věd, není patřičně využito.

Pokusme se charakterizovat stav vybavenosti kabinetů geologie a používání pomůcek při vyučování:

1. Je známo, že značná část škol není pro vyučování geologickým vědám dostatečně vybavena. Tento nepříznivý stav namnoze trvá na našich základních školách a často i na gymnáziu od doby, kdy se dočasně přestalo geologii soustavně vyučovat. Mnohé, svého času velmi pěkné a obsáhlé sbírky přírodnin se jako nepotřebné zrušily a nebyly dosud plně obnoveny a doplněny podle současných požadavků.

2. Průzkum prokázal, že pomůcek bývá často používáno staticky, dogmaticky, nezajímavě a v mnoha případech zcela nesprávně z hlediska obecně pedagogického, např. kolováním po třídě.
3. Pomůckový fond pro geologické vědy nebyl dočasně doplňován a hlavně modernizován. Je však třeba si uvědomit, že modernizace vyučování nespočívá v přetechňování výuky, nýbrž především ve využití osvědčených pomůcek, zejména přírodnin při vyučování metodami aktivizujícími žáka.

Přehled pomůcek

Kapitola se nezabývá otázkami klasifikace učebních pomůcek. Záměřuje se spíše na praktickou stránku jejich využití a opatrování. Dělí je z hlediska na tyto skupiny:

- pomůcky k výuce ve třídě, v laboratoři a v terénu,
- pomůcky k samostatnému studiu žáků,
- pomůcky a potřeby pro odborně metodickou práci učitele a jeho další vzdělávání.

1.6.1 POMŮCKY K VÝUCE VE TŘÍDĚ, V LABORATOŘI A V TERÉNU

Použití některých pomůcek uvedených v učebnicích metodiky B. Řeháka a A. Junga je někdy obtížné a často — a to právě v geologických disciplínách — nesplňují tyto pomůcky specifické požadavky, hlavně své regionální zaměření. Proto by bylo nejvýš účelné, kdyby si každý vyučující vypracoval individuální přehled pomůcek, které by měly všechny požadované vlastnosti.

Vyučující si připraví formuláře přibližně následujícího vzoru:

Tematický celek

Přírodnina	Model	Vybavení pro pokusy			Obraz, foto	Diafilm	Film
		de-monstr.	frontál.	laboratorní práce			

V rámci rozboru, konkretizace, promýšlení a přípravy učiva prochází učitel jednotlivé kapitoly osnov, metodických příruček, učebnice a pomocných publikací a s ohledem na místní podmínky navrhne do příslušného oddílu potřebnou pomůcku. Po zpracování všech tematických celků je vhodné pořádat si ještě seznamy podle typů pomůcek (např. soupis modelů, přírodnin, obrazů) a systematicky se starat o jejich doplňování.

Navrhovaný postup je pochopitelně vhodný i pro jiné (negeologické) disciplíny, avšak uplatňování regionálního hlediska je v geologických oborech velmi žádoucí a pro tuto akci specifické.

Výchovně vzdělávací funkce jednotlivých typů pomůcek má obecný charakter, a proto není třeba se jí na tomto místě zabývat. Všimneme si jen některých nekonvenčních příkladů a možností jejich svépomocného opatrování.

Přírodniny

Každá škola by měla mít alespoň základní sbírku přírodnin, tj. minerálů, hornin a fosílií, které jsou jmenovitě uvedeny v příslušných učebnicích. Tyto položky nemusí být vždy označeny lokalitou, i když to zvyšuje jejich

didaktickou a vědeckou hodnotu; dodatečné zjištění lokality a původu vzorku není někdy možné. Vedle toho by měla škola mít regionální sbírku minerálů a hornin, event. fosilií, kde musí být bezpodmínečně uvedena lokalita. Jednoduchý způsob zaznamenávání lokalit je uveden dále. Položky takových sbírek bývají unikátní a využívá se jich spíše k výstavkám. Pro vlastní práci při výuce, samostatném studiu, zkoušení a opakování, laboratorních pracích jsou nevyhnutelné multiplikáty těch nejdůležitějších, typických minerálů a hornin. I když je nutno i s multiplikáty zacházet šetrně, je třeba počítat s jejich opotřebením po určité době. Jako multiplikáty by měly být k dispozici minerály, na nichž se žáci učí určovat fyzikální a chemické vlastnosti a horniny, kde je patrné minerální složení, vznik, struktura, účinky dynamických procesů atd. (Jsou to např. grafit, síra, sůl, pyrit, galenit, limonit, křemen, magnetovec, kalcit, siderit, živec, kaolinit, slídy, žula, ryolit, gabro, čedič, jíly, pískovec, slepenec, vápenec, břidlice, uhlí, rula, svor, fylit.)

Na tomto místě budiž znovu připomenuto, že „kolování“ vzorků při vyučování, tj. při výkladu, je naprosto nevhodné. Nelze-li pracovat s multiplikáty (např. v mineralogickém systému a paleontologii), je lépe odkázat na stálou výstavku a neťřítit výchovně vzdělávací proces. V některých případech je lépe používat obraz event. promítnout diapozitiv.

Zcela zvláštní místo v používání přírodnin a jejich multiplikátů zauímají fosílie. Snad žádná škola jich nemá takové množství, aby je bylo možno používat jako multiplikáty. Proto je nutno vyrobit jejich k o p i e.

Fosílie, zvl. plochá, se opatrně otiskne do prohněteného jílu nebo lépe do vláčné plastelíny a pak se podle této formy pořídí potřebné množství sádrových odlitků. Ty se mohou barevně připodobnit (vodovými barvami) původní přírodnině nebo ponechat úplně bílé. Po úplném vyschnutí se napustí několikrát fermeží nebo se natře např. latexovou barvou. Tyto kopie se osvědčily velmi dobře. Při jejich případném rozbití nevznikne nenahraditelná škoda, jak tomu bývá v případě originální fosílie.

Modely

Modely se při vyučování uplatňují nejčastěji v mineralogii. Používají se hlavně modely osních křížů a některých geometrických tvarů krystalů. Každý model by měl vyhovovat požadavku pracovního a aktivního využití, tj. měl by být použitelný k rozvíjení myšlení žáků. Takových modelů je však v současné době citelný nedostatek.

Značná mezera je hlavně v oblasti modelů znázorňujících d y n a m i c k é děje. Většina takových modelů má statický a deskriptivní charakter.

Nejčastěji jsou používány dynamické modely znázorňující vnitřní geologické procesy, vrásnění, zlomy, posuny atd. Nevýhodou všech těchto modelů je to, že se jimi dosud v úplnosti nepodařilo vystihnout geologickou podstatu jevu. Tuto problematiku si můžeme osvětlit na modelu vertikálního pohybu podél zlomu.

Ve skutečnosti probíhá se zdvihem současně eroze a denudace zdvihané oblasti, takže v terénu dochází jen k mnohem menším změnám. Vzniklé stupně bývají poměrně brzy penepienizovány, takže sledování zlomu je někdy dosti nesnadné. Model tohoto procesu však nebývá upraven tak, aby tuto složitou situaci znázornil. Dá se to vyřešit tak, že část bloku, která se bude při demonstraci zdvihat, je složena z vodorovných plátů např. překližek, které postupně odnímáme a tak se snažíme co nejreálněji situaci vyjádřit.

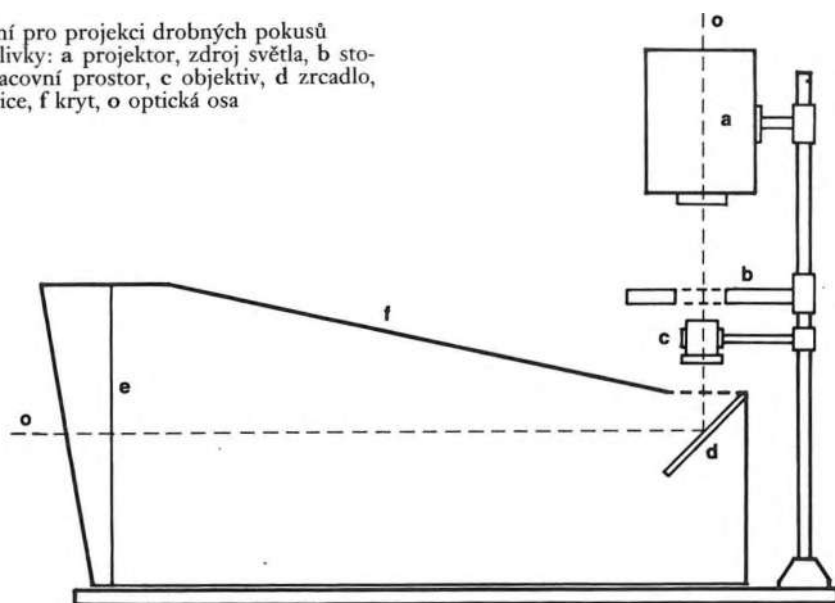
Vybavení pro pokusy

Při předvádění demonstračního pokusu s malými objekty bývá obtížné docílit, aby se pozorování mohli účastnit najednou všichni žáci. Pro tyto účely se osvědčuje technika promítání. Technické prostředky k promítání (pokud nevyžadujeme profesionální zařízení většinou zahraničního původu) nejsou finančně nákladné. Je však nutno, aby si vyučující celou aparaturu svépomocně sestavil. Jako zdroj světla se hodí jakýkoli výkonný projektor (např. Medior). Úprava spočívá v tom, že osvětlujeme shora (výhodnější než osvětlení zdola) a na vhodné podložce (sklo, plexi) provádíme pokus. Dobrým zrcadlem nebo velkým pravoúhlým hranolem promítneme obraz vytvořený příslušným objektivem nejlépe zadní projekcí. Nesnažíme se o dosažení velikého obrazu, ale spokojíme se s obrazem velikosti 50 cm × 50 cm, který je kontrastní i při denním osvětlení. Celé zařízení upravíme podle schématu na obr. č. 2.

Tímto způsobem se dá velmi snadno demonstrovat např. růst krystalů (např. soli kamenné, thiosíranu sodného), provést srovnání drobných krystalků různých minerálů, u kterých bývají geometrické tvary lépe vyvinuty, a při troše zručnosti se dají demonstrovat i některé vlastnosti chemické a fyzikální. Pro tuto činnost si vyučující může připravit „trvalé preparáty“ (na sklech 5 cm × 5 cm), vhodné i pro příští použití.

Pro mineralogickou práci je vhodná souprava, která by měla obsahovat potřeby pro určování tvrdosti, soudržnosti, štěpnosti, barevných a magnetických vlastností (např. kalcit, živec, sklo, úlomek pilníku nebo jiného nástroje, solidní kovovou destičku „kovadlinku“, kousek porcelánové destičky, zmagnetizovanou železnou tyčinku) a soupravu pro určování minerálů jednoduchými metodami. Seznam základních chemikálií a potřeb pro určování minerálů je obsažen v každém klíči i v některých učebnicích, takže není nutno ho zde uvádět. Je možno doporučit, aby v žákovské soupravě byla jen velmi malá množství chemikálií v malých lahvičkách (o obsahu několika ml). Součástí každé soupravy by též měl být

2 Zařízení pro projekci drobných pokusů
Vysvětlivky: a projektor, zdroj světla, b stůl,
pracovní prostor, c objektiv, d zrcadlo,
e matnice, f kryt, o optická osa



stručný (případně upravený a cyklostylovaný) klíč k určování minerálů a hornin).

Pro geologii se obejdeme s velmi jednoduchými a klasickými prostředky: kladívkem, sekáčkem, lupou a geologickým kompasem.

Laboratorní práce, praktická cvičení, event. jiná činnost vyžadují kromě výše uvedených pomůcek a potřeb ještě pomůcky pro určování hustoty (váhy s příslušenstvím), pro laboratorní určování minerálů (kahany atd.) a některé nekonvenční potřeby pro práci v geologii (např. pro demonstraci vrásnění a působení vnějších geologických činitelů, hlavně vlivu vody, velké nízké misky velikosti alespoň 30 cm × 40 cm, hadice, baňky). I když tyto práce je možno organizovat jako demonstrační pokusy učitele, je vhodnější, aby je žáci prováděli sami (ve skupinách), protože to dovoluje individuální přístup, rozvoj kombinačních schopností a manuální zručnosti a zvyšuje se zájem o tyto problémy.

Opatřování potřebných pomůcek (event. pracovních souborů) je často náročné spíše časově než finančně a vyžaduje od učitele cílevědomou a dlouhodobou činnost.

Obraz

Jen málo škol má ve svých sbírkách dostačující soubor nástěnných obrazů pro celou geologickou tematiku. Obvykle jsou k dispozici pouze obrazy několika významných jevů (např. čedičové varhany), které jsou reprodukovány i v učebnicích. Z povahy geologie plyne velká potřeba obrazové dokumentace, protože pozorování jednotlivých geologických jevů v terénu bývá z mnoha objektivních důvodů často neuskutečnitelné. Proto je v současné době zcela nevyhnutelné, aby si vyučující pořizoval obrazové položky svépomocí. Důvodem není jen nedostatek prodejních obrazů, ale hlavně možnost využití regionálních dokladů. Protože nebývá v možnostech vyučujícího (ani v možnostech školy) pořizovat velké fotografické zvětšení formátu 36 cm × 48 cm, je možno si je dát zhotovit ve fotografické laboratoři z vlastního, technicky vyhovujícího negativu. Každý vyučující geologie by měl při svých (i soukromých) vycházkách na tuto činnost pamatovat. Pro získávání takových technicky dokonalých negativů pro velké zvětšení se velmi dobře hodí filmy 6 cm × 9 cm a starý nemoderní a vyřazený měchový fotografický přístroj, jakých bývá dostatek za velmi nízkou cenu (může zakoupit SRPS). Pro vyučovací potřebu není nutno pořizovat vždy zvětšení značných rozměrů, ale stačí i formát 18 cm × 24 cm, který je možno zhotovit v každé škole i soukromě. Obrazové doklady, které nelze pořídit přímým záběrem v terénu, je možno získat i reprodukcí. K takové práci je však třeba jednoduše zrcadlovka se základním příslušenstvím (mezikroužky). Jako předlohu použijeme každou dobrou fotografii (pérovku, graf) na dobrém bílém papíru.

Získané fotografické dokumenty (nalepené na tvrdý papír, případně zasklené a orámované lepicí páskou) je nutno ukládat a registrovat. O registraci se zmíníme v kapitole 1.6.3.

Flanelová, magnetická a plexitová tabule

Flanelová tabule je založena na přilnavosti drsného materiálu (např. smirkového papíru) na svislé napnuté tkanině s vlasem (např. na flanelu); magnetická tabule na vzájemné přitažlivosti plechové desky (tabule) a obrazců, opatřených známými trvalými magnety. Plexitová tabule využívá průhledných slabých plexitových desek (fólií), které se přikládají na základní obrazec (situaci)

do rámečku, nebo se na ně mastnými křídami doplňují přes základní obraz některé údaje, grafické doplňky, dynamické změny atd.

Na podobném principu pracuje psací projektor Meotar, který v současné době ovšem není možno z ekonomických důvodů doporučovat jako běžnou a dosažitelnou pomůcku, i když s ním je práce efektivní a velmi snadná.

V geologických disciplínách jsou flanelová, magnetická i plexitová tabule vhodná při znázorňování dynamických dějů (jako jsou vnitřní a vnější geologičtí činitelé), nebo pro vyjádření klimatických či paleogeografických změn, přehledných chemických vzorců a rovnic, krystalografických, geometrických i strukturních zákonitostí atd.

Všech těchto typů tabulí, zvláště však tabule plexitové je možno s výhodou užívat při opakování a zkoušení.

Diapozitivy

Zdá se, že použití diapozitivu, zvl. barevného, je v současné době i perspektivně maximálně účelné zvl. pro ty přírodovědné obory, kde je nesnadné získat skutečné přírodniny a kde barevný obraz často usnadní rozlišovat terénní jednotlivosti, které by v černobílém podání zanikly. O diapozitivu z technického hlediska bylo již mnoho napsáno, proto odkazujeme čtenáře na odbornou literaturu. Zde je nutno jen upozornit na to, že diapozitiv je nepostradatelnou učební pomůckou, kterou je třeba organicky začleňovat nejen do výuky, ale i do opakování, zkoušení i do samostatného studia žáků. Proto je bezpodmínečně třeba technicky vyřešit projekci současně při vyučování. Hodí se k tomu buď zařízení Diaflex, které je však zbytečně veliké a těžkopádné, nebo svépomocně vyrobené zařízení pro zadní denní projekci. Osvědčilo se i skládací přenosné zařízení pro denní projekci.

Cílevědomou činností učitele je možno v krátké době shromáždit množství vhodných originálních i reprodukovanych diapozitivů, které je však třeba hned od počátku třídit podle určitého schématu.

Film

V současné době je používání úzkého, zvl. 8mm filmu na našich školách na velmi nízké úrovni. Většina škol sice vlastní potřebné projekční zařízení, ale jen málokde je vyřešena možnost operativního promítání při vyučování. Další překážkou je i to, že filmy nejsou trvale k dispozici ve škole. Neméně citelnou závadou je, že není dosud dostatečné množství tematicky vyhovujících filmů pro mineralogii a geologii. I tak je třeba věnovat této dynamické a efektní pomůcce pozornost, jakou si plně zaslouží.

Proti použití filmu bývá často uváděno, že jeho obvyklá délka je pro vyučovací jednotku časově příliš náročná. V takových případech si učitel nejdříve promítne film sám a důležitá místa si vymezení vložením útržku papírku (pochopitelně i při převíjení).

Bezprostřednost filmu stoupne, komentuje-li ho vyučující sám, případně jen v některých místech. Vhodné bývá opakování některých kratších pasáží. Tím se dostáváme k moderním vyučovacím pomůckám, tzv. smyčkám a kazetovým filmům. Učitel si je může vyrobit svépomocí, nebo objednat v n. p. Komenium či Učebné pomůcky.

Technicky nejjednodušší je produkce krátkého snímku s odborně metodickou náplní, v geologii nejlépe regionálně zaměřeného. Obtížnější je smyčka získaná sběrnou metodou, tj. expozicí jednotlivých poloh nebo jednotlivých

obrázků. Ideálem každého vyučujícího by měl být soubor krátkých filmů zcela konkrétně odpovídajících učivu a regionálně zaměřených.

Doprovodné filmy a diapozitivy k učivu jednotlivých témat nejsou v příručce uvedeny, protože se jejich fond mění. Je třeba sledovat Nabídkový seznam Komenia zasílaný na všechny školy a informovat se o filmech, které jsou k dispozici, v okresních půjčovnách filmů.

Vybavení pro exkurze a práce v terénu

Při této činnosti vystačíme se skrovnými potřebami. Je to především geologické kladívko, sekáček, solidní vak na záda (nikoli aktovka do ruky), dostatek papíru na zabalení vzorků, zápisník, blok s tužkou a etikety ke vzorkům. Pro skupinu žáků několik lup a alespoň jeden geologický kompas. (Úprava obyčejného kompasu na geologický je popsána v metodické literatuře.) Součástí výbavy by měl být i fotografický aparát (nebo několik aparátů žáků). O mapovém a jiném textovém materiálu pro exkurze se zmíníme dále.

Pomocné texty a mapy

V procesu vývoje osobnosti žáka a v rámci jeho osobního studia nesmí chybět vhodná pomocná literatura. Za takovou je možno počítat různé klíče, srovnávací atlasy i mapy. Proto by v každém pracovním souboru měla být tato literatura zastoupena. Hlavní důraz klademe na samostatné používání určovacích klíčů, alespoň ve zjednodušeném zpracování, a na orientaci v mapě (pochopitelně po předchozí instruktáži vyučujícího).

Klíče k určování minerálů a hornin, které jsou k dispozici, bývají rozsáhlé a práce s nimi bývá pro začátečníka tak náročná, že často odradí od další činnosti. Proto byly do učebnic Přírodopis pro 9. ročník ZDS a Mineralogie, petrografie a geologie pro 1. ročník gymnázií zařazeny také zjednodušené klíče k určování nerostů a hornin.

Podobně je třeba pěstovat schopnost orientace v mapě. Geologické mapy (tj. jednotlivé listy Geologické mapy ČSSR v měřítku 1 : 200 000) jsou sice optimální, ale z provozních a finančních důvodů je nelze používat hromadně. Velice často postačí i obyčejná turistická mapa (obyčejně v měřítku 1 : 100 000), kterou je vhodné v dané oblasti pokrýt síť 5 mm × 5 mm a tak získat velmi přehledný podklad pro lokalizaci sběrů podle souřadnic (číslíce a písmena). Teprve tyto lokality je vhodné interpolovat do geologické mapy měřítko 1 : 200 000, která by v příslušném listu neměla chybět na žádné škole.

1.6.2 POMŮCKY K SAMOSTATNÉMU STUDIU ŽÁKŮ

Jednou z příčin studijních neúspěchů žáků všeobecně vzdělávacích škol i posluchačů vysokých škol bývá, že nedovedou samostatně studovat, používat literaturu a zvládnout některé praktické úkony. Proto je třeba žákům pomoci ve studiu zpřístupněním přírodnin a pomůcek, a to:

- výstavkami přírodnin,
- instruktážními soubory přírodnin a obrazů,
- umožněním práce s odbornou literaturou,
- prací s přístroji.

Výstavky přírodnin jsou velmi přitažlivé a nevyžadují téměř žádné zvláštní zařízení. Je jen třeba upozornit na to, aby byly instalovány tam, kde se s nimi žáci

mohou seznamovat i po vyučování, tj. na chodbě a nejen v pracovně, která bývá mimo vyučování zavřena.

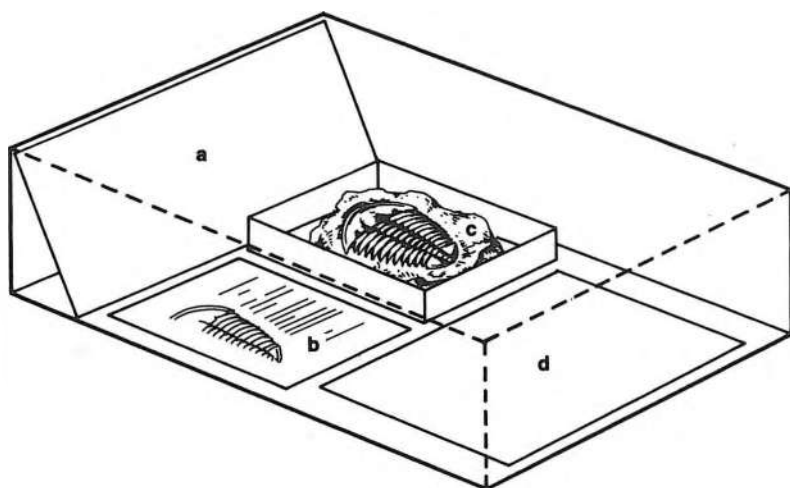
V praxi se osvědčují **instruktážní soubory** sestavené z obrazů, přírodnin a doprovodného textu i samostatné obrazové soubory. Aby byla usnadněna přímá účast žáka na poznávacím procesu, doporučuje se obrazy, nejlépe diapositivы v rámečcích, umístit do jednoduchého zařízení, v němž si žák sám zvolí určité obrázky, nařídí frekvenci jejich střídání, případně i opakování celého seriálu. Zařízení umístíme např. mezi okny na chodbě (uzamčenými zámekem) do osvětlené vitríny apod. a vyvedeme jen táhlo, takže poškození nebo odcizení není možné.

Zcela bez technických prostředků se obejdeme při používání **černobílých diapositivů** formátu $8\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ nebo i jiných větších formátů. Vyrábíme je velmi jednoduše okopírováním nebo zvětšením negativu na diapositivní desku. Označené diapositivы vkládáme mezi dvě větší skla (do rámků) a instalujeme mezi okny na chodbě. Je to jednoduché, levné a velmi atraktivní. Za soubor položíme průsvitný papír nebo matné či bílé sklo.

Soubory přírodnin s doprovodnými texty, obrázky uspořádáme do zasklených krabic takového formátu, aby je bylo možno lehce uskládat a aby s nimi mohli snadno manipulovat i žáci. Tak je soubor ihned připraven k práci. Každá krabice má mít **monotematický** charakter. Toto uspořádání se hodí hlavně pro fosílie, krystalografické soustavy, regionálně zaměřené charakteristiky, petrografii atd. Uspořádání je patrné z obr. č. 3.

Diapositivы i soubory se s výhodou používají též při **zkoušení**, **opakování**, kde umožňují zcela individuální práci zkoušeného a objektivní hodnocení.

Každý žák a hlavně zájemce o určitou disciplínu by měl mít přístup k odborné nebo populárně vědecké literatuře a k přírodninám svého oboru. Především by měl mít možnost sledovat časopisy, obrazové atlasy a některé knihy. K tomu účelu by měla škola odebírat alespoň dva výtisky od každého časopisu, aby bylo možno ve skřínce na přístupném místě vyložit najednou celý článek (i obě strany listu). Stránky je nutno pravidelně měnit tak, aby po vyjití příštího čísla bylo možno celý časopis přečíst. Podobně je možno vystavovat se-



3 Studijní a výstavní krabice

Vysvětlivky: a místo pro doprovodný text, b pro morfologický popis s obrázkem, c místo pro přírodninu, d další přírodniny nebo obrázky

riál volných listů z různých obrazových atlasů (např. Atlas nerostů, Buriánovy kolekce atd.). Knihy se půjčují známým způsobem.

Za současného stavu vybavenosti škol a pracovního zatížení učitelů je velmi nesnadné zajistit zákům samostatnou práci s přístroji. V úvahu by však přicházel jen mikroskop, který v geologických disciplínách není naštěstí tak nutný jako v oborech biologických.

Žádná z uvedených akcí samostatného studia nevyžaduje zvláštní technická zařízení. Je zcela závislá na dobré vůli vyučujícího a na jeho pracovním nadšení.

1.6.3 POMŮCKY A POTŘEBY PRO ODBORNĚ METODICKOU PRÁCI UČITELE A JEHO DALŠÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Každý vyučující by si měl uvědomit, že jeho úspěšná pedagogická činnost závisí jediné na jeho dalším osobním soustavném studiu. Moderní učitel by nikdy neměl své výkony považovat za dokonalé a konečné. Stále by měl usilovat o zlepšování své práce.

To je mimo jiné závislé na soustavném sledování odborné a pedagogické literatury. Současný stav však nedovoluje učiteli klidné studium, a proto zůstává obvykle jen u zběžného prolistování novou knihou. Aby učitel mohl v nejkratším termínu obsáhnout novinky svého oboru a nemusel pořizovat časově náročné výpisky, může použít velmi efektivního a časově vyhovujícího přefotografování. Velmi dobře se k tomu hodí maloformátní přístroj Mikroma, který ve spojení s reprodukcí zařízením je vydatným, vždy připraveným pomocníkem. Práce s Mikromou je jednoduchá, dokonalá, rychlá a laciná.

Fotografický materiál, který učitel při své práci nahromadí, má mnohdy vysokou úroveň, zvláště je-li regionálně zaměřen. V geologii a geomorfologii mohou mít některé záběry dokonce historický a dokumentární charakter. Podmínkou k tomu je však dokonalá registrace a systém fotografického archívu.

Pořízené diapositivы rozměru 5 cm × 5 cm v rámečkách k vyučování geologii se nejlépe a nejprůhledněji uskladňují v prodejních dřevěných krabicích nebo v krabicích z umělé hmoty. Na svitky negativů kinofilmu jsou vhodné krabice rozměru 10 cm × 25 cm × 4 cm, na mikrofilmy Mikroma 16 mm krabice velikosti 10 cm × 25 cm × 2 cm. Krabici se svitky opatříme ještě lepenkovou vložkou s vysekanými otvory o průměru asi 3 cm, upevněnou asi 1—3 cm nad dnem (podle šířky filmu).

Jednotlivé fotografické položky mají mít vlastní signaturu, odpovídající struktuře příslušné disciplíny, tj. číslem tematického celku, tříděním na kapitoly atd. V přípravě učitele se objeví přímo tyto údaje. Vyhledání i zařazení pomůcek je pak rychlé.

1.6.4 POŽADAVKY NA VYBAVENÍ UČEBNY A KABINETU

Na uložení pomůcek k vyučování má učitel geologických věd k dispozici kabinet. Kabinet je zpravidla i pracovní učitel a přípravnou pomůcek. Bývá vybaven také příruční knihovnou. O uložení a uspořádání učebních pomůcek v kabinetě je pojednáno v předchozích částech kapitoly.

Moderní pojetí vyučování geologickým vědám také vyžaduje zvláštní učebnu, vybavenou vhodným nábytkem. Nejlépe by vyhovovaly:

— stoly s krytem z nehořlavých látek se zavedeným plynem a vodou a se zásuvkami na uložení základních nerostů, hornin, zkamenělin k frontálnímu vyučování a laboratorních potřeb,

- výstavní skřínky se studijní sbírkou přírodnin pro žáky,
- stálé audiovizuální zařízení.

Stoly se zásuvkami na pomůcky dovolují intenzivněji využít čas vyučovacích hodin. Při přenášení přírodnin z kabinetu v nosítkách, jejich rozdávání a sbírání se ztrácí mnoho času. Stálé audiovizuální zařízení umožňuje pohotově použít třeba jen na několik minut film, diapositivы apod. Musí-li je učitel přinášet z kabinetu, stává se, že jich nedostatečně využívá nebo zůstávají v kabinetě bez použití.

Důležitým požadavkem je, aby učebna byla spojena s kabinetem. Zabrání se časovým ztrátám a poškození přenášených pomůcek do vzdálenějších učeben.

1.7 PLÁNOVÁNÍ A PŘÍPRAVA UČITELE NA VYUČOVÁNÍ

1.7.1 PŘÍPRAVA CELOROČNÍHO TEMATICKÉHO PLÁNU

Ve výchově jde o záměrné, promyšlené a postupné vytváření vědomostí, dovedností a návyků, o formování mladého člověka k plnému uplatnění v životě společnosti. Proto musí být součástí činnosti každého učitele příprava na tento výchovně vzdělávací proces. Podkladem přípravy jsou osnovy, učebnice, metodické příručky, další pokyny a vlastní zkušenosti učitele. Mezi ně patří rozbor výsledků práce v minulém roce, znalost geologických podmínek okolí školy, znalost třídního kolektivu, se kterým bude učitel pracovat, i předpokládaný průběh školního roku. Z těchto základních předpokladů vychází učitel při sestavování celoročního rozvržení učiva, časového harmonogramu, do něhož se zařadí též laboratorní práce, exkurze, promítání filmů, podle možnosti i programy televize a rozhlasu, vycházky i komplexnější opakování učiva. Do plánu zařadí přehled kontrolních prací žáků i s širším naplánováním materiálního zajištění. Učivo pak časově zařadí podle tematických celků. Rozvržení učiva nemá být mnohomluvné, ale přehledné a kontrolovatelné. Těžiště přípravy je v promyšlení jeho náplně.

Základem dobré přípravy tematického plánu je důkladný rozbor po stránce obsahové, a to jak vzdělávací, tak i výchovné. Vyučující se napřed seznámí s obsahem osnov i učebnice a pak podrobně prostuduje jednotlivá témata. Stanoví základní učivo tématu a jeho výchovné prvky.

Základním učivem se rozumí souhrn nových poznatků, nová terminologie, poučky a zákony, výchovné využití při utváření vědeckého světového názoru i morálního profilu, i souhrn nových dovedností. Tento rozbor s vhodnými doplňky, danými možnostmi školy, rozpracovaný v každém tématu je základem pro zpracování přípravy tematických celků.

Po skončení tohoto základního rozboru učitel vyhledá a prostuduje rozšiřující literaturu pro vlastní přípravu. Může to být studium regionální geologie dané oblasti nebo další odborná a metodická literatura. K dobrému zajištění plánu práce patří i důkladná znalost geologických poměrů blízkého okolí školy a přehledná znalost geologie přilehlých oblastí. Poznátky, které získá studiem odborné literatury a vlastním průzkumem terénu, zařadí do vhodných tematických celků a určí i jejich časové zařazení.

Neméně důležitá je příprava vhodných pomůcek. Patří k ní opatření a doplnění vhodných ukázek a multiplikátů přírodnin pro demonstraci, laboratorní a frontální práce, zhotovení a rozmnožení náčrtů, němých map, tabulek, grafů, modelů, schémat, ale i obrazů, filmů a diafilmů, vhodné literatury, klíčů k určování nerostů a hornin i doplňující četby pro žáky. V praxi se osvědčila pří-

prava souborů pomůcek pro jednotlivá témata, které usnadňují přípravu na vyučovací hodiny.

Po obsahové a výchovné analýze učiva přistupuje učitel k rozpracování celoročního plánu tematických celků a dílčích témat. Stanoví jejich cíle v oblasti obsahové, světonázorové a obecně výchovné. Volí vhodné formy, metody a materiální prostředky, které by zajistily co nejúspěšnější výuku a výchovu.

Po této přípravě učitel uváží počet hodin na výuku tematických celků a rozčlenění na témata do jednotlivých hodin. Naplánuje procvičování učiva, opakování a upevňování vědomostí a jejich hodnocení. Promyslí zařazení laboratorních prací, exkurzí a vycházek. Případně zařadí mimotřídní zaměstnání. Ponechá místo pro poznámky o plnění plánu a pro záznam zkušeností pro příští rok.

Příklad časového rozvržení učiva v 8.ročníku základní školy

(Část celoročního tematického plánu)

Tematický celek	Téma	Počet hodin	Filmy, diafilmy
1.	Úvod. Neživá příroda a její vztah k přírodě živé	1	Za poklady Země
2.	Jak se utvářela naše Země Planeta Země—součást sluneční soustavy	(4) 1	Země, naše planeta
	Vznik Země a nejstarší období jejího vývoje	1	
	Stavba zemského tělesa	1	
	Zemská kůra pevnin a oceánů	1	
3.	Z čeho se skládá zemská kůra Nerosty a horniny, základní stavební části zemské kůry	(8 + 2) 1	
	Zemská kůra — svět krystalů	1	
	Vnitřní stavba nerostů	1	
	Vnější tvar krystalů	1	
	Fyzikální vlastnosti nerostů	3	
	Chemické vlastnosti nerostů	1	
	1. laboratorní práce—fyzikální vlastnosti nerostů	1	
	2. laboratorní práce—chemické vlastnosti nerostů	1	
4.	Geologičti činitelé přetvářející zemskou kůru — pohyb hmot v zemské kůře Magmatická a vulkanická činnost Země má své vlastní zdroje energie	(24 + 2) (7) 1	
	Vznik vyvřelých hornin hlubinných a výlevných	1	
	Hlubinné vyvřeliny	1	
	Vulkanická činnost	1	
	Výlevné vyvřeliny	1	
	Vznik rudních žil. Nerosty rudních žil	1	

1.7.2 PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

Téma: Vnitřní stavba a vnější tvary nerostů (2 h)

Učivo 1.hodiny: vnitřní stavba soli kamenné, grafitu, diamantu a opálu a její odraz

ve vnějším tvaru těchto nerostů. Fyzikální vlastnosti těchto nerostů ve vztahu k vnitřní stavbě.

Výchovně vzdělávací cíl: na základě pozorování a srovnávání krystalů, modelů a obrazů vnějšího tvaru a vnitřní stavby soli kamenné, grafitu a diamantu vyvodit v souladu s předcházejícím učivem chemie a fyziky představy o vztahu mezi vnitřní stavbou, tvarovými a fyzikálními vlastnostmi nerostů. Vyvodit srovnáním vnějšího tvaru a náčrtku vnitřní stavby opálu s vnějšími tvary a vnitřní strukturou krystalovaných nerostů pojem nerost beztvary. Přispět tak k hlubšímu pochopení materiálního světa a jeho zákonitostí a k polytechnické výchově.

Rozbor po obsahové stránce

Znamé pojmy: krychle, sůl kamenná, tuha, diamant, vazba hmotných částic v krystalu

Nové pojmy: krystalová plocha, vnitřní stavba (krystalová struktura), vnitřní stavba soli kamenné, grafitu, diamantu, opálu

Učební pomůcky: krystal nebo drůza krystalů soli kamenné, zrnitý agregát soli, model a obraz vnitřní stavby soli kamenné, obraz vnitřní stavby grafitu a diamantu, šupinkovitý agregát grafitu, diamant na řezání skla, hroznovitý nebo krápníkovitý agregát opálu a limonitu, obrázky v učebnici.

Metodický postup

O p a k o v á n í o vzniku krystalů v přírodě a o přípravě krystalů z roztoků rozpustných sloučenin (metoda rozhovoru). Společné p o z o r o v á n í a z k o u m á n í přírodnin, modelů, obrazů a srovnávání vnějšího tvaru krystalu a modelu krystalu soli kamenné a celkového tvaru modelu vnitřní stavby soli. **R o z b o r** uspořádání iontů sodíku a chloru ve vnitřní stavbě soli. **O p a k o v á n í** z chemie a fyziky o vazbě mezi stavebními částicemi látek, příčině vzniku krystalů. **O d v o z e n í** vnějšího krychlového tvaru krystalů soli a jejich štěpnosti podle ploch krychle z vnitřní stavby soli. Krystalové plochy jsou tvořeny souborem iontů uspořádaných v rovině. **S r o v n á n í** vnitřní stavby krystalů grafitu a diamantu. **V y v o z e n í** tvarových vlastností a příčiny rozdílu v tvrdosti a hustotě obou nerostů z vnitřní stavby. Vyvození pojmu beztvary nerost na ukázkách opálu a náčrtku jeho vnitřní stavby (metoda výkladu spojená s názornými metodami). Heslovité z á z n a m y výsledků pozorování a zkoumání, kreslení náčrtků (srovnání vnitřní stavby krystalovaného nerostu a opálu apod.). Stručné o p a k o v á n í a s h r n u t í učiva. Pokyny k přípravě na příští hodinu. Vyvěšení obrazů ve třídě, výstavka nerostů a modelů s popisem v přístupné vitrině.

Učivo 2.bodiny: vyvození pojmu krystalová soustava, přehled krystalových soustav a jejich osních křížů, příklady nerostů krystalujících v některé ze soustav.

Výchovně vzdělávací cíl: seznámit žáky na příkladech známých nebo důležitých nerostů se zákonitou závislostí vnějšího tvaru krystalů na chemickém složení nerostů a jejich vnitřní stavbě a s tříděním krystalů podle stupně rovinné souměrnosti do krystalových soustav. Rozvíjet pozorovací schopnosti žáků a přispívat k rozvoji jejich myšlení. Z hlediska výchovného má obdobný úkol jako učivo předchozí hodiny.

Rozbor po obsahové stránce

Znamé pojmy: živec, křemen, modrá skalice (pojmy známé z přírodovědy).

Nové pojmy: rovina souměrnosti krystalu, krystalová soustava, soustava kosočtverečná, jednoklonná, trojklonná, čtverečná, krychlová, šesterečná, krystalová osa,

krystalový osní kříž, názvy krystalových os kosočtverečné soustavy: osa předozadní *a*, osa pravolevá *b*, osa svislá *c*.

Nerosty: síra, galenit, magnetovec, živec draselný, sodnovápenatý, augit, olivín, apatit, modrá skalice.

Pojmy potřebné pro další výuku: krystalová soustava kosočtverečná a další.

Nové poučky: výměr roviny souměrnosti krystalu.

Učební pomůcky: krystaly soli kamenné, ortoklasu, křemene, modré skalice, kalcitu (případně i jiných nerostů, které má škola k dispozici) a jejich demonstrační modely. Multiplikáty papírových nebo sádrových modelů základních tvarů soustav. Demonstrační modely osních křížů soustav. Obrazy krystalových soustav (VI. Boušky). Obrazy krystalů v učebnici, v obrazových publikacích.

Metodický postup

O p a k o v á n í o vztahu mezi vnitřní stavbou, vnějším krystalovým tvarem a fyzikálními vlastnostmi krystalů soli kamenné, grafitu a diamantu (rozhovor spojený s demonstrací na modelech nebo obrazech). **Z k o u m á n í** a srovnávání tvaru několika větších krystalů křemene, ortoklasu, kalcitu a jiných nerostů a jejich modelů a vyvození zákonitosti mezi známým chemickým složením a vnějším tvarem a jeho rovinnou souměrností. **D e m o n s t r a c e** několika příkladů rovin souměrnosti krystalů. Zjištění všech rovin souměrnosti na krystalech a modelech krystalů zkoumaných nerostů a jejich roztrídění podle stupně souměrnosti. **V y v o z e n í** pojmu krystalová soustava. Vyvození pojmu krystalová osa a krystalový osní kříž na modelech osních křížů a základních tvarů krystalových soustav a jejich praktická demonstrace. **S r o v n á n í** poměrné délky a vzájemné polohy krystalových os jednotlivých soustav a rovin souměrnosti osních křížů. **O d v o z e n í** názvů soustav z tvarových vlastností základních tvarů soustav, názvů krystalových os kosočtverečné soustavy. **U r č e n í** krystalové soustavy na modelu základního tvaru některé soustavy, zařazení krystalů zkoumaných nerostů do krystalových soustav (metoda výkladu spojená s názornými metodami). **Heslovité záznamy** na tabuli a do poznámek o výsledcích pozorování a zkoumání krystalů nebo modelů. **Stručné zopakování a shrnutí učiva**. **Pokyny pro přípravu na následující hodinu**. **Domácí úkol** — příprava špejlí na opakování o osních křížích soustav v příští hodině. **V ý s t a v k a** nástěnných obrazů ve třídě, přírodnin a modelů s popisem v přístupné vitrině.

Úvod

Tento okruh témat poskytuje žákům globální pohled na Zemi. Zasahuje do značné míry i do ostatních přírodních věd, zvláště do astronomie, fyziky, chemie a geografie. Jeho náplň je velmi široká a obvykle se rozděluje do tří témat:

Postavení Země ve vesmíru, vznik sluneční soustavy a Země

Stavba zemského tělesa, zemská kůra a zemské nitro

Srovnávací geologie planet (planetologie)

V následujících kapitolách budou tato základní témata probrána jednotlivě.

2.1 POSTAVENÍ ZEMĚ VE VESMÍRU, VZNIK SLUNEČNÍ SOUSTAVY A ZEMĚ

2.1.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Cílem tématu je především dát žákům základní představu o stavbě a složení vesmíru, o sluneční soustavě a o postavení Země v tomto systému. Seznámit žáky se současnými názory (na středních školách i s historickým vývojem názorů) na vznik sluneční soustavy a především Země samotné. Přitom je třeba co nejvíce využít poznatky ze všech přírodních věd a o ně se opírat. Téma má značný význam pro formování vědeckého světového názoru žáků. Na konkrétních příkladech žáci poznají boj mezi idealistickým a dialektickomaterialistickým chápáním světa a jeho zákonitostí.

2.1.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČÍVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Toto téma je možno zařadit do učiva geologie buď na jeho začátek (tj. před mineralogii, hned do úvodu), nebo až za mineralogii, jako úvodní kapitolu geologické části. První řešení se zdá vhodnější, předpokládá ovšem alespoň částečnou integraci učiva. V novém projektu výchovně vzdělávací soustavy bylo použito toto zařazení. Učivo o vzniku Země je rovněž možno oddělit od učiva o postavení Země ve vesmíru a zařadit i na začátek historické geologie. Výhodou tohoto řešení je zdůraznění kontinuity mezi předgeologickým a geologickým vývojem Země. Nedostatkem je však odtržení od učiva o sluneční soustavě a Zemi jako celku.

Mezipředmětové vztahy jsou velmi výrazné a je na učiteli, aby je co nejvíce využil. Učivo doplňuje a spojuje v celek dílčí poznatky o Zemi, které žáci získali

v přírodovědě a ve fyzice (zejména v její astronomické části), v chemii (kosmochemie) a v zeměpise (matematická geografie). Učitel zdůrazní zejména ty aspekty, které jsou potřebné pro správné pochopení geologických dějů a geologického vývoje.

2.1.3 STRUKTURA TÉMATU

Názory na náplň a rozsah učiva se během historického vývoje výuky měnily a jistě se budou měnit i v budoucnosti. V některých učebnicích geologie mu bylo věnováno jen málo pozornosti, příp. bylo zcela vypuštěno (např. v 1. a 2. vydání gymnazijní učebnice F. Pauk a kol., 1969¹, v učebnici ZDS F. Pauk a kol., 1963). V některých starších učebnicích středních škol (např. J. Woldřich — J. Kratochvíl, 1914) byla mu vyhrazena samostatná kapitola. Je velmi pravděpodobné, že význam tohoto tématu v budoucnu poroste.

Učivo obsahuje tato dílčí témata:

Vesmír, galaxie, Mléčná dráha, hvězdy, mezihvězdná hmota

Sluneční soustava, Slunce, planety a ostatní tělesa soustavy

Země jako planeta

Vznik sluneční soustavy a Země

Předgeologický (kosmický) vývoj Země

Žádnému z těchto témat se geologie nemůže věnovat podrobněji, poněvadž nejde o vlastní předmět jejího zkoumání. První tři témata tvoří jeden přirozený celek, poslední dvě celek druhý.

2.1.4 METODICKÝ POSTUP

Při výuce je žádoucí, aby učitel co nejvíce využil poznatků žáků z jiných učebních předmětů, jejich znalostí získaných vlastní četbou i prostřednictvím sdělovacích prostředků apod. Souvislý výklad učitele lze alespoň zčásti navodit i oživit rozhovorem se žáky. Metoda rozhovoru však zůstane vždy metodou vedlejší. Kromě toho je možno využít i metodu práce s literaturou.

Jako *motivační úvod* je vhodné např. vyprávění učitele o vesmíru a jeho výzkumu, přečtení krátkého úryvku z vědeckopopulární literatury. Pak je možno přikročit k vlastnímu tématu. Určitým didaktickým problémem, dosud ne zcela jednoznačně vyřešeným, zůstává, zda je vhodnější použít sestupného postupu (od vesmíru k sluneční soustavě a pak k Zemi) nebo naopak postupu vzestupného (od Země až k vesmíru jako celku). První postup považujeme za vhodnější pro žáky starší, druhý pro žáky mladší (je uplatněn v pokusné učebnici pro 8. ročník ZŠ).

Učitel nejprve vyloží sám velice stručně hlavní rysy stavby vesmíru. Vysvětlí pojem vesmír ve smyslu filozofickém a ve smyslu přírodovědeckém, dále pak pojem metagalaxie, galaxie, mlhovina, hvězda a mezihvězdná hmota. Poněkud podrobněji se probere galaxie² a postavení sluneční soustavy v ní.

Otázkami může učitel zjistit, která tělesa sluneční soustavy žáci znají (zpravidla to jsou velké planety a Slunce). Pak učitel doplní ostatní tělesa a shrne je do skupin:

¹ Učivo bylo vypuštěno proto, že mělo být v učebnicích fyziky. Poněvadž rozsah a způsob zpracování tématu nevyhovoval potřebám geologie, bylo do dalších vydání zmíněné učebnice zařazeno.

² Označení *Mléčná dráha* se používá pro část galaxie, pozorovatelnou na obloze.

- Slunce,
- 9 velkých planet (pořadí podle stoupající vzdálenosti od Slunce): Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluto,
- 34 měsíců obíhajících kolem velkých planet,
- několik tisíc planetek (tzv. planetoidů),
- neznámý počet komet,
- meziplanetární hmota,
- umělá kosmická tělesa.

Ke znázornění poměrné velikosti planet a jejich vzdálenosti od Slunce je třeba použít pokud možno názorné pomůcky a příklady, např. grafy v zeměpisném atlasu, tělesa různé velikosti, znázornění na stěnách učebny. Lze doporučit též exkurzi do planetária (zvláště v případě, že tam žáci nebyli ve 4. roč. v rámci přírodovědy nebo v 5. roč. v rámci zeměpisu). Jinak je nebezpečí, že představa žáků o stavbě sluneční soustavy bude značně neúplná a nejasná. Získání solidního základu je nutné pro správné pochopení učiva z planetologie.

Druhou část tematického celku tvoří učivo kosmogonie. Učitel je může motivovat např. krátkým výkladem o představách starých národů na vznik vesmíru a Země.

V nejhrubších rysech může seznámit žáky se současnými představami o vzniku vesmíru a hvězd. Zpravidla se však tomuto problému (jinak velmi zajímavému, avšak příliš složitému) nemůže věnovat pro nedostatek času. Kromě toho žáci nemají dosud dostatečné znalosti z fyziky a chemie, zejména ne žáci základní školy.

Těžištěm této části je učivo o vzniku Země. Učitel předem žákům zdůvodní, proč je možno otázku vzniku Země úspěšně řešit jen v souvislosti se vznikem celé sluneční soustavy.

Učivo o vzniku Země a jejím předgeologickém¹ vývoji je možno v rámci výuky geologických disciplín zařadit trojím způsobem:

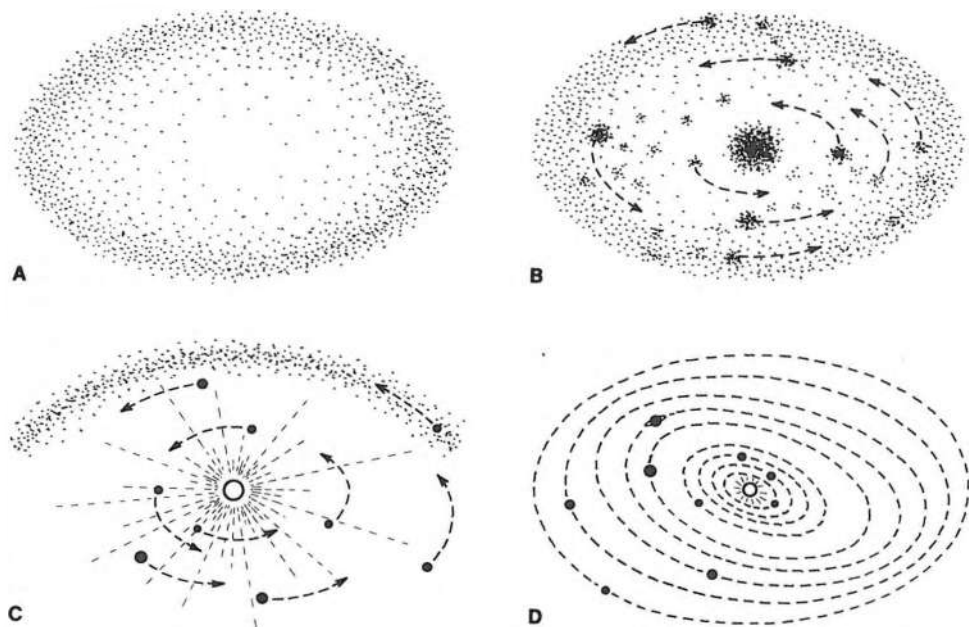
- společně s učením o vesmíru na začátek (a pak opakování před historickou geologií),
- společně s učením o vesmíru před učivo všeobecné geologie,
- samostatně před historickou geologií (ve smyslu historie Země — jako etapy předcházející vlastnímu vývoji geologickému).

V průběhu výuky předmětu geologie bylo v učebnicích využito všech těchto variant. Každá z nich má určité výhody, ale také nedostatky. První varianta se zdá nejvýhodnější, bývá realizována v učebnicích.

Také rozsah tohoto učiva je problematický a bude jej vždy nutno řešit ve vzájemné koordinaci s učivem jiných předmětů, zejména fyziky a zeměpisu. Problémem zůstává i náplň tématu. K správnému pochopení kosmogonických hypotéz je třeba poměrně hlubokých vědomostí z fyziky, zčásti i z matematiky a chemie, které žákům středních škol a ještě více žákům základní školy scházejí. Na druhé straně není však správné hypotézy o vzniku Země s poukazem na nedostatečné vědní základy žáků zcela opomíjet. Učivo je světonázorově velmi důležité, a jak dokazují praktické zkušenosti učitelů, dá se i na základní škole alespoň v nejhrubších rysech úspěšně vyučovat.

Z ideově výchovného hlediska je žádoucí, aby učitel nejprve seznámil žáky s historickým vývojem názorů na vznik sluneční soustavy a Země (boj mezi pokrokovými a reakčními názory). Chybou mnohých učebnic i učitelů však je, že

¹ Používá se též termín *kosmický* nebo *raně geologický* vývoj.



4 Vznik sluneční soustavy podle hypotézy O. J. Schmidta (z publikace D. G. Panova); A—D postupný vývoj ze zárodečného oblaku

vykládají příliš podrobně staré již překonané hypotézy (zvl. názory Laplaceovy, Jeansovy). Tím ztrácejí cenný čas a nemohou se v dostatečné míře věnovat hypotézám současným. Další zbytečné zdržení nastane, když se učitel snaží používat metodu rozhovoru, aniž se může opírat o dostatečné zkušenosti žáků.

Učitel hned v úvodu sdělí žákům, že ani v současné době není problém vzniku Země a sluneční soustavy ještě jednoznačně vyřešen a že názory vědců jsou jen více nebo méně pravděpodobné (nebo možné) domněnky. Tyto domněnky se dosti různí. Je možno je rozdělit na dvě velké základní skupiny:

- hypotézy předpokládající chladný počátek Země,
- hypotézy předpokládající horký počátek Země.

Na rozdíl od doby před poslední válkou se většina vědců přiklání k výkladu o chladném počátku Země.

Učitel uvede pro nedostatek času jako příklad jen některou z moderních hypotéz, např. Šmidtovu (obr. 4), Weizsäckerovu nebo Alfvénovu¹, a to jen její základní myšlenky. Nemá význam se tu pouštět do podrobností, neboť žáci nemají potřebnou průpravu z matematiky ani z fyziky. Je však možno doporučit, aby se učitel zmínil také o kritice příslušné hypotézy, tj. o jejích kladech i záporech. Tím vede žáky k nedogmatickému chápání přírodovědeckých hypotéz. Na základní škole je nutno k lepšímu pochopení co nejvíce používat názorný materiál, obrazy, náčrtky na tabuli apod.

¹ Přehled historického vývoje a dnešních názorů na vznik sluneční soustavy je podán v článku L. Krivského, 1973. Srozumitelněji vykládá současné hypotézy kniha J. Kleczka *Slunce a člověk*. Academia, Praha 1973.

Po výkladu o vzniku sluneční soustavy je možno přejít k vylíčení předgeologického (neboli kosmického) stadia vývoje Země. Pro lepší přehled se doporučuje rozdělit toto stadium na 3 základní etapy: kosmogonickou, anhydričnou a praoceánskou. Učitel musí žákům jasně vysvětlit, proč tuto vývojovou etapu nestuduje geologie (nelze použít geologických metod, jejichž předmětem je výzkum zemské kůry). I zde se učivo pohybuje téměř zcela jen v oblasti hypotéz, neboť přímé doklady chybějí. Učitel v souvislém výkladu přerušovaném jen občasnými otázkami a demonstrací pomůcek vysvětlí, jak vznikaly postupně jednotlivé zemské obaly (atmosféra, hydrosféra a geosféry), zvláště pak zemská kůra. Zdůrazní, že základním směrem vývoje je v tomto období diferenciací zemské hmoty do jednotlivých obalů. Učitel by měl též upozornit žáky na některé odlišné rysy tehdejších přírodních procesů a jejich zvláštnosti proti geologickým dějům pozdějším. Toto učivo bylo dosud zařazeno do osnov i učebnic geologie jen v nepatrném rozsahu. Jeho výchovně vzdělávací význam je však značný, a proto je velmi pravděpodobné, že mu bude v učebnicích příštích desetiletí věnováno více pozornosti.

Velmi výstižně je tento fakt vyjádřen v knize *Planeta Země* J. Sadila, L. Peška, 1970: „... právě toto období, které trvalo více než 2 miliardy let, bylo pro celý další vývoj Země nejdůležitější, protože v něm byly položeny základy jak dnešní stavby zemského nitra, tak i z ní vyplývající geotektonické činnosti, která dala naší planetě její dnešní tvářnost, obdařila ji nakonec jejím vzdušným a vodním obalem a umožnila tak, aby na jejím povrchu vznikl život.“

Výuka tomuto tématu je bezesporu velmi obtížná a klade značné nároky na kombináční schopnost a představivost žáků. Proto je žádoucí v nejširší míře využít vhodné obrazy, zejména z výše citované knihy.

2.1.5 UČEBNÍ POMŮCKY

Jde téměř výhradně o pomůcky zprostředkující, a to zvláště: fotografie Mléčné dráhy, mlhovin, význačných souhvězdí, planet, komet, meteoritů, Země jako celku; mapy hvězdné oblohy; astronomické tabulky; školní zeměpisný atlas světa; obrazy znázorňující velikost a rozložení planet sluneční soustavy; diagram vývoje Země (sloupcový, spirálový nebo kruhový — tzv. geologické hodiny), kde jsou znázorněny i základní etapy kosmického vývoje; obrazy v knize *Planeta Země* J. Sadila, L. Peška, 1970; vhodné filmy.

2.2 STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA

2.2.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Seznámit žáky se složením a stavbou Země jako celku. Žáci si mají vytvořit představu o stavbě a složení Země (zemská kůra — litosféra, zemský plášť, zemské jádro) a o jejích vnějších obalech (atmosféra, hydrosféra, biosféra). Mají se naučit chápat jednotlivé zemské sféry jako výsledek velmi dlouhého vývoje v etapě kosmické i geologické i vzájemné vztahy mezi zemskými sférami. Výuka tomuto tématu významně přispěje k formování vědeckého světového názoru žáků.

2.2.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

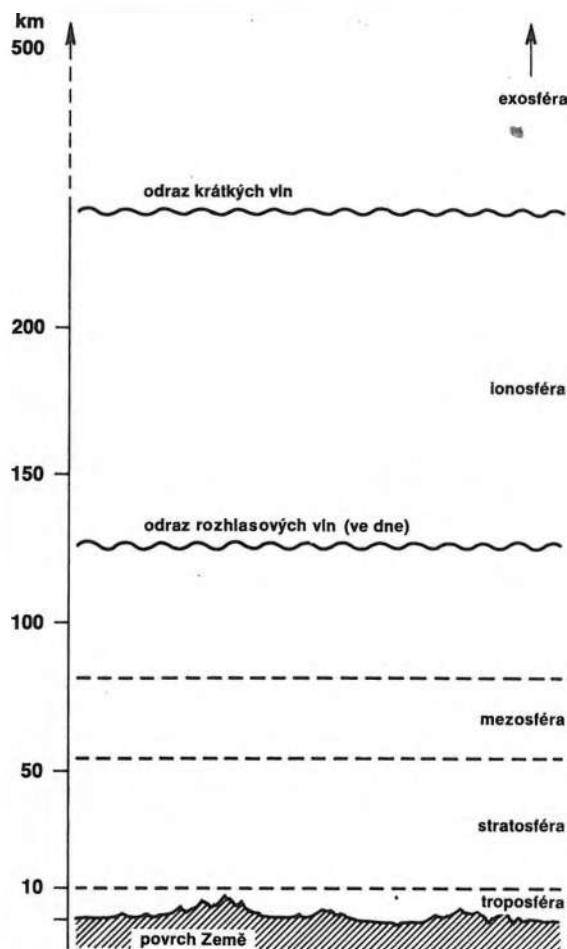
Toto téma je nejlépe zařadit hned za téma o postavení Země ve vesmíru a o vzniku Země. Z toho vyplývá jeho umístění v učivu buď hned do

úvodní kapitoly geologických věd, nebo aspoň do úvodní kapitoly vlastní geologie. V druhém případě nelze však už využít poznatků o Zemi při probírání mineralogie, zejména partie pojednávající o vzniku a výskytu minerálů. Tím jsou potlačeny významné dialektické vztahy, které má toto téma ke všem geologickým vědám.

Na rozdíl od předešlého tématu jsou vztahy k jiným učebním předmětům méně výrazné. Přesto však i zde je žádoucí, aby učitel široce využíval znalostí žáků z astronomie, fyziky, anorganické chemie a fyzického zeměpisu. Učivo o biosféře pak úzce souvisí s biologií.

2.2.3 METODICKÉ POZNÁMKY

Při charakteristice stavebních částí Země je nejlépe postupovat v souladu se strukturou vědecké geologie. Při probírání vnějších obalů Země —



5 Schematický průřez zemskou atmosférou

atmosféry, hydrosféry a biosféry se v geologii uvedou resp. zopakují jen hlavní fakta, poněvadž toto učivo spadá svou povahou převážně do oboru fyzického zeměpisu, zčásti též do biologie. V budoucnosti však bude význam učiva o vnějších obalech v geologii spíše stoupat, poněvadž se stále více ukazuje jejich značný vliv na proměny v zemské kůře. V geologii je nutné zdůraznit vývojový aspekt, který se v geografii málo uplatňuje. Je třeba, aby učitel kladl větší důraz na vzájemnou souvislost mezi geologickými procesy v litosféře a ve vnějších obalech Země, mezi vnějšími činiteli a litosférou, stejně tak jako na vztahy mezi procesy v litosféře a v zemském plášti, resp. v jádře. Těchto vztahů bylo v dosavadních učebnicích poměrně málo využito.

Žáci středních škol by se měli seznámit se základní stavbou atmosféry (troposféra, stratosféra, mezosféra, exosféra), jejími fyzikálními vlastnostmi (hlavně teplotou a tlakem) a jejím chemickým složením. Přitom se doporučuje použít k zvýšení názornosti vhodné pomůcky, zejména grafy a řezy (obr. 5).

Při výuce o hydrosféře je důležité probrat její hlavní složky (voda v atmosféře, povrchová voda tekoucí a stojatá, ledovce, volná a vázaná voda v litosféře), chemické složení vody a její vlastnosti.

Dále se stručně probere biosféra, její rozdělení a základní vlastnosti. Zde je na místě, aby učitel rozhovorem se žáky vyvodil základní rozdíly mezi přírodou živou a neživou i jejich vzájemné vztahy, nemalý význam má poukázat na vliv člověka na neživou přírodu i na pedosféru — půdní pokryv Země. Někteří geologové oddělují jako samostatnou sféru Země ještě tzv. technosféru, která je výsledkem záměrné činnosti člověka.

Poněvadž v učivu o vnějších obalech Země jde převážně o opakování učiva, které je žákům známo zejména ze zeměpisu (hydrografie, klimatologie), zčásti i z fyziky (meteorologie), chemie (vlastnosti vzduchu, vody) a biologie (vlastnosti živé hmoty), je možno ve značné míře použít jako hlavní vyučovací metody rozhovoru. Učitel pak jen doplní vědomosti žáků podle potřeb výuky geologie a shrne je v ucelený systém.

Důležité je, aby žáci pochopili, že jednotlivé sféry nejsou zcela ostře omezené zóny, nýbrž do sebe pronikají a vzájemně se ovlivňují.

Podstatně více pozornosti je třeba věnovat vlastnímu zemskému tělesu (geosférám, hlavně litosféře). Zde je důležité, aby učitel nepodával učivo dogmaticky, ale přiměřeným způsobem vyvodil z poznatků ve fyzice a v chemii za aktivní spolupráce žáků základní strukturu zemského tělesa. Tam, kde se názory vědců rozcházejí, by měl učitel ukázat na různé možnosti řešení, zejména pak při výuce na středních školách.

Učivo je třeba vhodně motivovat, aby hned od počátku byl podchycen zájem žáků. Je to možné např. přečtením úryvku z vědeckopopulární literatury (např. Z. Michalec, 1964; Z. Michalec, 1971) přečtením novinové zprávy o hlubinných vrtech, vyprávěním o práci geologických průzkumníků a geofyziků, zmínkou o Verneově knize Do středu Země, referátem žáka o některé knize nebo článku v časopisu, o filmu.

Učitel by neměl podávat žákům hotové poznatky, nýbrž vycházet z metod, které se používají při výzkumu zemského nitra. Pro zajímavost je záhodno uvést příklady nejhlubších vrtů a dolů na světě i v ČSSR. Dále se pak zmínit i o plánech tzv. velmi hlubokých vrtů v SSSR a USA, které mají dosáhnout hranice mezi zemskou kůrou a pláštěm.

Z porovnání hloubky vrtů (10—15 km) a celkového poloměru Země žáci snadno pochopí, že přímé metody nemohou zatím přinést žádné podstatné poznatky o hlubších zónách zemského tělesa. Zbývají tedy za dnešního stavu vědy a tech-

niky jen metody nepřímé, tj. geofyzikální (gravimetrické a hlavně seizmické). Podle interpretace výsledků geofyzikálních měření byly vypracovány různé modely zemského nitra. Učitel neopomene zdůraznit, že názory vědců se do značné míry různí, zejména pokud jde o chemické složení jednotlivých zón zemského tělesa. V učebnicích šedesátých let se ještě většinou uvádějí již poměrně zastaralé představy Suessovy a jeho terminologie spjatá úzce s předpokládaným chemickým složením geosfér (sial, sima, nife atd.). Méně často jsou v učebnicích uváděny názory Goldschmidtovy, rovněž do značné míry překonané. V současné době je v učebnicích nejčastěji model Bullenův (obr. 6), který je vysvětlen ve 3. a dalších vydáních učebnice F. Pauka a kol. pro gymnázia, 1973).

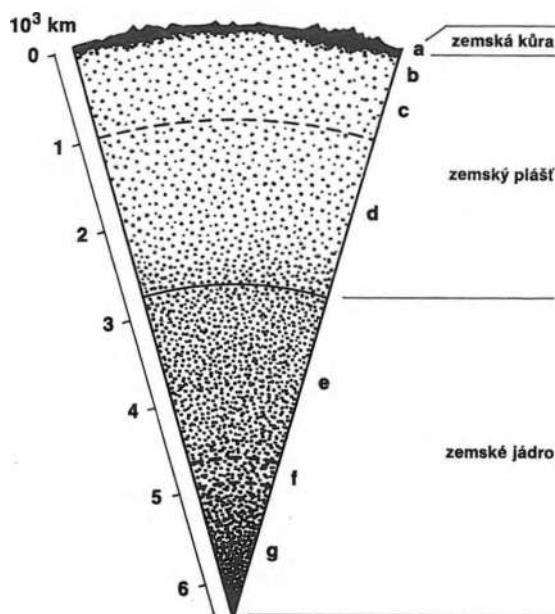
Řešení otázky stavby a složení zemského nitra vychází z těchto základních skutečností:

- teplota do hloubky stoupá (geotermický stupeň)
- tlak do hloubky stoupá (geostatický tlak)
- rozdíly v hustotě (hustota Země jako celku a hustota zemské kůry na pevninách)
- směr a rychlost šíření zemětřesných vln se mění (změny pohybu podélných a příčných zemětřesných vln; rychlost, směr šíření).

Žáci mohou tyto změny sami vyčíst na průřezu zeměkoulí a na diagramech. Jedním z nejvýznačnějších objevů je zjištění několika soustředných tzv. ploch nespojitosti, diskontinuit, kde se pohyb seizmických vln náhle mění.

Učitel by měl právě zde žákům vysvětlit, proč jsou současné názory vědců na složení a vlastnosti zemského nitra tak rozdílné, přestože vycházejí z týchž základních dat. Příčinou neshod jsou různé výklady výsledků seizmických měření, které lze shrnout do dvou základních východisek:

- změny v šíření zemětřesných vln jsou způsobeny změnami vlastností hmoty (předpoklad všeobecně uznávaný),



6 Zjednodušený Bullenův model stavby zemského tělesa; b svrchní plášť, c střední plášť, d spodní plášť, e vnější jádro, f přechodná zóna, g jádro

— změny vlastností hmoty jsou způsobeny buď změnami jejího chemického složení (předpoklad problematický), nebo změnami ve vnitřní struktuře hmoty.

Zastánci podstatných rozdílů v chemismu geosféry musí kromě toho ještě předpokládat rozsáhlou diferenciaci hmoty během vývoje Země, která není zcela bezpečně dokázána.

Toto téma je tedy možno na střední škole velmi dobře využít s pomocí schémat k **problémovému způsobu výuky**.

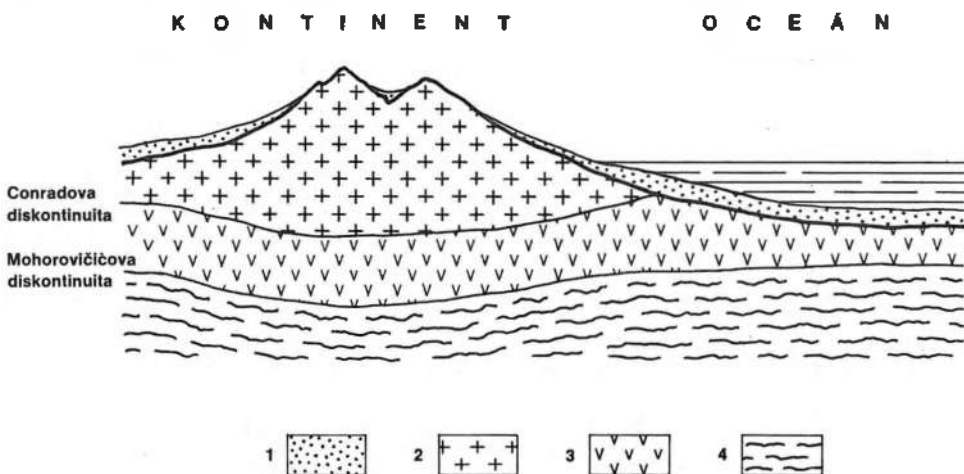
Poněkud méně problémů je v tématu při výuce o zemské kůře¹, kterému by měla být věnována na základních i středních školách aspoň 1 hodina. Toto učivo lze také výhodně spojit s mineralogií (výskyt minerálů, chemismus litosféry), s petrografií (zastoupení hornin) a strukturní geologií (nauka o primárních a sekundárních geologických strukturách). Jako **nejvýhodnější** lze doporučit následující postup:

1. Současný stav zemského povrchu

Učitel v rozhovoru se žáky použije nástěnnou fyzickou mapu světa nebo mapu polokoulí v zeměpisném atlasu, porovná rozmístění pevnin a oceánů a upozorní na nerovnoměrnost jejich rozšíření. (Jde z velké části o opakování učiva známého již ze zeměpisu.) Pak může položit problémovou otázku, zda mezi pevninami a oceány je také rozdíl geologický.

2. Výsledky měření

Učitel seznámí žáky s výsledky geofyzikálních (hlavně gravimetrických a seizmických) měření a s výsledky geologického výzkumu v oblasti pevnin a oceánů. Z nich jasně vyplývá, že existují dva základní typy litosféry, **pevninská** a **oceánská** (obr. 7). Dalším dokladem základní dvojtypnosti zemské



7 Schematický průřez kontinentální a oceánskou zemskou kůrou;

1 sedimenty, 2 žulová zóna, 3 čedičová zóna, 4 svrchní plášť — olivínovcová zóna

¹ Obsah pojmů *zemská kůra* a *litosféra* není geology chápán jednotně. Někteří považují oba pojmy za synonyma (viz Z. Kukal, 1973, str. 12).

kůry je i její povrchový reliéf (obr. 8), reprezentovaný tzv. hypsografickou křivkou (vyjadřuje graficky četnost různých výšek a hloubek na povrchu Země). Učitel seznámí žáky s konkrétními údaji o mocnosti kůry a o způsobu jejich zjištění geofyzikálním měřením hloubky Mohorovičičovy diskontinuity.

3. Pevninský a oceánský typ zemské kůry

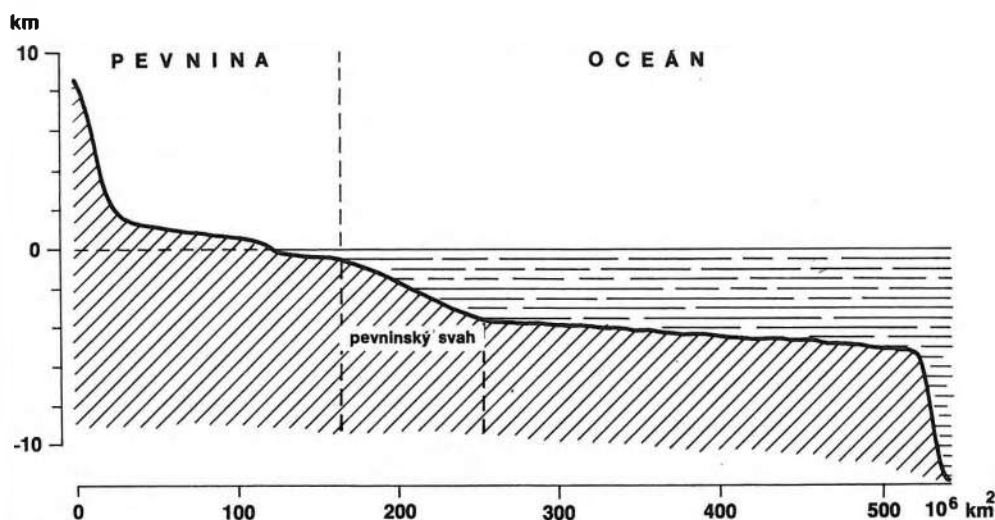
Žáci se pokusí vytknout základní rozdíly mezi kontinentálním a oceánským typem kůry. Rozdíly ve struktuře a složení mohou zjistit rozбором schematizovaných geologických řezů v učebnici, na obrazu, nebo rozбором náčrtů učitele na tabuli. Učitel jen výsledky shrne. Je žádoucí, aby uvedl příklady (i z území ČSSR), které v učebnicích zatím chybějí. Mnoho zajímavých údajů lze najít zvl. v knihách V. Škvora — J. Zemana, 1976; Z. Kukala, 1973 a v článku V. Bartha, 1973.

4. Srovnání kůry Země, Měsíce a Marsu

Podle možnosti provede učitel i porovnání kůry pevnin a oceánů Země s kůrou tzv. pevnin a moří na Měsíci a Marsu. Rozsah tohoto srovnání může být různý, podle toho, jaké mají žáci průpravné znalosti z astronomie a kam je zařazeno planetologické učivo.

5. Hranice zemské kůry a svrchního pláště

Učitel se zmíní též o poměru mezi kůrou a svrchním pláštěm a o problému tzv. izostaze (obr. 9). Izostatickou rovnováhu je možno žákům objasnit i pomocí pokusu (viz kapitolu o endogenních procesech). Izostatická plocha, kterou naše starší učebnice kladou zpravidla na rozhraní mezi tzv. síaem a símou, leží pravděpodobně podstatně hlouběji, mezi čedičovou zónou a pláštěm, nebo dokonce až uvnitř svrchního pláště. Také tzv. princip permanence oceánů, uváděný často v učebnicích, např. v 1. vydání gymnaziální učebnice F. Pauka a kol., 1969, má podle současných názorů jen omezenou platnost (důkazy o relativně malém stáří některých oceánů nebo jejich částí, poznatky o oceanizaci zemské kůry apod.).



8 Hypsografická křivka zemského povrchu znázorňující plošný rozsah území podle nadmořské výšky a hloubky pod hladinou moře (podle E. Kosiny)

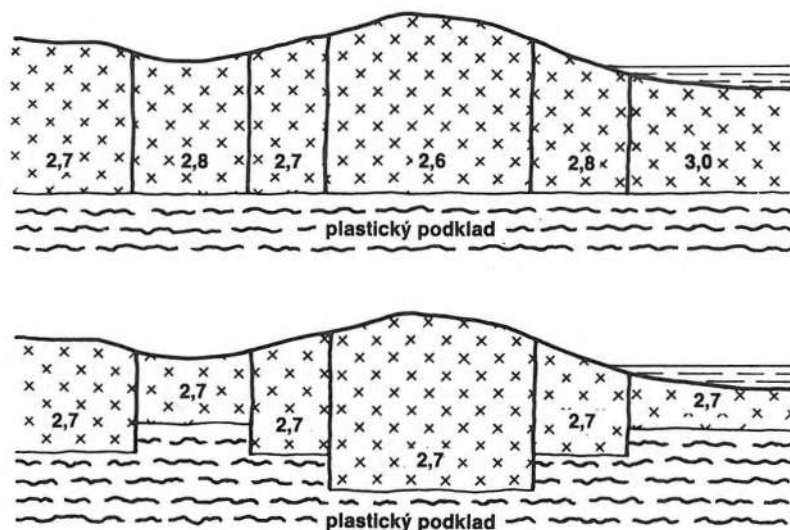
6. Složení zemské kůry

K tématu o zemské kůře je možno přiřadit i učivo o jejím chemickém, minerálním a horninovém složení, které se dosud většinou probírá samostatně v kapitole o vzniku a výskytu minerálů, k níž má učivo také blízký vztah. Učitel by měl žáky výslovně upozornit, že uváděná procenta podílů prvků v zemské kůře jsou ne zcela přesné odhady a týkají se složení litosféry jen do hloubky asi 16 km. Pokud jde o složení Země jako celku, pak jde už o čísla velmi problematická, neboť závisejí na nedokázaných hypotézách o složení hlubších pater pláště a zemského jádra. Učitel především seznámí žáky s průměrným chemickým složením povrchových zón kůry (uvádí se v klarcích). Podrobnou znalost klarků (klarky — procentové podíly hlavních prvků) není třeba při zkoušení žádat. Přitom je vhodné ukázat složení i na diagramu nebo na tabulce, což bude pro žáky srozumitelnější. Z chemického složení mohou žáci už celkem sami usoudit na minerální složení zemské kůry (převaha kyslíkových sloučenin, hlavně křemičitanů a kyslíčnicků-oxidů některých prvků). Na střední škole by žáci měli už řadu těchto minerálů znát. Konečně je možno z minerálního složení usoudit i na složení horninové, které ostatně vyplývá i ze schematických profilů zemskou kůrou.

Je také možno postupovat obráceně, tedy od petrografického složení k minerálnímu a nakonec k chemickému. Autor této kapitoly však považuje tento postup za méně vhodný, poněvadž primárním faktorem je chemismus a ten určuje složení minerálů i hornin. Na tomto místě by se měl učitel zmínit alespoň stručně i o moderní geochemii, jejích cílech a úkolech.

7. Dynamika zemské kůry

V závěru kapitoly o zemské kůře učitel může poukázat také stručně na dynamiku (proměny minerálů a hornin, geologické procesy, pohyby kůry), a na hlavní energetické zdroje geologických dějů. Podrobněji se však tyto procesy probírají až v tématech z mineralogie, petrografie a obecné geologie.



- 9 Náčrty k výkladu o izostazi: nahoře — představa J. H. Pratta (hustota korových bloků je různá, hranice mezi bloky je ve stejné hloubce), dole — představa G. Airyho (hustota korových bloků je stejná, proto hranice mezi bloky a podkladem leží v různé hloubce) (hustota v g. cm⁻³; v obrázku jsou pouze číselné hodnoty)

Přírodníny mají menší význam než ve většině ostatních témat. Použijeme typické ukázky nejběžnějších minerálů a hornin: křemen, živce, slídy, žula, čedič, jílovitá břidlice, rula (převážně jde o opakování učiva).

Trojrozměrné modely si učitel musí zhotovit svépomocí, poněvadž se u nás nevyrábějí sériově: rozkládací model Země, model zemské kůry.

Obrazy (zvětšené a zjednodušené z odborné literatury): průřez atmosférou, schéma hydrosféry, průřez kontinentálním a oceánským typem zemské kůry, blokdiagram struktury zemské kůry, průřez zemským nitrem (podle různých hypotéz), graf šíření seizmických vln.

Diagramy a tabulky: minerální, chemické a petrografické složení zemské kůry, rozloha pevnin a oceánů, hypsografická křivka.

Mapy: fyzickogeografická mapa světa (mapa v zeměpisném atlasu).

Fotografie Země z velké vzdálenosti (z družic nebo kosmických lodí), fotografie měsíčního povrchu, filmy

2.3

PLANETOLOGIE (SROVNÁVACÍ GEOLOGIE PLANET)

2.3.1

VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Tento tematický okruh má v učivu geologie značný výchovný i vzdělávací význam, který se bude v budoucnu ještě zvyšovat. Obzor zkoumání a poznání geologických forem pohybu hmoty se rozšiřuje směrem k poznávání planetárních forem pohybu hmoty. Souhrn planetárních forem pohybu hmoty zahrnuje daleko širší škálu jevů než stačíme poznat na jednom z planetárních těles — Zemi. Geologie přerůstá rámec nauky o Zemi tím, že dosavadní i zcela nové metody budou aplikovány i při výzkumu ostatních těles ve vesmíru (K. Beneš, 1962). Postupně se překonává dosavadní geocentrické pojetí geologických věd, geologie se stává jen jednou částí širšího vědního komplexu planetologie. Vzdělávacím cílem tématu je seznámit žáky s těmito skutečnostmi:

- zákonitosti geologického pohybu hmoty platí i na jiných planetách sluneční soustavy a jejich družicích,
- každá planeta se vyznačuje určitými specifickými jevy a procesy,
- člověk může postupně tyto děje poznat a vědecky vysvětlit,
- planety jsou na různém stupni geologického vývoje (evoluce).

Učivo výrazně přispívá k vytváření dialektickomaterialistického světového názoru.

2.3.2

POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Téma má dosti úzký vztah k astronomii a fyzice (geofyzice), k chemii, kosmochemii), k zeměpisu (matematickému i fyzickému) i k biologii (exobiologii). Dále úzce souvisí téměř se všemi hlavními geologickými vědami, tj. s mineralogií, petrografií, všeobecnou i historickou geologií. Podle toho, na které vztahy se kladě větší důraz, je možno zařadit téma před všeobecnou geologii nebo do úvodu ke geologickým vědám vůbec, nebo je rozdělit podle obsahu do části mineralogické, petrografické, obecně geologické a historickogeologické. Toto

řešení však předpokládá předběžné vědomosti a dá se tedy použít až na středních školách. Pro základní školy bude vhodnější zařadit planetologické téma až na konec učiva geologických věd (srovnání se Zemí).

2.3.3

STRUKTURA PLANETOLOGIE

Struktura planetologie není zatím jednoznačně vyřešena. Z didaktiky planetologie je k dispozici jen minimum praktických zkušeností. Jako učební předmět se planetologie zatím zavádí jen na některých vysokých školách, u nás na Vysoké škole báňské v Ostravě (prof. K. Beneš).

Planetologii jako vědu lze rozdělit na 7 dílčích oborů:

vznik a vývoj terestrických planet,
vnitřní struktura Země,
zemská kůra a plášť (globálně),
geologie Měsíce (selenologie),
geologie Marsu (areologie),
geologie Venuše (afrologie),
geologie Merkura (hermesologie).

Tuto strukturu bude možno pravděpodobně použít (ve zjednodušené podobě) i pro výuku na středních školách. Zatím jsou hlouběji zpracovány jen první 4 oddíly.

2.3.4

METODICKÝ POSTUP

Učivo je možno motivovat různě, např. vyprávěním o kosmonautech SSSR, ČSSR a USA nebo o automatických sondách, přečtením vhodných úryvků z vědeckopopulární literatury (J. Sadil, 1970; K. Pacner, 1968, 1971; M. Cadr, 1971, 1976, 1978) nebo zpráv denního tisku, vyprávěním o českých pracovnících z oboru planetologie (O. Matoušek, K. Beneš).

Postup vyučování a metody je třeba volit podle druhu a stupně školy, podle intelektuální vyspělosti žáků a dalších okolností. Metodický postup nebyl dosud zpracován, praktické zkušenosti s výukou na gymnáziu jsou nedostačující. Hlavní vyučovací metodou by měl být souvislý výklad učitele (s demonstračními pomůckami) přerušovaný rozhovorem se žáky a prací s literaturou, aby byla zajištěna maximální možná aktivita žáků. Učitel se může opírat jen o minimum znalostí žáků z jiných předmětů, zejména z astronomické části fyziky a z matematického zeměpisu. Zato je možno využít znalostí žáků z tisku, rozhlasu a televize. Toto téma je velmi aktuální a přitažlivé, a u mnohých žáků je možno předpokládat jisté vědomosti.

V úvodu je možné, aby učitel alespoň stručně seznámil žáky s historickým vývojem výzkumu planet a se současnými planetologickými metodami. Jsou to:

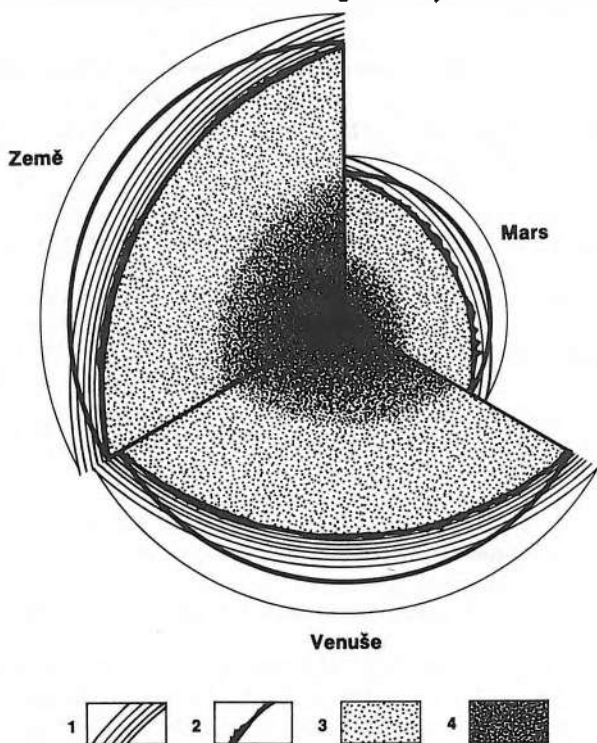
- výzkum pomocí dalekohledu a radaru,
- výzkum automatickými kosmickými sondami,
- výzkum kosmickými loděmi s lidskou posádkou (zejména geologické mapování a odběr vzorků).

V současné době má největší význam strukturně morfologická analýza, která se snaží objasnit vztahy mezi reliéfem a geologickou strukturou povrchových částí planetárních korových obalů. Jakmile jsou získány vzorky minerálů a hornin, je možno aplikovat i známé metody mineralogického, petrografického a chemického výzkumu. Použití těchto metod (zejména strukturně

morfologických) může učitel ve zjednodušené podobě ukázat na vhodném příkladu i žákům.

Při výkladu je nevhodnější vyjít z geologie Měsíce, která je zatím nejlépe prostudována. Učitel upozorní žáky na relativně značnou velikost Měsíce vzhledem k Zemi (ostatní planety mají poměrnou velikost svých měsíců daleko menší) a na fakt, že Měsíc má mnohé vlastnosti samostatné planety. Po objasnění základních údajů o Měsíci (vzdálenost od Země, poloměr, hmotnost apod.) ukáže žákům mapu a fotografie Měsíce. Z mapy a fotografií celého Měsíce nebo jeho velkých částí vyvodí, že měsíční kůru tvoří dvě základní stavební jednotky: tzv. moře — maria a tzv. pevniny — terrae. Na dalších fotografiích ukáže podrobnosti (zejména krátery) a posléze měsíční půdu (regolit). Z analýzy tvarů měsíčního povrchu vyvodí učitel činitele, kteří na formování měsíčního povrchu působili (proti Zemi výrazná převaha endogenních faktorů, zvl. tektonickomagmatických, z exogenních zejména impakty meteoritů — tzv. kosmická eroze). V závěru výkladu o Měsíci seznámí učitel žáky s výsledky chemických, mineralogických a petrografických výzkumů vzorků měsíčních hornin a porovnáním se složením zemské kůry vyvodí ve spolupráci se žáky hlavní shody a rozdíly mezi Zemí a Měsícem.

Po probrání Měsíce je možno přejít ke geologii Marsu (areologii). Učitel ukáže fotografie povrchu Marsu (relief kráterový, chaotický, nestrukturní, vulkány, údolí), z nichž mohou žáci usoudit jednak na jistou podobnost s Měsícem, jednak i na podstatné rozdíly. Dále upozorní na existenci atmosféry, která se kromě endogenních faktorů významně podílí na formování povrchu Marsu a tvorbě hornin (vedle magmatických hornin i sedimenty). Učitel se



10 Schematické hypotetické průřezy Země, Marsu a Venuše; 1 atmosféra, 2 planetární kůra, 3 plášť, 4 jádro (podle K. Beneše a G. N. Katterfelda)

zmíní o fyzických poměrech na povrchu (teplota, tlak a složení atmosféry) a o velkém problému existence biosféry na této planetě (za důkazy byly donedávna pokládány změny ve zbarvení povrchu). V této souvislosti je možno se zmínit i o možnosti života na jiných kosmických tělesech, což je předmětem studia nové vědy — exobiologie.

Je možno též srovnat vzhled povrchu Měsíce a Marsu s Merkurem a některými měsíci Jupitera.

Značně odlišné poměry existují na planetě Venuši. Při výkladu o této planetě věnuje učitel pozornost zejména její atmosféře (chemické složení, vysoký tlak a teplota), která nemá mezi planetami obdoby. Učitel by měl právě na tomto materiálu ukázat vztahy mezi složením a vlastnostmi planetárních atmosfér, hydrosfér, biosfér a litosfér. Atmosféra je do značné míry i indikátorem vývoje geologického a biologického. Proto geologie v současné době věnuje větší pozornost než dříve i vlastnostem a vývoji atmosfér.

Při výkladu o jednotlivých planetách je možno z jejich hmotností vyvodit i pravděpodobné závěry o planetárním nitru (otázka existence „těžkého“ jádra). Nakonec učitel shrne základní vlastnosti vnitřních planet (obr. 10, tab. 1).

Tabulka 1 Vlastnosti vnitřních planet (upraveno podle K. Beneše — G. N. Katterfelda, 1968, *On the comparative Geology of Planets and the Term Planetology*. Sborník věd. prací Vys. školy báňské v Ostravě)

Název planety	Magnet. pole	Relat. hmotnost	Relat. poloměr	Hustota g.cm^{-3}	Teplota povrchu $^{\circ}\text{C}$	Rotace	Atmosféra	Biosféra
Merkur	slabé	0,05	0,38	5,4	-250 +420	pomalá	velmi řídká Ar, CO ₂	0
Venuše	slabé	0,81	0,95	5,2	až +500	velmi pomalá	velmi hustá CO ₂ , N ₂	?
Země	intenzivní	1,00	1,00	5,5	-88 +57	rychlá	docela hustá N ₂ , O ₂	velmi rozvinutá
Měsíc	0	0,01	0,27	3,3	-150 +130	pomalá	0	0
Mars	0	0,11	0,53	3,9	-120 +30	rychlá	řídká N ₂ , Ar, CO ₂	?

V závěru tématu je vhodné se zmínit velmi stručně o ostatních (vnějších) planetách sluneční soustavy, Jupiteru, Saturnu, Uranu, Neptunu a Plutu. Učitel vyjde z tabulky vlastností planet a zdůrazní některé základní rozdíly mezi planetami vnitřními (tzv. terestrickými) a vnějšími, tj. rozdíly ve velikosti, hmotnosti a v chemickém složení. Z toho vyplývá i značná odlišnost planetologických dějů, které nelze srovnávat s geologickými procesy na Zemi.

Mapa Měsíce (A. Rükl, 1967, 1972), příp. Marsu.

Fotografie Měsíce z různé vzdálenosti a v různém měřítku (J. Sadil, 1970), fotografie měsíčních ohornin, příp. jejich výbrusů, fotografie Marsu, resp. ostatních planet (uveřejněny zvl. v časopisech *Vesmír* a *Říše hvězd*), fotografie významných vědců a kosmonautů.

Filmy (pokud budou existovat).

Schematické průřezy Zemí, Měsícem a vnitřními planetami (zhotovené zvětšením a zjednodušením obrázků v odborné literatuře, např. K. Beneš — G. N. Katterfeld, 1968).

Geologické mapy částí povrchu Měsíce nebo Marsu (uveřejněny v časopisech *Říše hvězd* a *Vesmír*).

Geologické řezu měsíční kůrou nebo regolitem.

Literatura

Poněvadž poznatky vzrůstají velmi rychle a často také brzy zastarávají, nestačí využívat jen knižní produkci. Je třeba sledovat soustavně zprávy denního tisku (obsahují však často nepřesnosti nebo i odborné chyby) nebo odborné časopisy, zejména *Vesmír*, *Říše hvězd* a *Geologický průzkum*.

Úvod

Mineralogie plní v soustavě všeobecného vzdělání a výchovy několik úkolů. Vysvětluje základní poznatky o vlastnostech prakticky významných a horninových nerostů a o podmínkách jejich vzniku a přeměn. Podílí se podstatně na formování vědeckého světového názoru a přispívá k rozvoji logického myšlení, charakterových vlastností a dovedností žáků.

Rychlý rozvoj geologických věd a pedagogiky v posledních desetiletích vedl k diskusi o novém pojetí a hodnocení výchovně vzdělávacího významu geologických věd, zejména mineralogie, a o potřebě nové strukturalizace učiva geologických věd, která by vyhovovala požadavkům didaktiky a podstatně přispěla k modernizaci vyučovacích metod. Jednotlivé kapitoly příručky přihlížejí na vhodných místech k těmto podnětům. Je vhodné na tomto místě poznamenat, že zvláště učivo mineralogie poskytovalo vhodné pole k výzkumu vyučovacích metod předmětu geologie.

Cíle vyučování jednotlivých oborů mineralogie lze splnit jen při specifickém metodickém zaměření. Z toho důvodu se obsah této kapitoly člení na:

mineralogii obecnou,

— krystalografii strukturní, morfologickou, fyzikální a chemickou,

— mineralogii genetickou (vznik a přeměna nerostů);

mineralogii soustavnou.

Úvodní metodické poznámky

Vyučování základům mineralogie klade značné požadavky na didaktické schopnosti učitele. Náročnost učiva vyplývá z povahy předmětu, z jeho mezioborových vztahů, z nároků na prostorovou představivost žáků při rozvíjení logického myšlení a na paměť. Proto se má vyučování mineralogii zakládat na pečlivé volbě vyučovacích metod a organizačních forem. Je třeba je volit s ohledem na možnost příznivě ovlivnit aktivitu a samostatnost myšlení žáků a v první řadě vzbudit jejich přímý zájem o předmět.

Podnětem k probuzení trvalého zájmu o mineralogii může být objasnění vztahu člověka k neživé přírodě. Uvedeme např., jak z poznatků o vnitřní stavbě nerostů můžeme usuzovat na jejich technické vlastnosti, využitelné mnohostranným způsobem v praxi (vlastnosti diamantu, grafitu, korundu, křemene, turmalínu, jílových minerálů aj.). Jiným prostředkem vzbuzení zájmu žáků o mineralogii mohou být informace vyučujícího, jak přechetné výchozí látky k výrobě předmětů každodenní potřeby jsou získávány z nerostných surovin. Velmi účinně může přispět ke vzbuzení zájmu o předmět poznání geologické stavby okolí školy, bydliště, okresu nebo kraje, návštěva významného naleziště minerálů, nebo

dokonce vlastní objevitelská činnost v tomto směru. Významně může podnítit zájem o nerosty estetický dojem z výstavy vybraných vzorků minerálů a hornin.

Při volbě motivačních prostředků je nutno uvážit, že některé naše domácí suroviny, např. zlato, stříbro, rudy niklu, kobaltu, mědi byly více než tisíciletou těžbou vyčerpány nebo jsou téměř vyčerpány. Mineralogie přispívá k uspokojování nároků průmyslu na suroviny vyhledáváním jejich nových zdrojů, zvláště takových, které teprve moderní technika dovede racionálně těžit a zpracovávat. Avšak rozhodující význam pro zásobování československého průmyslu surovinami má dovoz tekutých a plyných paliv, rud, fosforečnanů a jiných surovin ze socialistických zemí RVHP.

Vyučující má usilovat o bezprostřední, trvalý zájem žáků o mineralogii. Prostředkem k tomu mohou být exkurze žáků na mineralogické lokality, exkurze do těžebních a zpracovatelských závodů, účast při doplňování školních, veřejných i soukromých sbírek nerostů apod.

3.1 MINERALOGIE OBECNÁ

Úkolem učiva obecné mineralogie je naučit žáky jednoduchým metodám výzkumu tvarových, fyzikálních a chemických vlastností nerostů a vysvětlit je jako vnější projev chemického složení, uspořádání a vazby hmotných částic v nerostech. Vysvětluje také podmínky vzniku a přeměn nerostů.

3.1.1 KRYSTALOGRAFIE STRUKTURNÍ, MORFOLOGICKÁ, FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÁ

3.1.1.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Seznámit žáky se zákonitostí struktury anorganických látek a s projevy této struktury ve tvarových, fyzikálních a chemických vlastnostech. Spolu s fyzikou, chemií a biologickými obory přispět k objasnění stavby hmoty a tím k vědecky zdůvodněné představě materiální jednoty světa, k naplnění obsahu pojmu hmota jako obecné filozofické kategorie (Kleber, 1969). Vhodnými příklady využití poznatků o vnitřní stavbě nerostů přispět k polytechnické výchově.

Někdejší opoždění výuky základů krystalografie na všeobecně vzdělávacích školách za vývojem poznatků ze strukturní krystalografie a přeceňování vzdělávacího významu morfologické krystalografie vyvolávalo neúměrné nároky základů morfologické krystalografie na vyučovací dobu. Odtržení morfologické, fyzikální a chemické krystalografie od základních poznatků o struktuře krystalů i o genetické a systematické mineralogie se projevilo jako vědecky neúnosné a didakticky nepříznivé. Proto je v této příručce kladen důraz na výklad některých pojmů a některých vztahů ze strukturní krystalografie. Výklad struktury krystalů nelze podávat jako doplněk krystalografie morfologické. Fyzikální a chemické vlastnosti nerostů závisejí na jejich vnitřní struktuře. Vyučování základům krystalografie na strukturním základě se může stát jedním z pilířů modernizace vyučování mineralogii.

V obecných cílech vyučování základům krystalografie jde o rozvíjení schopnosti samostatného myšlení žáků založeném na více či méně samostatném řešení přiměřených problémů (Okoň, 1960).

Postavení tématu v učivu

Ze závislosti morfologických, fyzikálních a chemických vlastností nerostů na uspořádání a vztahu hmotných částic v jejich vnitřní stavbě vyplývá, že vyučování o vlastnostech nerostů má být založeno na strukturní krystalografii. Při značné složitosti většiny krystalových struktur je však nutno vybírat jednodušší příklady struktur obecně známých nerostů.

Na základní škole se vyučující omezí na příklady struktur soli kamenné, grafitu a diamantu.

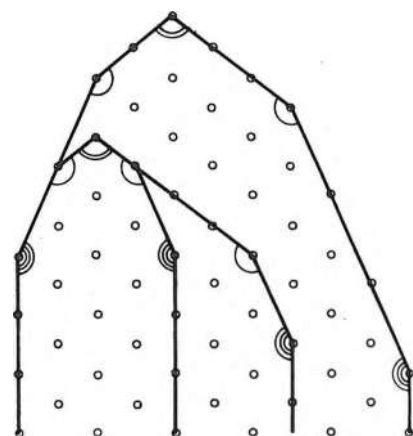
Na středních školách vyučující vyvodí základní typy rovnoběžnostěnů Bravaisových strukturních mřížek. Vychází z poznatků o krychlové krystalové struktuře soli kamenné a odvodí vlastnosti osních křížů krystalografických soustav. Z výchovných a vzdělávacích důvodů vysvětlí, jak analýza geometrických vlastností krystalů vedla k představě o uspořádání stavebních částic v krystalech do základních rovnoběžnostěnů krystalografických soustav a jak geometrická krystalografie přispěla k objevu a rozvoji metod strukturní analýzy krystalů.

Při výkladu vztahů mezi základními poznatky o struktuře krystalů a základními poznatky z morfologie i poznatky o fyzikálních a chemických vlastnostech nerostů se nabízí dvojí pojetí:

- morfologická krystalografie předchází poznatky o struktuře krystalů (Slavík-Novák-Pacák, 1956; Leutwein-Sommer-Kulaszenowski, 1960; Lukáč, 1968; Kleber, 1969);
- morfologická krystalografie je zcela postavena na základních poznatcích ze strukturní krystalografie; toto pojetí je v souladu se současnými výsledky vědeckého bádání, není však doposud v dostupné odborné literatuře aplikováno. Uplatnilo se v podstatné míře v systematické části mineralogie v učebnici Mineralogie, petrografie a geologie pro 1. ročník gymnázia vydané po r. 1969.

Vyvozování základních krystalografických poznatků z poznatků strukturních je také didakticky výhodné, na všeobecně vzdělávacích školách je však proveditelné jen v omezené míře.

Na strukturním základě lze výhodně zdůvodnit a analyzovat též krystalografické zákony, již dříve vyvozené třeba z měření velikostí úhlů hran. Vyučující využije jednoduchého schematického obrázku č. 11 (podle Winklera, 1955) a obr. 12.



11 Zákon stálosti úhlů hran (stejně úhly mají stejné označení)

Ze schématu lze vyvodit také poznatek, že krystalové plochy jsou založeny již ve struktuře látek. Vyučující nepředkládá žákům krystalografické zákony v hotové formě. Vyvozuje je induktivním postupem za aktivní myšlenkové součinnosti žáků.

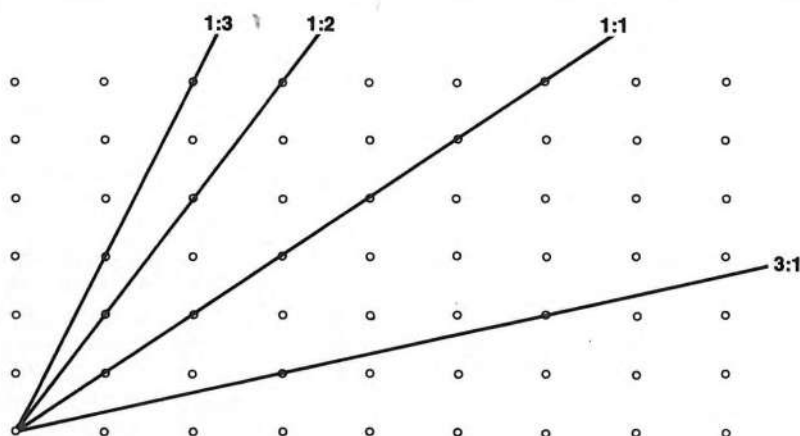
Tím, že také poznatky o závislosti fyzikálních a chemických vlastností na krystalových strukturách vyvozujeme na typických příkladech krystalových struktur, odstraňujeme jeden z dalších nedostatků někdejší fyzikální a soustavné mineralogie, kdy byla popisována vnější jevová stránka fyzikálních a chemických vlastností nerostů, aniž byly uvedeny jejich příčiny. Z fyzikálních jevů sledujeme vztah krystalové struktury k hustotě, tvrdosti, štěpnosti. Závislost ostatních fyzikálních vlastností na struktuře nerostů je příliš složitá a nelze ji na všeobecně vzdělávacích školách exaktně vyložit.

Vztahy mezi strukturou a chemickými vlastnostmi nerostů se zabývá krystalová chemie. Z tohoto oboru se může na všeobecně vzdělávací škole uplatnit jen zlomek základních informací. Pro ilustraci těchto vztahů považujeme za důležité demonstrovat zvětrávání krystalů sody nebo modré skalice; krystaly se při ztrátě krystalové vody rozpadají. Sádrovec rovněž ztrácí krystalovou vodu při žhání. Odraz rozdílné struktury v chemických vlastnostech nerostů lze také doložit rozlišovacími zkouškami mezi pyritem a markazitem nebo mezi kalcitem a aragonitem (Rosický-Kokta, 1961; Kühn-Sluščík, 1961).

Vztahy mezi krystalografií a soustavnou mineralogií

Vztah mezi krystalografií a soustavnou mineralogií je patrný ze skutečnosti, že se při moderním třídění minerálů uplatňuje jak hledisko strukturní, tak i morfologické a chemické krystalografie. Zatímco byly minerály řazeny před objevem strukturní analýzy nerostů podle morfologických a fyzikálních vlastností, usilují autoři soudobých nerostných systémů o důslednější aplikaci strukturních poznatků (Povarennych, 1966; Strunz, 1970).

Na základní škole bylo v přírodopisu uplatňováno s ohledem na předběžnou přípravu z chemie a fyziky převážně třídění nerostů podle chemického složení podle zásad Berzeliových. Na středních školách je však třeba při klasifikaci křemičitanů uplatňovat v přiměřené míře poznatky o jejich struktuře. (Viz učebnice Mineralogie, petrografie a geologie pro I. ročník gymnázií z let 1969 až 1983.)



2 Schéma k výkladu zákona o racionalitě odvozovacích čísel (upraveno podle učebnice F. Slavíka, J. Nováka a O. Pacáka)

Strukturně krystalografická analýza umožňuje nejen hlubší pochopení vztahu mezi stavebními částicemi uvnitř krystalové struktury nerostů, ale i vyvozování vztahů mezi strukturou nerostů, známe-li jejich zařazení do systému. Pro příklad využití vztahů mezi strukturou krystalografií a systémem nerostů lze uvést odvození strukturního chemického vzorce olivínu ($\text{Mg, Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$), pyropu $\text{Mg}_2\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, pyroxenu diopsidu $[\text{CaMg}]\text{Si}_2\text{O}_6$ a zejména živců $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ a jiných křemičitanů. Je však třeba, aby byli žáci seznámeni s pravidly sestavování strukturních vzorců a naučili se rozumět napsaným vzorcům. Při výkladu je možno výhodně využít vyobrazení nerostných struktur, uvedených např. v díle Betěchtinové, 1955, v díle Slavíkové, Novákové a Pacákové, 1956, Kleberové, 1970.

Návaznost učiva krystalografie na základní a střední škole

Základům mineralogie se do r. 1983 prakticky vyučuje na základní devítileté škole v přírodopisu v 9. ročníku. Na experimentálních osmiletých základních školách je mineralogické učivo zařazeno do přírodopisu 8. ročníku. Na základní škole se osvětluje souvislost mezi vnitřní stavbou, tvarovými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi nerostů na 3 příkladech. Na střední škole se učivo této kapitoly rozšiřuje o několik dalších základních struktur. Hlavní rozdíly v pojetí tématu se projevují v osnovách a v učebnicích dobíhajících typů škol v hloubce představ o krystalové struktuře.

Přístup k vyučování základům krystalografie na střední škole je odlišný od přístupu k této problematice na škole základní. Výklad o fyzikálních a chemických vlastnostech nerostů je na základní škole založen na aplikaci poznatků žáků z fyziky, na střední škole jsou poznatky prohloubeny výkladem o krystalové struktuře a chemismu nerostů.

V praktických cvičeních se na základní škole procvičuje určování fyzikálních a chemických vlastností nerostů a žáci se seznamují s metodami práce s určovacími klíči, na střední škole se kladě důraz na soustavnou fyzikální a chemickou analýzu laboratorními metodami.

Mezipředmětové vztahy

Zkušenosti z praxe ukazují, že mineralogické poznatky, které si žáci v průběhu vyučovacího procesu osvojují, nejsou většinou napojeny na ostatní učivo a upevněny tak, aby mohly být využity v širších souvislostech jak teoretického, tak praktického charakteru. Izolovanost poznatků ve vědomí žáků byla obecně konstatována i v jiných vyučovacích předmětech (srov. např. Procházková-Skallová, 1962).

Pro vzájemné hlubší propojení mineralogických poznatků a pro jejich začlenění do dynamické struktury předmětu je potřebná nejen znalost jevů a vztahů uvnitř předmětu, ale i využití poznatků a jevů v příbuzných oborech, jako fyzika, chemie.

Pro moderní pojetí krystalografie mají význam zejména vztahy k chemii a fyzice. Pochopení základních poznatků o krystalové struktuře vyžaduje konkrétní znalosti o stavebních částicích krystalových struktur a jejich vzájemných vztazích, jak se projevují v různém charakteru chemických vazeb.

Od r. 1981 se vyučuje na základních školách fyzika od 6. třídy. Obsahem nových učebních osnov je také téma o pevných krystalických látkách. Objasnění pojmů jako částicová stavba látek, krystal, krystalická látka, krystalová mřížka, látka amorfní, ion, iontový krystal, včetně modelu krystalové mřížky NaCl , je předpokladem pro další rozvíjení těchto pojmů v chemii v 7. a 8. třídě a posléze v geo-

logii (přírodopise) v 8. třídě v nových souvislostech. Širší podklad o krystalových strukturách v geologii 8. ročníku tvoří učivo o chemické vazbě v chemii 7. ročníku.

Vhodnou pomůckou učitele k řešení mezipředmětových vztahů mezi chemií a krystalografií je kniha o modelech struktur v chemii (Jenšovský, 1968).

Vztahům mezi krystalografií a matematikou byla v literatuře již věnována dostatečná pozornost (Ruska, 1920; Šula, 1942). V uvedených pracích jsou obsaženy podnětné návrhy, umožňující aktivní účast žáků na vyučování základům krystalografie; některé z uváděných problémových úloh by mohly být s úspěchem využity v přírodovědném semináři nebo v praktiku z mineralogie. Matematické vyjadřování polohy krystalových ploch na střední škole je nutno považovat jen za ukázkou přesné krystalografické metody a nikoli za povinné učivo.

Příležitost k uplatnění mezipředmětových vztahů poskytuje též téma věnované fyzikálním vlastnostem nerostů. Při stanovení hustoty nerostů metodou hydrostatickou a pyknometrickou se využívá poznatků, vyplývajících z Archimédova zákona, a z osvojených dovedností vážení látek na laboratorních váhách.

Mezipředmětové vztahy nelze však zužovat na vztahy mezi základy mineralogie a ostatními přírodovědnými předměty. Jejich významnou složkou je spojování konkrétních znalostí žáků o stavbě hmoty s výukou základům vědeckomaterialistického světového názoru, např. v předmětu *občanská nauka*. Nelze také opomenout vztahy základů krystalografie k výtvarné výchově a k rýsování, které přispívají k rozvíjení prostorové představivosti, potřebné v krystalografii.

Mezipředmětovým vztahům byla v odborné literatuře věnována pozornost jednak v jejich obecné poloze, jednak v některých jednotlivostech. Problém však je tak rozsáhlý, že stojíme teprve v začátcích jeho řešení. Prvořadou důležitost má bezesporu realizace jednotného výkladu stavby hmoty od atomu ke krystalu ve fyzice, chemii a mineralogii.

3.1.1.3

METODICKÉ POZNÁMKY K JEDNOTLIVÝM KAPITOLÁM OBECNÉ MINERALOGIE

K pojmům nerost krystalovaný a beztvary

Před výkladem o tvarových vlastnostech minerálů je třeba žáky seznámit s pojmy *nerost krystalovaný*, *nerost beztvary* (amorfní), *nerostný agregát* (navážeme na učivo fyziky z 6. ročníku). Oproti staršímu pojetí doporučujeme nezavádět zvláštní pojem „nerost krystalický“. Nemá odůvodnění; tzv. nerost krystalický je charakterizován strukturní mřížkou stejně jako nerost krystalovaný. Také je nesnadné vést v konkrétních případech hranici mezi vzorkem nerostu „krystalovaného“ a „krystalického“ (např. některé úlomky galenitu nebo sfaleritu) nebo mezi nerostem krystalickým a nerostným agregátem.

Předpokladem pochopení a osvojení těchto pojmů je představa pravidelného zákonitého uspořádání hmotných částic v krystalu. Její vytvoření vychází z názorného vyučování, založeného na frontálním pozorování krystalů a modelů strukturní mřížky soli kamenné nebo galenitu. V dalším výkladu použije vyučující žákovských frontálních pozorování krystalovaných nerostů z drúzových dutin nebo nerostných společenstev z žil „alpského typu“ a frontálních pozorování nerostných agregátů, např. křemene, žilného křemene, mramoru, agregátu soli kamenné, zrnité galenitové rudy. Jako příklad amorfního nerostu použije vyučující opál nebo jantar, anebo dobrý obrázek amorfního nerostu.

Na základě srovnání uvedených nerostných vzorků a modelů jejich struktur-ních mřížek vyvodí vyučující rozhovorem s žáky základní pojmy. Rozhovor s žáky spojí s demonstrací dalších typických nerostných krystalů a jejich agregátů. Připojí pojem **zemitý agregát** (hlína, jíl, kaolín), **celistvý agregát** (chalcedon, vápenec) a **agregát vláknitý** (azbest).

Zařazení výkladu těchto pojmů je diskutovatelné. Vyučující ho může zařadit do úvodní části k základům krystalografie, může ho však posunout až za výklad o vnitřní stavbě krystalů. Domníváme se, že druhá možnost je didakticky výhodnější. Při výkladu lze využít „čerstvé“ představy žáků o strukturní mřížce nerostů, které jsou k pochopení rozdílů krystalovaných nerostů a amorfních látek nezbytné.

K vnitřní stavbě krystalů

Nejvhodnější vyučovací metodou jsou **frontální pokusy**. Na základní škole použijeme model tří typů krystalových mřížek — typ soli kamenné, grafitu a diamantu. Používáme modely, v nichž jsou hmotné částice znázorněny relativně malými koulemi, aby vynikly jejich vzájemné prostorové vztahy. Méně vhodné jsou modely s koulemi navzájem se dotýkajícími nebo kalotové modely. Vyučující s výhodou využije dlouhou tabulku periodické soustavy prvků (E. Pachman, 1970), popřípadě i flanelogram nebo magnetickou tabuli.

K učivu morfologické krystalografie

Významným úkolem vyučování základů morfologické krystalografie je **rozvíjení prostorové představivosti** žáků a jejich seznámení s hlavními krystalovými tvary. Vyučování proto vyžaduje používání trojrozměrných učebních pomůcek, reálných krystalů, krystalových modelů, modelů osních křížů (Pauk, 1967, Pokorný, 1963/64), stereometrických obrazů apod.).

Ze nejvhodnější považujeme heuristickou metodu vyučování. Tvary krystalů odvozujeme na základě jejich **souměrnosti**.¹ Soubor prvků souměrnosti umožňuje zařazení určitého krystalového tvaru a uzavřeného krystalu do některé z krystalových soustav.

Ze základ analytických postupů volíme samostatnou frontální práci žáků s osním křížem kosočtverečné soustavy a s modelem krystalu kosočtverečné soustavy (dvojjehlanem), který žákům krystalograficky správně orientujeme. Práci žáků vedeme tak, aby nejprve nalézali **znaky osního kříže** a potom je srovnávali s modelem základního kosočtverečného dvojjehlanu. Žáci dojdou k poznání, že:

- osní kříž se skládá ze tří os, které se protínají v jednom bodě
- osy kosočtverečné soustavy jsou nestejně dlouhé a svírají pravé úhly; ze srovnání krystalového modelu s modelem osního kříže vyplývá, že
- osní kříž se promítá do modelu krystalu tak, že osy procházejí vždy dvěma protilehlými vrcholy krystalu
- každá plocha modelu základního kosočtverečného dvojjehlanu protíná všechny osy osního kříže
- úseky každé plochy jsou na předozadní ose nejkratší, na svislé ose nejdelší.

Na základě takovéto jednoduché analýzy dojdou žáci k **prvnímu syntetickému závěru**: kosočtverečný osní kříž se skládá ze tří navzájem kolmých os, na kte-

¹ V pokusné učebnici přírodopisu pro 8. roč. ZŠ se zakládá třídění krystalových tvarů do krystalových soustav stejně jako v učebnici pro 9. roč. ZŠ pouze na I. stupni rovinné souměrnosti. Popis jednotlivých soustav se však zjednodušuje a nepoužívají se tvary krystalových ploch ani názvy základních tvarů soustav.

rých základní dvojvechlan utíná nestejně úseky. Krystalové osy kosočtverečné soustavy jsou tedy **n e s t e j n o c e n n é**. Ve spolupráci s žáky vyučující vyvodí z polohy krystalových os jejich názvy.

V dalším postupu vyučující přejde k zjištění možných rovin souměrnosti. V průběhu aktivní spolupráce žáků s vyučujícím žáci zjistí, že model krystalu a osního kříže kosočtverečné soustavy má:

- svislou rovinu souměrnosti ve směru osy předozadní,
- svislou rovinu souměrnosti ve směru osy pravolevé,
- vodorovnou rovinu souměrnosti, procházející předozadní i pravolevou osou.

Druhý závěr tedy zní: analyzovaný model kosočtverečného krystalu má tři roviny souměrnosti, navzájem kolmé, procházející osami krystalového osního kříže.

Další postup bude založen na srovnávání úhlů os a poměrných délek základních úseků na osách osních křížů a na modelech základních tvarů ostatních krystalových soustav. Vyučující poučí žáky, že stejnocenné osy označujeme stejnými písmeny a rozlišujeme je číslováním ve stejném pořadí jako v soustavě kosočtverečné.

Osní kříž soustavy šesterečné odvodí učitel ve spolupráci s žáky srovnáním počtu krystalových os, základních úseků na osách a vzájemné polohy os s kříži ostatních soustav a vysvětlí způsob jejich označování. Výsledky rozboru osních křížů může shrnout v přehledné tabulce:

Tabulka 2 Vlastnosti osních křížů

Soustava	Poměrná délka úseků na ose	Velikost úhlů
trojklonná	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
jednoklonná	$a \neq b \neq c$	$R \neq \beta \neq R$
kosočtverečná	$a \neq b \neq c$	$R = R = R = 90^\circ$
čtverečná	$a_1(a) = a_2(b) \neq c$	$R = R = R = 90^\circ$
krychlová	$a_1(a) = a_2(b) = a_3(c)$	$R = R = R = 90^\circ$
šesterečná	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$	$a_1 - a_2 = 120^\circ; a : c = R$

Ve vyučování základům morfologické krystalografie na středních školách navazujeme na učivo základní školy. Úvodem s využitím modelů osních křížů a s využitím shora uvedené tabulky zopakuje vyučující poznatky o vlastnostech osních křížů a o jejich vzájemných vztazích.

Další postup založí na frontálních nebo skupinových žákovských pozorováních. Základními pomůckami jsou tu modely osních křížů a krystalových modelů. Zaměříme se na jednoduché spojky soustavy trojklonné, jednoklonné, kosočtverečné a na základní tvary ostatních soustav.

Výběr krystalových modelů má být proveden obezřetně; nemá obsahovat komplikované modely spojek níže souměrných oddělení a modely soustavy šesterečné a krychlové. Výsledkem téměř samostatné práce žáků bude zařazení modelů do krystalové soustavy.

Žákovské zápisy umožní učiteli kontrolu a mají pro něho též hodnotu diagnostickou. V žádném případě nemají být podkladem klasifikace žáků. Účelem žákovské práce je upevňovat schopnost logického myšlení a vyhledávat vztahy prvků souměrnosti na trojrozměrných krystalových objektech. Při určování souměrnosti a klasifikaci krystalových modelů nám jde především o rozvoj myšlení žáků. Připojujeme příklad žákovského zápisu.

Tabulka 3 Zápis o souměrnosti krystalových modelů

Číslo modelu	Střed souměrnosti	Roviny souměrnosti	Osy souměrnosti				Soustava
			O ₂	O ₃	O ₄	O ₆	
13	S	1	1	—	—	—	jdnoklonná čtverečná kosočtverečná
2	S	5	4	—	1	—	
8	S	3	3	—	—	—	
.	.	.	.	.	.	.	

O₂ osa dvojčetná, O₃ osa trojčetná atd.

Poznatky o osních křížích krystalových soustav organicky souvisí s poznáním zákona racionality odvozovacích čísel, a s osvojením symbolického vyjadřování krystalových tvarů (doporučujeme ve výkladu spojit). Při vyjadřování polohy krystalových ploch symboly se rozvíjí schopnost logického myšlení žáků, schopnost abstrakce.

Základními pomůckami jsou: osní kříže, modely základních krystalových tvarů a jednodušších spojek a multiplikáty modelů krystalů síry. Typické jsou dvě vyučovací metody: v první části oddílu je to metoda výkladu, spojená s demonstrací trojrozměrných modelů, v druhé části skupinová práce žáků s krystalovými modely. V podání naznačeného souboru poznatků lze odlišit tyto dílčí kroky: — vyvození definice základní plochy a zákona o stálosti úhlů hran (obr. 11), — odvození poměrů základních úseků, — vyjádření polohy plochy poměrem úseků, — vyvození pojmu odvozený tvar, — výklad zákona o racionalitě odvozovacích čísel (obr. 12), — matematické vyjádření Millerovými symboly, — praktické procvičování symbolů.

Vztahy mezi pojmy jednoduchý tvar a spojka učitel procvičí nejlépe frontální prací na modelech krystalů síry. Ukáže, jak lze ze základního dvojjeblanu násobením jednotkových úseků osního kříže odvodit ostatní plochy krystalu.

K polymorfii a izomorfii

S případem polymorfie se seznámili žáci základní školy při výkladu o rozdílech mezi tuhou a diamantem. Z obecnění pojmů polymorfie a izomorfie si osvojí žáci až na střední škole. Zde je možno využít další příklady polymorfních a izomorfních nerostů. Při výkladu však nemůžeme důsledně vycházet ze strukturního základu. Vyučující se bude proto opírat o předchozí znalosti žáků o rozdílech mezi tuhou a diamantem a využije zkušenosti žáků, které žáci získají při zkoumání tvarově odlišných krystalů pyritu a markazitu.

Za vedení učitele žáci porovnají fyzikální vlastnosti pyritu a markazitu. Pražením rozpráškovaných nerostů se přesvědčí o jejich stejném chemickém složení. Usoudí, že jde o dva nerosty stejného chemismu, které se však liší souměrností krystalů, způsobenou odchylnou vnitřní stavbou. Studium polymorfních nerostů konáme jako skupinovou práci nebo práci frontální. Závěry mohou žáci zapsat do přehledné tabulky.

Tabulka 4 Příklady polymorfie nerostů

Nerost	Krystalová soustava	Chemické složení
tuha (grafit)	šesterečná	C
diamant	krychlová	C
pyrit	krychlová	FeS ₂
markazit	kosočtverečná	FeS ₂
kalcit	šesterečná	CaCO ₃
aragonit	kosočtverečná	CaCO ₃

Vyučující uvede, že jev zjištěný u zkoumaných nerostů se nazývá **p o l y m o r f i e** a vysvětlí na příkladech, jak vznik této vlastnosti závisí na fyzikálních a chemických podmínkách vzniku minerálů.

Dříve než přistoupíme k výkladu o izomorfii nerostů, vysvětlíme žákům obsah tohoto pojmu z hlediska soudobého vědeckého poznání (např. Zemánek, 1970, 1971).

Izomorfni jsou buď látky, které při obdobném chemickém složení mají stejné krystalové tvary, anebo látky, které spolu tvoří směsné krystaly. Obě pojetí mohou vyjadřovat jisté krystalografické skutečnosti, které se mohou někdy vyskytovat společně, jindy však izolovaně, neoddělitelně. Oba rysy izomorfie můžeme vyučující vyložit na příkladu uhlíčitánů. Pro snazší porovnání zapíše vyučující uhlíčitany do přehledné tabulky.

Tabulka 5 Doklady izomorfie uhlíčitánů

Nerost	Chemické složení	a_e (v nm)	r_i (v nm)	α	$a : c$
kalcit	CaCO ₃	0,641	0,108	101° 55'	1 : 0,854
rodochrozit	MnCO ₃	0,601	0,091	102° 50'	1 : 0,818
siderit	FeCO ₃	0,602	0,083	103° 05'	1 : 0,814
smitsonit	ZnCO ₃	0,584	0,078	103° 20'	1 : 0,811
magnezit	MgCO ₃	0,587	0,083	103° 30'	1 : 0,806

a_e = vzdálenost kationtů Ca, Mn, Fe, Zn, Mg

r_i = poloměr kationtu

α = vnitřní úhel polární hrany

$a : c$ = poměr úseků na osách a, c

Z údajů v tabulce vyvodí vyučující **i n d u k t i v n í m** postupem poznatek, že některé nerosty s obdobným chemickým složením se shodují v krystalových tvarech a že existují řady nerostů, v nichž se mohou atomy nebo ionty v uzlových bodech krystalové mřížky navzájem zastupovat, pokud rozdíl jejich velikosti (poloměrů) nepřesáhnou 15 %.

Závěrem výkladu věnuje vyučující pozornost praktickému významu polymorfie a izomorfie.

K učivu o fyzikálních a chemických vlastnostech nerostů

Cílem tohoto tématu je naučit žáky **p r a k t i c k y** určovat některé vlastnosti minerálů a teoreticky je vysvětlovat na základě poznatků o jejich krystalové struktuře.

Vyučování o hustotě nerostů na základní škole může vyučující zahájit opakováním obecných teoretických i praktických poznatků z fyziky a potom přistoupit k **stanovení** hustoty některých nerostů (žáci pracují ve skupinách). Dobře se hodí vzorky mědi, galenitu, grafitu, křemene a kalcitu. Při stanovení hustoty nerostů ve školních podmínkách, kdy záleží více na pochopení **principu metody** než na přesnosti provedení, použijeme **metodu hydrostatickou**. Vyučující vysvětlí předem (zopakuje) principy metody a demonstruje ji. Výsledky měření žáci zapisují do přehledných tabulek, které vyučující doplní údaji o hustotě zlata, soli kamenné a diamantu.

Také na základní škole může vyučující při důsledném uplatňování mezipředmětových vztahů vyvodit **obecnější závěry**, např., že rozdíly v hustotě soli kamenné NaCl a galenitu PbS, které mají téměř shodnou strukturu, jsou podmíněny rozdílem atomových hmotností kationtů Pb a Na, že rozdíly v hustotě grafitu a diamantu jsou způsobeny odlišným seskupením atomů uhlíku v krystalové mřížce. Za učitelova vedení mohou žáci dojít k závěru, že hustota nerostu závisí na hmotnosti jeho složek a na typu jeho strukturní mřížky.

Poznátky o metodách stanovení hustoty a o hustotě nerostů je možno na střední škole obohatit o **pyknometrickou metodu** a teoretickým zdůvodněním vztahů mezi hustotou a strukturou minerálů.

K určování tvrdosti nerostů využijeme **Mohsovy stupnice**. Dříve než přistoupíme k samostatné práci žáků, upozorníme, že nestačí této stupnici se pouze naučit, ale že platí jisté **zásady jejího používání**:

- porovnáním se členy stupnice můžeme tvrdost nerostu určovat s přesností na půl stupně,
- nerosty stejné tvrdosti se buď navzájem rýpou, nebo se navzájem nerýpou; proto je nutno vyzkoušet nejen vryp nerostem do nerostu stupnice, ale i opačně,
- nerosty bývají na vrcholech tvrdší než na plochách krystalů,
- měkký nerost se při rýpání otírá o nerost tvrdší a zanechává vryp; tuto čáru setřeme prstem a zjistíme okem nebo lupou, zda vznikla skutečná rýha, nebo se nerost jen otřel,
- při nacvičování určování tvrdosti nerostů začínáme zkouškou mastkem a postupujeme k tvrdším nerostům; tím šetříme nerosty určené pro cvičení a docílíme přesnějšího určení tvrdosti; většina nerostů má střední tvrdost; v praxi vystačíme skoro vždycky s členy stupnice od sádrovce ke křemenu;
- určování tvrdosti jemnozrnných a vláknitých nerostných agregátů je nesnadné, protože zrna nerostů se uvolňují, vlákna se vyламují.

Žáky upozorníme, že **rozdíly v tvrdosti** mezi jednotlivými stupni Mohsovy stupnice **nejsou jednotkové** (stejně), nýbrž mezi tvrdšími členy stupnice jsou rozdíly mnohem větší než mezi stupni měkčími. Rovněž uvedeme, že k určování absolutních hodnot tvrdosti byly sestrojeny složité přístroje nazvané **sclerometry** (tvrdoměry).

Při nacvičování určování tvrdosti nerostů uloží vyučující žákům samostatný úkol v určování tvrdosti. Výsledky této práce mohou skupiny žáků nebo jednotlivci sestavit do přehledné tabulky. Vyučující opraví případné chyby.

Na střední škole využíváme osvojených pracovních dovedností žáků k určovacím cvičením. Spoluprací se žáky vyvozujeme závislosti tvrdosti minerálů na strukturních faktorech. Téma uzavřeme poukazem na **technický význam tvrdosti minerálů**.

Kapitola věnovaná studiu **optických vlastností nerostů** je v podstatě pojmovatrná. Její potíže spočívají např. v tom, že charakteristika některých optických

vlastností, zvláště barevnosti a prostupnosti světla, je značně subjektivní. Sjednocujeme proto používání optických termínů při pozorování a popisu nerostů a při určování barvy vrypu. K usnadnění charakteristiky optických vlastností nerostů lze použít následující tabulku. Praktický význam pro určování má vryp minerálu; proto vyučující vede žáky k osvojení jeho techniky a hodnocení. K teoretickému zdůvodnění optických vlastností nerostů můžeme přistoupit jen do úrovně poznatků získaných ve fyzice a v chemii. Např. můžeme poukázat na podstatu různého zbarvení nerostů, různé prostupnosti světla nerostem, vysvětlit význam rozlišování nerostů barevných a zbarvených.

Z optických metod lze pro střední školu doporučit např. stanovení středního indexu světelného lomu imerzní metodou. Postačí k tomu biologický mikroskop a imerzní kapaliny. Protože refraktometr k měření indexu lomu kapalin ve školních sbírkách nebývá, je nutno opatřit sadu kapalin s indexy lomu odstupňovanými po 10 setinách. Měření indexů lomu světla nerostů imerzní metodou je vhodným námětem pro laboratorní cvičení, neboť má široký, obecně vzdělávací i polytechnický význam.

Je však třeba, aby si vyučující i žáci uvědomili, že v podmínkách popsaných vpředu, určíme u nerostů všech krystalových soustav s výjimkou nerostů krychlových střední index lomu nerostu, nikoli jeho jednotlivé reálné indexy lomu.

Následující tabulka je příkladem využití strukturalizace základních poznatků z optiky nerostů. Tabulku můžeme použít i jako vodítko při praktické práci žáků. Podobně jako jiné přehledy, používané ve vyučování základům mineralogie, jsou i tabulky dále uvedené především názornou a metodickou pomůckou pro žáky.

Tabulka 6 Optické vlastnosti nerostů

Nerost		
průhledný	světlo nerostem prochází tak, že přes vrstvu nerostu lze číst tisk	křišťál, fluorit, sůl kamenná, muskovit, „islandský“ dvojlo- mý kalcit
průsvitný	nerostem prochází světlo, nelze však přes nerost rozlišovat po- drobnosti	sádrovec, biotit, síra, většina krystalů kalcitu, baryt
neprůhledný	světlo neprochází ani tenkou vr- stvou nerostu	hematit, amfibol, augit, turma- lín, sfalerit
opakní	světlo neprochází ani vrstvou ne- rostu o tloušťce jen několik setin milimetru	tuha, pyrit, magnetit, chalkopy- rit
Lesk nerostu (vzhled — „vid“)		
kovový	polokovový	nekovový
		zvláštní
		perleťový — u nerostů doko- nale štěpných a průsvitných až průhledných (slí- dy, sádrovec)
		hedvábný — u nerostů vlákní- tých (hadec)

Klesající intenzita lesku je vyznačena šipkou

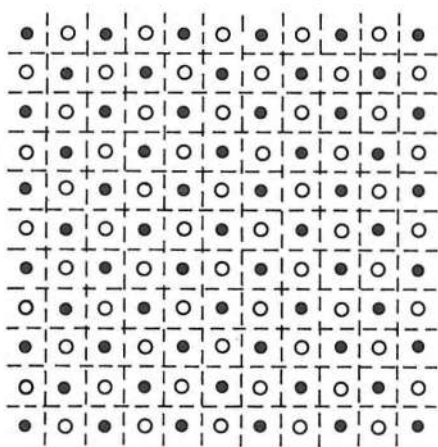
Některé fyzikální vlastnosti nerostů, jako soudržnost, štěpnost, lom a vlastnosti magnetické a elektrické lze po stručném úvodním výkladu s demonstrací určovat prakticky. Vlastnosti elektrické, s výjimkou elektrické vodivosti nerostů nelze ve školních podmínkách demonstrovat.

Štěpnost nerostů lze již na základní škole vyložit s využitím představy strukturní mřížky (obr. 13). Na střední škole představu prohloubíme dalšími příklady (slídy, amfiboly, pyroxeny, obr. 14, 15).

Vyučování o chemických vlastnostech nerostů sleduje jednak osvojení elementárních metod praktického určování nerostů, jednak pochopení významu technického využití nerostů jako průmyslových surovin žáky.

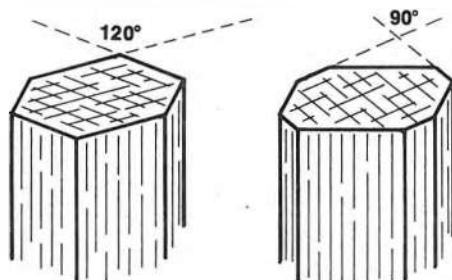
Na základní škole ukáže vyučující žákům výkladem s demonstracemi některé z chemických analýz nerostů. Např. obsah vody v minerálu, síry v siřicích (sulfidech) a siranech, rozpustnost některých nerostů v kyselinách různé koncentrace, zbarvení plamene solemi některých kovů. Tak dovede žáky k poznání, že chemickými analýzami, doplněnými stanovením fyzikálních vlastností, lze minerály určit, a vytvoří přechod k samostatné laboratorní práci žáků.

Na střední škole je vyučování o chemických vlastnostech nerostů zaměřeno



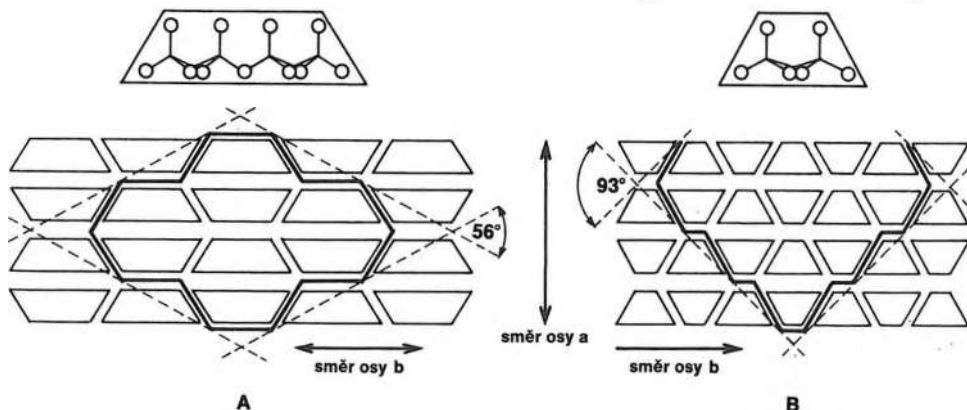
13 Orientace štěpnosti v krystalové struktuře soli kamenné (vyznačena čárkovaně); prázdná kolečka představují anionty chloru, plná kolečka kationty sodíku

14 Hranolová štěpnost krystalů:
A amfibolu, B pyroxenu



A

B



15 Vztah mezi strukturou a štěpností podle hranolu (110): A u amfibolů, B u pyroxenů (upraveno podle učebnice B. Hejtmána a J. Konty, 1953)

obdobně. Klademe důraz na poznatky o praktickém využití chemických vlastností nerostů a na jejich chemické určování.

Vhodnými metodami jsou tu skupinové a frontální práce žáků. Vyučující může přistoupit také k realizaci dostupných prací kvantitativní povahy, např. k stanovení CaCO_3 ve vápenci.

Na škole základní i střední využije vyučující s výhodou mezipředmětové vztahy mezi učivem chemie a mineralogie.

K metodám výzkumu nerostů

Základní poznatky o metodách výzkumu nerostů mohou být předmětem vyučování jen na střední škole. Teoretický výklad těchto metod je značně obtížný. Vyžaduje od žáků solidní předběžné znalosti z fyziky, z chemie, z krystalové chemie a z matematiky, od vyučujícího vedle dobré znalosti základních metod výzkumu minerálů jistou osobní praxi v tomto pracovním oboru. Vyučující se proto omezí na informativní poznatky podávané metodou souvislého výkladu s demonstrací fotografií a dobrých schémat z vědecké a populárně vědecké literatury.

3. 1. 2 MINERALOGIE GENETICKÁ — VZNIK A PŘEMĚNY NEROSTŮ

3. 1. 2. 1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Na základě vhodně vybraných příkladů, žákovských pozorování a činností prohloubit představu o stálých látkových proměnách v nerostné přírodě, základních zákonitostech nerostné přírody a podmíněnosti v ní probíhajících dějů. Přispět tak k výchově rozumové a polytechnické, zvláště pak prohloubit dialektickomaterialistické chápání přírodních dějů.

Základní poznatky o syntéze některých minerálů a o přípravě jejich monokrystalů vedou žáky k chápání významu vědeckého výzkumu pro technickou praxi, pro rozvoj některých odvětví národního hospodářství a k překonávání agnosticismických tendencí v myšlení.

Skutečnost, že území SSSR je svými početnými nalezišti rud i nerudných nerostů skutečnou pokladnicí minerálů, že SSSR jako jediný ze socialistických států má komplexní surovinovou základnu a že sovětská věda a technika je na předním místě ve výzkumu i v průmyslové výrobě některých technicky důležitých syntetických minerálů (křemen, diamant, korund aj.), přispívá k výchově žáků k internacionalismu a k náležitému vlasteneckému hodnocení úrovně socialistické vědy a výroby.

Téma Vznik a přeměny nerostů a hornin představuje jeden z klíčových okruhů poznatků z mineralogie.

Podle nových osnov s integrovaným učivem geologických věd (viz str. 18) bude vznik i systém nerostů probírán spolu s učivem o vzniku, přeměnách a systému hornin.

3. 1. 2. 2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU

Téma Vznik a přeměny nerostů a hornin poskytuje žákům poznatky o stěžejních geologických procesech, které za různých podmínek a stavů matečných látek vedou ke krystalizaci nebo k strukturní destrukci hornin a minerálů. Může otevírat nebo uzavírat kapitolu speciální mineralogie, nebo být základem — páteří této disciplíny. Může být výhodným východiskem kapitoly věnované základům obecné a soustavné petrografie, protože minerály v přírodě

nevznikají samy o sobě, ale vždy v souvislosti se vznikem a proměnami hornin. Každý minerál poukazuje svou přítomností v přírodě na děje, které v souladu s přírodními zákonitostmi proběhly v jistém stadiu vývinu horniny. Proto považujeme za didakticky výhodné spojit i učivo o vzniku nerostů, hornin a jejich proměnách ze systematické mineralogie a petrografie v jeden celek a tyto poznatky vykládat v bezprostřední souvislosti s poznáváním geologických procesů. Lze tak přispět k integraci poznání stěžejních jevů anorganické přírody v přírodních souvislostech a umožnit tak žákům pochopit na genetickém základě pojmy nerostné společenstvo (asociace) a paragenese, vést žáky k osvojování elementárních poznatků z geochemie. Tyto myšlenky našly uplatnění v nových učebních osnovách geologie na všeobecně vzdělávacích školách a staly se základem modernizace vyučování geologie.

Téma Vznik a přeměny nerostů a hornin dovoluje vyučujícím bohatě rozvíjet mezipředmětové vztahy. Jsou to zvláště vztahy k základům termiky a obecné a fyzikální chemie (poznatky o elektrolytické disociaci, disperzních soustavách, oxidačně redukčních reakcích aj.) a jisté vztahy i k základům biologie. Vztahy jsou obousměrné.

3.1.2.3

POJETÍ A OBSAH TÉMATU

Téma pojednává o endogenních a exogenních geologických procesech, nositelích minerogeneze a petrogenese. Jde o procesy výstupu magmatu provázené změnami jeho fyzikálních stavů a chemických vlastností, o krystalizaci a diferenciaci magmatu a o děje dozrívání magmatogenní činnosti. Z exogenních procesů přicházejí v úvahu děje zvětřování hornin a minerálů a přirozeného třídění produktů zvětřování. Několik metodických poznámek je věnováno také učivu o nerostných proměnách v průběhu kontaktní a regionální metamorfózy hornin a metasomatózy.

V koncepci tématu, která může být v podrobnostech variabilní a má odpovídat psychické úrovni žáků, je třeba uplatňovat několik metodických zřetelů metodologického a ideově výchovného dosahu:

1. Procesy vzniku a proměny minerálů a hornin jsou materiální povahy; jejich příčiny, průběh a následky jsou podřízeny objektivním zákonitostem. V oblasti problematiky vzniku a přeměny hornin a nerostů jsou mnohé děje zatím nepoznané, nikoli však nepoznatelné; ani v procesech minerogeneze a petrogenese neznáme takové činitele a jejich účinky, které by nebylo možno chápat materialisticky.

2. Procesy vzniku a přeměny hornin a minerálů v přírodě jsou za všech okolností ději komplexními. V daném čase a prostoru postihují neuzavřenou, kvalitativně nesourodou soustavu látek. Fyzikální a chemické děje vzniku a přeměny hornin a nerostů nepůsobí jednotlivě a izolovaně, ale jsou doprovodnými jevy geologických procesů.

3. Jisté minerály mohou vznikat v průběhu kvalitativně odlišných geologických dějů, jestliže se vytvořily podmínky, dovolující existenci těchto nerostů, např. vznik živců krystalizací z magmatu a při regionální metamorfóze. Naopak v průběhu kvalitativně shodných geologických dějů mohou podle podmínek vznikat z téhož nerostného materiálu odlišné minerály, např. z jílových nerostů podle intenzity oblastní přeměny muskovit nebo draselný živec.

4. Geologické procesy vzniku a přeměny hornin a minerálů můžeme ve svých představách rozkládat na řadu dílčích dějů povahy fyzikálních změn a chemických reakcí, avšak geologické děje petrogenese a minerogeneze nemohou být redukovány na pouhé fyzikální a chemické změny, protože svou povahou jsou

zahrnutý v geologické formě pohybu (B. Engels, 1950; B. M. Kedrov, 1962).

5. Experimentální studium některých dílčích otázek vzniku a proměny hornin a nerostů v mineralogických, petrologických a geochemických laboratořích přináší mnohé cenné poznatky. Procesy vzniku a proměn hornin a minerálů však nelze laboratorními pokusy dokonale napodobit. Soudobá laboratorní technika nám sice umožňuje docilovat tlaků a teplot, kterým jsou vystaveny látky v přírodě, také chemismus reagujících látek je laboratorním pokusům bez obtíží dostupný, při laboratorních experimentech však nemůžeme reprodukovat faktor času, který v geologických procesech hraje velmi významnou roli, protože trvání většiny minerogenních a petrogenních procesů přesahuje trvání lidského života.

Naznačené zřetele by měly trvale zakotvit ve vědomí žáků a stát se prvky jejich světového názoru, ovšem ne tak, aby žáci byli nuceni verbálně si je zapamatovávat a samoučelně je reprodukovat.

3. 1. 2. 4

METODICKÉ POZNÁMKY K OBSAHU UČIVA

Vznik nerostů z magmatu

V soustavném podání základních poznatků o vzniku a proměnách hornin a minerálů klademe na první místo procesy magmatické pro jejich primární význam. V této souvislosti vyučující dospěje hned na začátku tematického celku k objasnění pojmu *magma*.

Vymezení obsahu tohoto pojmu je zcela závislé na slovním výkladu.

Promítnutím filmu o činnosti sopky lze vyvolat jen přibližnou představu. Magma nemůžeme, nechceme-li se dopustit nesprávného zjednodušení a vulgarizace, přirovnat k žádné známé látce. Bylo by také pochybené, pokoušet se na základě subjektivních představ vyučujícího o „úplný“ popis magmatu. Považujeme za podstatné, aby žáci v rozsahu přiměřeném jejich rozumové vyspělosti a předcházející přípravě pochopili magma jako neuzavřenou soustavu taveniny látek pevných a látek plyných, existující za určitých tlaků a určitých teplot. Definujeme tedy magma jako *mnohasložkovou soustavu látek obsahující v tavenině, složené většinou z kyslíčnicku křemičitého a menšího podílu kyslíčnicků ostatních prvků, suspendované krystaly některých raně krystalizujících minerálů a těkavé jednoduché sloučeniny, rozpuštěné za vysokého tlaku v tavenině. Těkavé látky jsou ty, jejichž teploty tání jsou podstatně nižší než teploty tání ostatních složek magmatu. Na střední škole připomeneme, že voda, rozpuštěná v křemičitanové tavenině, je pravděpodobně z větší části disociovaná.*

Tlak, kterému je magma v hlubinách Země vystaveno, charakterizuje vyučující jako **všestranný**, **geostatický** (obdobu hydrostatického) **tlak nadloží** a **tlak těkavých složek**.

Vyučující vysvětlí rozdíl mezi pojmy *magma* a *lava*.

V závěru výkladu uvede, že otázka původu magmatu a zdrojů jeho tepla není doposud vědecky dořešena. Původ tepla magmatu je nejpravděpodobněji v rozpadu radioaktivních prvků a exotermních chemických reakcích v zemské kůře a v plášti.

Výklad základních poznatků o krystalizaci a diferenciaci magmatu je metodicky nesnadný. Žáci se seznamují s novými jevy, které nemohou bezprostředně pozorovat. Téma vyžaduje návaznost na některé dřívější poznatky žáků z chemie a z fyziky; mnohé z nich se však v tématu uplatňují v nových souvislostech; k jejich uvědomění žáci nedospívají sami, musí být k němu vyučujícím dovedeni. Obsah tématu je členitý. Výrazněji než v jiných tématech v něm může dojít k zbytečnému sledování podružných podrobností, přeceňování jevové stránky sledovaných procesů a zanedbávání výchovných a vzdělávacích úkolů tématu.

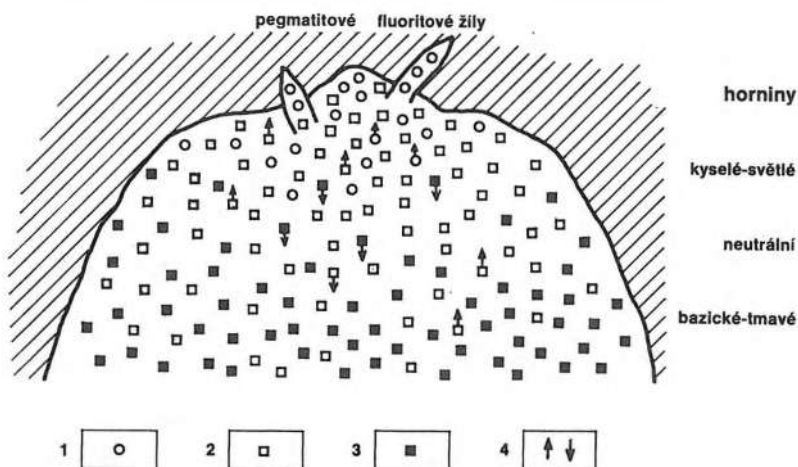
Zkušenosti z praxe naznačují, že předpokladem úspěchu je cílevědomě koncipovaný, logicky semknutý výklad a aktivní účast žáků na vyučování. K této účasti přispívá pozorování přírodnin, přiměřená účast žáků na logické analýze empiricky získaných poznatků a na tvorbě závěru induktivně deduktivními postupy.

Výklad postupné krystalizace magmatu vyučující vysvětlí na střední škole s odpovídající náročností charakteristikou dějů hlavních fází procesu bez nároků na úplnost. Za hlavní fáze krystalizace magmatu, jež by měly být ve škole charakterizovány, považujeme:

- výstup magmatu do horních poloh v zemské kůře nebo k povrchu;
- pokles geostatického tlaku a v závislosti na něm oddělení části těkavých složek magmatu;
- pokles teploty magmatu vzniklý vyzařováním tepla do okolních horninových spoust nebo do ovzduší;
- postupná krystalizace magmatu vyvolaná snižováním jeho teploty a únikem těkavých složek, vznik vyvřelých hornin; vznik pegmatitů, velkozrnných hornin nejčastěji žulového složení, obsahujících draselné a sodnovápenaté živce, křemen, muskovit, turmalín, granát a některé nerosty vzácných prvků;
- vznik rudních žil z pohyblivých, silně reaktivních roztoků a plyných složek s fluoritem, cínovcem, pyritem, chalkopyritem, sfaleritem, galenitem, křemenem a jinými minerály.

Vyučující doloží výklad demonstrací přírodnin.

Úvedený výklad o krystalizaci magmatu může být na střední škole motivací k osvětlení pojmu *diferenciace magmatu* (obr. 16). Vyučující vyjde ze skutečnosti, že z magmatu nejdříve krystalují tmavé součástky s podstatným podílem hořčíku, železa, vápníku a poměrně chudé křemíkem a hliníkem. Tím se v průběhu krystalizace magma o hořčík, železo a vápník obohacuje a naopak poměrně obohacuje o křemík a hliník. Tmavé minerály, později též plagioklasy, klesají pro svou vyšší hustotu do dolních částí prostoru, vyplněného magmatem a vytvářejí tmavé (bazické) vyvřelé horniny. Ve svrchní části magmatické spousty dochází k relativnímu obohacování zbývajících magmatické taveniny kyslíkem křemičitým, hlinítem a kyslíkem ostatních prvků a vznikají z ní hlavně světlé součástky. Celý proces se jeví tak, jako by se z původního jednotného magmatu oddělilo několik magmat odlišného chemického složení. K tomu vy-



16 Schéma gravitační magmatické diferenciace; 1 plyné součástky, 2 světlé součástky, 3 tmavé součástky, 4 směr pohybu součástek

učující poznamená, že mnozí badatelé uznávají existenci různých, chemicky odlišných magmat a že otázka jejich vzniku není doposud vědecky dořešena.

Při výkladu sledu vylučování nerostů v průběhu krystalizace magmatu vyučující využije na střední škole s jistou výhodou známé reakční schéma L. N. Bowena. Je ovšem třeba, aby vyučující toto schéma vzápětí analyzoval a vymezil mu v poznávacích činnostech žáků místo, které odpovídá jeho skutečnému významu (B. Hejtman, 1956). Doporučujeme odlišit na střední škole od počátku diskontinuuitní a kontinuuitní řadu minerálů, a v souvislosti s charakteristikou významu schématu uvést tyto skutečnosti:

- s klesající teplotou magmatu krystalují v řadě tmavých nerostů postupně křemičitany se složitější strukturou kyslíko-křemíkových čtyřstěnnů, počínaje olivínem s izolovanými křemíko-kyslíkovými čtyřstěny a konče biotitem s plošnou sítí křemíko-kyslíkových čtyřstěnnů;
- v chemismu níže teplotních minerálů (amfiboly, tmavé slídy) se uplatňují anionty F^- , OH^- , O^{2-} ; jejich původ je v těkavých složkách magmatu. Minerály s těmito anionty mohou vznikat při nižších teplotách magmatu a při dostatečném nahromadění jeho těkavých složek;
- do krystalových struktur nerostů kontinuuitní živcové řady mohou vstupovat hlavně velké kationty (Ca^{2+} , $r = 0,104$ nm, Na^+ , $r = 0,098$ nm, K^+ , $r = 0,133$ nm), do krystalových struktur nerostů diskontinuuitní řady vstupují tyto velké kationty jen v omezeném množství;
- krystalizace magmatu nezačíná vždycky magnetitem a olivínem; v mnoha případech začíná pyroxenem nebo amfibolem, jindy biotitem a plagioklasem.

Vyučující si má uvědomovat, že reakční schéma vyjadřuje jen hlavní tendence krystalizace magmatu a že složitý proces magmatické krystalizace nelze vyjádřit jednoduchými univerzálními schématy.

S výkladem o magmatické diferenciaci spojíme výklad o vzniku nerostů v pegmatitové, pneumatolytické a hydrotermální fázi rudních žil a metasomatických ložisek s příklady z ČSSR (viz J. Bernard a kol., 1969 a Československá vlastivěda).

K procesům vzniku nerostů a hornin působením vnějších činitelů

V tématu jde o poznání dějů, které vedou k zániku původních nerostů a hornin a k vzniku minerálů a hornin nových procesy probíhajícími při zemském povrchu ohraničeném zhruba hladinou spodní vody, za obyčejné teploty a za normálního atmosférického tlaku.

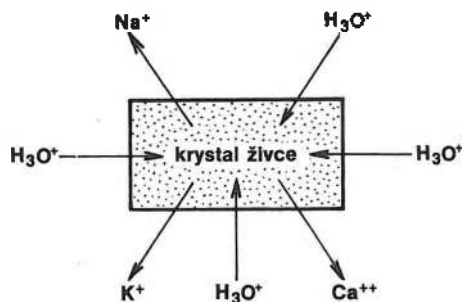
Na základní škole nelze příliš rozšiřovat počet poznávaných nerostů. Proto se vyučující na tomto typu školy omezí na několik málo příkladů nejdůležitějších geologických procesů a jejich nerostných produktů.

Vstupní otázkou tématu je výklad o destrukci strukturálních mřížek původních (magmatických, sedimentárních a metamorfních) nerostů působením exogenních činitelů a o transportu (migraci) uvolněných iontů.

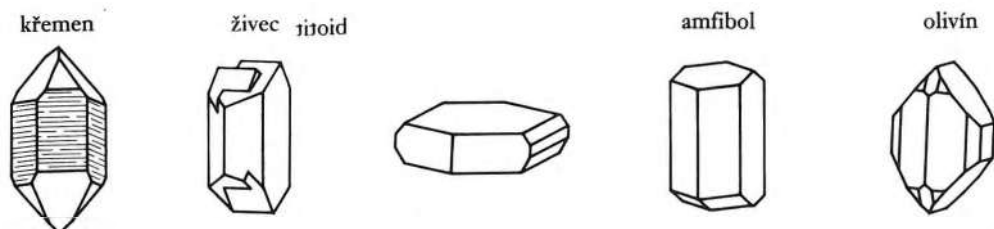
Některé pěkné příklady proměny nerostů působením vzdušného kyslíku a vody poskytují oxidačně redukční reakce, probíhající v přírodě za normálních podmínek, jako je vznik anglezitu oxidací galenitu. Jméno anglezit si žáci nemusí pamatovat. Složitějším příkladem je zvětrávání chalkopyritu.

Důležitým příkladem nerostné proměny je proces zvětrávání živců. Vyučující využije žákovské znalosti základů teorie elektrolytické disociace (ionizace), uvede destrukci strukturální mřížky živce působením iontů disociované vody (obr. 17), vznik kaolinitu, kysličníku křemičitého a uhličitanu draselného a oddělení nerozpustných produktů reakce, které zpravidla zůstávají na místě, od rozpustného uhličitanu draselného, sodného a vápenatého, transportovaného ve vodném roztoku na jiná místa. Vznikající kaolinit vytváří základ ložisek kaolínu, uhličitán draselný, sodný, vápenatý základ ložisek solí (chloridů, síranů).

17 Schéma rozpadu krystalové mřížky živců výměnou kationtů mezi nerostem a vodou



18 Schéma zvětrávání horninových nerostů a třídění jeho produktů



Původní součástky			
světlé součástky, zejména sloučeniny Si, Al, Na, K, Ca — živce, zástupci živců, křemen		barevné součástky, zejména sloučeniny Si, Al, Ca, Mg, Fe ^{II} , Fe ^{III} , Mn — slídy, pyroxeny, amfiboly, olivín, granáty	
přidatné nerosty, zejména sloučeniny S, Fe, P — pyrit, markazit, apatit			
voda s rozpuštěnými CO ₂ , SO ₂ , O ₂ a tepelná energie			
Druhotné nerosty	Produkty zvětrávání Vodné roztoky		Druhotné nerosty
vodnaté křemičitany, kysličníky Al, Si, Fe, jílové nerosty, vodnaté kysličníky Al, opál, limonit koloidní roztoky kysličníků Si, Al	uhličitánů, síranů, fosforečnanů Na, K, Ca kalcit, aragonit, halovce Na, K, Ca, Mg, fosforit	hydrogenuhličitánů, síranů Ca, Mg, Fe, Mg kalcit, dolomit, siderit	vodnaté křemičitany Ca, Mg, Fe vodnaté kysličníky Al, Fe, Mn půdní nerosty
zbytková nebo sedimentární ložiska jílových nerostů, bauxitu, půdy	sedimentární ložiska vápence, dolomitu, sideritu, fosfátů, solná ložiska		zbytková nebo sedimentární ložiska hematitu, limonitu, kysličníků Mn
zbytkové nerosty: křemen, muskovit, turmalín, granát, zlato, platina tvoří — sedimentární ložiska písku — sedimentární nebo rozsypová ložiska granátu, diamantu, zlata, platiny			

Vyučující vysvětlí, že obdobně mohou působením vody, kyslíkem uhlíkatého a vzdušného kyslíku zvětrávat také tmavé minerály (amfiboly, pyroxeny i velmi odolné slídy). Nerozpustnými produkty zvětrávání jsou tu vodnaté sloučeniny hliníku, vápníku, hořčíku, železa a kysličník křemičitý (obr. 18). Vyučující tu porovná chemické složení původních nerostů a produktů zvětrávání (nevyžaduje však zapamatování jejich vzorců). Kationty alkalických kovů jsou transportovány z místa zvětrávání ve formě vodných roztoků uhličitánů, kationty Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} ve formě vodných roztoků rozpustných hydrogenuhlíčanů,

uhličitánů nebo síranů. Z roztoků normálních solí alkalických kovů vznikají po odpaření vody a po krystalizaci látek ložiska solí (halit, karnalit, sylvin) a sádrovce, popř. sody a ledků, z hydrogenuhličitánů Fe, Mn, Mg a Ca se po jejich chemickém rozkladu (únikem CO_2 , činností organismů nebo chemickým působením jiných látek) tvoří ložiska usazených železných a manganových rud, vápence a dolomitu. Z nerozpustných zbytků zvětralých nerostů, které obsahují v různém množství kyslíčník křemičitý, vodnaté křemičitany, kysličníky hlinité aj. druhotné nerosty, se tvoří za zvláštních příznivých podmínek zbytková (reziduální) ložiska užitkových hornin, např. kaolínu, bauxitu.

V závěru vyučující uvede, že látky, které po všech naznačených chemických procesech zbyly v malých koncentracích v roztocích, využívají některé organismy (např. některé řasy, někteří láčkovci, houby, měkkýši) k své výživě a k stavbě svých koster (schránek). Po odumření organismů se jejich kosterní zbytky hromadí na dně vodních pánví a vytvářejí vrstvy dalších usazených hornin, např. křemičitých, vápenatých a fosforečnanových.

Vznik nerostů kontaktní a regionální přeměnou

Některé jevy vzniku a přeměny minerálů a hornin patří svou povahou k procesům metamorfozy. Zařazujeme-li je na toto místo, činíme tak z metodických důvodů s vědomím obtíží, které tu mohou vznikat.

Na střední škole vyučující uvede, že v usazených horninách, obohacených o sloučeniny hliníku (Al_2O_3) a ochuzených o sloučeniny alkalických kovů, vznikají při přeměně za vyšší teploty a vyššího tlaku nerosty distén a staurolit, při dostatku těchto sloučenin alkalických kovů živce, slídy. Křemičité usazeniny se mohou proměnit v křemence. V průběhu kontaktní přeměny hornin, obsahujících větší kvanta uhličitánu vápenatého a uhličitánu hořečnatého, může vznikat za dostatečně vysoké teploty hlinitovápenný granát grossulár. Usazené železné a manganové rudy se mohou v průběhu dalších přeměn změnit tak, že jejich vodnaté sloučeniny se mění v bezvodé, např. limonit v hematit, popř. v magnetit. Magnetit a hematit se běžně vyskytuje v krystalických břidlicích. Z organické příměsi sedimentů se při přeměně tvoří grafitový pigment.

V souvislosti s výkladem o vzniku a proměnách nerostů a hornin věnuje vyučující jistou pozornost též nerostnému společenstvu tzv. „žil alpského typu“, vázaných na zlomové pukliny krystalických břidlic. Z minerálů těchto žil uvede ty, které může demonstrovat, tedy např. křemen, chlorit, epidot, albit, adulár, rutil.

Důležitým jevem přeměny minerálů v povrchových částech zemské kůry je hydrotermální metasomatóza. Vyučující vyjde z příkladu přeměny vápence v siderit nahrazením kationtů Ca^{2+} kationty Fe^{2+} přinesenými roztoky. Po stručném rozboru této reakce definuje metasomatózu podle V. M. Goldschmidta (B. Hejtman, 1961).

V dalším výkladu doporučujeme uvést teoreticky i prakticky významný příklad metasomatózy za vzniku draselných živců. Přítomnost kationtů K^+ umožňuje vznik tzv. perlových rul, značně rozšířených v jižních Čechách. V perlových rulách vznikly metasomatózou krystalky draselného živce. Příkladem metasomatózy postihující ohromné masy hornin je vznik migmatitů (hornin podobných složením žule) granitizací krystalických břidlic a nakonec vznik žuly a popř. dioritu cestou zcela odlišnou od magmatické krystalizace (str. 111).

K syntéze některých nerostů

K ucelení poznatků o vzniku minerálů i s ohledem k potřebám polytechnického vzdělání žáků považujeme za nezbytné podat žákům základních

i středních škol základní poučení o syntéze některých minerálů ve vědeckovýzkumných laboratořích a průmyslových závodech.

Vyučující uvede dvě hlavní cesty technologie nerostné syntézy, přípravu nerostů z taveniny vhodného chemického složení a krystalizaci nerostů z roztoků, probíhající nezfídka za vysokých tlaků a teplot v ocelových reakčních nádobách (autoklávech).

Za příklad přípravy krystalů krystalizací taveniny uvede vyučující syntézu korundu (rubínu, leukosafíru). Vysvětlí technický význam korundu pro konstrukci jemných měřicích přístrojů a pro konstrukci kvantového generátoru (rubínového laseru).

Za příklad přípravy krystalů nerostů hydrotermální syntézou (krystalizací z roztoku) uvede vyučující syntézu křemene a turmalínu. Vysvětlí význam obou minerálů ve vysokofrekvenční technice.

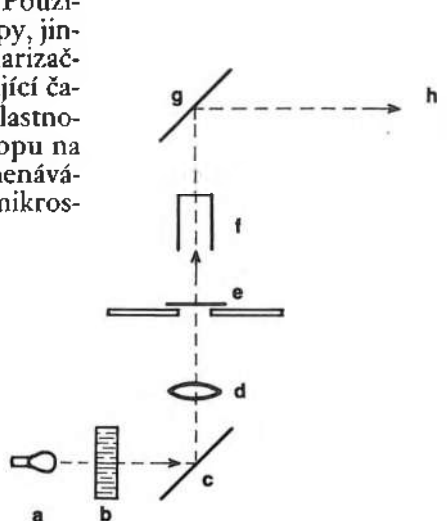
V závěru tématu uvede vyučující politický význam průmyslové syntézy minerálů. Vyzdvihne přední místo Sovětského svazu ve výzkumu a ve výrobě syntetických minerálů. Vědci SSSR vypracovali technologicky použitelnou metodu výroby syntetických diamantů pro průmyslové účely, podle níž se vyrábějí diamanty i u nás. V SSSR a také u nás byly vyrobeny dokonale čiré a krystalograficky dokonale omezené syntetické krystaly křemene, dosahující velikosti až několika desítek cm.

V ČSSR se problémy syntézy minerálů zabývá výzkumný ústav v Turnově.

3.1.2.5 METODICKÉ POZNÁMKY K TÉMATU VZNIK A PŘEMĚNY NEROSTŮ A HORNIN

Vedle obsahově přesného, formálně srozumitelného, logicky utříděného a časově úsporného výkladu vyžaduje téma využití systematického pozorování přírodnin, experimentálních metod a dalších metodických prostředků, jež vedou žáky k aktivnímu myšlení.

V předcházejícím textu byl již zdůrazněn v jednotlivých případech význam cílevědomého individuálního a skupinového pozorování přírodnin žáky, konaného za bezprostředního vedení učitelem, a řešení dílčích problémových otázek. Na základní škole se omezuje na makroskopická pozorování hornin a nerostů a na používání silně zvětšující lupy. Na středních školách přistoupí také mikroskopická pozorování nerostného materiálu. Použijeme k nim obyčejné (biologické) mikroskopy, jindy polarizační mikroskop. Protože však polarizační mikroskop je velmi drahý přístroj, vyučující častěji promítá preparát s charakteristickou vlastností nerostu nebo výbrus horniny z mikroskopu na bílou stěnu (viz schéma na obr. 19). Poznáváme, že velmi nevhodnou formou využití mikros-



19 Schéma zařízení polarizačního mikroskopu k promítání horninových výbrusů; a žárovka (350—500 W), b kyveta naplněná studenou vodou k ochraně nikolů a preparátů před zahřátím, c zrcadlo mikroskopu pod kondenzátorem, d kondenzor mikroskopu, e výbrus horniny na stolku, f okulár mikroskopu, g odrazové zrcadlo, h promítací stěna

kopických pozorování je obcházení jediného mikroskopu frontou žáků.

Některé jevy vzniku a přeměny hornin a minerálů lze demonstrovat pokusem. Např. lze demonstrovat oxidaci galenitu peroxidem vodíku na síran olovnatý, odpovídající chemickým složením minerálu anglezitu. Rozpráškováný černošedý galenit se oxidací peroxidem vodíku mění v bělavě šedý kal síranu olovnatého.

Pokusně lze bez obtíží prokázat alkalitu filtrátu vodné suspenze živcového prachu, stojí-li déle než 50 minut (např. univerzálním indikátorem), nebo sledovat oddělení sádrovce od soli kamenné. Pokus lze provést takto: jemně rozpráškováný sádrovec rozpouštíme den před pokusem ve studené destilované vodě, připravíme roztok soli kamenné v destilované vodě. Oba roztoky smísíme a zfiltrujeme. Několik kapek filtrátu nanese do jamky podložního skla, vložíme na stolek mikroskopu a při hromadném pozorování zaostříme na vhodnou stěnu. Při frontálním individuálním nebo skupinovým pozorování se díváme do okuláru. Podložní sklo s roztokem zahříváme shora silnější žárovkou. Po chvíli pozorujeme nejprve krystalizaci jednoklonného sádrovce v tabulkovitých krystalech s mnoha dvojčatnými srostlicemi, tzv. vlašového osasu, později vylučování krychlových krystalků soli kamenné. Po skončení pokusu může vyučující žákům položit problémovou otázku, proč sádrovec krystalizuje dříve než kamenná sůl.

Metodickým problémem tohoto tematického celku je způsob, jak docílit, aby si žáci zapamatovali významné lokality nerostů, hornin a rudních ložisek. Problém se znovu objevuje při vyučování soustavné petrografie. Zapamatování lokality vyžaduje od žáků příliš mnoho pamětního učení. Doporučujeme proto, aby si žáci pamatovali jen lokality skutečně důležité, a především ty, které sami navštívili na exkurzích. Žáci středních škol by si měli zapamatovat stěžejní lokality ložisek nerostných surovin v ČSSR a v socialistických zemích. Měli by se také naučit vyvozovat pravděpodobnost výskytu určitých nerostných asociací podle petrografické a geologické stavby území s použitím geologické mapy.

Vhodnou formou opakování a procvičení tohoto učiva je soustava problémových otázek a úkolů, vyžadujících jednak porovnávání jistých přírodnin, jednak induktivně deduktivní úvahy a logické analytické postupy.

3.2 MINERALOGIE SOUSTAVNÁ

3.2.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Vyučování základům soustavné mineralogii má oproti základům mineralogie obecné charakteristický rys, který záleží v úzkém sepětí teoretického vyučování s praktickým poznáváním jednotlivých nerostů i nerostného bohatství v celku. Tyto poznatky vedou k formování morálních vlastností mladých lidí, socialistického vlastnictví a proletářského internacionalismu. Prostředkem k tomu je ocenění nerostného bohatství ČSSR a bratrské spolupráce socialistických zemí navzájem a se SSSR v oblasti vyhledávání, těžby a využívání ložisek nerostných surovin.

S teoretickou složkou výuky soustavné mineralogii se těsně stýká její praktická stránka, v níž můžeme odlišit dvě fáze.

Na základní škole jde především o poznávání základních tvarových a vybraných fyzikálních vlastností nerostů, o jejich využití k určování nerostů. Při srovnávání vlastností různých nerostů si žák vypěstuje schopnost racionální volby vhodného postupu. Tato činnost rozvíjí intelektuální schopnosti žáků. V praktických činnostech se pak formují osobní vlastnosti žáků, především návyky systematickosti práce, přesnosti, čistoty a zachovávaní pravidel bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti práce. Práce s učebními pomůckami přispívá též k uvědomělému šetření socialistického vlastnictví. Ne na posledním místě chceme

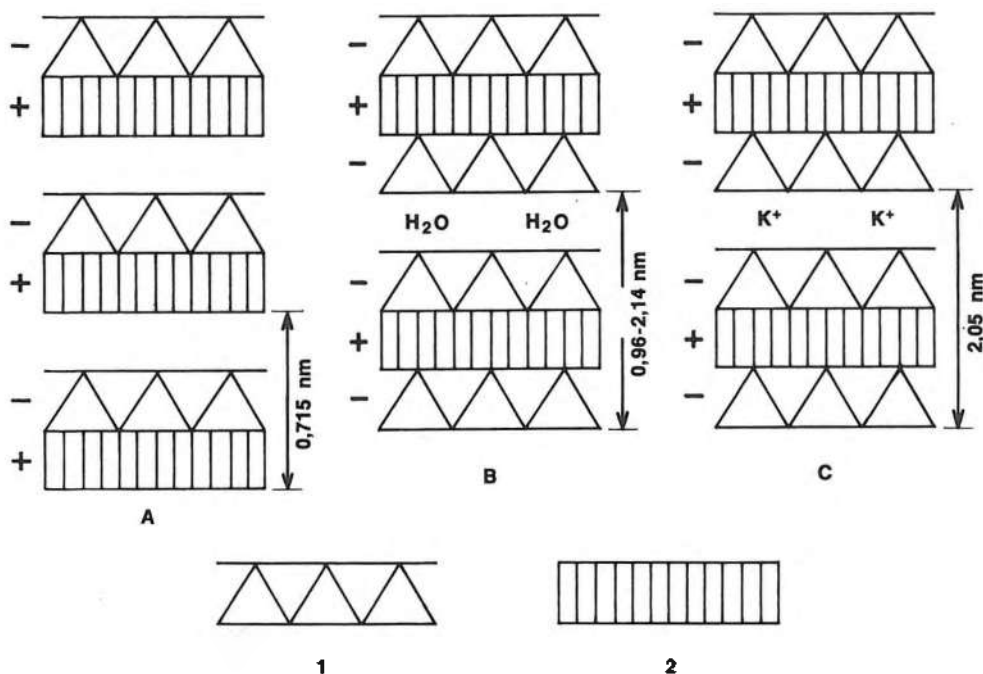
vyzdvihnout též výchovu žáků k odpovědnosti vůči třídnímu kolektivu a k svědomitému zpracování výsledků vlastních pozorování.

Vyučování soustavné mineralogii na střední škole je zaměřeno k osvojování základů laboratorních metod práce. Výuka tu plní integrační funkci tím, že vědomostí a dovedností z přírodovědných předmětů využívá pro své speciální cíle. Laboratorní cvičení žáků na tomto stupni školy jsou syntézou manuálních operací a myšlenkových činností, které jsou používány v odlišných souvislostech, než v jakých byly nacvičovány. Žáci jsou vedeni k uplatňování myšlenkových postupů, které se mohou stát základem budoucí samostatné, popřípadě tvůrčí práce.

3.2.2

POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU GEOLOGIE

Vyučování o soustavě minerálů nezáleží jen v utřídění minerálů do některého z vědeckých systémů. Má vytvářet spolu s mineralogií obecnou, s petrografií a geologií celek zobrazující geologický pohyb v zemské kůře. Jde nám o syntetický pohled na nerostnou přírodu, demonstrováný na jednotlivých minerálech a ukázkách minerálních asociací. Proto chceme-li ve vyučování soustavné mineralogii důsledně aplikovat dynamické pojetí, nemůžeme opomenout její vztahy k poznatkovým okruhům ostatních oborů geologických věd i jiných vyučovacích předmětů.



- 20 Schéma struktury jílových nerostů: A kaolinit, B montmorillonit, C illit; 1 vrstvička tetraedrů [SiO₄], 2 vrstvička oktaedrů [AlO₆] ve vrstevních strukturních mřížkách. Z obrázku je patrné, že v kaolinitu a v illitu se vrstvy poměrně silně přitahují a nemohou se od sebe zřetelně vzdalovat. V montmorillonitu se vrstvy navzájem napojují vrstvičkami tetraedrů se stejným nábojem. Přitažlivost mezi nimi je slabá. Do prostoru mezi vrstvami může montmorillonit přijímat vodu a značně nabýt na objemu. (Jílové minerály mají schopnost jímat kapilárními silami mezi šupinky vodu. Vyznačují se i schopností vyměňovat ionty s roztoky, což je významné při výživě rostlin.)

Soustavná mineralogie se nejvýrazněji uplatňuje v oblasti základních poznatků o horninách vyvřelých (magmatických). Jejich klasifikace je založena na nerostném složení (B. Hejtman, 1956, 1957, 1969). Má tedy učitel při výkladu o horninotvorných nerostech klást důraz na frontální pozorování žáků a v této práci spojovat pozorování izolovaných minerálů se vzorky hornin, obsahujících horninotvorné minerály v makroskopicky odlišitelných zrnech. Učitelův výklad s žákovskými frontálními pozorováními má být zaměřen zejména na ony vlastnosti nerostů, které umožňují jejich rozlišení v horninách, nebo které mají vliv na vlastnosti hornin a půd. Vyučující má tedy věnovat potřebnou pozornost zvláště úloze živců a produktů jejich zvětrávání. Rozdíly ve vlastnostech jednotlivých jílových minerálů lze vyložit na strukturním základě. (obr. 20).

Na těchto elementárních obrázcích lze prostřednictvím srovnání struktury kaolinitu, montmorillonitu a illitu názorně ukázat původ jejich odlišných absorpčních vlastností. Vyučující pak vyvodí, že základní fyzikální a chemické vlastnosti půd, jako schopnost vázat vodu a prvky živin, jsou podmíněny strukturními zvláštnostmi jílových minerálů.

Nové genetické pojetí učiva geologických věd i didaktické důvody vyžadují, aby soustavná mineralogie již netvořila ve struktuře osnovy učebního předmětu samostatný celek jako v dřívějších osnovách, ale aby byla skloubena s obecnou mineralogií a s petrografií a spolu s nimi začleněna do kapitol obecné geologie, které pojednávají o horninotvorných geologických procesech. Vzniká tak celek, ve kterém učivo většiny oborů geologických věd na sebe účelně navazuje. To umožňuje, aby žák chápal minerál jako nedílnou součást anorganické přírody a ne jen jako objekt bez vztahů k svému okolí. Učivo je dynamičtější a pro žáka zajímavější. Současně se odstraňuje zbytečné opakování učiva o genezi, výskytu a praktickém významu nerostů a hornin.

Minerály vyvřelých hornin a rudních žil se probírají v kapitole o vulkanismu, minerály přeměněných hornin v kapitole o metamorfismu, minerály sedimentů v kapitole o vnějších geologických činitelích.

Přitom nelze opomenout hledisko systematické. Učitel ukáže na význam systému, který umožňuje pochopit vztahy mezi chemickým složením a vnitřní stavbou minerálů i vzájemné genetické vztahy mezi minerály. Na začátek vyučování o horninách a jejich minerálních součástkách je vhodné uvést stručný úvod o třídění minerálů a hornin a pak postupně zařazovat probírané minerály do systému. Po probrání nerostů a hornin učitel s žáky zopakuje stručně systém minerálů a hornin. Při výběru minerálů přihlížíme k vyspělosti žáků.

Toto pojetí vyučování geologickým vědám je uplatněno v nových osnovách přírodopisu pro 8. ročník základní školy z r. 1977 a pro geologii na gymnáziu z r. 1978.

3.2.3 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Vztahy tématu k chemii

Vyučování chemii na základní škole vytváří základy pro pochopení chemismu některých technicky důležitých nerostů. Vztah mezi soustavnou mineralogií a chemií má i druhou stránku. Teoretické znalosti žáků ze základů chemie a získané praktické dovednosti se využívají v laboratorních cvičeních věnovaných poznávání a určování nerostů, hornin a jiných minerálních asociací, např. rudních žil. Je třeba, aby vyučující obsah učiva chemie i metodiku práce v laboratorních cvičeních znal a mohl je v souladu s chemií v tomto tématu rozvíjet.

Také na střední škole pracujeme při určování nerostů chemickými metodami. Protože však téměř celá výuka základům mineralogie je založena na laboratorní analýze, je výběr pracovních metod mnohem širší. Při laboratorní práci je vhodné používat kromě určovacího klíče také doplňkovou odbornou literaturu (např. Tuček-Nováček, 1946; Němec, 1956; Rosický-Kokta, 1961; Rost 1961; Kühn-Sluščík, 1967).

Vztahy tématu k zeměpisu a dějepisu

Na škole základní byly již vytvořeny předpoklady pro výklad o výskytu některých užitkových nerostů a žákům jsou již známa hospodářsky významná ložiska nerostných surovin v ČSSR (Doubrava-Mařan, 1965). Úkolem výuky základům soustavné mineralogie je doplnit tyto poznatky informacemi o nerostném složení dobývaných surovin, jejich hospodářském významu a technickém zpracování. Obdobně si mají žáci osvojit základní poznatky o nejdůležitějších ložiskách nerostných surovin v SSSR a v ostatních socialistických zemích. Tyto poznatky mohou být motivací rozhovorů o výhodnosti hospodářské kooperace a ekonomické integrace zemí RVHP (výchova žáků k internacionalismu).

Vztahy mezi mineralogickým učivem a dějepisem jsou zdánlivě zanedbatelné. Dějiny rozkvětu a úpadky někdejších hornických měst, jako jsou např. Jáchymov, Kutná Hora, Jihlava, Banská Bystrica, Kremnica či Příbram poskytují vhodnou příležitost osvětlit vliv těžby minerálů na vývoj hospodářských, mezinárodních a společenských vztahů v našich i světových dějinách.

3.2.4 METODICKÉ POZNÁMKY K SOUSTAVNÉ MINERALOGII

Poznámky obecného významu

Mineralogický systém klade poměrně značné požadavky na pamětní učení žáků. Je proto předním úkolem učitele žáky vhodnými metodami a postupy aktivizovat. Základní metodou vyučování o mineralogickém systému na škole základní i střední škole by měla být skupinová nebo individuální frontální pozorování žáků, žakovská práce s multiplikáty nerostů. Do vyučování systematické mineralogii nepatří — kromě zajímavých poznámek a aktualit — přednášení látky vyučujícím. Učitel má být spíše řídicím činitelem, organizujícím a kontrolujícím samostatnou práci žáků. Taková metoda ovšem klade nároky na řádné vybavení škol multiplikáty nerostů i na pedagogické a organizační schopnosti učitele.

Žáci ověřují jednotlivými zkouškami vlastnosti minerálů. Rozbor vlastností je podkladem pro následující syntetické zpracování poznatých faktů. Seznamování žáků s nerosty vlastním pozorováním a zkoumáním jejich vlastností vznikají nové pojmy. Nerosty jsou poznávány jako jedinečné soustavy strukturních, tvarových, fyzikálních a chemických jevů. Úspěšná práce žáků při charakteristice a určování nerostů velmi podněcuje zájem žáků o nerostnou přírodu.

Při vyučování základům soustavné mineralogie je nezbytnou didaktickou pomůckou geologická mapa, protože přispívá k vytváření vazby minerál — hornina — geologický proces dávne minulosti — výskyt v přírodě.

Poznámky k vyučování na základní škole

Vyučování základům soustavné mineralogie má na základní škole seznámit žáky s chemickým složením, tvarovými, fyzikálními a chemickými vla-

stnostmi, výskytem a praktickým významem horninotvorných a hospodářsky významných nerostů. Je i průpravou k vyučování petrografii. Pro vytváření poznatkové struktury je výhodné probírat nerosty (pokud bude v rámci nové struktury osnov možné) uvnitř jejich systematických skupin srovnávací metodou. Výsledky pozorování a srovnávání nerostů zapisují žáci do tabulky (tab. 7). Je však třeba upozornit, že obsah takové tabulky (kromě údajů o nalezištích) má vycházet z výsledků vlastního pozorování žáků a že mechanické vypisování údajů z učebnic nebo z pomocných příruček odporuje zásadě rozumové výchovy žáků, aktivity žáků, a že vede k verbalismu a oslabování zájmu žáků o nerostnou přírodu.

Soustavná mineralogie má také vytvářet předpoklady pro hlubší analytickou práci v základech petrografie a užité geologie. Jako přípravu k těmto činnostem doporučujeme sestavení dalších dvou přehledů, do nichž žáci seskupí jednak nerosty horninotvorné, jednak nerosty průmyslově významné.

Za základ laboratorních cvičení věnovaných praktickému poznávání nerostů na základní škole doporučujeme využít vhodně zpracované klíče (např. Hrubý, 1965; Kühn-Sluščík, 1967).

Poznámky k vyučování na střední škole

Vyučování na středních školách má část teoretickou a část praktickou. Teoretickou část věnuje vyučující třídění nerostů podle jejich chemického složení. Připraví s žáky tabulky, které se budou v průběhu celého vyučování soustavně mineralogii používat a postupně doplňovat. Tyto tabulky by měly být základním zápisem v poznámkách žáků. Měly by obsahovat i údaj, které další nerosty se vyskytují s popsaným nerostem. Žákovské zápisy v pracovních sešitech budou přehledné a stručné a shrnou probrané učivo soustavně mineralogie.

Pro naznačeném úvodu následují hodiny s laboratorními metodami vyučování. Během těchto hodin žáci samostatným pozorováním a nezbytnými pokusy získají údaje o vlastnostech zkoumaných nerostů, které průběžně zapisují do laboratorních protokolů (tab. 8, na str. 98). V závěru hodiny vyučující vyhodnotí výsledky samostatné práce žáků.

Často se setkáváme s názorem, že určování křemičitanů laboratorními metodami ve školních podmínkách je příliš obtížné a nehodí se pro školní praxi, zvláště v případě určování plagioklasů. Při důsledné analýze fyzikálních vlastností lze ve většině případů dospět i k jednoznačnému určení křemičitanů, omezíme-li se na nerosty uváděné v učebnici.

Vyučující si však musí být vědom, že rozlišení nerostů uvnitř jistých skupin (živce, jílové minerály, chlority aj.) není bez speciálního laboratorního vybavení možné.

Po probrání celé nerostné soustavy laboratorními metodami shrne vyučující probrané učivo a na závěr zhodnotí probrané minerály z nových hledisek, např. z hlediska ekonomického. Poukáže na jejich hospodářský význam pro průmysl ČSSR a vyzvedne důležitost mezinárodní spolupráce v oblasti zemí RVHP.

3.2.5 LABORATORNÍ PRÁCE A PRAKTICKÁ CVIČENÍ ZE SOUSTAVNÉ MINERALOGIE

Zařazení povinných laboratorních cvičení (nebo praktik) s dělenými třídami do vyučování předmětům přírodních věd na školách je velikým přínosem pro zvyšování kvality vyučování. Pro vyučování mineralogii mají mít žá-

ci jako učební pomůcku vhodně zpracovaný určovací klíč. Funkce takového klíče je především didaktická; dovoluje účelné zapojení fyzikálních a chemických zkoušek do praktické činnosti.

Praktická cvičení sledují také výchovné cíle. Rozvíjejí návyky přesného pozorování, správného hodnocení pozorovaných jevů, cvičí manuální zručnosti. Tyto cíle může vyučující plnit po důkladné teoretické i praktické přípravě za použití odborné literatury (např. Ježek, 1933, Rost, 1964, Slavík-Novák-Pacák, 1956, Bernard a kol., 1969 aj.).

Pokud učitel nemá k dispozici soubor nerostů dodávaný n. p. Komenium (soubor nerostů pro praktická cvičení), má si každý nerost, určený k praktickému cvičení, nebo soubor nerostů a hornin pro frontální pozorování sám analyzovat a popisovat stejným způsobem, jaký bude podle vyučovacího klíče vyžadovat od žáků. Tím si ověří časovou náročnost jednotlivých zkoušek nerostů. Může zjistit i komplikace a problémy, které mohou vznikat při praktické práci žáků. Může také vyřadit vzorky nerostů, které se ukáží pro žákovské laboratorní cvičení jako méně vhodné.

Žákovská pracovní místa mají být pro každou pracovní skupinu žáků předem patřičně vybavena nerostným materiálem i pracovními pomůckami připravenými na podnosu.

Jako příklad uvedeme laboratorní práci, věnovanou halovcům a sirníkům.

U k o l e m laboratorní práce je určit jednotlivé nerosty dostupnými kvalitativními zkouškami podle klíče.

Vyučující připraví vzorky nerostů, které označí čísly:

halovce:	1 sůl kamenná	sirníky:	3 antimonit
	2 fluorit		4 sfalerit
			5 galenit
			6 pyrit
			7 markazit
			8 chalkopyrit

Postup práce ukážeme na příkladu určení chalkopyritu.

Pracovní skupina dostane k určení např. nerost č. 8. Na lístku je uvedena hustota nerostu ($4,17 \text{ g.cm}^{-3}$). Žáci zapíší předem do připraveného záznamového lístku (viz tab. 7) nejprve výstižný popis nerostu. Uvedou, že nerost má kovový lesk, je mosazně žlutý, místy s pestrými náběhovými barvami; určí podle Mohsovy stupnice tvrdost (4), vryp nerostu (zelenohnědý), štěpnost není patrná; lom nerostu je nerovný až lasturnatý. Podle zavedeného klíče žáci dospěli k V. skupině minerálů určovacího klíče.

Ve skupině je uvedena řada nerostů, mezi nimiž je nutno rozhodnout. Srovnáním popisovaného materiálu s popisy v klíči žáci dojdou při správném hodnocení vlastností nerostu k správnému výsledku.

Při organizaci laboratorního cvičení je nutno počítat s různou rychlostí práce jednotlivých žáků a skupin. Také určování a popis nerostů vyžaduje různý počet operací a jsou nesterpně náročné na čas.

V průběhu své práce s klíčem vedou žáci zápis (protokol) o postupu určování nerostů. Nestačí, když v protokolu zapisují svůj postup jen čísla kroků podle klíče. Mají uvádět i jednotlivé vlastnosti nerostů, které vedou k volbě toho nebo onoho dalšího kroku.

V závěru vyučovací jednotky (dvouhodiny) žáci za učitelova vedení provedou srovnání výsledků své práce podle údajů v učebnici. Vyučující práce žáků stručně zhodnotí. Ověřené výsledky zapíší žáci do připravených tabulek a doplní je údaji o doprovodných nerostech (o nerostné asociaci) a poznatky o praktickém použití nerostů a jejich nalezištích, které konfrontují s geologickou mapou.

Tabulka 7 Příklad záznamu z laboratorní práce na základní škole

Nerost Vzorec	Krystaly Kryst. soustava	Hustota (g.cm ⁻³)	Barva Vryp	Lesk	Odluč- nost Štěp- nost, lom	Nalezi- ště	Užití	Poznámka
Pyrit FeS ₂	zrnité agre- gáty krychle krychlová	5,1	mosazně žlutá černo- zelený	kovový	—0—	Chvaleti- ce, Smolník, Banská Štiavnica	výroba kyselin sírové	oxiduje se na limonit a kyselinu sírovou
Galenit PbS								
Sfalerit ZnS								

Tabulka 8 Příklad záznamu v praktickém cvičení na střední škole

Nerost chemické složení krystalová soustava	Agregáty krystaly odlučnost	Tvrdost Hustota (g.cm ⁻³)	Barva vryp lesk	Naleziště	Vznik asociace	Užití	Poznámka
Pyrit FeS ₂ krychlová	zrnité dvanáctistěn pětiúhelní- kový, krych- le není štěpný	6 5,1	mosazně žlutá černý	Zlaté Hory, Horní Bene- šov, Chvaletice, Smolník častý v uhlí, zejména v hnědém	hydro- termální organo- genní	výroba kysel- iny sírové	oxiduje se na limonit a kyselinu sírovou

3.2.6

UKÁZKA VYUČOVACÍHO POSTUPU V HODINĚ GEOLOGIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE

Téma: Živce

V dosavadní struktuře učiva geologických věd, zachovávající určitou samostatnost mineralogie, petrografie a geologie, je hodina součástí tematického celku Křemičitany v soustavné mineralogii.

Při integraci učiva geologických věd by bylo toto téma zařazeno do tematického celku Vyvřelé horniny, dílčího tématu Nerostné součástky vyvřelých hornin. Tématu by předcházelo vyučování o magmatismu, o tvarech těles vyvřelých hornin, o závislosti výskytu vyvřelých hornin na struktuře zemské kůry, o složení magmatu, vzniku nerostů vyvřelých hornin. Následovalo by učivo o ostatních součástech vyvřelin, o vyvřelých horninách a jejich minerálních součástkách, o vzniku ložisek užitečných nerostů z magmatu, o vzniku nerostů v pegmatitové fázi, v hydrotermální fázi a praktické poznávání nerostů a hornin magmatického původu. Nerosty by se řadily postupně do systému. Obdobně by se probíral vznik nerostů a hornin sedimentárního a metamorfního původu. Systém nerostů a hornin by se tvořil současně.

Výhodou integrace by bylo, že by odpadlo opakování o horninových nerostech a jejich vzniku. Nerosty by byly chápány od počátku jako zákonité součástky paragenéz a jako produkty geologických procesů. Výskyt hornin a nerostů by se daly odvozovat z geologické mapy.

Výchovně vzdělávací cíl: seznámit žáky se skupinou nerostů, které tvoří důležitou součástku oblastně rozšířených hornin, s jejich významem pro vznik půd a výživu rostlin, s výskytem ložisek živců v ČSSR a jejich významem pro keramický průmysl.

Učební pomůcky: multiplikáty vyrostlic ortoklasu, hrubozrnné žuly (nejlépe liberecké s makroskopicky rozlišitelným ortoklasem a plagioklasem), demonstrační ukázky porfyrické žuly s vyrostlicemi ortoklasu, pegmatitu, demonstrační modely ortoklasu (monokrystalu a dvojčete), multiplikáty modelu ortoklasu pro žáky, multiplikáty střední nebo bazické hlubinné vyvřeliny s plagioklasy dobře rozlišitelnými od tmavých součástí, multiplikáty ortoruly, demonstrační ukázky silně zvětralé nebo kaolinizované žuly, nástěnný obraz ortoklasu, atlas nerostů, obrázky v učebnici, geologická mapa a mapa ložisek ČSSR, stupnice tvrdosti.

Metody vyučování: výklad učitele spojený s rozhovorem se žáky o vzniku a chemickém složení živců a jejich zařazení do systému, frontální pozorování a zkoumání tvarových a fyzikálních vlastností živců, problémové řešení otázky výskytu živců v ČSSR z výskytu v horninách s pomocí geologické mapy. Výklad učitele o ložiskách živců s použitím mapy ložisek nerostných surovin ČSSR, výklad o produktech zvětrávání živců a jejich významu v půdě. Průběžný záznam na tabuli, opakování.

Učivo navazuje na poznatky o horninách a horninových nerostech v přírodopisu základní školy, na poznatky o výskytu hornin ze zeměpisu, na předchozí poznatky z obecné mineralogie.

Postup vyučování: vhodnou motivací vlastního tématu může být rozhovor o původu názvu živec s demonstrací význačných hornin s podstatnou součástí živců, tvořících na velkých územích podklad půd.

Následuje výklad učitele o chemickém složení živců a jejich zařazení do systému v návaznosti na poznatky o živcích z učiva základní školy. Přehled skupiny živců rozvedeme podrobněji. Mezi draselnými živci rozlišíme jednoklonný ortoklas a trojklonný mikroklin, plagioklasy definujeme jako řadu izomorfních směsí živce sodného a živce vápenatého s trojklonnou souměrností.

Na základě frontálního pozorování a zkoumání souměrnosti modelů a vyrostlic ortoklasu určí žáci **jednoklonnou souměrnost ortoklasu**. Podle modelů a volných vyrostlic nakreslíme charakteristický tvar krystalů při pohledu zepředu (ve směru kolmém k ose b a c a ve směru osy b , obr. 21). V nákrese vyznačíme rovinu souměrnosti. Porovnáme jednotlivé ukázky volných vyrostlic a zjistíme, že některé vyrostlice tvoří dva prorostlí jedinci, charakteristická $k a r l o v a r s k á d v o j č a t a$. Uvedeme, že tento srůst je význačný pro draselný živec, ortoklas.

Na úlomku ortoklasu ze stupnice tvrdosti určí žáci frontálně fyzikální vlastnosti: štěpnost ve dvou směrech na sebe kolmých (a krystalografickou orientaci štěpnosti), tvrdost, barvu, prostupnost světla. Podle těchto vlastností mohou

žáci rozlišovat v žule zrna živce od zrn křemene — porovnáme jejich vlastnosti. Uvedeme, že náhodně omezené krystaly označujeme jako **z r n a**, větší krystalograficky omezené jedince jako **v y r o s t l i c e**. Vysvětlíme vznik vyrostlic a zrnitého slohu převládajících jedinců v žule. Demonstrujeme ukázkou pegmatitu a vysvětlíme vznik velkozrnného agregátu živce, křemene a slídy působením místně soustředěné vodní páry a těkavých magmatických plynů na krystalující magma. Seznámíme žáky s významem živců pro výrobu porcelánu a glazur.

Pokud je ve sbírkách zastoupena ukázka hrubozrnné liberecké žuly, uložíme žákům, aby zjistili, kolik součástek je v ní možno rozeznat podle barvy a dalších fyzikálních vlastností. Mohou rozlišit růžová zrna, která tvoří dvojčata, tj. ortoklas a bílý živec v zrnech a obrubách kolem růžového živce, o němž mohou usoudit, že je to živec sodnovápenatý. Na ukázkách drobněji zrnitých žul můžeme vysvětlit, že ve většině žul se nedají zrna ortoklasu a plagioklasu makroskopicky rozlišit. Rozlišujeme je pomocí polarizačního mikroskopu. Srovnáním modelu ortoklasu a plagioklasu můžeme ukázat i jejich tvarovou příbuznost.

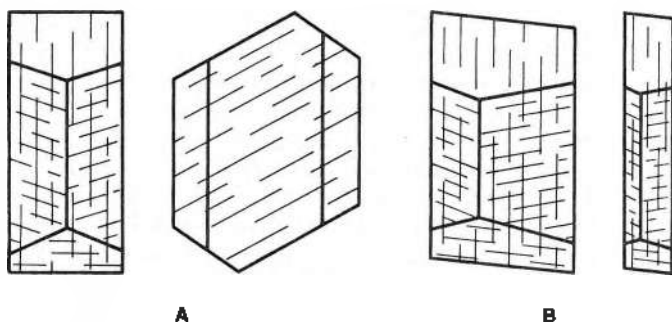
Demonstrujeme ukázkou žuly, neutrální nebo bazické hlubinné vyvřeliny s dobře patrnými živci, a vysvětlíme, že ve světlých vyvřelých horninách zpravidla převládá draselný živec nad plagioklasem s převahou sodíku nad vápníkem, v horninách s hojnými tmavými součástkami bývá zastoupen jen plagioklas s převahou vápníku nad sodíkem. Demonstrujeme na mikrofotografii nebo ve výbrusu polarizačním mikroskopem charakteristický mnohonásobný srůst plagioklasů.

K procvičení učiva předložíme žákům ukázky různých hornin, aby z nich vybrali ty, které obsahují podstatný podíl živce.

Srovnáním nerostů čerstvé a silně zvětralé nebo kaolinizované žuly nebo ruly mohou žáci řešit otázku odolnosti jejich součástek vůči zvětřování. Zjistí největší odolnost u křemene a slídy a nejmenší u živce — bývá změněn v práškovitý jílový minerál. Výsledku tohoto pozorování využijeme k výkladu o vzniku jemných jílových nerostů ze živců a jejich významu pro tvorbu půd. Připravíme si tak později podrobnější výklad o vzniku a výskytu jílových nerostů. Žáci mohou usoudit, které živiny mohou rostliny čerpat ze zvětřujících živců.

Na závěr zopakujeme otázkami nejpodstatnější poznatky učiva a žáci je souhrnně zopakují.

Během vyučování průběžně kreslíme na tabuli náčrtky a heslovitě zaznamenáváme hlavní poznatky.



A

B

21 Vyrostlice živců ve vyvřelých horninách; A ortoklas zepředu a z boku, B plagioklas zepředu (na vyrostlicích je znázorněna orientace štěpnosti ke krystalovým plochám)

Úvod

Petrografie plní v systému všeobecného vzdělávání a výchovy významný úkol prokázat na příkladech důležitost poznatků o horninách, protože jsou stavebním materiálem zemské kůry, součástí přírodního prostředí, důležitým zdrojem nerostných surovin, podkladem pro rozmanitou tvořivou a rušivou geologickou činnost člověka, podkladem pro tvorbu půd.

Ze složení, vlastností a vzájemného uložení hornin je možno rekonstruovat vývoj zemské kůry. Z toho vyplývá vzdělávací a polytechnický význam učiva petrografie na všeobecně vzdělávacích a odborných školách.

V popisném období vývoje geologických věd mělo i petrografické učivo nezáživný popisný charakter a kladlo neúměrně velké požadavky na paměť. Tomu odpovídalo i tehdejší poměrně nízké ocenění výchovně vzdělávacího významu učiva petrografie.

Moderní dynamické pojetí geologických věd umožňuje objevovat horniny jako produkty geologických procesů a dovoluje využít i učivo petrografie jako prostředek k rozvíjení myšlení žáků, k vytváření vědeckého světového názoru, k všestranné výchově tak jako učivo ostatních oborů geologických věd i jiných přírodních předmětů.

4.1 PETROGRAFIE OBECNÁ

4.1.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Cílem obecné petrografie je seznámit žáky se zákonitostmi vzniku hornin a naučit je usuzovat podle minerálního složení, struktury a textury hornin na podmínky jejich vzniku. Učivo obecné petrografie má tedy zvláště význam pro rozvíjení pozorovacích schopností a logického myšlení žáků a pro vytváření vědeckého světového názoru.

4.1.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Obecná petrografie má nejužší vztah k dynamické geologii, neboť vychází při výkladu vzniku hornin, jejich složení, textur a struktur z podmínek, za nichž probíhaly geologické horninotvorné procesy. Předpokladem pro pochopení podmínek, za nichž vznikaly vyvřelé, usazené a přeměněné horniny,

¹ Nově se dává přednost termínu *petrologie*

jsou nezbytné základní poznatky z chemie o chemickém složení zemské kůry, horninotvorných nerostů a o základních chemických horninotvorných procesech. Při výkladu o vzniku hornin využíváme hojně i poznatků z fyziky (zejména mechaniky, termiky), při výkladu o vzniku početných organogenních hornin poznatků z biologie.

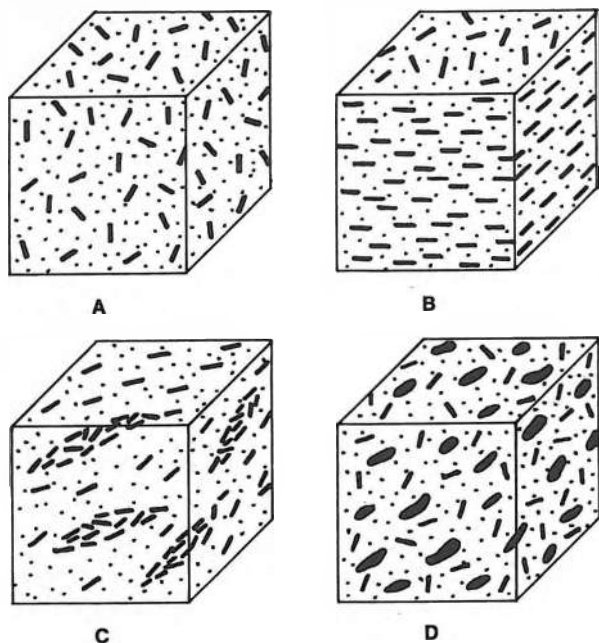
4.1.3 METODICKÉ POZNÁMKY

Tato kapitola se zabývá především metodickým problémem vyvozování základních petrografických pojmů (hornina, struktura a textura hornin, původ hornin, nerostné složení hornin).

4.1.3.1 POJEM HORNINA

Pojem hornina vyvodí vyučující opakováním a shrnutím poznatků tématu Vznik a přeměny nerostů a hornin, doplněným individuálním pozorováním a srovnáváním typických vzorků hornin různého původu. Rozbor poznatků získaných pozorováním provede rozhovorem s žáky. Náročnost odstupňuje podle typu školy. Vhodnými objekty žákovských pozorování mohou být vzorky hrubozrnné žuly nebo dioritu, porfyrické žuly nebo granodioritu, vzorky šterku a slepence, písku, pískovce s tmelem různého nerostného složení a vzorky ruly, svoru a migmatitu.

Vyučující na střední škole charakterizuje horniny jako nerostné směsi (s přibližně stálým nerostným složením), které tvoří samostatná tělesa různých velikostí a tvarů neboli geologické jednotky, skládající zemskou kůru. Od začátku svého výkladu používá vyučující nástěnnou geologickou mapu CSSR a žákovské příruční geologické mapy.



22 Schematické znázornění textur vyvřelých hornin

Textura: A všesměrná, B plošně rovnoběžná, C šmouhovitá, D mandlovcová

K zpřesnění obsahu pojmu hornina vyučující na střední škole uvede, že také uhlí a ropu považujeme za horninu. Mezi horniny však nezahrnujeme rudní žíly a půdu.

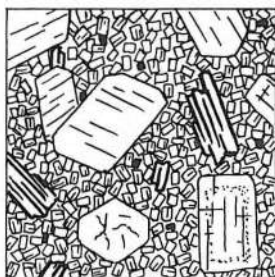
4.1.3.2 TEXTURA A STRUKTURA HORNINY

Představu různého prostorového uspořádání nerostných zrn v hornině, pojem *s t a v b a* (textura) horniny vyvodí vyučující na základě žákovských pozorování. Demonstruje různé typy hornin a vyvodí tyto pojmy: všesměrné uspořádání nerostných zrn, kompaktní uspořádání, uspořádání zrn s póry, rovnoběžné (paralelní) uspořádání nerostných zrn. Na střední škole vyučující běžně používá odborný výraz *t e x t u r a* horniny, tedy např. textura kompaktní, pórovitá, paralelní (obr. 22). Není nutné, aby si termín textura horniny zapamatovali i žáci základní školy.

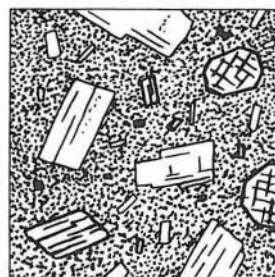
Vyvození pojmu *s t r u k t u r a* horniny je poněkud náročnější, protože strukturu hornin lze pozorovat a odlišovat většinou jen mikroskopickým pozorováním výbrusového materiálu. Pro postup vyvození pojmu lze doporučit: individuální žákovská frontální pozorování horniny na lomu pouhým okem nebo



A



B



C

23 Struktura hlubinné, žilné a výlevné vyvřeliny

A biotiticko—amfibolický křemenný diorit — hypidiomorfne zrnitá struktura (plagioklas je omezen idiomorfne, biotit a amfibol částečně idiomorfne, nahodile omezený křemen vyplňuje prostory mezi staršími součástkami)

B Žulový porfyr — porfyrická struktura s jemně krystalickou základní hmotou. Vyrostitice tvoří ortoklas, kyselý plagioklas, křemen a biotit, základní hmotu živce, křemen, biotit a rudní nerost

C Andezit — porfyrická struktura s částečně sklovitou základní hmotou. Vyrostitice tvoří pyroxen a plagioklas, základní hmotu sklo s drobnými krystalky plagioklasu, pyroxenu a rudního nerostu

24 Hypidiomorfne zrnitá struktura ►

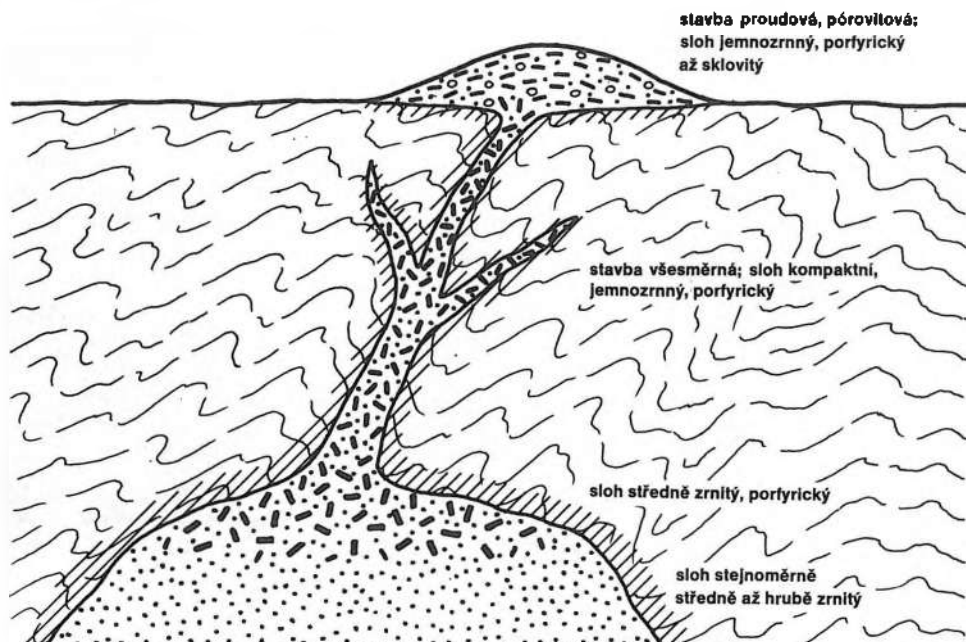
Amfibolicko—biotitický křemenný diorit z dolu 25.února v Bohutíně; plagioklas (zonární andezín — štěpný) je omezen idiomorfne, biotit a amfibol hypidiomorfne až zcela alotriomorfne (s výrazným reliéfem); poslední součástka, křemen, vyplňuje prostory mezi dříve vyloučenými součástkami; zvětšeno 15×, nikoly rovnoběžné (podle Petrografických tabulek A. Dudka a kol.)



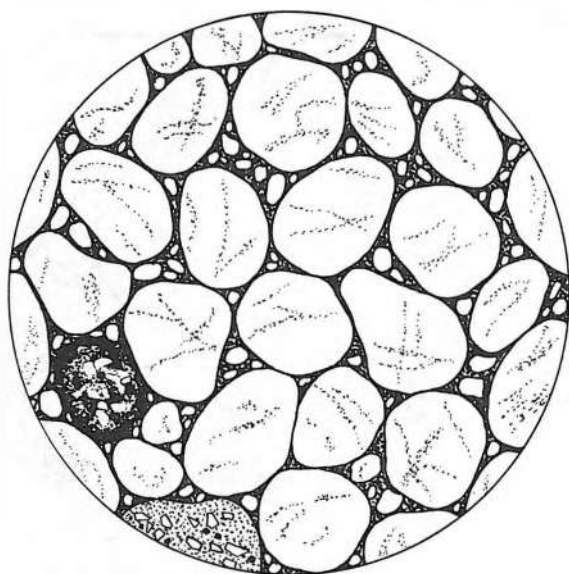
lupou — (na střední škole pozorování obrazu výbrusu promítnutého z mikroskopu nebo mikrofotografie) — **rozběr pozorování rozhovorem s žáky — formulace závěrů o podmínkách vzniku horniny a poučky.**

Strukturu horniny definujeme na základních i středních školách v podstatě shodně: strukturu horniny vyjadřuje tvar a poměrná (relativní) velikost nerostných zrn horniny (srov. B. Hejtman, 1961).

Na základní škole poznají žáci rovnoměrně zrnitou a porfyrickou strukturu vyvřelin (obr. 23), rovnoměrně zrnitou a nerovnoměrně zrnitou strukturu někte-



▲ 25 Schéma zobrazující závislost slohu (struktury) a stavby (textury) vyvřelin na jejich geologickém výskytu (podle B. Petržílka a E. Kočárka)



26 Dokonale oválně psamitická (pískovcová) pórová struktura Křemenný pískovec s jílovito—limonitickým tmelem z kosovských vrstev z Let u Revnic. Stejnomoěrně veliká, dokonale oválná zrna křemene a v malé míře i prachovců jsou spojena malým množstvím prachovité základní hmoty stmele—né limonitem; zvětšeno 30×, nikoly rovnoběžné (podle Petrografických tabulek A. Dudka a kol.)

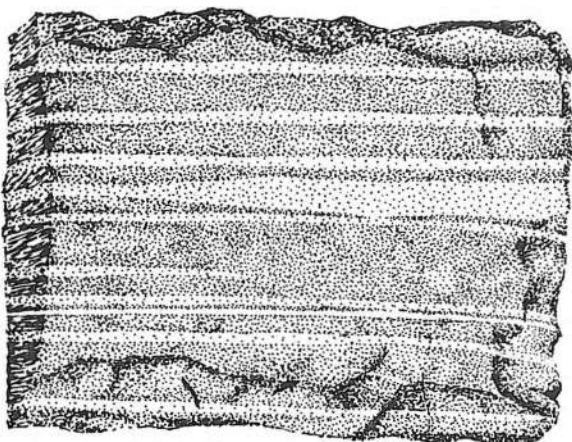
ých hornin usazených. Struktury přeměněných hornin nepřicházejí na základní škole v úvahu.

Na středních školách se žáci seznámí se strukturou rovnoměrně zrnitou, porfyrickou (obr. 24, 25), grafickou; na klastických sedimentech by měli poznat struktury podle velikosti zrna nad 2 mm, 1—2 mm, 1—0,1 mm a pod 0,1 mm (obr. 26, 27); jejich speciální názvy si nemusí zapamatovat. Žáci by měli poznat také detritickou a kalovou strukturu uhličitánových sedimentů, zrnitou, šupinovitou i porfyroblastickou strukturu (obr. 28) z mnoha typů struktur metamorfovaných hornin.

Poznání struktur a textur hornin nebude v jediném tématu dokončeno. Upevnění poznatků o horninových strukturách a texturách žáci dosáhnou v průběhu vyučování o horninách. Doporučujeme, aby vyučující na základních a středních školách načrtl jejich schémata a současně s pozorováním jednotlivých typů struktur a textur hornin, popř. aby taková schémata měl k dispozici jako stálou školní pomůcku. Schematický náčrt, odvozený z pozorování reálné skutečnosti,

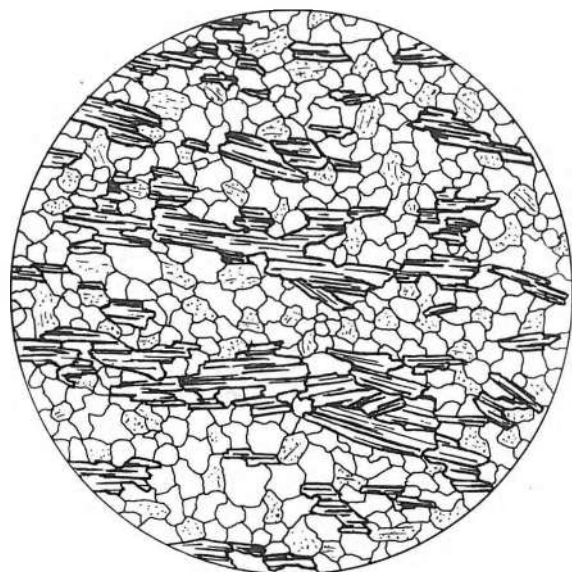
27 Plošně paralelní (laminovaná) textura.

Jílovitá břidlice s uhličitánovou příměsí (proterozoikum) z Pouště u Dobříše. Vrstevnatost černošedé jílovité břidlice je dobře patrna podle světlejších dokonale paralelních vrstviček (lamin) hrubšího zrna s uhličitánovou příměsí; zmenšeno na 3/4 (podle Petrografických tabulek A. Dudka a kol.)



28 Lepidogranoblastická (šupinovito-zrnitá) struktura.

Biotitická plagioklasová rula z Lančova u Vranova nad Dyjí. Izometrická nebo mírně anizometrická zrna křemene (čirá) a plagioklasu (štěpná a slabě zakalená — tečkovaná) převažují nad lupínky biotitu; zvětšeno 22×, nikoly rovnoběžné (podle Petrografických tabulek A. Dudka a kol.)



učí žáky odlišovat prvky podstatné od podružných a je výsledkem či jedním z výsledků logické analýzy sledovaného jevu. Na připojených obrázcích (22—28) jsou schémata a kresby několika typů horninových textur a struktur.

Bylo by ovšem malým přínosem k základům dialektickomaterialistického názoru žáků a k jejich vzdělání, kdyby se vyučující omezoval na výklad jen podle schémat a zanedbal pozorování reálných hornin a hledisko genetické. Výklad o vzniku jednotlivých textur a struktur hornin je stejně podstatný jako jejich charakteristika.

4.1.3.3

PŮVOD HORNINY

Většina pojmů obsažených v tomto tématu byla již vyložena, viz např. Vznik a přeměny nerostů a hornin. Zde půjde tedy o jisté opakování poznatků o geologických procesech, které žáci již poznali, o jejich shrnutí a uvedení v nových souvislostech. Vyučující podtrhne pojmy hornina vyvřelá (magmatická), hornina usazená (sedimentární) a hornina přeměněná (metamorfovaná); v souvislosti s tím položí důraz na genetická hlediska a na prohloubení poznatků žáků o příslušných geologických procesech.

Již na základní škole vyvodí vyučující pojem vyvřelé horniny hlubinné a vyvřelé horniny výlevné. Odlišnosti obou kategorií magmatitů uvede v souvislost s odlišnými podmínkami krystalizace magmatu.

Také na střední škole ponecháváme z praktických důvodů základní rozdělení magmatitů na horniny hlubinné, horniny žilné (podpovrchové) a horniny výlevné (vulkanity) s tím, že takové rozčlenění vyjadřuje různé podmínky, a tedy i různý způsob krystalizace magmatu, nikoli skutečnou hloubku vzniku horniny pod zemským povrchem (srov. B. Hejtmán, 1956). Přidržíme-li se tedy klasického Rosenbuschova rozdělení magmatitů, dáváme jejich jednotlivým kategoriím nový smysl a obsah, vyjádřený především odchylnými podmínkami krystalizace magmatu.

Ve výkladu o původu a vzniku hornin usazených jde na školách obou cyklů o ujasnění procesu mechanického a chemického zvětrávání nerostného obsahu hornin, ovšem s odstupňovanou náročností, o poznání způsobů přemístění (transportu) produktů zvětrávání, o jejich třídění, usazování a zpevnění (diagenézi).

Vyučující na školách obou cyklů si má uvědomit, že každý z uváděných termínů vyjadřuje pojem, jehož obsahem je pohyb, děj. Každý z těchto dějů má své objektivní příčiny, průběh a výsledky. Všechny uvedené geologické děje (procesy) probíhají neustále, ve vzájemných závislostech, s různou intenzitou a s různou rychlostí podle existujících podmínek.

Na základní škole si mají žáci osvojit základní poznatky o mechanickém zvětrávání hornin. Jevy mechanického zvětrávání hornin lze dobře pozorovat na geologické vycházce ke skalnímu defilé i k jiným přirozeným výchozům skal i k umělým odkrytům. Některé z jevů mechanického zvětrávání hornin lze demonstrovat jednoduchými pokusy. Pukání horniny a odlupování částíček z úlomku horniny nastane nestejným zahříváním nad plamenem a ochlazením ponořením do vody. Podobně dojde k odlamování drobných částíček z kusu horniny, např. pískovce nasyceného vodou, necháme-li ho promrznout v lednici nebo venku a opětovně zahřejeme na laboratorní teplotu.

Chemické zvětrávání nerostného obsahu hornin mají žáci již na základní škole pochopit jako souhrn chemických reakcí horninotvorných nerostů

s vodou, se vzdušným kyslíkem a s kyslíčkem uhlíčitým, probíhajících na zemském povrchu za obvyklých teplot a obvyklého atmosférického tlaku.

Také objasnění funkcí vody jako rozhodujícího činitele chemického zvětrávání hornin věnuje vyučující na střední škole zvýšenou pozornost. Žáci mají poznat v základních rysech působení vody v trojím směru: jako látky, která sama reaguje s většinou horninotvorných minerálů, třeba pozvolna, a v průběhu neustálé výměny vznikajících roztoků, dále jako látky, která za obvyklé teploty chemicky rozpouští účinné sloučeniny, např. CO_2 , SO_2 , SO_3 , H_2S a zprostředkuje jejich chemické reakce s nerostným obsahem hornin, a konečně jako prostředí přenosu a třídění částecek uvolněných mechanickým zvětráváním i roztoků sloučenin vznikajících chemickým zvětráváním nerostů. Vyučující doloží tuto část výkladu příkladem chemického zvětrávání živců.

Na základní škole nepoužívá vyučující příslušné chemické rovnice, protože by pochopení a poznání problému neusnadnilo.

Na střední škole však používá vyučující chemické rovnice a uvede, že zvětrávání podléhá všechny horninové nerosty, že však jsou vůči procesu zvětrávání různě odolné. Velmi odolné vůči zvětrávání jsou křemen a muskovit, středně odolné jsou živce, nejméně odolné jsou pyroxeny a zvláště olivín. Tento poznatek lze odvodit z pozorování výskytu nerostů v usazených horninách a ze stupně zvětrání nerostů navětralých hornin.

Výklad o transportu produktů zvětrání hornin dobře koresponduje s běžnými zkušenostmi žáků, které lze podle potřeby oživit a shrnout při vycházce k vodnímu toku. Ve výkladu je však třeba ostře odlišit jevy přenosu a usazování úlomkovitého materiálu od jevů přenosu a vylučování sloučenin schopných přenosu v roztocích.

Doporučujeme, aby vyučující na střední škole spojil poznatky o transportu a usazování produktů mechanického zvětrávání hornin s informací o Stokesově zákonu. Poznání tohoto zákona má širší vzdělávací význam. Není ovšem nutno, aby si žáci zapamatovali matematickou formulaci zákona; mají si uvědomit a pochopit, že existují jisté faktory, které ovlivňují rychlost pádu (v našem případě rychlost usazování) částecek v prostředí, a že pád částecek v jistém prostředí se podstatně liší od volného pádu těles ve vakuu.

Platnost Stokesova zákona lze dobře demonstrovat pokusem na oddělení nerostných zrn různé velikosti z jílovitě—písčitého eluvia.

Pokus provedeme např. takto: asi 30—40 g eluvia vpravíme do skleněného válce o výšce asi 400—500 mm a průměru asi 80 mm; válec doplníme vodou, směs dobře promícháme, válec uzavřeme zátkou nebo jen dlaní, obrátíme dnem vzhůru a opět zpět a necháme v klidu stát. V příští hodině žáci pozorují ve válci usazeninu, rozvrstvenou podle velikosti částic. Sediment začíná nejhluběji šterčkem o velikosti zrn nad 2 mm, pokračuje hrubým pískem o velikosti zrn 2,0 až 0,5 mm, jemným pískem velikosti zrn 0,5 až 0,05 mm, prachem o velikosti zrn asi 0,05 až 0,01 mm; nejvyšší vrstvu tvoří jíl o velikosti částic menší než 0,01 mm; doba jejich sedimentace je delší než 10 hodin (J. Konta, 1960).

Při výkladu o chemickém zvětrávání hornin na střední škole vyučující využije poznatky žáků o elektrolytické disociaci, o hydrataci iontů, o hydrolyze soli a o oxidačně redukčních reakcích. Chemické zvětrávání charakterizuje jako postupnou destrukci strukturních mřížek horninových minerálů, vyvolanou působením vody (polarita molekul, ionty z disociovaných molekul vody), vlivem některých látek rozpouštěných ve vodě, např. O_2 , H_2S , CO_2 , SO_2 , SO_3 , a probíhající při zemském povrchu za obvyklé teploty a atmosférického tlaku.

Příkladem chemického zvětrávání křemičitanu může být olivín, chemického složení $(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_4)$. Kationty Mg^{2+} a Fe^{2+} , které jsou na povrchu strukturní mřížky minerálu vázány jednostranně a tedy poměrně slabě, jsou hydratovány

polárními molekulami vody. Další chemické reakce můžeme vyložit jako hydrolýzu křemičitanu železnatého a jeho oxidaci na křemičitan železitý, vznik hydroxidu železnatého a hydroxidu hořečnatého a uvolnění kyslíčnicku křemičitého. Proces se nezastaví rozrušením strukturní mřížky minerálu na povrchu krystalu. Hydratační kationtů Fe^{2+} a Mg^{2+} vznikají v povrchových vrstvách strukturní mřížky nepatrné poruchy (trhlínky, jamky, dutinky). Do nich pronikají další molekuly (dipóly) vody, chemické reakce postupují do hlubších částí strukturní mřížky nerostu, až postihnou celý krystal.

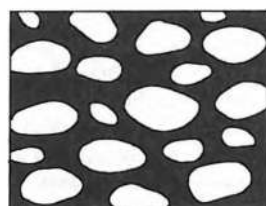
Obvyklým příkladem zvětrávání křemičitanu je hydrolýza draselného živce (obr. 17). Vyučující vyloží proces podle srozumitelného podání B. Hejtmána (1969, str. 104) jako děj destrukce strukturní mřížky draselného živce vyvolaný ionty disociovaných molekul vody.

Tento děj lze demonstrovat pokusem, který provedeme např. takto: Na jemně rozpráškovaný draselný živec rozetřený zprvu na porcelánové, pak na achátové misce necháme působit asi padesátinásobné množství vody po dobu asi 90 minut za laboratorní teploty. Předem jsme se přesvědčili univerzálním indikátorovým papírkem o přibližně neutrální reakci použité destilované vody (pH asi 7,0). Po 90 minutách zkusíme indikátorovým papírkem reakci roztoku. Zjistíme, že je zásaditá (pH asi 8,0–8,5).

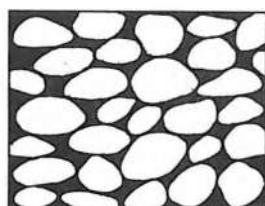
Vyučující v rozhovoru s žáky provede rozbor pokusu. Vysvětlí, že v přírodě děj stále pokračuje, rovnováha se neustaví, protože voda (roztok) se neustále vyměňuje, obnovuje.

Dedukcí z pokusu a ze známé skutečnosti, že koncentraci hydroxoniových (vodíkových) iontů v roztoku, a tedy jeho chemickou aktivitu, zvyšuje příměs kyselin ve vodě, lze vyvodit poznatek, že kyselina uhličitá, kyselina siřičitá nebo sulfan (sirovodík), vznikající v půdě při rozkladu organických látek, proces chemického zvětrávání živce urychlují. Induktivně deduktivním postupem se vyvodí obecný závěr, že rychlost chemického zvětrávání nerostného obsahu hornin závisí na teplotě, na koncentraci hydroniových iontů, na množství vody a na velikosti styčného povrchu minerálu s vodou.

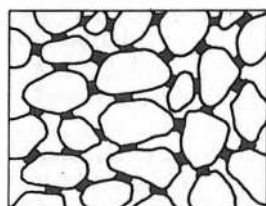
Druhou stránkou procesu chemického zvětrávání nerostného obsahu hornin je transport a třídění jeho produktů. V závěru svého výkladu vyučující shrne geochemické poznatky žáků střední školy do několika bodů, charakterizujících transport a vylučování kationtů Na^+ , K^+ ; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} ; Si^{IV} , Al^{III} a Fe^{III} .



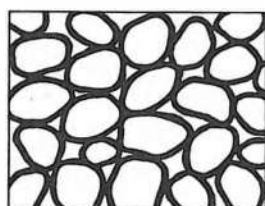
A



B



C



D

29 Hlavní typy tmelu úlomkovitých sedimentů
A základní tmel
B mezerní tmel
C dotkový tmel
D obalový tmel
(podle M. S. Švecova)

V souvislosti s tím podá teoretické zdůvodnění některých empiricky ověřených geochemických jevů, jako je hromadění sodných sloučenin v mořích a slaných jezerech, zachycení velké části draselných sloučenin na kontinentech, oddělení sloučenin železitých od sloučenin hlinitých při vzniku kaolínů a při vzniku lateritů.

Nejlépe zde, ve vztahu k procesu zvětřování nerostů, seznámí vyučující žáky na střední škole s elementárními poznatky o vzniku jílových minerálů v souvislosti s chemickými a strukturními proměnami nerostů obsahujících SiO_2 a dostatečná množství Al_2O_3 . Na základě zjednodušených schémat strukturních mřížek těchto nerostů (obr. 20) podá přehled jejich fyzikálních a chemických vlastností a zdůrazní význam jílových minerálů pro průmysl a zemědělství. Svůj výklad doplní demonstrací některých fotografií jílových nerostů, pořízených elektronovým mikroskopem, např. z díla Kontova (1961).

Závěrečnou, nikoli však konečnou fází vývoje usazených hornin je proces zpevnění (diagenese) volného klastického usazeného materiálu.

Na základní škole doporučujeme zůstat u názvu zpevnění usazených hornin. Mezi ději, které vedou k zpevnění usazenin, rozliší vyučující děje mechanické (obr. 26, 27, 29A) a děje chemické (obr. 29C,D).

Chemické děje, které mají rozhodující význam pro zpevnění usazenin, vysvětlí vyučující na příkladu pískovce s vápnitým tmelem. Svůj výklad doprovodí pokusem znázorňujícím opačný proces, proměnu pískovce s tmelem tvořeným uhličitánem vápenatým zpět v křemenný písek, mírným zahříváním pískovce se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou. Kapkou barytové vody na tyčince dokáží žáci unikající CO_2 . Po skončení reakce a po dekantaci směsi snadno zjistí, že v reakční nádobce zbyla volná zrna křemenného písku.

Na střední škole půjde o teoretické prohloubení naznačených poznatků a o některé dílčí podrobnosti. Vyučující podá definici diagenese sedimentů jako souhrnu mechanických a chemických dějů probíhajících v horninách za obvyklého tlaku a teploty a vedoucích k zpevnění usazeného materiálu. Zdůrazní chemické děje diagenese.

Vyučující vyjde z individuálních žákovských pozorování pískovců (popř. arkóz) a slepenců. Zaměří pozornost žáků na nerostné složení tmelů a podá přehled minerálů, které se jako tmely v přírodě uplatňují. Vysvětlí pravděpodobný původ tmelů (B. Hejtman, 1961). Naváže na dřívější poznatky žáků o metasomatóze a uvede pravděpodobné metasomatické proměny a náhrady původního tmelu klastického sedimentu jiným tmelem. Dbá, aby vysvětlil zdánlivý rozpor mezi názorem o nerozpustnosti křemene ve vodě a malé pohyblivosti kationtů Fe^{3+} ve vodných roztocích a mezi existencí křemenného a železitého tmelu pískovců a slepenců. Nebude pro žáky bez zajímavosti, jestliže vyučující uvede, že kalcitový tmel se vyskytuje spíše v pískovcích geologicky mladších, zatímco tmel dolomitický nebo křemenný, charakterizující spíše pískovce starších geologických období, vznikl pravděpodobně metasomatózou původního tmelu kalcitového dolomitem nebo křemenem.

Výklad o vzniku přeměněných hornin je i na střední škole nesnadný, protože fond vědomostí žáků z termodynamiky, z fyzikální chemie, ze strukturní kystalografie a z geochemie není a nemůže být tak bohatý, aby bylo možno vykládat procesy metamorfózy hornin na teoreticky ucelených základech. Také, stejně jako v případě magmatitů, nelze v přírodě ani v laboratoři pozorovat procesy metamorfózy hornin. Proto je vyučující nezřídkou veden k výkladu v nejhrubších rysech, aproximativnímu. Někdy musí určité jevy obejít, mezery obrátě přesklenout, mnohé jevy vynechat. Nebylo by správné, kdyby se vyučující uchyloval

k vnější jevové stránce geologických jevů, v našem případě metamorfních dějů, a nepokusil se žákům přiblížit jejich podstatu. Téma klade zvýšené nároky na pedagogickou dovednost vyučujícího; vyžaduje, aby při zjednodušeném podání pečlivě vybraných poznatků zůstal na dobré úrovni světonázorového působení tématu a na úrovni vědecké správnosti interpretace poznatků.

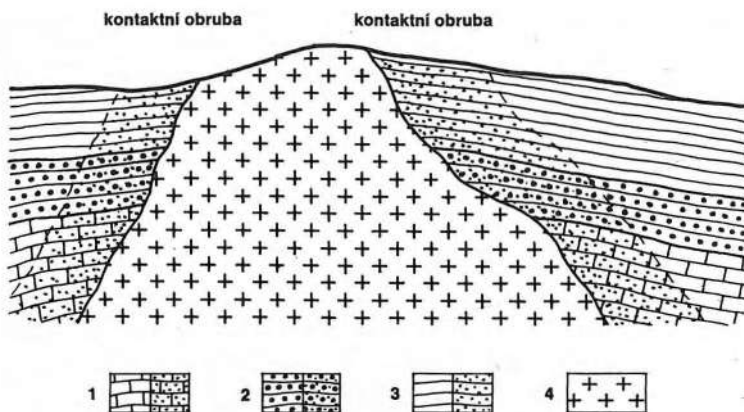
Již na základní škole vychází vyučující ze skutečnosti **neustálé proměny** zdánlivě stálých, neproměnných hornin vyvřelých, usazených a již dříve proměněných. Vede žáky k pozorování, že např. hrubozrnná žula nebo granodiorit a rula v typickém vývoji (ortorula) jsou viditelně odlišné a přece mají téměř shodné nerostné složení. Po skončeném pozorování a rozhovoru o jeho výsledcích formuluje otázku: čím se obě horniny — žula a rula — liší a proč se liší?

Vyučující vysvětlí, že **tlak, zvýšená teplota a chemické vlivy působící na horninu po milióny let, ji proměnily**. Uvede, že k podobným změnám dochází i v jiných horninách a organizuje frontální pozorování jílové břidlice, fylitu, svoru a ruly.

Konečně uvede, že také **voda, pronikající póry hornin a vnikající i mezi jejich nerostná zrna** vydatně přispívá v průběhu miliónů let k proměnám horniny (některé nerosty rozpouští, jiné vylučuje). Dochází k pozvolným změnám v hornině, která se po dlouhotrvajícím působení vody a ostatních činitelů může podstatně lišit od horniny původní.

Na střední škole věnuje vyučující pozornost prohloubení teoretických základů procesu metamorfózy hornin, kterou definuje jako **přízpůsobení pevné, již hotové horniny změněným fyzikálním a chemickým podmínkám** (B. Hejtman, 1961, str. 195). Při výkladu o významu tlaku v procesu metamorfózy vyučující rozliší **tlak všesměrný (geostatický) a tlak orientovaný (stress)** a vysvětlí původ obou druhů tlaku. Vystríhá se přitom nesprávných zobecnění a vulgarizujících tvrzení, např. že s růstem geostatického tlaku vzrůstá úměrně intenzita metamorfního procesu. Význam geostatického tlaku v procesu metamorfózy hornin lze správně hodnotit takto: **zvýšení geostatického tlaku podporuje děje, které vedou k zmenšení objemu výsledných látek, tj. ke vzniku nerostů o větší hustotě**.

Zvýšenou pozornost věnuje vyučující výkladu o významu **stressu pro vznik paralelní textury metamorfovaných hornin**. Vylóží též proces **překrystalo-**



30 Kontaktní metamorfóza a její produkty — horniny dotykově přeměněné;

1 vápenec, 2 pískovec, 3 jílovitá břidlice (horniny dotčené kontaktní přeměnou jsou tečkované), 4 žula, která vyvolala přeměnu

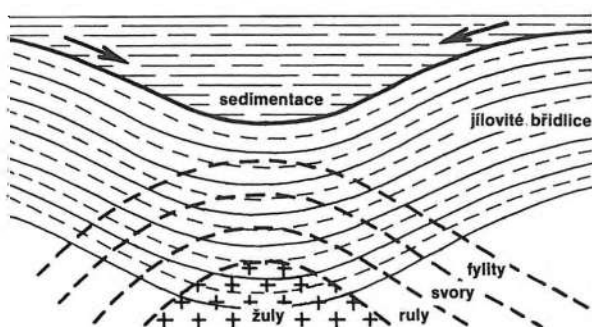
vání některých horninotvorných minerálů prostřednictvím vodných roztoků. Pro příklad může uvést částečné nebo téměř úplné nahrazení pyroxenu některých magmatitů amfibolem nebo biotitem, nebo naopak vznik amfibolu v horninách, které jej původně neobsahovaly.

Za velmi zjednodušených podmínek lze překrystalování nerostných individuí prostřednictvím vody demonstrovat mikroskopickým pozorováním rozpouštění síranu sodného a dusičnanu vápenatého ve společné kapce vody a vylučování síranu vápenatého v typických jednoklonných krystalech, nežádka dvojčatých, a klenců dusičnanu sodného z téže kapky nasyceného roztoku.

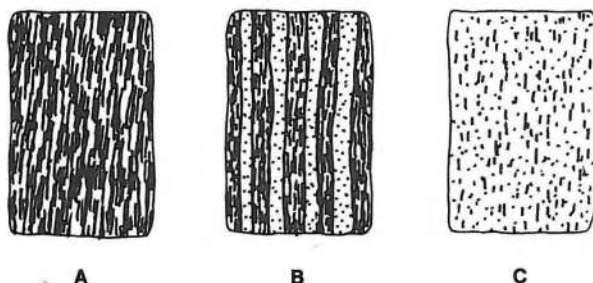
Teprve v závěru charakterizuje vyučující metamorfózu kontaktní (obr. 30) a metamorfózu regionální (obr. 31). Stěžejním kritériem odlišení obou kategorií proměny hornin je dynamika obou procesů: zatímco kontaktní metamorfóza probíhá bez vlivu jednostranného tlaku (stressu), v procesu regionální metamorfózy má stress rozhodující význam. Působení stressu se projevuje též na produktech metamorfózy: horniny, vznikající v průběhu kontaktní metamorfózy, se vyznačují zpravidla všesměrnou texturou; krystalické břidlice, vznikající regionální metamorfózou za účasti stressu, mívají paralelní texturu (obr. 28, 32). Pouze na střední škole doplní vyučující poznatky žáků o metamorfóze hornin pojmem migmatitizace, migmatity. Vysvětlí, co je anatexe, anatektické magma a co jsou chemicky účinné (agresivní) roztoky. Anatektické magma a chemicky účinné roztoky působí na starší horniny, třeba usazené nebo již dříve přeměněné, a vyvolávají v nich složité metasomatické děje (migmatizaci) za přínosu chemických látek. Migmatizací postižené horniny obsahují četné žilky draselného živce a připomínají svým vzhledem ruly (obr. 32). V závěru procesu mohou migmatizací vznikat horniny struktúrou, textúrou i nerostným složením zcela podobné žule nebo dioritu.

GEOSYNKLINÁLA

- 31 Oblastní přeměna sedimentů na dně klesající geosynklinály (podle M. Orli)



- 32 Schematické znázornění stoupající migmatizace parafy až na tzv. žulorulu A—C; řezy kolmo na foliaci hornin (podle B. Hejtmána)



Při vyučování soustavné petrografie podle učebnic vypracovaných podle osnov vydaných pro základní školy před r. 1977 a pro gymnázia před r. 1978 považujeme za potřebné oživit učivo o jednotlivých horninových minerálech jejich demonstrací a vytčením jejich význačných tvarových a fyzikálních vlastností. V učebnicích vypracovaných podle nového projektu výchovně vzdělávací soustavy je, nebo bude učivo o horninotvorných nerostech zahrnuto do učiva petrografického systému. Tím se odstraní dosavadní nedostatečná návaznost mezi učivem systematické petrografie a mineralogie.

Pro charakteristiku podílu nerostů na tvorbě jednotlivých horninových druhů je potřebné, aby vyučující na školách obou typů vyvodili pojem **podstatné nerosty**, vedlejší nerostné složky, na střední škole pojem **minerály přídatné** (akcesorické) a uvedli důvod, proč se horninotvorné minerály dělí též na **minerály světlé**, k nimž počítáme živce a křemen, a na **minerály tmavé**, k nimž bez ohledu na barvu počítáme ostatní horninové křemičitany, tedy např. i muskovit.

Významným poznatkem o nerostném složení hornin na škole základní i na školách středních je skutečnost, že **všechny horniny v podstatě obsahují jen neveliký počet horninotvorných nerostů**. Rozdíly mezi horninami jsou způsobeny vedle rozdílného původu, různých struktur a textur rozdílným **poměrným zastoupením** jednotlivých nerostů, přitom však jsou mezi horninami četné **přechody**. Teprve kvantitativní zastoupení jednotlivých minerálů v hornině spolu se strukturou a texturou horninu přiměřeně charakterizuje. Pravdivost tohoto poznatku si mohou žáci ověřit pozorováním dostupných vzorků hornin různého původu.

4.2 PETROGRAFIE SOUSTAVNÁ

Úvod

V dosavadních učebnicích všeobecně vzdělávacích škol tvořila soustavná petrografie samostatnou část. Návaznost na ostatní učivo z oborů geologických věd byla zpravidla nedostatečná. Proto trpěla soustavná petrografie značnou **statičností a popisností**, často i **přeplněností**. Integrací učiva petrografie a mineralogie s učivem ostatních oborů geologických věd v novém projektu výchovně vzdělávací soustavy jsou pojaty horniny jako organická součást neživé přírody s úzkými vztahy k okolí. To umožňuje podstatnou modernizaci vyučovacích metod i v partiích soustavné petrografie.

4.2.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Seznámit žáky s horninami jako s příklady minerálních družin (paragenezí), které se tvořily za určitých geologických procesů. Poskytnout jim tak příležitost srovnávat na vybraném materiálu jejich **minerální složení, sloh a stavbu hornin** a usuzovat z těchto vlastností na **podmínky jejich vzniku**. Žáci mají poznat i význam **klasifikace hornin** a její hlavní hlediska.

Úvahy o geologických procesech, kterými horniny vznikají a přeměňují se, mají též nemalý výchovný význam, protože **podněcují žáky k dialektickému chápání příčin procesů**, které vedly k vývoji a rozrůznění skladby zemské kůry. Zároveň přispívají k rozvíjení zájmů o neživou přírodu a k upevnění poznatků geologických věd.

Soustavná petrografie má nejbližší vztah k mineralogii, neboť jedním z hlavních rozlišovacích znaků mezi horninami je jejich minerální složení. Jiným důležitým hlediskem třídění hornin je velikost a tvar součástek, které jsou závislé na podmínkách, za nichž horniny vznikají. Podmínky vzniku hornin vyvozujeme z poznatků **obecné geologie**. Moderní chemické třídění hornin, založené na poznatcích o vztazích mezi chemickým složením hornin, se neobejde bez výzkumu hornin **chemickými metodami**. Na všeobecně vzdělávacích školách lze chemické hledisko třídění hornin uplatnit jen ve velmi omezené míře.

Na všeobecně vzdělávacích školách nejde o poznání soustavy hornin v pravém slova smyslu. To by bylo příliš náročným úkolem. Mluvíme proto pouze o **základech soustavné petrografie**. Jde spíše o **poznání jednotlivých významných hornin** různého původu na základě relativně samostatných žákovských pozorování, nežli o poznání soustavy hornin. Považujeme za nezbytné **překonat starší pojetí systému hornin**, vyznačující se vysloveně **verbálním** popisem hornin, kterému se žáci učili z paměti a mechanicky jej reprodukovali.

Máme za to, že se žáci všeobecně vzdělávacích škol mají naučit na nepočtených typických příkladech hornin **vyvřelých**, **usazených** a **přeměněných** hornin **samostatně analyzovat a charakterizovat**. Za učitelova vedení mají se naučit **usuzovat z poznatků makroskopického pozorování** (na střední škole i dostupného pozorování mikroskopického) na **původ horniny** a **zařadit ji do jednoduchého, zcela obrysového petrografického systému**. Výkladem učitele, studiem učebnic a populárně vědecké literatury se mají seznámit s praktickým použitím poznávacích hornin. Mají se naučit běžně **poznávat regionálně významné horniny** v typickém vývoji.

Poznámky k výběru učiva

Naznačené pojetí petrografie předpokládá takový výběr učiva, který by byl přiměřený rozumové vyspělosti žáků a umožnil zaměřit vyučování na osvojování si základních metod pozorování a charakteristiky hornin, na dedukci o jejich původu a vzniku a poznání jejich praktického významu. Vyučující **nepodává žákům hotové charakteristiky hornin**.

Předmětem studia jsou typicky vyvinuté vzorky regionálně významných hornin. Za vhodné objekty soustavného studia považujeme horniny v připojeném přehledu (horniny vhodné pro základní školu jsou zvýrazněny tiskem).

Horniny vyvřelé

hlubinné: žula (granit), diorit, syenit, gabro, olivínovec

žilné: žulový porfyr

výlevné: křemenný porfyr, ryolit, andezit, čedič, znělec

Horniny usazené

štěrk, písek, jíl, hlína, spraš

slepenec, pískovec, křemenec, arkóza, jílovitá břidlice

vápenec, dolomit, fosforit, rašelina, uhlí, ropa, zemní plyn

Horniny přeměněné

rula (pararula), svor, fylit, mramor

ortorula, amfibolit, hadec, mastková břidlice, migmatit

Rozdíly mezi školou základní a školou střední se projeví odstupňovanou náročností charakteristik hornin, výběrem a počtem charakterizovaných hornin a metodikou jejich pozorování.

Poznámky k vyučovací metodám

Za hlavní vyučovací metodu tematického celku považujeme učitelem řízená individuální a skupinová makroskopická pozorování hornin (na středních školách též pozorování mikroskopická).

V ý k l a d, nehledě k povaze úvodní hodiny, doporučujeme omezit na úvody do žákovských pozorování, na určení konkrétních studijních úkolů a studijních pramenů s nezbytným vysvětlením pracovních postupů a na průběžné řízení žákovských pozorování. Učitelův výklad, přecházející do rozhovoru s žáky, je také nezbytný při vyvozování nových pojmů, při vedení žáků k závěrům o genezi horniny a o jejím praktickém významu.

Žákovská pozorování tu plní funkci demonstrace přírodnin, a proto je nutné, aby žákům byla poskytnuta dostatečná doba k rozlišení podrobností studovaného objektu. Žákovská pozorování tu nabývají formu laboratorní metody vyučování. Horniny — stejně jako nerosty — nelze demonstrovat od stolu nebo letmým podáváním vzorků od žáka k žákovi.

Můžeme tedy metodickou stavbu témat soustavné petrografie schematicky vyjádřit s vědomím přibližnosti každého schématu takto:

- úvodní učitelův výklad,
- uložení konkrétních pracovních (studijních) úkolů s vysvětlením pracovního postupu,
- individuální žákovská makroskopická (a mikroskopická) pozorování vzorků hornin,
- rozhovor učitele a žáků o původu a vzniku horniny,
- zařazení horniny do obrysového petrografického systému,
- poučení o praktickém významu horniny a o jejích nejvýznamnějších lokalitách (studium učebnice nebo populárně naučné literatury nebo na základě výkladu vyučujícího, s konfrontací údajů v geologické mapě).

Řízení žákovských pozorování má obecně tři fáze:

- uvedení žáků do samostatných pozorování,
- řízení průběhu žákovského studia stručnými pokyny a vysvětlivkami, odpověďmi na případné otázky žáků a průběžnou kontrolou jejich práce,
- závěrečnou kontrolu výsledků žákovských pozorování rozhovorem vyučujícího s žáky, individuální prohlídkou jejich pracovních výsledků nebo řízenou diskusí v žákovském kolektivu.

Na středních školách vyžadují žákovská mikroskopická pozorování výbrusů hornin soustředěnou učitelovu péči. Didakticky podstatně výhodnější než přímá žákovská pozorování s použitím několika polarizačních mikroskopů jsou hromadná pozorování obrazů výbrusů, promítaných z jednoho mineralogického mikroskopu. Uspořádání aparatury je znázorněno na obr. 19. Pro nedostatek teoretických znalostí žáků v oblasti základů krystalové optiky a pro jejich malé praktické zkušenosti vyžaduje pozorování výbrusového materiálu s o u b ě ž n ý v ý - k l a d vyučujícího. Vyučující ukáže žákům na obraze výbrusu (bez vysvětlování podrobností), která zrna horniny odpovídají jednotlivým horninotvorným minerálům. K pozorování výbrusů hornin lze využít i Meotar.

Na základě pozorování mikroskopických obrazů výbrusů hornin určí žáci za bezprostředního učitelova vedení strukturu horniny, její texturu a její nerostný obsah v pořadí:

tmavé minerály, světlé minerály, druhotné minerály.

O akcesoriích se vyučující zmíní jen okrajově, zpravidla tehdy, objeví-li se v zorném poli nápadné, krystalograficky dobře vyvinuté zrno akcesorického minerálu. Není však třeba, aby se vyučující pokoušel o identifikaci akcesorie. Bezpečné určení akcesorických minerálů vyžaduje podstatně náročnější metody než je pouhé pozorování obrazu výbrusu.

Vzorky studijních hornin, které nemají být menší než $6\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 2,5\text{ cm}$, mají být odebrány z čerstvé, nenavětralé horniny (k demonstraci ukázek chemického zvětvávání hornin odebíráme i vzorky hornin zvětralých). Vybudování sbírky multiplikátů takových vzorků hornin je dlouhodobým úkolem. Žákovská pozorování nerostného složení hornin narážejí na obtíže, popř. selhávají v případech hornin jemnozrnných. Nerostné složení jemnozrnných hornin charakterizuje sám vyučující; žáci horninu současně pozorují a snaží se zapamatovat si její vzhled.

Úvaha o původu horniny je předmětem rozhovoru s žáky nebo předmětem řízené diskuse kolektivu žáků. Půjde tu zčásti o opakování některých dřívějších poznatků z všeobecné petrografie a o jejich aplikaci, zčásti o některé nové poznatky žáků. V případech metamorfovaných hornin vyučující vysvětlí, zvláště na střední škole, z které horniny a za jakých podmínek se přeměněná hornina pravděpodobně vytvořila.

Úkol zařadit horninu do systému může být žáky řešen jen v nejjednodušším případě. Na základní škole zůstane vyučující u zařazení ukázky mezi horniny vyvřelé hlubinné nebo vyvřelé výlevné, usazené nebo přeměněné. Na střední škole žáci zařadí horninu po provedené diskusi o výsledcích pozorování do zjednodušeného petrografického systému (viz vzor na str. 115).

Při opakování a procvičování učiva ze soustavné petrografie používáme opět formy výuky založené na přímém žákovském pozorování hornin a na práci žáků s horninovým materiálem.

Na základní škole půjde o praktické poznávání a o samostatné charakteristiky jiných vzorků hornin než těch, jež byly předmětem žákovského studia. S těmito formami vyučující spojí přiměřené problémové otázky o původu hornin a vyhledávání nejvýznamnějších lokalit konkrétních hornin v geologické mapě.

Na střední škole zařadí vyučující navíc charakteristiku hornin podle makroskopického i mikroskopického pozorování; charakteristiku horniny spojí s úkoly vysvětlit původ a vznik horniny. Klade zde vyšší nároky na podrobnosti a přesnost výkladu.

Pro opakování systému hornin je vhodné sestavit přehledné schéma nebo tabulku k doplňování.

Soustava hornin

(Návrh schématu pro opakování soustavy hornin na základní škole)

- | | | |
|------|--------------------|------------------------|
| I. | Horniny vyvřelé: | hlubinné
výlevné |
| II. | Horniny usazené: | nezpevnělé
zpevnělé |
| III. | Horniny přeměněné: | |

Úkol: Zařadte prozkoumané horniny do tohoto přehledu.

Soustava hornin

(Návrh schématu pro opakování soustavy hornin na střední škole)

I.	Horniny vyvřelé:	hlubinné podpovrchové (žilné) výlevné	
	Horniny usazené:	úlomkovité a jílovité	nezpevněné zpevněné
II.		chemické	křemičité vápnité jiné
		organického původu	neústrojné povahy ústrojné povahy
III.	Horniny přeměněné	původu sedimentárního	
		původu magmatického migmatity	

Úkol: Zadejte prozkoumané horniny do tohoto přehledu.

5.1. GEOLOGIE STRUKTURNÍ

5.1.1 VÝCHOVNÉ VZDĚLÁVACÍ CÍL

V oblasti vzdělávací je cílem naučit žáky základním poznatkům o stavbě (struktuře) zemské kůry, o změnách, kterými stavba zemské kůry prochází působením vnějších a vnitřních činitelů, a o významu výzkumu geologických struktur pro vyhledávání a těžbu nerostných surovin, využívání ložisek podzemních vod, pro studium morfologie území.

V oblasti dovedností a návyků je cílem naučit žáky rozlišovat v přírodě a na obrázcích v literárních pramenech jednoduché geologické struktury, zjišťovat jednoduché struktury v geologických mapách, měřit geologickým kompasem, sestavovat jednoduché profily, zaznamenávat do mapy výsledky pozorování a měření, kreslit přírodní a umělé odkryvy a rozvíjet geologické myšlení žáků rozborom a výkladem jevů v přírodě.

V oblasti ideové přispívat poznatky o vývoji stavby zemské kůry působením geologických činitelů k utváření vědeckého světového názoru a k ateistické výchově.

5.1.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČÍVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Strukturní geologii rozumíme tu část všeobecné geologie, která řeší otázky stavby Země. Nezabývá se pouze popisem geologických struktur, ale zároveň zkoumá podmínky jejich vzniku i změny, kterými působením vnějších a vnitřních činitelů procházejí. Takto pojatá strukturní geologie je úzce vázána na geologii dynamickou a na petrografii. Tato vazba významně ovlivňuje zařazení poznatků strukturní geologie do systému učiva. Přitom nelze opominout ani úzký oboustranný vztah strukturní geologie ke geofyzice, regionální geologii, geologii ložisek nerostných surovin, geomorfologii a hydrogeologii.

Úzké mezivědní vztahy způsobují, že poznatky ze strukturní geologie netvoří obvykle v rozsahu učiva na všeobecně vzdělávacích školách jednotný celek. Základní poznatky o stavbě Země jsou zpravidla úvodní částí výuky (téma 2.2, str. 59). Poznatky o tvarech horninových těles bývají přiřazovány k petrografii, poznatky o příčinách vzniku geologických struktur bývají součástí geologie dynamické. Pouze část strukturní geologie zabývající se poruchami (deformacemi) horninových těles tvoří obvykle samostatnou část, označovanou jako poruchy vrstev.

V moderním genetickém pojetí výuky geologie na základních i středních školách je vhodné, aby poznatky ze strukturní geologie byly obsaženy v kapitole o planetě Zemi a v kapitole o látkovém složení a stavbě zemské kůry a byly zde podřízeny celkové struktuře těchto kapitol. Toto uspořádání umožní nejen popis

jednotlivých geologických struktur, ale i vysvětlení jejich vzniku a změn, kterými procházejí.

Na odborných školách tvoří strukturní geologie obvykle samostatnou část všeobecné geologie. Charakteristika geologických struktur nemůže být v tomto případě plně propojena s dynamickou geologií. Zaměřuje se spíše na popis jednotlivých strukturních prvků, což je z hlediska budoucích potřeb žáků v provozní praxi vhodné.

Má-li být výuka strukturní geologie úspěšná, je nezbytné, aby žáci studovali uložení a složení vrstev, jejich podloží, nadloží, nerovnosti vrstevních ploch apod. přímo v terénu. Pozorování v přírodě (na odkryvech i pozorování morfolo- gické území) je nutné konfrontovat s podrobnou geologickou mapou.

5.1.3 VYUČOVACÍ PROSTŘEDKY

Prevažující organizační formou je **hodina základního typu** ve třídě. K dosažení žádoucího úspěchu by se však výuka měla opírat o praktické práce v terénu, zaměřené na pozorování a výzkum jednotlivých strukturních prvků i tektonického stylu určité oblasti, na srovnávání geologických struktur v terénu s geologickou mapou, na studium příčin vzniku jednotlivých struktur.

Z vyučovacích metod se uplatní:

- metoda pozorování při studiu geologických profilů, map, obrázků, při frontální práci s přírodninami ve třídě, pozorování odkryvů a morfologie krajiny v přírodě;
- metoda souvislého výkladu vycházející z rozboru konkrétních geologických struktur v přírodě v okolí školy, z rozboru geologických modelů, profilů a map, obrázků, fotografií a diapositivů, z pozorování a studia odkryvů, defilé v okolí školy, z frontální práce s přírodninami. Metodu souvislého výkladu provádíme především popisem, vysvětlováním a vyprávěním. Používáme ji jen v omezené míře;
- metoda rozhovoru při rozboru výsledků pozorování geologických modelů, profilů, obrázků, map, při práci s přírodninami a při práci v terénu. Často se prolíná s metodou pozorování.

Z učebních pomůcek se používají:

geologická mapa ČSSR, fyzickogeografická mapa ČSSR, fyzickogeografická mapa Evropy, vhodné geologické profily sestavené podle profilů v geologických publikacích a mapách, náčrty geologických schémat, nástěnné zeměpisné obrazy zachycující morfologii území, blokdiagramy zemské kůry i jednotlivých jevů, akvária, pískový stůl, geologické kompas, anorganické přírodniny pro frontální pozorování (ukázky zvrstvení, puklin, vrásek atd.).

5.1.4 METODICKÉ POZNÁMKY K DÍLČÍM TÉMATŮM

Protože je řazení poznatků tektonické geologie do obsahu výuky nejednotné, bude nevhodnější zaměřit výklad na původní (primární) a druhotné (sekundární) geologické struktury těles v zemské kůře.

Jsou to struktury vytvořené při vzniku hornin a neporušené pozdějšími deformacemi horninových komplexů. Patří sem např. masív, sopouch, vrstva, zvrstvení, diskordance.

Poznatky o primárních strukturách si žáci většinou osvojí dobře, avšak mechanicky, bez hlubšího porozumění. Primární struktury si mnohdy žáci neumí představit prostorově. Nejzřetelněji se to projevuje v regionální geologii v tom, že nedokáží číst geologickou mapu a činí jim obtíže vysvětlit jednoduchý geologický profil. Je to proto, že nemají konkrétní představu o vztahu primárních struktur a geologické stavby určitého území. Příčinou je to, že při výuce se struktury většinou znázorňují na tabuli plošně, že se velmi řídky používá blokdiagramů a že jsou žáci pouze ojediněle seznámeni s geologickými strukturami v terénu okolí školy.

Vzácně se provádějí pokusy (např. se sedimentací). Většinou se poukazuje na jejich jednoduchost a na to, že tyto skutečnosti žáci znají z vlastních zkušeností. I když žáci formálně tyto jevy znají, neumějí si je prostorově představit, neznají jejich geologický a praktický význam. Lze se o tom přesvědčit nejen na školách základních, ale i na středních školách. Žáci např. nedokáží vysvětlit, za jakých podmínek vznikly hrubozrnné sedimenty, nedovedou si představit pozvolný nebo rychlý přechod hrubozrnných poloh do poloh jemnozrnných a neznají podmínky, za kterých k těmto změnám došlo.

Primární struktury magmatitů

Z primárních struktur magmatitů by měli žáci na základní škole znát pojem masív, žíla, sopouch, kupa, homole, lávové proudy, lávové příkrovy.

Některé z těchto pojmů si mohou žáci osvojit při vyučování v přírodě v okolí školy, jiné při zeměpisných exkurzích a výletech. Při pozorování těchto jevů jsou zvláště vhodné oblasti třetihorních vulkanitů nebo oblasti, kde vystupují hlubinné magmatity.

Při výuce se nespokojíme pouze s popisem a nákresem struktur, ale vysvětlíme, za jakých podmínek vznikají, ukážeme jak se projevují v geologických profilech a seznámíme žáky s tím, jak jsou některé z těchto struktur znázorněny na přehledné a podrobné geologické mapě a proč nelze všechny žíly, sopouchy atd. do geologické mapy zachytit. Výstižné vysvětlení dynamiky vzniku těchto struktur je nezbytným předpokladem pochopení geologických procesů probíhajících v jednotlivých etapách vývoje Země i vývoje geologické stavby naší republiky.

Na střední škole tyto poznatky zopakujeme a rozšíříme o pojmy pluton, peň, lakolit, strato vulkán. Upřesníme a rozšíříme obsah pojmu žíla, ukážeme rozmanitost žil co do tvaru, mocnosti a výplně. Zvláštní pozornost je třeba věnovat rudním žílám, především vysvětlení jejich vzniku a zákonitostem rozmístění, což má velký význam pro pochopení způsobu vyhledávání a těžby rud.

Při charakteristice plutonů upozorníme na jejich souvislost s granitoidní polohou (granitickou vrstvou) zemské kůry. Nejlépe to lze ukazovat na schematickém profilu moldanubikem.

V oblastech výskytu magmatitů (hlubinných, podpovrchových i povrchových) seznámíme žáky středních škol při práci v terénu (na vhodných výchozech magmatitů) s primárními strukturami vzniklými ve stádiu viskózně plastickém. Jde

především o primární lineaci, foliaci, proudovité (fluidální) struktury, případně struktury šmouhovité. Tyto primární struktury lze studovat i na vhodných ukázkách přírodnin. Ty však nedokáží zachytit celý jev tak, jak ho lze pozorovat v přírodě. Deformace vznikající ve svrchní části již zpevněného tělesa pohybem hmot v ještě neutuhlých hlubších částech plutonu se projevují tříštivou (rupturální) deformací. Jejím nejvýraznějším důsledkem jsou pravidelné systémy puklin (pukliny podélné, příčné a diagonální), jež jsou v zákonitých prostorových vztazích k napětí v plutonu v období magmaticko-viskózní fáze.

Na odborných školách upozorníme na význam primárních struktur z hlediska rozmístění a těžby nerostných surovin.

Primární struktury sedimentů

Na základní škole se žáci seznamují především s pojmy vrstva, vrstevnatost, souvrství, vrstevní sled, nadloží, podloží, mocnost vrstvy.

Na střední škole se objasní další pojmy, např. konkordance, diskordance, hiát, proplástek. Neměly by být opominuty ani znaky, jež umožní v terénu určit normální sled vrstvy (viz kapitola o historické geologii).

Při seznamování s primárními strukturami sedimentů je vhodné rozhovorem se žáky vyvodit, případně zopakovat, co to je eroze a denudace, jak je materiál tříděn vlivem různého prostředí a působením různých činitelů (voda, vítr, gravitace, ledovce) a jak dochází k jeho sedimentaci. Je nezbytné sedimentaci znázornit pokusem.

Na základní škole můžeme předvést nebo skupině žáků zadat tento demonstrační pokus.

Připravíme: dva větší válce, případně vysoké kádinky, suchý jíl a dvojnásobné množství čistého (propraného) písku. Mají-li být zkoumané jevy názorné, je třeba použít takové množství sypkého materiálu, aby měla každá komponenta ve válci mocnost 2,5 až 3 cm.

Válce naplníme do 3/4 vodou. Písek rozdělíme na dvě poloviny. Do prvního válce vsypeme za intenzivního míchání tyčinkou polovinu písku. Do druhého válce vsypeme za intenzivního míchání směs jílu promíchaného s druhou polovinou písku. (Jíl se bude vznášet ve vodě a písek bude zvolna sedimentovat.) Po nasypání písku a jílu se ponechají oba válce v klidu. Všichni žáci současně pokus sledují, z pozorování vyvodí závěry o sedimentaci. Především si upevní pojmy vrstva a vrstevnatost.

Na střední škole je již vhodné znázorňovat sedimentaci nejen dvou, ale i tří komponent (písek, prach, jíl), abychom ukázali vrstevní sled, střídání vrstev, ostrou a neostrou hranici mezi jednotlivými sedimenty. Důležité je vysvětlit podmínky sedimentace, za kterých jednotlivé primární struktury vznikají.

Nemáme-li možnost seznámit žáky přímo v přírodě s takovými strukturními prvky, jako je vrstva, souvrství, konkordance, diskordance, hiát atd., je nezbytné pro vytvoření správné představy tyto struktury vymodelovat. Modelování používáme na základní škole i na středních školách. Je neocenitelnou pomůckou i na školách odborných. Modelujeme z vlhkého písku a jílu. Výhodné je používat jílu různé zbarvených. Doporučujeme modelovat ve velkém akváriu, poněvadž žáci dobře vidí průběh jednotlivých struktur ze všech stran. Vytvoří si tak prostorovou představu, která je pro pochopení geologických jevů nezbytná. Nemáme-li k dispozici akvárium, lze modelovat i na pískovém stole.

Jde o struktury vzniklé buď v závěrečných fázích vzniku hornin (např. u sedimentů až po jejich uložení, ale před jejich zpevněním), nebo častěji po vzniku hornin, a to působením vnějších a vnitřních geologických činitelů.

Druhotné struktury se nejčastěji dělí na:

- netektonické (nediastrofické), které nebyly vyvolány bezprostředním účinkem vnitřních činitelů, nýbrž např. objemovými změnami, pohyby podmíněnými gravitací, zvětráváním, sopečnou činností, působením mrazu, ledovců;
- tektonické (diastrofické), vzniklé převážně působením vnitřních činitelů.

Na základních a středních školách se věnuje pozornost téměř jen strukturám tektonickým. To proto, že jsou výraznější, ovlivňují základní rysy geologické stavby území a v minulosti jim bylo v geologickém výzkumu věnováno více pozornosti. Netektonické struktury jsou neprávem opomíjeny. Nepochopení jejich vzniku vede někdy k nesprávnému výkladu stavby zemské kůry.

Netektonické struktury

K nejvýznamnějším netektonickým strukturám v komplexech sedimentárních hornin patří rozmanité prohýby a flexury podmíněné nestejnoměrnou kompakcí.

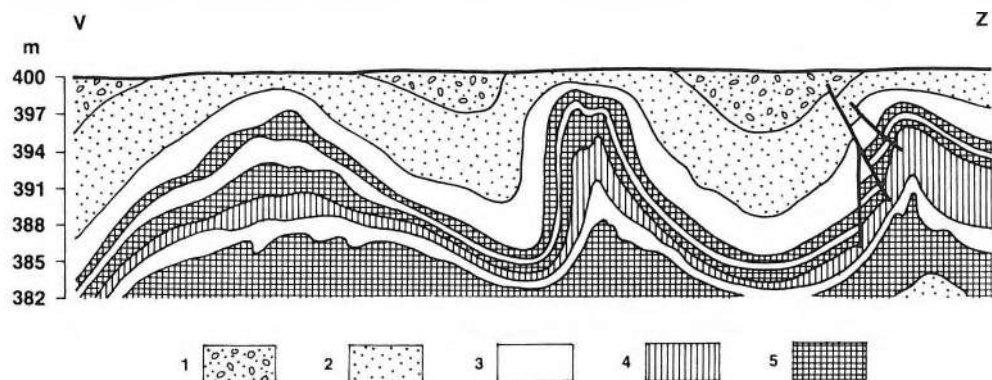
V oblastech výskytu terciéru dochází často k rozdílným objemovým změnám, jež jsou podmíněny rozdílnou sorpční schopností jílu. Tyto změny se projevují vznikem rozmanitých struktur, připomínajících intenzivní tektonické provrásnění (obr. 33). Při podrobném výzkumu zjistíme, že jsou provrásněny pouze některé polohy.

Jiné netektonické deformace vznikají skluzem vrstev na svazích mořského nebo jezerního dna. Tyto struktury se mohou projevovat i jako chaoticky provrásněné polohy uvnitř rovnoběžně uložených souvrství.

Velmi často lze pozorovat struktury vzniklé gravitačními pohyby. Jde o různé vrásy, vrásové kaskády, nasunutí atd. Významné jsou deformace způsobené ledovcem.

Rozmanité netektonické struktury vznikají také značným zatížením (přetížením) hornin při zakládání staveb. Lze je pozorovat např. při výkopech pro kanalizaci, vodovody atd. prováděných v blízkosti staveb.

Ukázku vzniku deformací vrstev zatížením lze provést ve větším akváriu, do kterého dáme několik vrstviček různobarevného a dostatečně vláčného jílu. Na



33 Schematický příčný profil intenzivně provrásněnými neogenními sedimenty v Mydlovarech; 1 jílovitý šterkopísek, 2 písčité jíly, 3 diatomy, 4 diatomové jíly, 5 lignit (podle A. Kopeckého)

svrchní vrstvu dáme špalíček nebo prkénko, které představuje např. násyp, základ budovy apod. Zatížíme-li je, můžeme pozorovat deformaci vrstev. Je-li jíl dostatečně vláčný, lze pozorovat vznik vrás. Žáky upozorníme, že v přírodě jde obvykle o proces dlouhodobější. Při rozboru pokusu žáci odvodí, že rozsah deformace vrstev záleží na jejich poddajnosti a na zatížení. Proto před zahájením výstavby větších objektů je nezbytné provést v širším okruhu předpokládaného staveniště podrobný geologický průzkum, na jehož základě lze rozhodnout o přesném umístění objektu a o stavební technologii.

Tektonické struktury

Rozlišujeme tektonické struktury:

- spojitě (konjunktivní), neporušující původní souvislost geologických těles (vrásové poruchy bez zlomu),
- nespojitě (disjunktivní), porušující původní souvislost geologických těles (poruchy se zlomem).

Struktury spojitě (konjunktivní)

Na základní škole se věnuje největší pozornost vrásám. Jejich vznik působením tangenciálních sil je nejlhodnější demonstrovat na několika na sobě naskládaných slabých vrstvách různě barevné plastelíny. Přednosti tohoto znázornění, ve srovnání s použitím listů papíru, případně látky, jsou především v tom, že mohou vzniknout zřetelné změny na vrstevních plochách, trhliny v antiklinále a synklinále, pozorovatelné deformace vrásových ramen, i to, že deformace je trvalá.

Při vysvětlování vzniku vrás upozorníme, že k provrásnění již tuhých hornin dojde teprve tehdy, jsou-li dlouhodobě pod vlivem dostatečně velkého všesměrného (geostatického) tlaku. Jeho účinkem se pevná hornina (např. vápenec, pískovec) stane elasticko-viskózní a může být plasticky přetvářena (deformována), aniž by došlo ke vzniku otevřených trhlin.

Vznik trvalé deformace pevných látek můžeme dokázat tím, že alespoň 1 m dlouhou, rovnou, vodorovně uloženou skleněnou tyč nebo trubičku umístíme do vodorovné polohy a na obou koncích podepřeme. Během několika měsíců (doba závisí na tloušťce a pevnosti tyčinky) se prohne (deformuje), aniž by došlo k poškození. Tato deformace je trvalá (nezvratná).

Při morfologické charakteristice vrásky vycházíme z modelu zhotoveného z plastelíny, z jílu, z lepenky. K demonstraci drobných vrás do velikosti desítek cm (případně k demonstraci částí vrás) je výhodné použít ukázky z detailně zvrásněných komplexů fylitů, rul a migmatitů. Protože se vyskytují v sériích krystalinika poměrně často, lze je získat v takovém množství ukázek, že jsou použitelné jako multiplikáty. Omezíme-li se pouze na náčrt schématu vrásky, nevytvoří si žáci jejich dostatečnou prostorovou představu, což jim ztěžuje pochopení dalších geologických jevů.

Na střední škole místo probírání hlavních druhů vrás podle úklonu osní roviny a vzájemné polohy vrásových ramen, seznámíme žáky s velikostním rozdělením vrásových struktur na megavrasy, makrovrasy, drobné vrasy a mikrovrasy.

Pro megavrasy (velevrasy) je charakteristická jejich velikost (od několika km do několika desítek až set km). Na odkryvech je nelze zjistit. Megavrasy vznikají vertikálními prohyby megabloků zemské kůry.

Makrovrasy (mají rozměry od několika desítek metrů do několika kilometrů). Vzhledem k rozměrům je lze jen ojediněle sledovat na odkryvech celé. Většinou jsou viditelné jen části těchto

struktur, jež se projevují jako různě ukloněné vrstvy. Makrovrásky vyniknou až v profilech, nebo na mapách.

Drobné vrásky, měřící od několika mm do několika metrů, jsou dobře pozorovatelné i na malých odkryvech. Vrásky o rozměru několik cm až desítek cm lze dobře pozorovat na vzorcích jílovitých břidlic, fylitů a svorů.

Mikrovrásky (mají maximálně velikost několika mm). Proto je lze nejlépe pozorovat mikroskopem ve výbrusech metamorfovaných hornin.

Na vhodných příkladech ukážeme, že se vrásky mohou lišit nejen velikostí, ale také tvarem ohybů a rozdílnou mocností v jednotlivých úsecích. Není nutné uvádět odborné názvy, ale je nezbytné charakteristické druhy vrás nakreslit, promítnout diasnímky různých druhů zvrásnění, porovnat na obrázcích v učebnici, v časopisech a při vhodné příležitosti je demonstrovat v přírodě na odkryvech.

Tyto poznatky jsou důležité proto, aby žáci nenabýli představu, že v přírodě existují ideální a dokonale zřetelné vrásky, jaké jsme demonstrovali na blokdiagramech, modelech nebo obrázcích v učebnici při popisu morfologie vrás.

Při probírání vrásových struktur na středních školách je vhodné procvičit měření sklonu a směru vrstev kompasem a zakreslování zjištěných údajů pomocí značek do mapy. To značně přispěje především k nácviku čtení geologických map, k lepšímu pochopení stavby zemské kůry, k upevnění vědomostí žáků o strukturách a metodách jejich zobrazování v geologické mapě.

Žáky středních škol je vhodné seznámit také s pojmem **antiklinorium** (jako komplexem dílčích vrásových struktur seskupených tak, že vytvoří antiklinálu) a s pojmem **synklinorium** (jako komplexem dílčích vrásových struktur seskupených tak, že vytvářejí synklinálu).

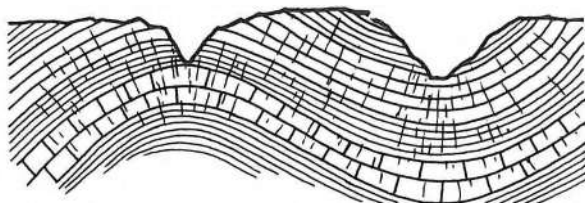
Při probírání vrásových struktur žáci často nabývají nesprávnou představu, že antiklinály tvoří v morfologii terénu vyvýšeniny a synklinály sníženiny. Tyto představy jsou ovlivňovány tím, že žáci zaměňují nákreš vrásky v učebnici používaný k znázornění prvků vrásové struktury s nákresem povrchu terénu. Napomáhají tomu i mnohé geografické termíny (např. sedlo, koryto atd.), které žáci znají ze zeměpisu, kde mají geomorfologický obsah (vyznačují povrchové tvary území), který však je odlišný od obsahu strukturně geologického. Např. v místě sedla vrásky může být údolí (obr. 34), synklinální a antiklinální struktury se mohou podílet na stavbě dnes již zarovnaného území atd. O kterou strukturu se jedná, určíme ze směru a sklonu vystupujících vrstev, případně z určení stáří vrstevního sledu.

Při probírání vrásových struktur upozorníme na význam antiklinálních struktur pro koncentraci ropy a zemního plynu a na otázky spjaté s vyhledáváním a těžbou těchto ložisek.

Struktury nespojité (disjunktivní)

Jestliže napětí v zemské kůře překročí mez pevnosti hornin, vznikají v horninách makroskopicky zřetelné poruchy. Došlo-li podle poruchy k vý-

34 Podélné údolí v ose antiklinály a v ose synklinály na příčném řezu

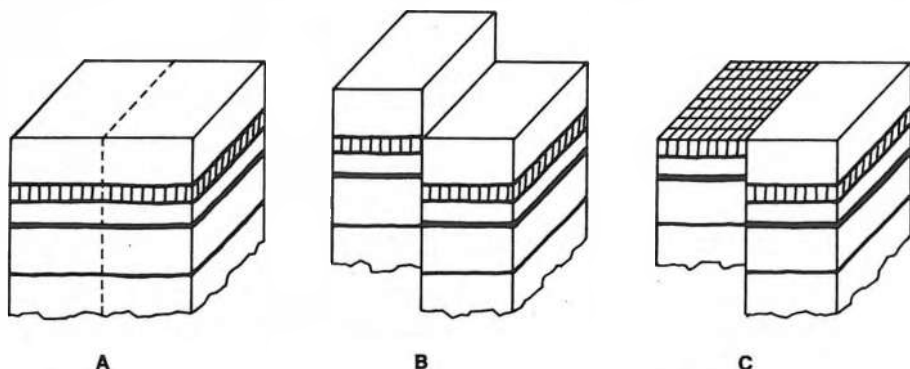


razným posunům horninových komplexů, označují se takovéto poruchy jako zlom (porucha se zlomem). Jestliže nedošlo podle poruchy k výraznému posunu horninových komplexů, označuje se taková porucha jako puklina, kliváž nebo břídlíčnatost.

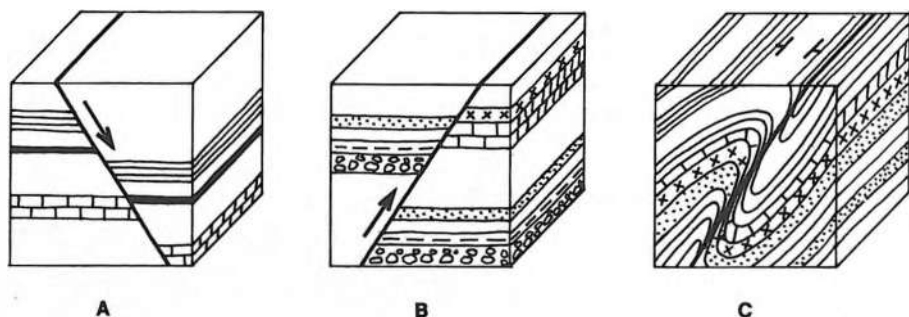
Puklinám, kliváži a břídlíčnatosti se na základních a středních školách doposud věnuje velmi malá pozornost. Příčinou je popisný přístup ke strukturní geologii. Zaměříme-li výuku všeobecné geologie tak, že nespojitě struktury budou pojaty jako důsledky napětí v zemské kůře, prokáže se nezbytnost pojmout do vyučování základní poznatky o puklinách, kliváži a břídlíčnatosti. Nelze je pominout také proto, že se lze s nimi setkat na většině odkryvů, že mají značný význam pro vznik podzemní vody, pramenů, pro akumulaci nerostných surovin, významně ovlivňují pevnost horninových komplexů atd.

Charakter puklin nejlépe vysvětlíme při studiu odkryvu. Není-li to možné, použijeme fotografie a diaspínky odkryvů širšího okolí školy, náčrty a schémata. Vycházíme-li z konkrétních odkryvů v okolí školy, podstatně rozšíříme zájem žáků o tyto geologické jevy, a tím i o anorganickou přírodu. Ke studiu puklin se hodí nejen odkryvy v komplexech pevnějších sedimentárních hornin, ale i v oblastech, kde se vyskytují hlubinné magmatity nebo horniny metamorfované. V měkčích sedimentárních horninách jsou pukliny obvykle nezřetelné.

Kliváž, která je pravidelným a hustým systémem paralelních odlučných ploch, lze demonstrovat nejen v přírodě, ale i na větších ukázkách některých hornin,



35 Příklad tektonického blokdiamramu. Znázornění vlivu denudace na relativně zdviženou kru; A původní stav, B zdvih levé kry, C částečná denudace zdvižené kry



36 Blokdiamram znázorňující zlomy; A kerný pokles, B kerný přesmyk, C vrásový přesmyk

především jílovitých břidlic nebo fylitů. U jílovitých břidlic je třeba dbát, aby nebyla kliváž zaměňována s vrstevnatostí. Kliváž se v tomto případě pozná podle toho, že její paralelní odlučné plochy mají jinou polohu než původní vrstevnatost horniny (kliváž je šikmá nebo kolmá k vrstevnatosti). Jestliže se vrstevnatost kříží se dvěma systémy kliváže (případně puklin), nabude hornina *roubíkovitý* rozpad typický např. pro břidlice proterozoika tepelskobarrandienské oblasti. Tento jev nejlépe vyniká při pozorování v přírodě, případně na ukázkách přírodnin.

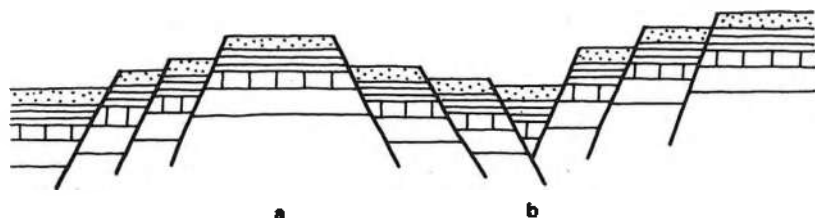
Výuku o zlomech je možno navázat na výklad o fyzikálně chemických dějích probíhajících v zemské kůře a v zemské plášti. Tyto děje jsou příčinou napětí, jehož vyrovnání vede mnohdy ke vzniku zlomů. Podle zlomů dochází k větším posunům horninových komplexů. Vznikají zdvihy (obr. 35), poklesy (obr. 36), přesmyky (obr. 36B,C) a horizontální posuny a složité tektonické poruchy (obr. 33, 37). Na zlomových plochách lze často pozorovat tektonické ohlasy (zrcadla) a rýhování. V bezprostřední blízkosti zlomů se mnohdy nacházejí tektonické brekie a mylonity. Na povrchu se zlomy projevují jako zlomové linie. Proto se v mapách zakreslují čarami.

Zlomy založené ve spodní části zemské kůry, případně až ve vnějším plášti, se označují jako základní zlomové struktury. Dosahují maximální hloubky 300—700 km. Výrazně ovlivňují geologický vývoj bloků a mnohé z nich jsou tektonicky aktivní i v současnosti (např. zlom San Andreas v Kalifornii).

Jako příklad základní zlomové struktury v Českém masívu lze uvést litoměřický zlom (ohareckou linii), doprovázený sérií menších zlomů, jež vytvářejí zlomovou zónu (obr. 38). Litoměřický zlom byl aktivní ve všech etapách geologického vývoje Českého masívu. Ke konci paleogénu a na počátku neogénu se uplatnil při vzniku podkrušnohorských třetihorních pánví a jako významná přírodní dráha magmatu. Jedním z důkazů hlubinného založení jsou i kimberlitoidní brekie na lokalitě Linhorka (L. Kopecký, 1964). Obdobně je vhodné při výuce charakterizovat další základní zlomové struktury Českého masívu i karpatské soustavy. Budeme tak nejen dokumentovat a konkretizovat výuku strukturní geologie, ale připravíme si nezbytné základy pro výuku regionální geologie, neboť základní zlomové struktury rozdělují zemskou kůru na základní bloky (segmenty, kry), čímž výrazně ovlivňují celý geologický vývoj jednotlivých částí zemské kůry.

Zlomy založené ve svrchní a střední části zemské kůry se označují jako normální zlomové struktury. Na střední škole, kde žáci již mají základní znalosti o stratigrafii, lze výuku motivovat problémovými úkoly z širšího okolí školy. K objasnění vzniku poklesů a přesmyků je nejvhodnější pracovat frontálním způsobem s modely.

Při práci s modely vycházíme z toho, že tektonické poruchy jsou vyvolány napětím v zemské kůře, jež je odezvou změn v zemské plášti. Podle toho, v kterém směru se vliv napětí projevuje, dochází v některých částech zemské kůry ke zvedání, klesání, stlačování nebo rozpínání, což je příčinou poruch (deformací)



37 Schéma složitých stupňovitých poruch; a hrást, b nesouměrný prolom — příkopová propadlina

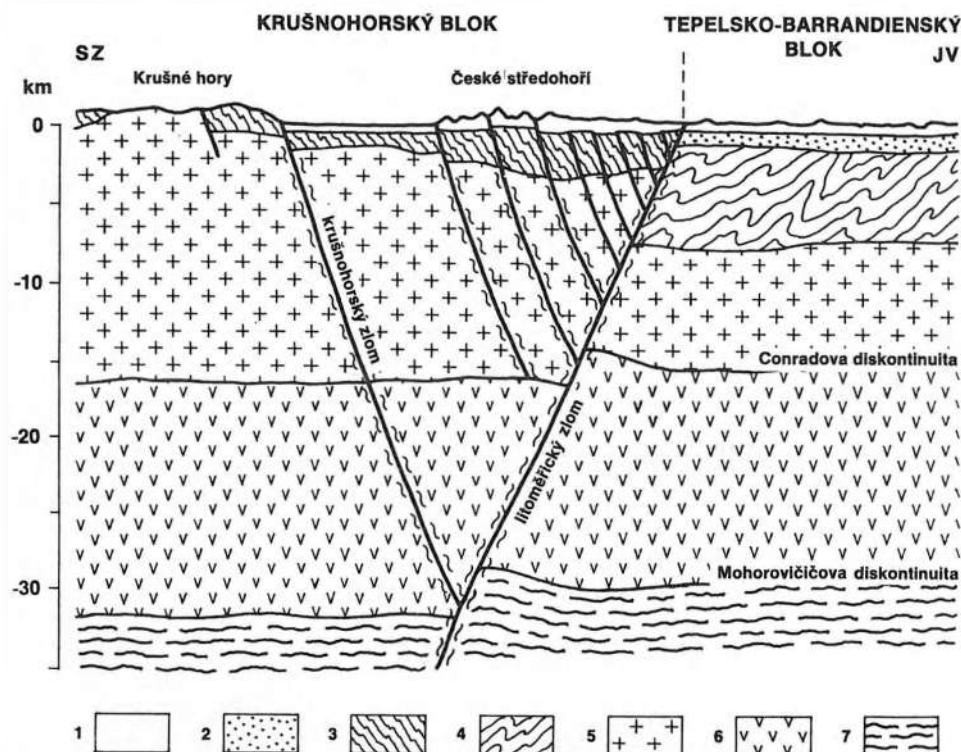
zemské kůry. Na dynamických modelech lze výrazně demonstrovat, že při poklesu části zemské kůry působí tah, takže prostor se zvětšuje, kdežto při přesmyku působí tlak, a prostor, který zaujímal zlomem porušená část zemské kůry, se zmenšuje.

Po probrání základních typů poruch ukážeme na konkrétních příkladech, jak se zlomy uplatňují v geologické stavbě širší oblasti školy a vybraných částí republiky. Nejvhodnější pomůckou jsou geologické profily a geologická mapa.

K vyučování zvolíme např. řez příbramským rudním obvodem (obr. 85), geologický profil jižní části Plzeňské pánve nebo vhodný profil z oblasti školy, který jsme si pořídili. Profily získáme ze souborných i dílčích regionálně geologických prací nebo zjednodušením geologických profilů připojených k mapám v měřítku 1:200 000. Takto připravené profily buď zvětšíme (na velkou čtvrtku nebo na balicí papír), nebo si z nich uděláme diapozitivy, nebo překreslíme na fólii k promítání. Připravíme si jich celou sérii tak, abychom je mohli použít k výkladu nového učiva a také k opakování a zkoušení.

Geologické profily nejlépe ukáží uplatnění zlomů v geologické stavbě větších území.

Abychom žáky zaměřili na samostatnou práci s učebnicí, při níž uplatní získané vědomosti, lze zadat rozmanité úkoly pro samostatnou práci žáků ve třídě nebo doma.



38 Schematický profil zemskou kůrou v severozápadní části Českého masívu, zachycující krušnohorskou—ohareckou tektonickou zónu (oharecký lineament). Je tvořena dvěma okrajovými hlubinnými zlomy — krušnohorským a litoměřickým (podle P. Röhliche a N. Šťovíčkové upravil F. Štván). Vysvětlivky: 1 horniny křída a třetihor, 2 horniny mladších prvohor, 3 metamorfované série krušnohorského bloku, 4 metamorfované série tepelsko—barrandienského bloku, 5 granitová vrstva, 6 bazaltová (čedičová) vrstva, 7 svrchní plášť

Příklady cvičení

1. Prohlédněte obrázky v učebnici, přečtěte si k nim vysvětlení a запиšte čísla obrázků, na kterých jsou zakresleny zlomy.

2. Na těchto obrázcích se pokuste stanovit, které vrstvy k sobě původně patřily.

3. Prostudujte geologické profily v kapitole o geologické stavbě ČSSR v učebnici. Jednotlivé zlomy označte čísla (lehce tužkou) a rozhodněte, zda podle nich došlo k přesmyku nebo k poklesu. Zdůvodněte, podle čeho usuzujete, že jde o pokles nebo přesmyk.

4. Na geologické mapě ČSSR ukažte, kudy vedou tyto geologické profily.

Již na základní škole řídíme výuku tak, aby žáci poznali, že v rozmístění a orientaci zlomů existuje zákonitost, projevující se vznikem systému zlomů. K pochopení této zákonitosti může pomoci i samostatná práce s příruční geologickou mapou. Žáci samostatně hledají odpovědi např. na následující úkoly:

1. Podle příruční geologické mapy ČSSR rozhodněte, zda zlomy v ní zakreslené jsou rozmístěny chaoticky, či zda lze vymezit určité směry, do kterých se soustřeďují.

2. Jaký směr má převážná část zlomů v Čechách?

3. Jaký směr mají zlomy v širší oblasti školy?

4. Posuďte podle geologické mapy, v kterých oblastech ČSSR je nejvíce zlomů.

Odpověď na poslední úkol usnadní vysvětlení zákonitého rozšíření třetihorní sopečné činnosti, rozmístění pramenů minerálních vod, výskytu ložisek nerostných surovin atd. V této souvislosti lze zadat i různé problémové úkoly, jako např.:

1. Proč vznikly v západních Čechách světoznámé lázně?

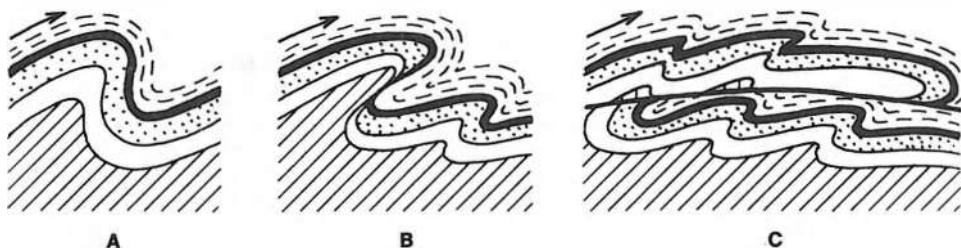
2. Proč okolí Prahy nemá téměř žádné minerální prameny?

Tyto a obdobné úkoly vedou žáky k hledání závislostí a vztahů, což výrazně ovlivňuje rozvoj logického myšlení a vede k bližšímu poznání naší vlasti.

Při probírání zlomů zdůrazníme jejich vztah k morfologii území. Se základními poznatky o těchto závislostech se žáci setkali již při výuce zeměpisu ČSSR. V daném tématu tyto poznatky prohloubíme. Využijeme přitom srovnání geologické a fyzickogeografické mapy a vhodných geologických profilů, např. oblasti jihočeských pánví, podkrušnohorských pánví, oblastí lužické poruchy. V této souvislosti upozorníme, že v morfologii území se výrazně uplatňují především ty zlomy, které byly oživeny v třetihorách a čtvrtohorách a které mají velkou výšku skoku, nebo velkou výšku zdvihu. Existuje řada zlomů, jež jsou v morfologii území nezřetelné, nebo se uplatňují velmi málo. Lze je vyčíst z podrobné geologické mapy a ověřit při podrobném geologickém výzkumu.

Na střední škole seznámíme žáky s průběhem, charakterem a případně s názvy těch zlomů, které se výrazně uplatňují v geologické stavbě území republiky, a s významnými zlomy uplatňujícími se v širším okolí školy.

Do nespojitých struktur patří také příkrovy (obr. 39). Protože vznikají v období revolučního vývoje geosynklinál, je vhodné charakterizovat je blíže při



39 Schéma vzniku vrásového příkrovu; A výchozí překocaná vrása, B vrásový přesmyk — zárodek příkrovu, C vrásový příkrov

výkladu o vývoji geosynklinál. Seznámíme žáky také s názorem, že některé příkrovy vznikají gravitačními skluzy v geosynklinálách, a to jak při zahlubování geosynklinál, tak při jejich vyzvedávání.

Na odborných školách se zvýrazní význam geologických struktur pro rozmnížení ložisek nerostných surovin, pro geologický výzkum a pro těžbu nerostných surovin. Na konkrétních příkladech ložisek nerostných surovin v naší republice (str. 203 aj.) seznámíme žáky jednak s nepříznivými, jednak s příznivými vlivy geologických struktur pro výskyt a těžbu nerostných surovin. Tím si vytvoříme základy pro výuku o genezi, vyhledávání a těžbě nerostných surovin.

5.2 GEOLOGIE DYNAMICKÁ – ČINNOST VNITŘNÍCH A VNĚJŠÍCH ČINITELŮ

5.2.1 ČINNOST VNITŘNÍCH ČINITELŮ (ENDOGENNÍ DYNAMIKA)

5.2.1.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Cílem tématu je poznání vnitřních geologických činitelů a projevů jejich činnosti v zemské kůře a na zemském povrchu. Žáci mají poznat zejména magmatickou (hlavně vulkanickou) činnost, zemětřesení, metamórní děje a pohyby pevninotvorné a horotvorné. Přitom je velmi důležité, aby poznali a správně pochopili endogenní děje nejen jako samostatné procesy, ale zejména jejich vzájemné prostorové a časové vztahy. Učivo tématu tak výrazně přispívá k světónázorové výchově.

5.2.1.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Kapitola z geologie dynamické je vedle exogenní dynamiky nejdůležitější částí obecné geologie. Nauka o endogenních geologických procesech bývá ve vědeckých systémech i ve většině učebnic všeobecně vzdělávacích i odborných škol zařazena za tzv. geologii fyziografickou a strukturní a předchází exogenní geologii dynamickou. Z didaktického hlediska není toto uspořádání učiva úplně vyhovující a nese s sebou i řadu nevýhod.

Někteří didaktikové (u nás např. V. Barth, 1956) pokládají za výhodnější, aby exogenní dynamika předcházela endogenní, poněvadž je pro žáky podstatně pochopitelnější a přístupnější přímému pozorování v přírodě. Strukturní geologii je pak lépe organicky začlenit k příslušným tématům dynamické geologie, tedy např. nauku o vyvřelých tělesech přiřadit k magmatismu (realizováno i v učebnicích F. Pauka a kol., 1963 a 1969), deformace vrstev (správněji sekundární geologické struktury) k horotvorným procesům, jejichž produktem převážně jsou. Avšak ani toto uspořádání není zcela ideální, poněvadž jde jen o částečnou integraci učiva v rámci všeobecné geologie. Pokud si mineralogické a petrografické kapitoly uchovávaly samostatnost, vedlo to nejen k dublování až vícenásobnému opakování podobné tematiky, ale též (a to je podstatně závažnější negativní důsledek dosavadní struktury učebního předmětu geologie) k oslabení přirozených vztahů mezi přírodními a geologickými procesy, které je produkují.

Naproti tomu je výhodou tohoto systému respektování základní struktury jednotlivých geologických věd a přehlednost učiva. Důsledné zachování základní vědecké struktury lze však doporučit jen pro výuku na vysokých a některých odborných školách, kde výklad jde do větší hloubky a kde se začíná více uplatňovat odborná specializace studentů.

Vedle vnitropředmětových vztahů je žádoucí při výuce využívat co možná v široké míře mezipředmětových vztahů. Relativně úzké vztahy má toto téma k některým partiím fyzického (geomorfologie) a regionálního zeměpisu (výskyty geologických jevů). Je však třeba se oprostít od popisných metod, které se v zeměpisu silně uplatňovaly. Dále má toto téma vztahy k fyzice (mechanika, termika) a k chemii (chemické děje při magmatické a metamorfní činnosti).

Téma o činnosti vnitřních geologických faktorů je možno rozdělit na tato dílčí témata (pořadí jejich probírání ve škole je možno i pozměnit):

Úvod do dynamické geologie

Pohyby zemské kůry:

— kontinentální drift

— pohyby pevninotvorné a horotvorné

Magmatická činnost:

— hlubinný magmatismus — plutonismus,

— sopečná činnost — vulkanismus

Zemětřesení

Procesy přeměny hornin (metamorfismus)

5.2.1.3

METODICKÉ POZNÁMKY OBECNÉHO VÝZNAMU

Výuka endogenní dynamické geologie je dosti obtížná. Učitel se může jen málo opírat o zkušenosti žáků. Většina vnitřních dějů není našemu pozorování přímo přístupná, probíhá velmi pomalu, často ve značných hloubkách pod povrchem a těžko se dá experimentálně napodobit. Pozorování přístupnější jsou pouze vulkanismus a zemětřesení, ale tyto děje se na našem území v současné době buď vůbec neprojevují, nebo se uplatňují velmi slabě. Učitel by měl vést žáky k tomu, aby pochopili, že geolog usuzuje na endogenní děje a na jejich průběh a příčiny převážně jen z jejich produktů (např. z vyvřelin a vyvřelých těles usuzuje na magmatické děje, z tektonických struktur na orogenezi). Učitel by měl užívat co možná nejvíce pomůcky (hlavně dynamické, např. filmy), aby žákům děje zpřístupnil a poskytl jim možnost vytvoření správného názoru.

Z vyučovacích metod použije učitel především metodu souvislého výkladu. Relativně menší význam mají ostatní metody, zejména metoda rozhovoru a pozorování (většinou zprostředkované). V ojedinělých případech je možno výuku doplnit také pokusem (vrásnění). Realizace pokusů je však v podmínkách školy často obtížná, neboť pokusy napodobení endogenních dějů vyžadují často značně složitou aparaturu.

Z organizačních forem lze použít převážně jen vyučovací hodiny základního typu. Laboratorní práce s touto tematikou je obtížné provádět; na školách sotva budou v dohledné době zavedeny. Zato je možno k prohloubení představ žáků zařadit do výuky i vycházku, jsou-li pro ni v okolí školy vhodné podmínky. Tato vycházka bude však muset být vždy spojena s pozorováním geologických struktur a hornin. Endogenní dynamika může být tématem i pro praktika a zájmové kroužky, ale podíl těchto forem bude menší než u většiny ostatních tematických celků.

5.2.1.4

METODICKÉ POZNÁMKY K DÍLČÍM TÉMATŮM

Úvod do dynamické geologie

Učitel poukáže na změny v zemské kůře a na jejím povrchu, způsobené různými geologickými činiteli. Přitom využívá znalostí žáků ze všech geo-

logických i ostatních přírodních věd. Na základní škole objasní na příkladech pojem vnitřní a vnější činitel. Na střední škole stačí tyto pojmy zopakovat. Dále učitel žáky seznámí se základními zdroji energie geologických procesů (energie gravitační, energie rotačního pohybu, energie chemických a fyzikálních procesů v zemské kůře a svrchním pláští, energie kosmická, zvláště sluneční). Na základní škole je možno tyto zdroje jen naznačit, na středních školách by měla být jejich podstata přesněji objasněna za použití fyzikálních a chemických poznatků. Těmto problémům však bylo v našich učebnicích věnováno dosud jen málo pozornosti.

K pohybům zemské kůry

Žáky je především třeba upozornit, že jde o tři základní typy pohybů (drift, pevninotvorné pohyby, horotvorné pohyby), které mají mnoho specifických vlastností, ale i dost úzké vzájemné vztahy. Na základní škole se jim dosud věnovalo málo vyučovací doby, ač jde o hlavní hybnou páku celého geologického vývoje Země. Učitel využívá co nejvíce znalostí žáků z fyzického a regionálního zeměpisu. Zdůrazní, že horizontální i vertikální členitost současného i minulého zemského povrchu je z valné části výsledkem pohybů zemské kůry. Tyto pohyby dávají zemskému povrchu základní rysy, které jsou pak spíše v podrobnostech modelovány činiteli vnějšími. Pokud možno, měl by učitel na typických příkladech navodit hlavní problémy a se žáky je (za pomoci názorných pomůcek, zejména obrazů, map) řešit.

Jako nejvhodnější a logicky nejlepší postup výuky je možno doporučit postup uplatněný v gymnazijní učebnici B. Boučka a kol., 1953): pevninské bloky — epeirogeneze — kontinentální drift — orogeneze.

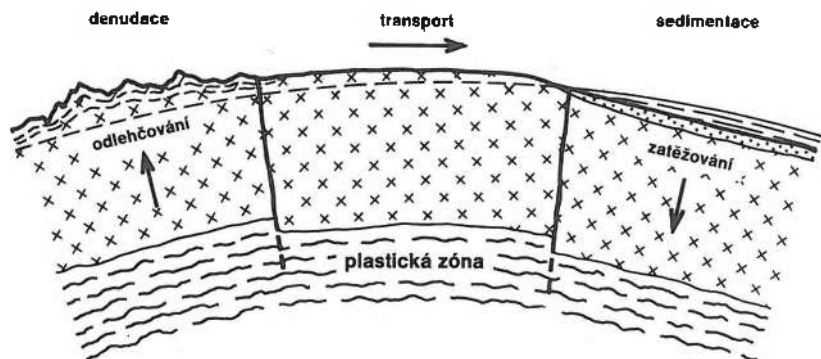
Dílejší téma pevninské bloky je vlastně jen opakováním a prohloubením poznatků, které žáci získali již dříve v kapitole o zemské kůře a zemském nitru. Učitel může vyvodit metodou rozhovoru základní závěry a z nich i možnost existence horizontálních i vertikálních pohybů zemské kůry. Měl by však žáky výslovně upozornit, že mechanismus pohybu pevninských ker je velmi složitý a že není dosud jednoznačně vysvětlen.

Při objasňování pevninotvorných pohybů může učitel vyjít z některých známých faktů, zejména ze změn pobřežní čáry, které jsou pro pozorovatele nejnapadnější (klesající pobřeží Holandska, stoupající pobřeží Skandinávie). Vhodnou motivací může být také fotografie zbytků tzv. Serapisova chrámu u Neapole, které jsou v různých výškách porušeny vrtavou činností mořských organismů. Učitel však může uvést i další fakta, jako např. mořské, jezerní a říční terasy (ukázka fotografií), ponořená ústí řek (Kongo aj.) a změny nadmořských výšek zjištěné geodetickými měřeními. Konečně je možno poukázat na doklady transgrese a regrese moře z minulých geologických dob, zejména tehdy, vyskytují-li se i v blízkém okolí školy. Např. mořská záplava počátkem svrchní křídly a ústup moře koncem křídly ve středních a východních Čechách.

Z těchto všech faktů mohou žáci usoudit, že úroveň hladiny moře vzhledem k pevnině není stálá. Učitel pak položí žákům otázku, co je příčinou tohoto kolísání. Je tu principiálně možné dvojí vysvětlení:

- hladina moře stoupá a klesá (mění se množství vody v mořích),
- hladina moře zůstává ve stále poloze, ale pohybují se vertikálně pevninské bloky (při zdvihání pevniny ústup moře, při poklesu naopak transgrese moře).

Učitel žákům vysvětlí, proč je možné jen druhé řešení. Vysvětlení mechanismu pohybu pevnin je velmi obtížné. V četných učebnicích se vykládá izostatickým



40 Schéma izostatického vyrovnávání ker litosféry (upraveno podle W. Bowiche)

vyrovnáváním mezi sálem a simou (obr. 9). Ve skutečnosti však leží vyrovnávací plocha podstatně hlouběji, než se soudilo, až uvnitř svrchního zemského pláště. Proto pokus uvedený např. v gymnaziální učebnici F. Pauka a kol., 1969, vystihuje skutečnost (jako velká většina geologických experimentů) jen velmi zjednodušeně a nepřesně. Na to je třeba žáky upozornit.

V učebnicích se zpravidla uvádějí jen vnější příčiny pohybů svislých pevninských bloků (tj. zatěžování bloků sedimenty, vulkanickými hmotami apod., odlehčování odnosem, obr. 40). Při výuce na středních školách by však měl učitel uvést, že mnoho současných badatelů předpokládá i uplatnění faktorů hlubinných (pohyby podkorových hmot v plášti).

Učitel by měl učivo také aktualizovat zmínkou o současných pohybech zemské kůry (neotektonické pohyby) na území ČSSR, resp. i jinde. Výuku by rovněž zpestřilo, kdyby učitel uvedl některá konkrétní čísla o velikosti pohybů v minulých geologických dobách i v současnosti. Řada zajímavých údajů je obsažena např. v knize V. Škvora — J. Zemana, 1976.

Na učivo o epeirogenезi navazuje téma o horotvorných (orogenetických nebo lépe tektogenetických) pohybech. Učitel je může motivovat např. tím, že ukáže na mapě velká pásemná pohoří a jejich fotografie (např. od V. Häckla), přečte z cestopisné literatury odstavec líčící krásu velehor apod. Pak položí žákům otázku, jak vysvětlit vznik těchto pohoří. Jeden z možných postupů výuky je tento:

- morfologie velehor (obraz — panoráma, náčrt),
- geologická struktura pohoří, jeho tektonika a petrografické složení (na příkladu Alp nebo jiného známého pohoří; zjednodušený geologický řez);
- vznik pásemného pohoří z geosynklinály — období evoluce a revoluce; znázorní se pomocí série geologických řezů (tzv. vývojové profily, obr. 41), diafilmem nebo filmem, též pomocí pokusu (vrásnění vrstev);
- vývoj pohoří po vrásnění — destrukce, snižování v parovinu, přeměna v kraton — ilustrovat opět nejlépe pomocí vývojových profilů, diafilmů a fotografií pohoří v různých stadiích snižování;
- geografické rozšíření pásemných pohoří na Zemi (práce s fyzickou mapou), přehled hlavních tektogenéz v historii Země (ukázat jejich zeměpisné rozšíření pomocí tektonické mapy);
- moderní názory na příčiny tektonických dějů (geotektonické hypotézy).

Téma o pohybech zemské kůry je pro výuku obtížné a klade značné nároky na učitele i žáky. Především je třeba dobře vysvětlit pojem geosynklinála¹ ja-

¹V současné době zpochybňují někteří geologové existenci geosynklinál a doporučují termín i model opustit.

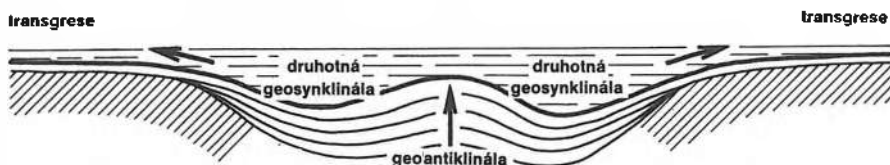
ko labilní části zemské kůry (obr. 41). Na základní škole se ve snaze vyhnout cizím termínům užívá často opisného termínu „protáhlá mořská prohlubeň“. To je však zbytečné, poněvadž žáci etymologii slova geosynklinála snadno pochopí.

Dále je nutné dobře objasnit základní rozdíly mezi evolučním obdobím a revolučním zvratem —vrásněním. Učitel toho využije výchovně; ukáže správnost základních tezí dialektického materialismu (ponenáhle změny kvantitativní vedou k náhlé změně kvalitativní, hluboká mořská prohlubeň se mění ve svůj protiklad — vysoké pohoří, obr. 42). Z geologických řezů pásebnými pohořími by

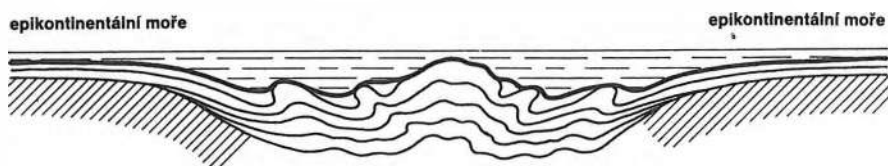


41 Schéma vzniku geosynklinály v evolučním stadiu

VZNIK DRUHOTNÝCH GEOSYNKLINÁL



ZAČÍNÁJÍCÍ VRÁSNĚNÍ A VZNIK KORDILLER



VYZDVIŽENÍ PÁSEMNÉHO ZVRÁSNĚNÉHO POHOŘÍ



42 Schéma vývoje pásebného pohoří z geosynklinály

měl učitel vyvodit, jak geologové došli k **rekonstrukci** vývoje geosynklinál (rozložení vrstev do původního sedimentárního prostoru). Toto učivo se vykládá často zcela dogmaticky, bez hlubšího osvětlení dokladů vývoje geosynklinál. Konečně je třeba vyložit pojmy: **konsolidace** zemské kůry a **kraton**.

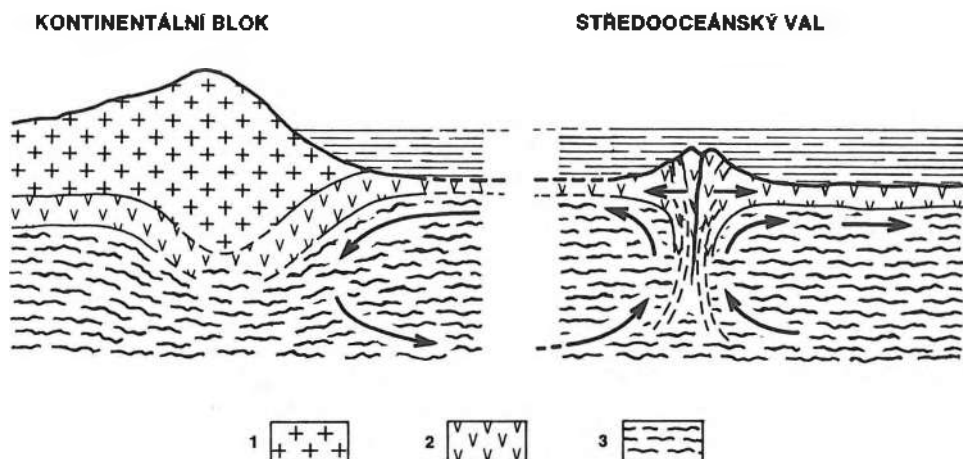
Rozšíření pásemných pohoří je nezbytné ukázat na fyzické mapě světa. Je třeba zdůraznit, že jako geografické horské útvary vystupují nyní pohoří vzniklá v terciéru nebo koncem druhohor. Na starší pásemná pohoří se dá usuzovat jen podle struktury zemské kůry (kořeny pohoří). Rozšíření těchto pohoří se však dá dobře ukázat na tektonické mapě světa (možno zjednodušeně překreslit z odborné literatury). S rozšířením pohoří souvisí i problém dnešních geosynklinál. V různých vývojových stádiích jsou zastoupeny např. ve východní Asii.

Již při výuce o horotvorných procesech je žádoucí, aby se učitel alespoň zmínil o jejich úzké souvislosti s ději sedimentačními, magmatickými a metamorfními.

Závěrem by měl učitel probrat i nejdůležitější geotektonické hypotézy. Vzhledem k tomu, že ani studenti na středních školách nemají dostatek zkušeností, je nejvhodnější vyučovací metodou souvislý výklad učitele. I když žádná ze současných ani starších hypotéz neřeší uspokojivě všechny problémy orogeneze, je žádoucí (mj. také ze světónázorového hlediska) ukázat aspoň některé možnosti řešení.

Někteří autoři pokládají zavedení těchto domněnek do učiva základních škol za příliš náročné. Domnívám se však, že by ve velmi zjednodušené formě mohla být některá domněnka probrána i zde.

Na středních školách je zavedení učiva o geotektonických hypotézách **nezbytné**. Je však třeba vybrat jen několik takových hypotéz, na nichž by byl patrný vliv nových vědeckých poznatků o nitru Země a o zemské kůře na vývoj názorů o pohybech zemské kůry, např. hypotézu kontrakční, Wegenerovu, Holmesovu, o rozpínání oceánské kůry, z nichž poslední dosti dobře vysvětluje nejen vznik pásemných pohoří, ale též pohyb kontinentů a původ moří (obr. 43).



43 Vývoj zemské kůry podle hypotézy o rozpínání oceánské kůry;
1 žulová zóna, 2 čedičová zóna, 3 svrchní plášť (upraveno podle V. Čermáka)

Po probrání pevninotvorných a horotvorných pohybů může učitel shrnout jejich hlavní znaky a zároveň rozdíly do tabulky.

Tabulka 9 Znaky pevninotvorných a horotvorných pohybů

Znak	Pohyby pevninotvorné	Pohyby horotvorné
délka trvání	dlouhodobé	relativně krátkodobé
intenzita	malá	značná
geografické rozšíření	velké (rozsáhlé části zemské kůry)	omezené na geosynklinály
vratnost	vratné (zdvihání a klesání)	nevratné (jen zdvihání)

S učivem o horotvorných dějích souvisí do značné míry i učivo o **horizontálních pohybech** litosférických bloků (kontinentálním driftu). Toto téma je možno zařadit také jako samostatnou kapitolu již před diastrofismus, nebo je spojit s pohyby horotvornými.

V našich učebnicích se někdy probírají jen původní představy Wegenerovy. Učitel by měl však podat žákům výklad o současném stavu názorů, poněvadž Wegenerovy domněnky byly značně doplněny a opraveny (paleontologické a paleomagnetické výzkumy dokazující existenci driftu).

Učitel by měl především ukázat na fakta, která vedla Wegenera, jeho předchůdce i následovníky k zásadnímu myšlenku o možnosti driftu pevnin: obrysy světadílů do sebe zapadající, podobná geologická stavba a zkameněliny Afriky a Jižní Ameriky apod. Teprve pak by mohl se žáky diskutovat o problému volby metod vhodných k řešení otázky na existenci driftu. Je nutné v rozhovoru vycházet ze současných názorů na strukturu zemského tělesa (dva základní typy zemské kůry, vlastnosti zemského pláště). Přitom je možno opakovat poznatky získané hned v úvodu ke geologii. Z nich je možno usoudit, že bloky zemské kůry mohou vykonávat různé pohyby, a to nejen horizontální, ale i vertikální. Učitel by však měl žáky upozornit, že vedle přívrženců pohybů pevninských bloků (tzv. mobilistů) existují i jejich odpůrci (tzv. fixisté).

K magmatické činnosti

Těžištěm této kapitoly je učivo o sopečné činnosti (vulkanismus). Vždy je však třeba podat aspoň krátký výklad o **hlubinném magmatismu** (plutonismu), aby žáci měli představu o magmatické činnosti úplnou.

Toto téma bývá pro žáky zajímavé a možnosti jeho motivace jsou velmi rozmanité. Učitel např. může žákům vyprávět o sopečné činnosti a jejích následcích. Zvláště zajímavé je vyprávění o velkých výbuších sopek, např. o zasypání Pompejí v r. 79 n. l., o explozi sopky Mont Peleé na ostrově Martinique r. 1902. Působivé je i čtení některých úryvků z knihy H. Tazieffa, 1965; A. Černíka, 1969; Z. Michalce, 1971. Žáky zaujme též promítnutí vhodného filmu.

Nejvhodnější je spojit téma o magmatismu s učivem o nerostech vyvřelin a o vyvřelých horninách a o jejich vzniku. Požadavek integrace tohoto učiva je již obsažen v nových osnovách přírodopisu pro 8. ročník základní školy a v osnovách geologie pro gymnázia z r. 1978. Pokud se toto téma probírá samostatně, pak musí učitel opakovat poznatky z petrografie vyvřelin a z nauky o vzniku minerálů a na ně navázat. S učivem o magmatismu úzce souvisí i část strukturní geologie (magmatická tělesa). Poučení o nich je však ve většině našich učebnic začleněno do endogenní geologie, takže zde je úzká koordinace zajištěna.

Při výuce tématu lze postupovat např. takto:

- vznik magmatu a magmatických krbů,
- pohyb magmatu v zemské kůře směrem k povrchu,
- hlubinný magmatismus a vznik plutonických těles,
- vznik a činnost sopek, vulkanická tělesa, postvulkanická činnost,
- geografické rozšíření sopek, vulkanismus na území ČSSR,
- praktický význam magmatické činnosti.

Učitel musí především žákům srozumitelně vysvětlit vznik magmatu. Neopomene zdůraznit, že jde o děj zatím pouze hypotetický. Je třeba vyjít ze znalostí o zemském nitru, zejména o hlubších částech zemské kůry a o svrchním pláští. Předpokládá se, že magma je pravděpodobně dvojí: primární (bazické, „sima-tické“) a sekundární (kyselé, „sialické“). Mobilizace magmatu nastává pravděpodobně tepelnou energií, která je uvolňována při radioaktivních procesech.

Při výkladu o pohybu magmatu vychází učitel z jeho základních vlastností (teplota, chemické složení a zejména viskozita). Zdůrazní však, že pohyb magmatu není jen pasivní (vlivem tektonických tlaků), ale částečně i aktivní (vnitřní napětí plynů v magmatu). Na cesty pohybu magmatu mohou usoudit žáci sami. Snadno pochopí, že magma nejsnáze postupuje po poruchových zónách zemské kůry, kde nalézá nejmenší odpor. Je žádoucí, aby učitel uvedl též konkrétnější údaje o rychlosti pohybu magmatu (aspoň řádově); žákům se tak dostane názornější představy.

Hlubinné magmatické procesy jsou málo známé, poněvadž se nedají přímo pozorovat. Učitel tedy žákům vysvětlí, že na jejich průběh soudíme jen podle jejich produktů — vyvěřelých hornin a tvaru a struktury jejich těles. Přitom opakuje učivo o hlubinných vyvěřelinách a zejména zdůrazní, jak z jejich struktury a textury můžeme usuzovat na podmínky vzniku. V učebnicích se většinou mluví o těchto podmínkách velmi neurčitě (tuhnutí trvá „velmi dlouho“, nastává „v hlubinách zemské kůry“ apod.). Aby žáci získali představu, je žádoucí uvést aspoň přibližná čísla (tuhnutí — několik miliónů let, hloubka — od několika set metrů do 20 km). Zvláště obtížné je vysvětlení mechanismu intruze a problému uvolnění prostoru pro velká magmatická tělesa (na střední škole se učitel může zmínit o anatexi částí zemské kůry nebo o její granitizaci).

Při probírání různých typů hlubinných těles je třeba upozornit na jejich vztahy ke struktuře pláště a demonstrovat jejich tvary pomocí náčrtů na tabuli, obrazů, řezů, blokdiagramů nebo prostorových modelů.

Podstatně menší potíže činí výuka o sopečné činnosti. Zde může učitel využít i jistých vlastních znalostí žáků, vědomostí z fyzického zeměpisu i poměrně bohatých názorných pomůcek (láva, sopečné vyvrženiny, řezy sopkami, obrazy, filmy apod.). Proto pro tuto část tématu je možno použít do značné míry metody rozhovoru a pozorování.

Učitel by měl především upozornit žáky, že činnost sopek je v zásadě dvojího druhu: výbušná (exploze) a výlevná (efúze lávy). Většina sopek však projevuje činnost smíšenou. Dále pak může ukázat na příkladech, že činnost sopky se odráží ve tvaru a v její vnitřní struktuře. K tomuto účelu si učitel pořídí z odborné literatury několik charakteristických řezů různými typy sopek (typ explozivní, efuzivní a stratovulkán). Žáci mohou sami usoudit, jak který typ vznikl. Při probírání učiva o vulkanické a postvulkanické činnosti je žádoucí, aby učitel na skutečných přírodních nebo aspoň jejich obrazech demonstroval také hlavní produkty sopečné činnosti.

Závěrem možno opakovat ze zeměpisu výskyty sopek na světě a ukázat je na fyzickogeografické nebo geologické mapě. Existují též mapy vulkanismu. Z ma-

py je třeba vyvodit, proč se výskyty sopek koncentrují pouze na některá pásma Země. Žáci snadno pochopí, že výskyt sopek je ve velmi úzké souvislosti s tektonickou strukturou zemské kůry a jejím vývojem. Je žádoucí zmínit se také o sopečné činnosti na našem území v třetihorách a na počátku čtvrtohor (resp. i ve starších obdobích, např. podmořský vulkanismus v barrandienu), která je rovněž v těsné závislosti na geologickém vývoji našeho státu. To žáci ještě lépe pochopí později, až budou studovat regionální geologii ČSSR. Na tomto místě je třeba zdůraznit, že velká část našich současných pohoří vulkanického původu nereprezentuje původní sopečná tělesa, ale obnažená tělesa podpovrchová v různém stupni destrukce. Jako zajímavost může učitel uvést, že i někteří čs. vědci se podíleli na výzkumu sopečné činnosti (např. A. Černík; M. Kuthan).

S učivem o vulkanismu souvisí i učivo o povrchových, podpovrchových (subvulkanických) a žilných magmatických tělesech. Učitel zde podobně jako u plutonů demonstruje na obrazech nebo nakreslí na tabuli jejich průřezy nebo blokdiagramy. Poukáže na důležitou roli vlastností magmatu (zejména viskozity) a geologické struktury okolí, na nichž do značné míry závisí tvar vyvřelých těles.

Je záhodno, aby se učitel zmínil i o praktickém využití produktů vulkanismu (síra, sloučeniny boru, výrobky z čediče, lávy a tufů, horké vody, hydrotermální žíly, minerální léčivé prameny, tepelná energie apod.).

K zemětřesení

Téma Zemětřesení je vedle tématu o vulkanismu pro žáky nejatraktivnější. Zájem žáků se dá ještě zvýšit vhodnou motivací, např. vyprávěním o zhoubných účincích zemětřesení, resp. tzv. mořetřesení. Učitel může uvést jako příklady katastrofy v Lisabonu 1755, v San Franciscu 1906, v Agadiru 1960, Jugoslavii 1979. Místo vyprávění může též přečíst vhodný úryvek z populárně vědecké literatury (např. z knihy L. Čepka, 1964 nebo V. Michalce, 1971). Pak může položit problémovou otázku, co zemětřesení vlastně je a jak vzniká.

Podstatu zemětřesení je možno vyložit jako extrémní případ velmi rychlých pohybů zemské kůry, které ovšem úzce souvisejí s pohyby daleko pomalejšími (tektonogenetickými) a s činností magmatu. Z tohoto faktu vyplývají i dva základní druhy zemětřesení: tektonické a vulkanické. Třetí druh zemětřesení nastává řícením stropů podzemních prostor (zemětřesení závalová).

Potom může učitel přikročit k výkladu o zemětřesných vlnách, které se šíří z tzv. hypocentra. Na základní škole není třeba podstatu zemětřesných vln dále rozvádět. Stačí naznačit schematickým obrázkem postup jejich šíření. Na středních školách se rozliší tři základní druhy vln, podélné, příčné a povrchové. Učitel ukáže podstatné rozdíly v jejich vlastnostech a využívá přitom znalostí žáků z fyziky. Dále je třeba, aby učitel vysvětlil princip seizmografu, opět za použití poznatků z fyziky. Ukáže též schematický náčrt záznamu přístroje — seizmogram. Na středních školách je možno provést i jeho analýzu (projevy hlavních druhů vln). Jako rozšiřující učivo může učitel vyložit s u p n í c í zemětřesné intenzity, stačí jen několik hlavních stupňů jako příklad. Není přípustné vyžadovat od žáků, aby znali tuto stupnici zpaměti.

V závěru tohoto tématu shrne učitel za splupráce žáků význam poznatků o zemětřesení a na mapě ukáže jeho rozšíření. Zmíni se též o zemětřesení v ČSSR. Co nejvíce přitom využije znalostí žáků ze zeměpisu. Porovnáním mapy rozšíření zemětřesení s mapou geologickou (resp. tektonickou, vulkanickou) vyplyne úzká závislost výskytu zemětřesení na vývoji a struktuře zemské kůry. Pro ČSSR je k dispozici seizmická mapa A. Dvořáka.

K metamorfismu

Toto téma těsně souvisí jednak s částí mineralogie (vznik minerálů přeměnou), jednak s částí petrografie (metamorfované horniny). Probírá se též samostatně jako součást všeobecné geologie. V tomto případě je nutné, aby učitel využil znalostí žáků z předchozích hodin, organicky na ně navázal a vyhnul se zbytečnému dublování. Metamorfózu hornin je třeba v této souvislosti chápat jako děj geologický a tímto směrem zaměřit výuku, aby byla pro žáky prohloubením a rozšířením již probraného učiva. Dosavadní naše učebnice (včetně vysokoškolských) jsou víceméně orientovány jen na petrografickou stránku celé věci. V nových osnovách přírodopisu pro 8. ročník základní školy z r. 1978 a v osnovách geologie pro gymnázia z r. 1979 je spojeno mineralogické, petrografické a geologické učivo s učivem metamorfismu v jediný celek, aby tím výrazně vynikly vzájemné vývojové souvislosti a aby odpadlo zbytečné opakování učiva.

Jako nejvhodnější pro toto téma se jeví **struktura vědecká**, tj. tento postup:

- rozdělení metamorfních dějů,
- kontaktní metamorfismus,
- regionální metamorfismus,
- ultramamorfismus,
- význam metamorfismu a shrnutí.

Při výkladu o **kontaktním metamorfismu** můžeme vyjít z geologických řezů (obr. 30) a dynamických ukázek hornin. Ideální by bylo ukázat žákům celou sérii vzorků od vyvřeliny přes intenzívně přeměněné horniny těsně na kontaktu až po zcela nepřeměněné horniny. Nejlépe je to vidět na sedimentech, zvl. vápencích nebo jílovitých břidlicích. Možná též použít fotografie nebo obrazy velkých vyleštěných ploch kontaktů (v originálech jsou např. vystaveny v Národním muzeu v Praze).

Žáci poměrně snadno pochopí vzájemné souvislosti mezi produkty proměny a hlavními metamorfními faktory (teplota, chemické působení magmatu, zvl. jeho tekavých látek). Objasnění faktorů kontaktní metamorfózy připraví solidní základ pro studium podstatně složitějších podmínek metamorfózy regionální.

V úvodu k **oblastnímu metamorfismu** je vhodné, aby učitel ukázal žákům rozšíření krystalinika na geologické mapě CSSR, Evropy, resp. světa, geologické řezy krystalinickými terény i produkty tohoto typu metamorfismu — krystalické břidlice. Z geologických map a řezů vyplyne úzké sepětí metamorfitů a granitoidů, různé stupně metamorfózy hornin a úložné poměry krystalických břidlic. Z toho všeho je možno dobře usuzovat na geologické podmínky metamorfních dějů. Pokud jde o ukázky hornin, je to jen opakování mineralogie a petrografie. V geologické části by se měl učitel zaměřit hlavně na objasnění hlavních faktorů metamorfózy a jejich geologických příčin, tj. vztahu k vývoji zemské kůry, k magmatismu a tektogenezi.

Z petrografie žáci znají, že se při regionální metamorfóze uplatňují hlavně dva činitele: zvýšená teplota a zvýšený tlak (u žáků středních škol je třeba výslovně upozornit, že jde o dvojí tlak — všesměrný čili geostatický a jednosměrný čili stress). Poměrně málo bývají v našich učebnicích základních a středních škol zdůrazněny i další dva významné faktory, a to chemické působení horkých plynů, roztoků nebo tavenin pronikajících z hloubky a vlastností přeměňované horniny samotné — její složení, struktura a textura.

Po objasnění hlavních metamorfních činitelů může učitel položit žákům otázku, za jakých geologických podmínek a v kterých částech zemské kůry se mohou zmíněné faktory uplatnit. V učebnicích se zpravidla mluví o teplotě a tlaku, stej-

ně tak i o hloubce metamorfózy velmi neurčitě. Poněvadž experimentální petrologie již v současné době značně pokročila a jsou známy zhruba teploty (mezi 200—700 °C) tlaky (mezi 10⁵—10⁶ MPa) i hloubky (1—30 km), je žádoucí, aby tyto údaje učitel žákům sdělil, i když je nebude od nich zpaměti vyžadovat.

Žáci mohou usoudit, že tyto podmínky existují v hlubších částech zemské kůry, kde postupně roste teplota a geostatický tlak (příbuzný tlaku hydrostatickému v kapalinách). O vzniku orientovaného tlaku možno předpokládat, že je produktem tlaků horotvorných. Teplota ovšem může stoupat jen do určité míry. Jestliže přestoupí jistou mez (zhruba 650—750 °C), dochází již k tavení hornin a ke vzniku druhotného magmatu.

Po vyvození těchto závěrů může učitel na střední škole shrnout výsledky asi takto:

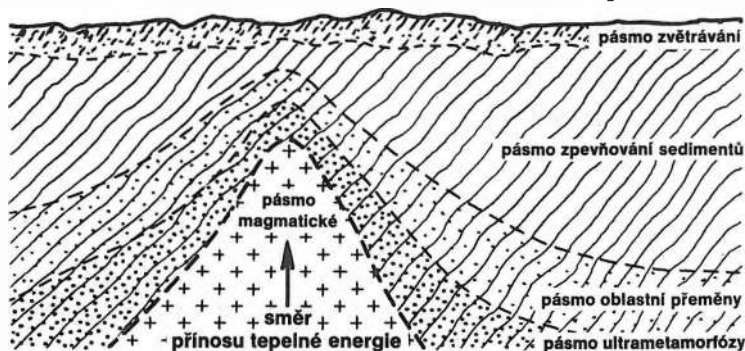
V zemské kůře od povrchu směrem do hloubky existují tato pásma (viz obr. 44):

- pásmo zvětrávání,
- pásmo zpevňování sedimentů (diagenese),
- pásmo regionální metamorfózy,
- pásmo ultrametamorfózy (tavení hornin),
- pásmo magmatismu.

Důležitým problémem, který by měl učitel dobře objasnit žákům střední školy, je hloubka těchto zón pod zemským povrchem. Moderní výzkumy ukázaly zcela jednoznačně, že hloubka není stálá a že značně kolísá v různých částech zemské kůry. Pohybuje se od několika set metrů až po více kilometrů (někdy 10 až 30 km). Může kolísat nejen s místem, ale na téměř místě i s časem (pohyby tzv. tepelných front).

V učebnicích (např. F. Pauk a kol., 1963) se většinou uvádí, že zvýšení teploty je podmíněno zavrácením hornin do hloubky při horotvorných procesech. I když metamorfismus je úzce spjat s orogenezí a magmatismem, není tato příčina jediná. Teplota zemské kůry totiž může podstatně stoupnout i tehdy, když nedojde k jejímu poklesu do hloubky. Vlivem tepelné energie, která se uvolní fyzikálními nebo chemickými procesy v zemské kůře nebo ve svrchním plášti, dochází k prohřívání svrchních zón kůry a metamorfóza může nastávat i nehluboko pod povrchem. Nejsnáze proniká tepelná energie podle poruchových zón v zemské kůře.

Na středních školách je možno zabývat se stručně i ultrametamorfózou. Na rozdíl od normální metamorfózy probíhá při vyšších teplotách (nad 700 °C), takže při ní již dochází k tavení hornin. Toto tavení probíhá zhruba obráceně než postup krystalizace minerálů podle Bowenova schématu. Soustředěním tavenin světlých nerostů vzniká kyselé magma a z něho krystalizací žulové horniny (granitoidy). Učitel by zde jako zajímavost mohl uvést, že podle současných ná-



44 Schéma hlavních pásem přeměny hornin v zemské kůře

zorů mohou vznikat granitoidy i běžnou metamorfózou (v pevném stavu), při níž se značně uplatní procesy výměny látkové (metasomatózy). V závěru učitel připomene, že při ultrametamorfóze vznikají také migmatity, smíšené horniny, které žáci již znají z petrografie.

Závěr tematického celku

Po probrání endogenních dějů by měl učitel za spolupráce žáků vyvodit jejich základní společné znaky, vlastnosti i vzájemné vztahy. Pokud již dříve byly probrány základy planetologie, může učitel se žáky provést i srovnáním endogenních dějů s obdobnými procesy na jiných tělesech sluneční soustavy (Měsíc, Mars).

5.2.1.5 UČEBNÍ POMŮCKY

Přírodniny

- hlubinné, žilné a výlevné vyvřeliny v typických ukázkách; vzorek vyvřeliny s bazickou uzavřeninou; ukázka žíly v jiné hornině; ukázka lávy, sopečné pumy, sopečného popela, tufy;
- kontaktní metamorfity: kontaktní rohovec, kontaktní krystalický vápenec, porcelanit na styku slínovce s čedičem, koks ze styku uhlí s čedičem, kontakt čediče nebo žuly s některými sedimenty, např. s jílovitými břidlicemi nebo s vápencem (jako série vzorků s postupně klesající intenzitou proměny);
- regionální metamorfity: fylity, svory, pararuly (nejlépe sestavit do řady podle stoupající metamorfózy a ke srovnání ukázat vzorek původní jílovité břidlice), řada rula — migmatit — žula k porovnání vzájemných přechodů.

Zprostředkující pomůcky

Nástěnné obrazy, fotografie nebo diapositivy (zpravidla se nevyrábějí sérieově a učitel si je musí zhotovit svépomocí, některé je možno též vypůjčit ze zeměpisných sbírek), např. pásemné pohoří (velehory), různý stupeň jeho destrukce až po parovinu, sopky a jejich činnost, účinky zemětřesení, produkty sopečné činnosti, seizmograf (m), vykopávky z Pompejí, Serapisův chrám u Neapole, sopečné pohoří, mořské nebo říční terasy, horniny;

geologické mapy: předčtvrtohorních útvarů ČSSR, fyzickozeměpisná resp. tektonická mapa světa nebo Evropy, mapa seizmická, mapa rozšíření sopek;

geologické řezy nebo blokdiagramy (ještě názornější jsou trojrozměrné modely): schematizované tvary magmatických těles, příklady skutečných magmatických těles, profily pásemných a vulkanickými pohořími, schematické řezy zemskou kůrou a svrchním pláštěm; vhodné filmy.

Doporučená literatura

Většina běžných českých učebnic je již více nebo méně zastaralá. Modernější je kniha B. Bouček — O. Kodým, 1953 a Q. Záruba — J. Vachtl — M. Pokorný, 1975. Jako nejmodernější teoretické a přitom srozumitelně psané práce lze doporučit knihy V. Škvora — J. Zemana, 1976 a Z. Kukala, 1973.

5.2.2 ČINNOST VNĚJŠÍCH ČINITELŮ (EXOGENNÍ DYNAMIKA)

5.2.2.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

- Dát žákům jasnou a konkrétní představu o působení vnějších obalů Země (tj. atmosféry, hydrosféry a biosféry) na zemskou kůru a na utváření reliéfu zemského povrchu.

2. Srovnáním s endogenními procesy ukázat protichůdné účinky vnitřních a vnějších činitelů a vést žáky k tomu, aby chápali vývoj zemské kůry a povrchu jako výsledek dlouhodobého antagonistického působení těchto geologických činitelů.
3. Pozorováním účinků působení vnějších činitelů (včetně člověka) a poznáním podstaty exogenních dějů vést žáky k úvahám o ochraně a zlepšování životního prostředí.
4. Poznáním krásy okolní krajiny a celé naší vlasti přispět k vlastenecké a estetické výchově žáků.

5.2.2.2

POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Toto téma náleží svým významem mezi nejzávažnější partie učiva geologie. Jak již bylo dříve řečeno, můžeme vnější geologické činitele probírat po vnitřních činitelích nebo obráceně. Obojí řešení má své výhody a nevýhody. Činnost vnějších faktorů je pro žáky celkem snadno pochopitelná, v některých svých projevech (eroze, sedimentace) jsou téměř vždy a všude přístupné a lze je zpravidla pozorovat bez větších obtíží. Má-li žák dobře pochopit vztah mezi působením vnitřních a vnějších činitelů, je z hlediska dialektického vhodnější napřed vysvětlit vznik velkých tvarů, které pak vnější činitelé modelují.

Téma navazuje na některé znalosti žáků z mineralogie a petrografie (vznik druhotných minerálů zvětráváním, životní činností organismů, zvětrávání hornin, vznik usazených hornin). Naopak je toto učivo podkladem pro další výuku pedologie a historické a regionální geologie, které po něm zpravidla následují. Nemělo by se zapomínat ani na jeho vztah k některým partiím užitě geologie (ložiska zvětrávací a sedimentární, stavební geologie, zemědělská geologie). Těchto přirozených a důležitých vztahů by měl učitel v maximální míře využít a žáky na ně na vhodných místech upozorňovat. V nových učebnicích s integrovaným učivem geologie (Přírodopis 8) jsou tyto partie úžeji propojeny a pro učitele i žáky se využití těchto vnitřních mezipředmětových vztahů stane samozřejmostí.

Učivo o exogenních procesech má rovněž významné vztahy vnější, a to zejména k fyzickému zeměpisu, hlavně pak ke geomorfologii. Aby se zamezilo opakování nebo dublování těchto poznatků, je vhodné, aby si učitel geologie všiml spíše příčin a průběhu exogenních dějů, naproti tomu by se měl učitel zeměpisu zaměřit spíše na jejich výsledky (zejména formy reliéfu) a rozšíření probíraných jevů na zemském povrchu.

Nelze však zapomínat ani na vztahy k fyzice, chemii a biologii (uplatnění fyzikálních a chemických zákonů při zvětrávání, erozi, transportu a sedimentaci; působení biosféry na zemskou kůru a naopak). Zákonitosti některých exogenních jevů je možné vyjádřit i matematicky, ale to zatím nelze ve školní geologii uplatnit.

5.2.2.3

METODICKÉ POZNÁMKY OBECNÉHO VÝZNAMU

Při probírání exogenních procesů vycházíme zpravidla ze zkušeností žáků, z přímého pozorování v terénu nebo ve třídě (fotografie terénních tvarů, modely, filmy, pokusy). Pokud je to možné, využíváme typických příkladů z okolí školy, které bývají žákům dobře známé. Z toho vyplývá, že významnou

vyučovací metodou je zde rozhovor a pozorování. Rovněž pokusů je možné využít více než ve většině jiných tematických celků. Důležité je, aby učitel vedl žáky k přesnému a výstižnému popisu pozorovaných jevů. Z popisu pak může vysvětlit podstatu jevů, jejich příčiny a souvislosti s ostatními geologickými jevy. Vhodné využívání vyučovacích metod a jejich pružné střídání zvyšuje aktivitu žáků, podněcuje jejich zájem a tříbí jejich geologické myšlení.

Je velmi žádoucí, aby vyučování v učebně bylo doplněno vycházkou do okolí školy s cílem pozorovat účinky atmosféry, hydrosféry a biosféry na povrch Země. Vybraným žákům může být též zadán dlouhodobý úkol sledování působení exogenních faktorů v okolí.

5.2.2.4

METODICKÉ POZNÁMKY K DÍLČÍM TÉMATŮM

Do činnosti vnějších geologických činitelů náleží působení atmosféry, hydrosféry a biosféry na zemský povrch a zemskou kůru. Kromě toho se sem tradičně zařazuje i působení gravitace, které ovlivňuje všechny geologické činitele, působí však i samostatně.

Vnitřní členění na dílčí témata a jejich pořadí je v různých učebnicích nestejné. Většinou se probírají v tomto pořadí:

- Exogenní faktory a jejich působení — úvod
- Působení gravitace na zemský povrch
- Geologická činnost proudící vody
- Podzemní vody a vznik pramenů
- Krasové jevy
- Geologická činnost moře
- Geologická činnost ledovců
- Geologická činnost větru
- Geologická činnost organismů a člověka
- Tvary zemského povrchu a jejich vývoj

V některých učebnicích je geologická činnost člověka vzhledem k jejímu základnímu významu vyčleněna a probírána samostatně. Podobně i kapitola o tvarech zemského povrchu a jejich vývoji zahrnuje v některých učebnicích i kapitoly o zvětrávání, případně také kapitoly o půdách a o sedimentech a jejich faciích. Bývá to zejména tam, kde se učebnice zabývá jen geologií a neobsahuje samostatné partie věnované petrografii nebo pedologii.

Vcelku lze říci, že pořadí kapitol nelze jednoznačně stanovit. Každé řešení má své výhody i nevýhody. Snad nejvhodnější je pořadí podle významu a uplatnění na zemském povrchu, kde sluneční záření, činnost gravitace a hydrosféry jsou nejdůležitější.

K exogenním faktorům a jejich působení — úvod

Při probírání tohoto tématu vychází učitel jednak z poznatků o Zemi jako celku (vnější obaly Země: atmosféra, hydrosféra a biosféra), jednak z učiva mineralogie a petrografie (zvětrávání, sedimentace, zvětraliny a sedimenty). Žáci pak snadno vyvodí hlavní exogenní faktory, tj. vítr, vodu, ledovce a organismy.

Důležitým problémem jsou energetické zdroje exogenních činitelů. Na základní škole je možné je probrat jen v nejhrubších rysech, na střední škole je však žádoucí, aby je učitel dobře objasnil a využil přitom znalostí žáků, zejména z fyziky a chemie. (Hlavní zdroje energie exogenních procesů jsou energie kosmická, zejména sluneční záření, přitažlivost Slunce a Měsíce, zemská gravitace.)

Pak je možno přejít k objasnění základních rysů činnosti atmosféry, hydrosféry a biosféry. Tato činnost má vždy tři formy:

- rušivou (denudaci),
- přenosnou (transport materiálu),
- tvořivou (akumulaci).

Učitel neopomene zdůraznit, že tyto tři formy se vzájemně podmiňují a doplňují a že mohou probíhat současně na místech jen nepatrně od sebe vzdálených (např. v meandrech řek — na nárazovém břehu eroze, na nánosovém akumulace) nebo se mohou velmi rychle střídát v čase (např. větrná eroze a sedimentace podle měnící se intenzity větru). Je třeba upozornit na rozdíl v pojmech eroze a denudace. Žáci je často zaměňují nebo je pokládají za synonyma. Délka transportu může být velmi různá (např. tzv. délka chemického transportu látek rozpuštěných ve vodě může dosáhnout až několika set i tisíc km; naproti tomu mechanický přenos, zejména těžších kusů hornin, je často velmi krátký).

Dále je důležité, aby učitel ukázal žákům i závislost všech exogenních dějů na klimatických podmínkách (podnebí mírné, chladné, teplé, podnebí suché a vlhké). Žáci pak pochopí, že určitý děj se může uskutečnit jen za určitého klimatu. Zde je možno ve značné míře využít znalostí žáků z fyzického a regionálního zeměpisu.

Jestliže má učitel dostatek času, je možné provést srovnání Země s ostatními terestrickými planetami a s Měsícem a ukázat na podstatné rozdíly, které se v působení exogenních činitelů projevují (např. značný význam působení atmosféry na Marsu, naproti tomu malý význam hydrosféry; nepřítomnost těchto faktorů na Měsíci, ale navíc tzv. kosmická eroze meteoritickými částicemi).

Je možné se zmínit i o působení geologických činitelů v historickém vývoji Země (exogenní činitele se uplatňují zvláště v klidnějších obdobích mezi horotvornými procesy). Je však nutno upozornit, že současně se vznikem nerovností působením vnitřních geologických činitelů začíná i modelace povrchu exogenními faktory. Obě poslední připomínky lze uplatnit hlavně na střední škole.

K působení gravitace na zemský povrch

Tomuto tématu se věnuje v učebnicích většinou méně pozornosti. Nejvhodnější umístění tématu je hned na začátek za obecný úvod, neboť gravitace ovlivňuje všechny ostatní exogenní činitele. Žáky je třeba upozornit, že v této kapitole se probírají jen povrchové jevy (i když se gravitace uplatňuje i při procesech uvnitř zemské kůry, při pohybu magmatu, litosférických ker atd.).

Jako motivaci můžeme použít např. vyprávění o některých skalních říčních nebo sesuvech, které měly katastrofální důsledky. Tím zároveň upozorníme na velký praktický význam studia gravitačních pohybů.

Gravitační pohyby závisejí do značné míry na členitosti terénu. V rovinatých oblastech jsou pohyby minimální, zvětralé hmoty zůstávají ležet na místě vzniku a tvoří eluvia (navážeme na znalosti žáků z mineralogie a petrografie — zvětřování nerostů a hornin).

Pak přejdeme k problematice pohybů v nerovných terénech. Žákům ukážeme fotografii horských svahů se suťovými kuželi, resp. i obrázek sesuvů a jejich následků. Na tabuli načrtne profil svahovým kuželem a upozorníme na diferenciaci úlomků hornin podle velikosti (nahore drobné úlomky, na úpatí velké balvany). Žáci pak mohou sami řešit otázku, proč nastává tato diferenciace. Žáky středních škol můžeme upozornit, že v přírodě nejsou vždy poměry tak jednoduché, neboť současně se uplatňují i další faktory, které způsobují diferenciaci právě opačnou. Vlivem dešťové vody jsou totiž malé částice (jíl, jemný pí-

sek) vyplavovány až na úpatí, zatímco větší částice zůstávají v tomto pohybu pozadu. Je třeba též zdůraznit, že rychlost svahových pohybů je velmi různá, od velmi pomalých a stěží pozorovatelných změn až po náhlé a někdy i katastrofální řícení skal.

Jiným projevem účinku gravitace jsou **pohyby půdy**. I ty mohou být buď **po-
malé** (slézání, plíživý pohyb), nebo **náhlé** (sesuvy). Zejména sesuvům je třeba pro jejich značný rušivý účinek věnovat zvýšenou pozornost. Učitel musí dobře objasnit především **příčiny** těchto sesuvů (vždy jde o porušení stability vrstev půdy a zvětralin na svahu). K tomu pomohou zjednodušené řezy sesuvným územím, publikované např. v učebnici R. Kettnera, 1955 nebo Q. Záruby-J. Vachtla -M. Pokorného, 1975.

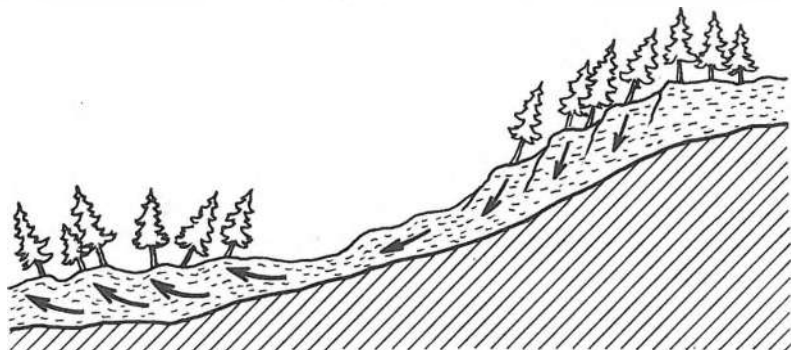
Sesuvné terény lze poznat i po letech podle reliéfu povrchu, podle ohybu kmenů stromů a dalších znaků (obr. 45). Učitel uvede hlavní oblasti ČSSR, kde k sesuvům dochází, a zdůvodní, proč tomu tak je (České středohoří, česká křídová pánev, karpatské pásmo flyšové). Vhodné je uvést i některé lokality, kde sesuvy měly katastrofální následky (např. Klapý u Hazmburku 1898 a později, Hošťálková u Vsetína 1919, Mužský u Mnichova Hradiště 1926, Handlová 1961; sesuv železničního náspu v Podlešíně u Slaného 1927 aj.). Pro žáky jsou názorné zejména příklady z blízkého okolí školy, i kdyby nebyly příliš významné.

Na středních školách je možné pojednat ještě stručně o soliflukci a o jejím významu. Zde učitel objasní především pojmy: trvale zmrzlá půda (mrzlota) a **půdotok** (soliflukce). Půda rozmrzá jen na povrchu, voda nemůže vsakovat, rozbředlé zeminy tekou po svahu. Soliflukce nastává jen za určitých klimatických podmínek, které u nás v současné době neexistují. Zato však k ní často docházelo v pleistocénu. Svahové sedimenty tohoto období velmi často obsahují soliflukční horizonty.

Ke geologické činnosti proudící vody

Toto téma patří k nejzávažnějším částem exogenní dynamické geologie, proto je třeba věnovat mu vždy náležitou pozornost. Na činnosti proudící vody je možno ukázat názorně všechny hlavní rysy činnosti vnějších geologických činitelů.

K motivaci tématu využijeme vhodné příklady z okolí, údaje a obrazový materiál z literatury a časopisů. Rozhovorem se žáky shrneme jejich dosavadní poznatky o významu vody pro celou přírodu i pro život člověka. Zopakujeme pojem **hydrosféra** a rozdělení vody v přírodě na **atmosférickou**, **po-**



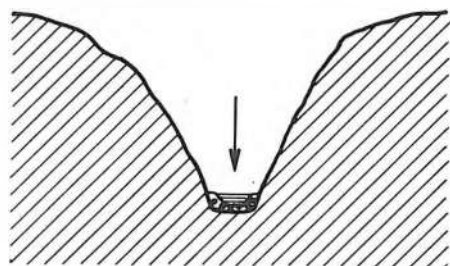
45 Schematický průřez sesuvným územím — naznačena charakteristická poloha stromů (upraveno podle R. Kettnera)

vrchovou a podzemní. Ze zeměpisu zopakujeme pojmy pramen, ústí řeky, povodí, rozvodí, říční síť apod.

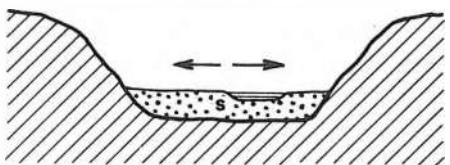
Je vhodné předem žáky seznámit s oběhem vody na Zemi a jeho příčinami a vysvětlit tzv. třetinové pravidlo (na středních školách mohou žáci uvažovat i o faktorech, které ovlivňují rozdělení srážkové vody na tři nestejně části, jsou to: reliéf krajiny, podnebí, geologický podklad, vegetace apod.).

Činnost tekoucí vody lze rozdělit jako u všech exogenních činitelů na část rušivou (eroze), přenosnou a tvořivou (říční sedimentace). Žáky je třeba upozornit, že existují různé druhy eroze (hloubková, boční, obr. 46, zpětná, mechanická, chemická) a že jejich uplatnění závisí na místních podmínkách (spád toku, rychlost pohybu vody, vodnost řeky, horninový podklad aj.). Rovněž transport materiálu se může dít dvojím způsobem (mechanicky nebo v roztoku). Pokud jde o tvořivou činnost řeky, navážeme na znalosti žáků z petrografie (zejména o úlomkovitých sedimentech). Je velmi důležité, aby si žáci uvědomili, že vodní tok často na tomtéž místě eroduje i sedimentuje (zvl. v meandrech: na nárazovém břehu probíhá eroze, na nánosovém sedimentace). Nelze tedy tuto činnost od sebe nijak ostře oddělovat. Také z hlediska časového se často střídá rušivá činnost vody s tvořivou.

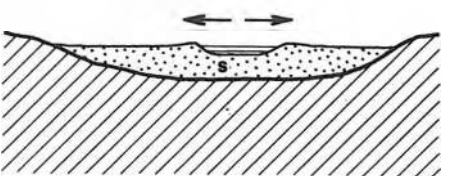
Dobře se osvědčil takový postup, že učitel neprobírá učivo obecně, nýbrž konkrétně na některém příkladu. Zvolí vhodnou řeku (Vltavu, Labe, Moravu, Váh, příp. místní tok) a ukazuje její činnost v jednotlivých úsecích. Pro přehlednost je možno rozdělit tok na tři hlavní části, tj. tok horní, střední a dolní.



A



B



C

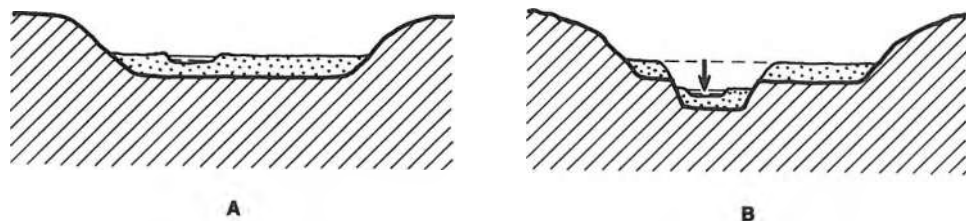
46 Geologická činnost tekoucí vody a příčné řezy údolím: A v horním toku, B v středním toku, C v dolním toku; s sedimentace (svislá šipka naznačuje hloubkovou erozi, vodorovná boční erozi)

Různá činnost vody se projevuje výrazně různým tvarem údolí (učitel načrtne nebo promítne příčné průřezy údolím, resp. ukáže i fotografie příslušných úseků, obr. 46). Při výběru příkladů je však třeba postupovat opatrně, poněvadž v přírodě jsou četné odchylky od teorie a v některých částech se činnost vodního toku neprojevuje typicky.

Na střední škole je možno (s využitím poznatků ze zeměpisu) pojednat také o spádové křivce vodních toků („podélném profilu“ říčním údolím). Žáci mohou řešit problém, jak se spádová křivka během vývoje povrchu mění a jaké vlivy na její tvar působí (horninový podklad, pohyby zemských ker, klimatické změny, čas). Učitel může pak se žáky vyvodit závěr, jak tvar spádové křivky obrází tyto podmínky. I zde je žádoucí vycházet z konkrétních příkladů spádových křivek našich nebo cizích řek.

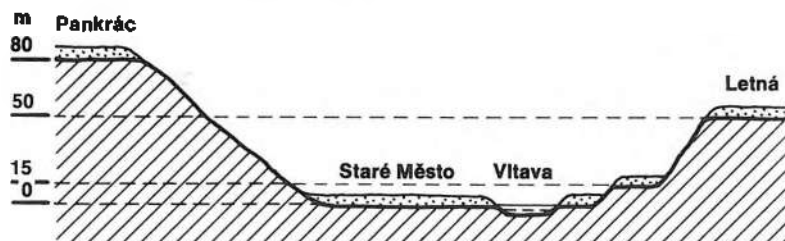
Jestliže je dostatek času, je možné učivo rozšířit úvahami o překládání meandrů řek, o pozitivním i negativním významu regulace řek, o rychlosti prohlubování toku nebo rychlosti sedimentace, zvl. v deltách (potřebný materiál najdeme v knize R. Kettnera, 1953 nebo Q. Záruby — J. Vachtla — M. Pokorného, 1975).

Na středních školách se k tomuto tématu připojuje zpravidla ještě učivo o říčních terasách (obr. 47). Učitel jednak vysvětlí pojem říční terasa, jednak vznik



47 Schéma vzniku říčních teras střídáním erozivní a akumulární činnosti
A vznik první terasy, B vznik druhé terasy

teras. Jako názornou pomůcku je možno použít blokdiagram, případně fotografii teras. Opět je možné doporučit, aby se využilo co možná nejvíc konkrétních příkladů. Jedním z nich může být Pražská kotlina, která je typickým výtvorem činnosti Vltavy během kvartéru; učitel může na mapě nebo na geologickém řezu ukázat hlavní terasové stupně a upozornit žáky, jaký vliv měla konfigurace terénu na historickou i současnou výstavbu Prahy, včetně stavby metra (obr. 48). Žákům musí být dobře objasněno, že terasy vznikají střídáním erozní a akumulární činnosti vodních toků a že tyto změny jsou podmíněny jednak střídáním klimatu (změny vodnosti řek), jednak tektonickými pohyby (změny spádových poměrů). Tyto otázky mohou žáci řešit problémovým způsobem.



48 Schematický řez terasami Vltavy v Praze
(nulou je označena nynější nadmořská výška hladiny Vltavy)

Dále je možné ještě stručně pojednat o vodopádech a peřejích (opakování ze zeměpisu), v souvislosti se zpětnou erozí objasnit pojem říční píratství a upozornit žáky na velké změny v říční síti od neogénu do současnosti (říční síť středních Čech, v zahraničí v Severoněmecké nížině, v Polsku apod.).

O říčních terasách a vývoji našich řek pojednává souborné kniha B. Balatky — J. Sládka, 1962. Zde mohou získat učitelé mnoho konkrétních údajů o našich vodních tocích.

Při probírání této kapitoly neopomeneme vyzdvihnout také praktický význam činnosti řek, např. tvorbou ložisek stavebních štěrkopísků, druhotných ložisek zlata, platiny, granátů, diamantů a jiných nerostů.

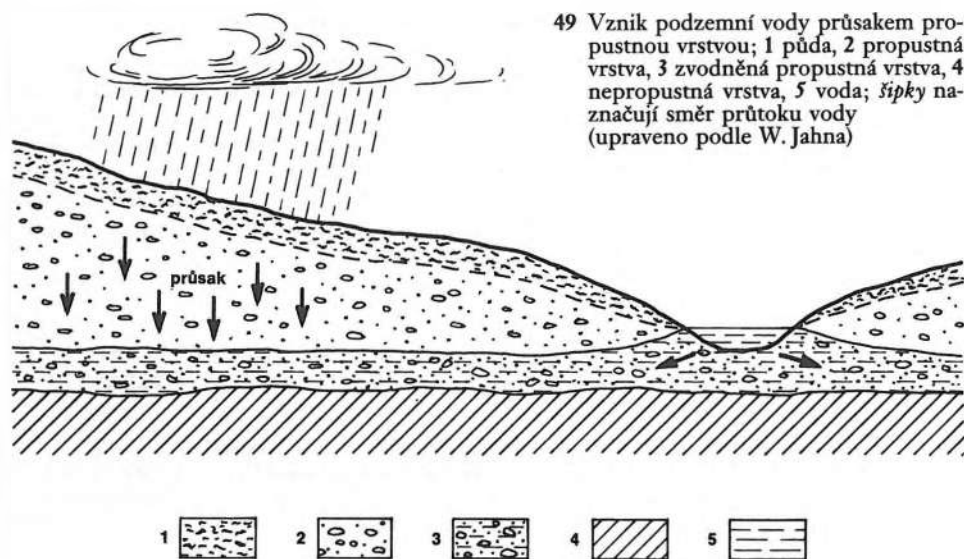
K učivu o podzemní vodě a pramenech

Téma souvisí s předchozím a je možné je probírat i dříve než činnost povrchové vody. Na počátku výkladu můžeme žákům předložit jako problém k řešení otázku: Jak koluje a působí voda, která vsákne do země?

Je třeba dobře vysvětlit tyto důležité pojmy: horniny propustné, horniny nepropustné (používáme raději než termín vrstvy, neboť nejde jen o horniny usazené). Propustnost hornin je v podstatě dvojího druhu: průlinová a puklinová. Může dosáhnout různého stupně; záleží to zvláště na velikosti pórů a trhlin, jejich uspořádání, druhu tmelu a stupni stmelení hornin, zaplnění puklin jílem, stupni zvětrání hornin apod. Mezi propustnými a nepropustnými horninami není ostrá hranice, nepropustnost hornin je tedy jen relativní. Na základě této úvahy mohou žáci sami usoudit, které horniny jsou propustné a které ne. I když věnujeme hlavní pozornost sedimentům, neměli bychom zapomínat ani na vyvřeliny a přeměněné horniny (zejména v oblastech, kde tyto horniny převládají).

Propustnost hornin můžeme názorně ukázat i pomocí pokusů (použijeme zejména jemnější písek a jíl). Jsou popsány např. v Metodické příručce k učebnici Přírodopis 9 (F. Pauk a kol.).

Dále sledujeme se žáky pohyb vody v zemské kůře od povrchu až k nepropustnému podkladu a pak po něm (obr. 49). V propustných horninách se voda hro-



madí a vytvoří víceméně vodorovnou hladinu. Na střední škole je možno ještě uvést, že hladina závisí na tvaru terénu a může kolísat. Po sklonitém podkladu se voda pomalu pohybuje na nižší místa, kde může vytvořit pramen.

Věnujeme pozornost též mineralizaci vody a objasníme její původ. Podle mineralizace rozdělíme vody na prosté a minerální. Žáci pak sami (s použitím znalostí z chemie a zeměpisu) mohou uvést příklady minerálních vod a jejich výskyt v ČSSR, zejména v nejbližším okolí. Upozorníme též žáky, že průchodem v horninách se může voda nejen obohacovat rozpustnými složkami, ale též se čistit a zbavovat škodlivých látek a mikroorganismů (z literatury lze uvést i konkrétní údaje; je to důležité i pro ochranu životního prostředí).

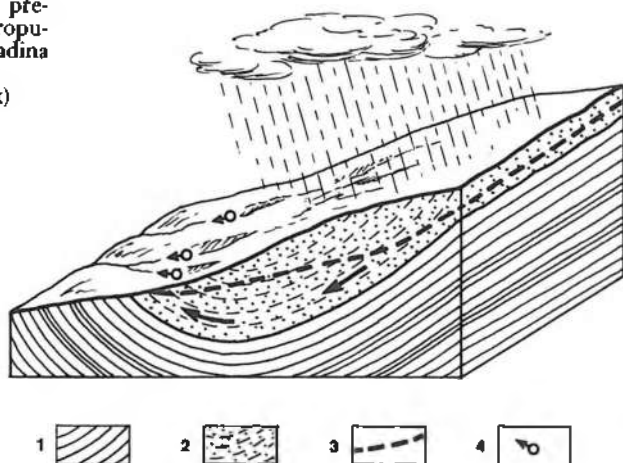
Pramen vysvětlíme jako místo, kde přirozenou cestou vyvěrá voda na zemský povrch. Žáky můžeme upozornit, že vedle pramenů existují v přírodě často i nekonzentrované vývěry vody, které se projevují na povrchu mokřadly a bahnisky. Objasníme pojem vydatnost pramene (udává se v l s^{-1}) a její závislost na velikosti sběrné oblasti, množství srážek, příp. dalších faktorech.

Na základní škole se zpravidla probírají jen hlavní druhy pramenů, zejména prameny sestupné (vrstevní, suťový), z ostatních jen artéské umělé prameny (studně). Na středních školách je možno uvést systematické třídění pramenů a probrat další jejich druhy (přetékavý, obr. 50, zlomový apod.). Přitom je nutné ukázat žákům podstatu vzniku jednotlivých druhů pramenů na schematizovaných řezech nebo blocích (obr. 50), které buď kreslíme na magnetické tabuli, nebo promítáme. Zvláště je třeba věnovat pozornost zřetelnému odlišení hornin propustných, nepropustných, zvodněných, označit výrazně hladinu podzemní vody a její pohyb. U artézských pramenů upozorníme na mnohdy značnou vzdálenost sběrné oblasti, na tlak vody, dále i na teoretický a skutečný dostřik vody do výše.

Při opakování a zkoušení žádáme na žácích, aby dovedli sami na tabuli načrtnout jednoduché řezy základními druhy pramenů. Jako názornou pomůcku použijeme modely pramenů a pokusy s nimi (B. Bouček — K. Šrágl, 1952; J. Vališ, 1974). Nepropustnou vrstvu modelujeme z plastelíny nebo jílu, vrstvy propustné z písku nebo jemnější drti; nejlépe je pracovat na pískovém stole.

U jednotlivých druhů pramenů uvádíme konkrétní příklady, pokud je to možné z nejbližšího okolí. U minerálních vod uvedeme (na střední škole) jejich hlavní typy s příklady lokalit.

50 Blokdiagram znázorňující vznik přetékavého pramene; 1 vrstvy nepropustné, 2 vrstvy propustné, 3 hladina spodní vody, 4 pramen (podle Q. Záruby upravitel F. Pauk)



U tohoto tématu je řada námětů vhodných k **problémovému opakování**, např. pitná voda v naší obci, problém pitné a užitkové vody v ČSSR a ve světě, získávání nových zdrojů vody, znečišťování vody.

Ke krasovým jevům

Toto téma se jen někdy probírá samostatně (zejména na středních odborných školách), často je začleněno do tématu o činnosti povrchové a podzemní vody.

Při výkladu je nejlepší, vyjdeme-li ze **žakovských zkušeností** získaných buď na soukromých návštěvách, nebo školních výletech. Dále pak můžeme do značné míry využít znalostí žáků ze zeměpisu. Především je třeba vysvětlit, že vznik krasových jevů je podmíněn především **chemickým působením vody** na horniny, jejich rozpouštěním, případně novým vylučováním rozpouštěných látek z roztoku.

Objasníme žákům především příčiny a podstatu rozpouštění vápenců, při němž hraje důležitou úlohu ve vodě rozpouštěný kyslíčník uhličitý. (Viz pokus v Metodické příručce k učebnici Přírodopis 9, F. Pauk a kol.) Tento chemický děj můžeme znázornit rovnici. Je však třeba upozornit, že reakce je zvrtná, a že tedy za určitých podmínek může probíhat i obráceně (vylučování uhličitanu vápenatého). Na střední škole můžeme dát žákům řešit i problém, zda krasové jevy mohou vznikat i v jiných horninách než vápencích (sádrovec, halit). Dále upozorníme, že rozpustnost vápenců i ostatních hornin je ovlivněna řadou faktorů, zejména čistotou horniny, jejím rozpukáním a vrstevnatostí.

Z pojmů vysvětlíme, resp. vyvodíme jen nejdůležitější: **krasová údolí**, **propasti**, **jeskyně** a **chodby**, **krápníky**. Pouze na středních školách (zejména odborných) přicházejí v úvahu ještě další pojmy, jako **závrty**, **škrapy**, **krasové vyvěračky** apod.

Žáci by měli znát naše hlavní krasové oblasti, kromě toho i lokality místní. Pro zajímavost může učitel žákům vyprávět o historii objevování podzemních prostor, o speleologickém výzkumu, o významu jeskyní jako úkrytu pračlověka a člověka apod. Je třeba též uvést, že většina krasových útvarů je chráněna.

K výkladu je možno použít názorné pomůcky, zejména fotografie. Některé školy, zvláště starší, mají i ukázky krápníků. Velmi zajímavá je též exkurze do některé jeskyně; všimáme si však i povrchových jevů.

Ke geologické činnosti moře

Učivo můžeme motivovat tím, že žákům připomeneme ohromný význam moře pro život na Zemi. Vyplývá z jeho nesmírné rozlohy, která převyšuje rozlohu pevnin. Moře je životním prostředím četných živočichů a rostlin, v moři vznikl život, moře je též **zásobárnou různých minerálních surovin**, které v budoucnu budou stále více využívány (učitel uvede konkrétní příklady: rudy manganu a železa, soli, ropa atd.). V současnosti však moři hrozí nebezpečné **znečištění průmyslovým odpadem**. Moře je také důležitým klimatickým tepelným stabilizátorem. Ze zeměpisu zopakujeme hlavní světové oceány a moře. Uvedeme na několika příkladech, že i na našem území působilo moře silně v několika uplynulých geologických obdobích.

Činnost moře se nejnápadněji projevuje na styku s pevninou (na pobřeží), nesmíme však zapomenout i na jeho činnost na **mořském dně**. Jako u všech exogenních činitelů je opět trojř: **rušivá**, **přenosná** a **tvořivá**. Žákům ukážeme fotografie pobřeží a nakreslíme jeho průřez. Ke znázornění různé členitosti pobřeží

použijeme zeměpisné mapy vybraných úseků pobřeží. Pak pomocí návodných otázek vedeme žáky k vysvětlení vzniku různých tvarů pobřeží: pobřežního srázu (srubu), pláže, teras. Objasníme pojem *m o ř s k á a b r a z e* (na základní škole používáme jen termín eroze). Vedle rušivé činnosti upozorníme i na činnost přenosnou a tvořivou. Sledujeme sedimentaci při pobřeží a snažíme se, aby žáci sami vysvětlili příčiny diferenciacie materiálu podle velikosti a hmotnosti.

Na středních školách je možno vyvodit se žáky rozdíly v činnosti moře na pobřeží pozvolna (sekulárně) stoupajícím a klesajícím. Přitom opakujeme poznatky o pevninotvorných procesech a jejich příčinách.

Pak si všimneme blíže i činnosti moře v oblastech dále od pobřeží, která je daleko méně nápadná a známá. V oblasti širokomořské převládá sedimentace nad erozí. Žáci sami mohou odpovědět na otázku, proč je tomu tak. Uvedeme hlavní druhy hlubokomořských sedimentů a jejich složení. Upozorníme však i na erozi mořskými proudy a na nerovnosti reliéfu dna. Současné učebnice věnují zatím nedostatečnou pozornost oceánské geologii, proto je třeba čerpat z odborné literatury (Z. Kukal, 1964, 1977) nebo literatury vědeckopopulární.

Využijeme též mezipředmětové vztahy k biologii a se žáky zopakujeme hlavní poznatky o životě v moři. Mnoho mořských živočichů a rostlin z minulých dob se zachovalo v sedimentech jako zkameněliny. Většina známých zkamenělin patří mořským organismům. Studium mořských organismů a současné sedimentace má značný význam pro paleontologii a historickou geologii. Pro názornost je vhodné promítnout film nebo diapozitivy s ukázkami organismů v různých oblastech (pásmech) moře.

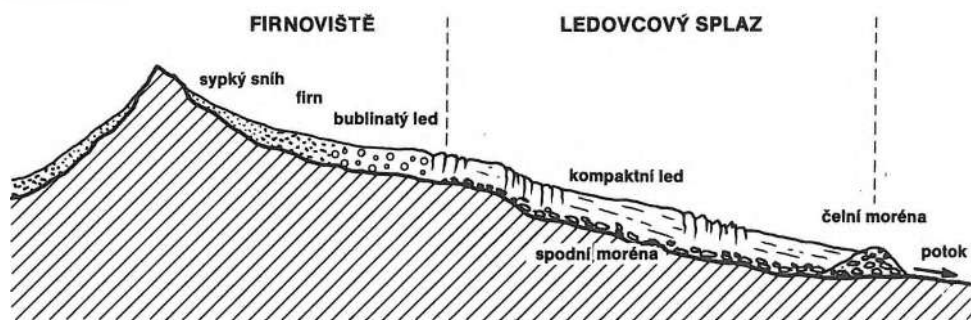
V případě, že stačí čas, je možné pojednat ještě o činnosti jezer i umělých vodních nádrží, která je v mnohém podobná činnosti moře a žáci ji mohou pozorovat na četných příkladech i u nás.

Ke geologické činnosti ledovců

Význam ledovců je ve srovnání s oceány a řekami menší, a proto se tomuto tématu věnuje zpravidla méně času než předchozí. Učitel zde může ve značné míře využít úzkých mezipředmětových vztahů k zeměpisu.

Uvodem je možno promítnout film nebo přečíst úryvek z některého cestopisu o Grónsku, Islandu, Antarktidě apod.

Přiměřenou pozornost je především třeba věnovat otázce vzniku ledovců. Žáci musí mít jasno, že ledovcový led vzniká ze sněhu a ne prostým zmrznutím vody. Dále je třeba (zejména na střední škole) odlišit jasné dva základní typy ledovců — pevninský a horský —, které se od sebe liší nejen vznikem, ale i pohybem a činností.

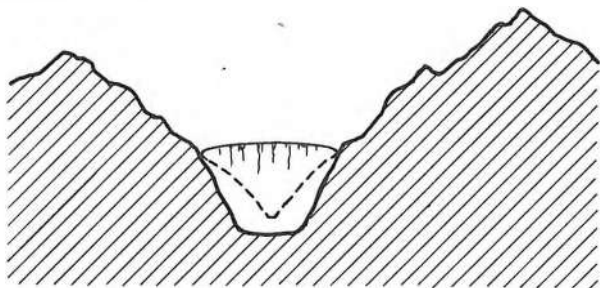


51 Podélný řez horským ledovcem (podle M. Orii)

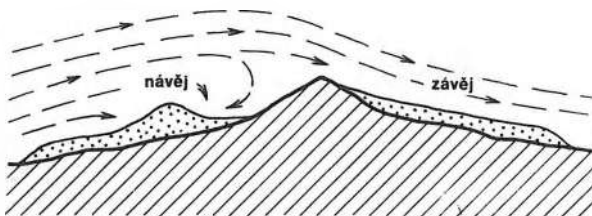
Na mapě nebo na obrázcích ukážeme žákům hlavní části ledovce. Pro zlepšení názoru je výhodný i schematický náčrt příčného a podélného průřezu ledovcem. Žáci se seznámí hlavně s těmito pojmy: firnoviště, ledovcový splaz, moréna, ledovcové údolí, ledovcové sedimenty. Na střední škole se rozliší i hlavní druhy morén. Pro přehlednost je vhodné opět probrat zvlášť rušivou a zvlášť tvořivou činnost ledovců (obr. 51). Činnost ledovců je podmíněna jejich pomalým, ale téměř stálým pohybem. Zatímco pochopení příčin pohybu horského ledovce nečiní žákům většinou žádné potíže, je objasnění příčin pohybu kontinentálního ledovce na téměř vodorovném povrchu podstatně obtížnější (je nutno poukázat na určitou plasticitu ledu). Na střední škole je nevhodnější, probereme-li nejprve podrobněji činnost horského ledovce a pak s ní srovnáme činnost ledovce kontinentálního. K pochopení glaciální eroze použijeme názorný materiál (fotografie a řezy ledovcovým údolím, fotografie ohlazených a rýhovaných skal apod.). Se žáky můžeme vyvodit rozdíly mezi údolím říčním a ledovcovým (obr. 52). Rovněž výklad o tvořivé činnosti ledovců podpoříme fotografiemi morén, náčrty jejich průřezů apod. Některé školy mají ve sbírkách i ledovcové valouny (souvky) nebo úlomky bludných balvanů. Učitelé často zapominají zdůraznit podstatné rozdíly mezi sedimenty vodními a ledovcovými (diferenciace materiálu je u ledovců minimální, stupeň opracování nízký).

Jiným nedostatkem bývá, že žákům není dostatečně vysvětlen termín *moréna* (je to pojem morfologický, ne petrografický). Zmíníme se též o *zániku* ledovců (tání v údolích, „telení“ na mořském pobřeží).

Ze zeměpisu zopakujeme rozšíření pevninských i horských ledovců (je možné provést již na začátku hodiny) a jejich závislost na klimatu. Na současný stav můžeme navázat výklad o rozšíření ledovců v pleistocénu, zejména ve střední Evropě a v našich zemích. Uvedeme stopy jejich činnosti (údolí, morény, jezera, nánosy, bludné balvany). Na střední škole se můžeme zmínit i o periglaciálních jevech, jichž je u nás hojnost (kamenná moře, mrazové sruby, soliflukční proudy).



52 Charakteristický příčný průřez ledovcovým údolím (čárkovaně vyznačeno původní dno říčního údolí, plně řez údolím modelovaným činností ledovce)



53 Schéma vzniku eolických sedimentů na svazích pahorku (podle R. Kettnera)

Ke geologické činnosti větru

Před výkladem můžeme se žáky zopakovat poznatky o atmosféře, o složení vzduchu, o jeho pohybech a jejich příčinách, o zvětrávání apod. Na základní škole můžeme též žákům vyprávět o pouštích nebo přečteme vhodný úryvek z cestopisné literatury.

Pro přehlednost rozdělíme činnost větru na **rušivou** a **tvořivou**. Vysvětlíme (resp. rozhovorem se žáky vyvodíme) vznik **hranců**, **voštín**, **tabulových hor**, **viklanů** a **skalních hřibů**. Demonstrujeme např. ukázky hranců, obrázky voštín na našich pískovcových skálách, obrázky svědeckých hor, písečných přesypů apod. Důležité je, aby si žáci dobře uvědomili, proč vítr působí **intenzivněji jen v malé výši nad povrchem** (nástrojem větrné eroze jsou pískové a prachové částice, které se většinou pohybují jen v malých výškách). Žáky upozorníme, že vedle aktivního činitele — proudění vzduchu — se při vzniku erozních tvarů uplatňuje i **pasivní faktor** — vlastnosti hornin —, např. jejich pevnost, tvrdost, chemická odolnost.

Pak přejdeme k **tvořivé činnosti** (obr. 53). Probereme hlavní větrné sedimenty, tj. **váté písky** a **spraše** a zopakujeme jejich vlastnosti známé z petrografie. Všimneme si tvarů, které tvoří, zejména písečných přesypů, a objasníme jejich vznik. Žáci mohou také tento problém vyřešit sami. Pro názornost je vhodné načrtnout **průřez přesypem** a ukázat rozdíl v úhlu sklonu mezi stranou návětrnou a zánětrnou.

Neopomeneme též poukázat na **závislost uplatnění větrné činnosti na klimatických podmínkách**. Žáci snadno pochopí, proč se nejvíce projevuje v oblastech aridního podnebí.

Uvedeme hlavní výskyty **eolických jevů** u nás, zejména v okolí školy. Vzhledem k tomu, že tyto jevy jsou lépe vyvinuty mimo naši republiku, je žádoucí se zmínit i o typických lokalitách zahraničních. Většinu z nich již žáci znají ze zeměpisu, a stačí je tedy jen zopakovat.

Při vyučování je třeba věnovat pozornost činnosti větru i z hlediska **ochrany přírody**. Vegetace je nejlepší ochranou proti větrné erozi a zabráňuje pohybu písečných přesypů. U nás se osvědčily hlavně borovice pro svou houževnatost a hluboko sahající kořeny. Na mořském pobřeží se návětrné strany dun zpevňují různými rostlinami. Učitel může uvést i příklady zničení oáz nebo měst zasypáním pískem nebo prachem (Sahara, Střední Asie), odnosu hlíny z polí větrnou erozí (jihovýchodní státy USA, kde jsou pravidelné větry v zimě a povrch je v té době bez vegetace). Jemný prach z pouští může být větrem odnášen na velké vzdálenosti (saharský prach na středomořské pobřeží Francie, australský na Nový Zéland, mongolský do Japonska).

Ke geologické činnosti organismů a člověka

Do tohoto tématu se někdy zařazuje i geologická činnost člověka, v některých učebnicích je však vyčleněna do samostatné kapitoly na závěr učebnice (např. F. Pauk a kol., 1969, a další vydání). Obojí zařazení má své výhody i nevýhody. V prvním případě sledujeme činnost člověka současně s ostatními skupinami organismů, v druhém můžeme využít znalostí žáků ze všech geologických disciplín včetně užité geologie.

Téma má značný význam nejen teoretický, ale i praktický, a proto mu musí učitel věnovat patřičnou pozornost. Relativně malý rozsah příslušné kapitoly v učebnicích je způsoben tím, že se předpokládá, že mnohé věci již žáci znají. Jde tedy namnoze o opakování učiva mineralogie, petrografie, obecné geologie, pe-

dologie, zoologie a botaniky. Proto může učitel použít metodu rozhovoru nebo dát žákům k řešení problém, jak organismy působí na zemskou kůru, její nerosty a horniny. Žáci využijí znalostí těchto témat učiva:

Vznik nerostů životní činností organismů

Biologické zvětrávání

Horniny ústrojného původu (organogenní sedimenty)

Půdy, jejich složení a vznik

Zvláště na střední škole by neměly odpovědi na tyto problémy činit žádné obtíže.

V závěru shrne učitel poznatky a utřídí je. Činnost organismů opět rozdělí na rušivou a tvořivou a dále na činnost rostlin, živočichů, resp. člověka.

V kapitole o činnosti člověka je třeba žákům na příkladech objasnit, že rušivá činnost nemusí mít vždy pro člověka nepříznivý účinek, stejně tak i tvořivá činnost nemusí být svým významem pozitivní (např. těžba surovin v dolech je činností rušivou, která může nepříznivě ovlivnit režim spodní vody, je však pro člověka nutná a užitečná; naproti tomu vznik mnohých tzv. antropogenních sedimentů, např. vrstev odpadu, je z geologického hlediska činností tvořivou, ale pro člověka jsou tyto sedimenty většinou nežádoucí). Tyto otázky souvisejí úzce s ochranou přírody a krajiny, proto odkazujeme na příslušnou kapitolu 8.

Při probírání tématu používáme **názorný materiál** (ukázky rušivé a tvořivé činnosti organismů — zvětrávání, stopy po vrtavé činnosti, ukázky hlavních organogenních hornin, fotografie typických lokalit a krajín, filmy). Pokud je to možné, uvádíme žákům **příklady z okolí školy**. Na závěr můžeme vyvodit hlubší a obecnější závěry, důležité z hlediska svět názorového. Poukážeme na to, že působení obou složek přírody — neživé i živé — není jednostranné, ale vzájemné, že jde o interakci mezi dvěma základními sférami Země — litosférou a biosférou. Dále můžeme poukázat na fakt, že děje v uvedeném rozsahu jsou příznačné jen pro jednu z planet sluneční soustavy, naší Zemi. Na ostatních planetách biosféra schází, resp. je-li přítomna (snad na Marsu), je její podíl podstatně menší. Poněvadž existence biosféry je podmíněna dosti úzce vymezenými podmínkami a uskutečňuje se jen v určitém vývojovém stadiu planet, je do jisté míry geologické uplatnění organismů **zvláštností**. Žáky odkážeme na poznatky historické geologie, které jsou probírány později.

K tvarům zemského povrchu a jejich vývoji

Toto téma bývá zpravidla zařazováno až na konec kapitoly o exogenních činitelích. V rámci geologie se probírá jen v nejhrubších rysech, neboť těžiště výuky o zemských tvarech je ve fyzickém zeměpisu. V geologii má ráz spíše shrnující, hlavním cílem je tu **podání přehledu o geologických činitelích a jejich vzájemných vztazích**. Na střední škole můžeme studenty upozornit, že touto problematikou se zabývá samostatné vědní odvětví — geomorfologie.

Žákům můžeme demonstrovat různé tvary zemského povrchu a položit problémovou otázku, jak tyto tvary vznikají. Zopakujeme učivo o působení geologických činitelů, zvláště těch, kteří se výrazně uplatňují při tvorbě reliéfu zemského povrchu. Pokud je to možné, využijeme konkrétní **příklady z okolí školy** a vedeme žáky k tomu, aby se sami snažili vysvětlit jejich vznik. Při probírání tématu použijeme jednak fotografie, náčrtky (obr. 54), jednak zeměpisné mapy v kombinaci s geologickými, jednak blokdiagramy. Tím jasně vynikne úzký vztah mezi geologickou strukturou, petrografickým složením a stavbou podkladu na

straně jedné a terénními tvary na straně druhé. Rovněž modely se uplatní jako dobrá pomůcka (např. model údolí s říčními terasami).

Shrnutím poznatků můžeme dospět k dvěma základním obecným závěrům:

- zemský povrch se neustále mění a vyvíjí,
- geomorfologické působení exogenních a endogenních činitelů je v zásadě antagonистické: vnitřní činitelé vytvářejí nerovnosti, vnější je modelují a zhlazují.

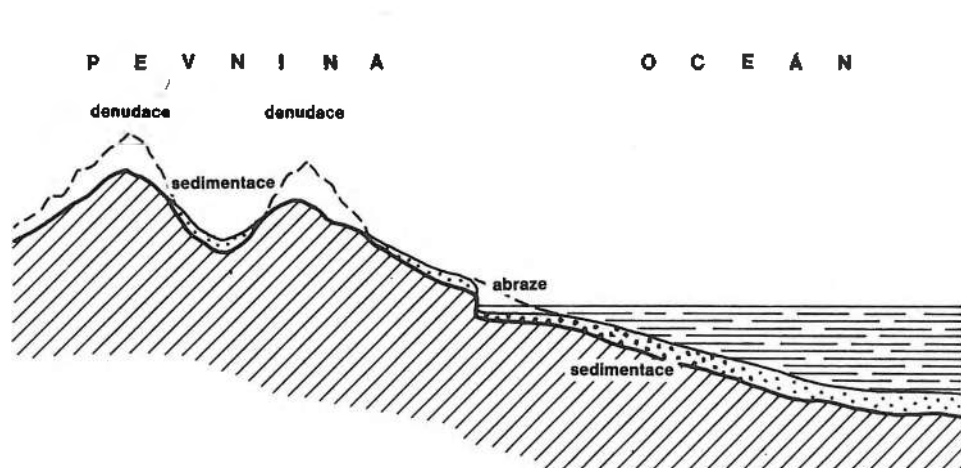
Na středních školách je možné se zmínit i o geomorfologickém cyklu a jeho třech základních stádiích. Jednotlivá stadia je třeba ukázat na fotografiích typických krajin, příp. nakreslit nebo promítnout sérii geologických řezů, na nichž jsou jasně patrné vývojové změny. Přitom musí učitel dobře objasnit pojem *parovína* a rozdíl mezi parovinou a pravou rovinou (na profilech je velmi dobře patrný). Dále pak by měl upozornit, že geomorfologický cyklus představuje jen základní schéma a že v přírodě bývají poměry značně komplikovanější.

5.2.2.5

UČEBNÍ POMŮCKY

Kvalitu výuky je možno zvýšit hojným používáním pomůcek. Učitelé velmi často zapomínají používat přírodniny a tzv. dynamické sbírky. Jsou to zejména produkty činnosti vnějších činitelů, např. ukázky zvětvávání nerostů a hornin, říčních, ledovcových, větrných a organogenních sedimentů, erodovaných hornin, krápníků apod.

Běžnější bývají na školách pomůcky zprostředkující. Z nich jsou zvláště významné pomůcky dynamické (filmy). Nelze však opomíjet ani statické pomůcky, jako jsou náčrty na tabuli, zeměpisné obrazy, fotografie, diapozitivy, geologické řezy a blokdiagramy. Podle možnosti využijeme foliografu a magnetografu. Nesmí chybět ani geologická mapa, abychom mohli jevy lokalizovat a umožnit tak vytvoření správných představ žáků o prostorovém rozmístění probíraných jevů. Využijeme i některé zeměpisné modely, např. modely říčních teras.



54 Schéma geologické a geomorfologické činnosti exogenních činitelů

5.3.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Cílem výuky geologie historické a paleontologie je seznámit žáky s dějinami vývoje Země, se vznikem a vývojem života na Zemi, s významem těchto vědních disciplín pro rekonstrukci geologické minulosti Země a pro vyhledávání ložisek nerostných surovin. Podat přehled o vzniku a vývoji života na Zemi a na základě konkrétních údajů utvrzovat vývojový a materialistický pohled na organickou složku přírody. Významně tak přispět k formování vědeckého světového názoru a k rozvíjení myšlení žáků při vyvozování zákonitostí vývoje Země a organismů. Dát podnět k pěstování aktivního vztahu člověka k přírodě na základě vědeckého poznání jeho postavení v přírodě.

5.3.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Historická geologie a paleontologie s paleobiologií má závažné postavení v oblasti přírodovědné i světónázorové.

V současných možnostech všeobecně vzdělávacích škol poskytuje zejména paleontologie málo pracovních příležitostí pro žáky. Obvykle dochází jen k demonstraci některých význačných nebo regionálně důležitých dokladů nebo jen jejich obrazů. I když je známo, že v současné době nelze zvyšovat počet hodin pro jednotlivé předměty (spíše naopak), a že práce učitele je poznamenána časovou tísní, bylo by žádoucí provést zásadní změny koncepce výuky, její modernizaci a intenzifikaci. Podstatným znakem této úpravy by mělo být — mimo jiné — i to, že budou vytvořeny podmínky pro aktuální práci žáků se všemi kladnými znaky pro rozvoj osobnosti, a to zvláště na středních školách. Úspěšně je možno rozvíjet mezipředmětové vztahy s některými hlavními obory (obecnou geologií, zoologií, botanikou, antropologií, obecnou biologií), i s dílčími obory (klimatologií, biochemií, petrografií, tektonikou). Vzdálenější vztah mají k fyzice. Poměrně příznivé podmínky pro využití mezipředmětových vztahů poskytoval dřívější učební plán. I nový učební plán poskytuje na základní škole, kde je učivo geologických věd zařazeno do posledního ročníku, koordinaci učiva. Zařazení geologie do 1. ročníku na gymnázium nebylo pro koordinaci příznivé. V tomto ohledu lépe vyhovuje zařazení volitelné geologie do 4. ročníku gymnázií podle návrhu nového učebního plánu.

5.3.3 VYUČOVACÍ PROSTŘEDKY

Vzhledem k tomu, že možnost vyučování v přírodě je omezená, je hlavní formou vyučovací hodina základního typu. Je však nezbytné využít maximálně možnosti pozorování a práce v přírodě na exkurzích geologických, zeměpisných nebo komplexních exkurzích biologicko-geologických a exkurzích zájmových kroužků.

Při vyučování témat z historické geologie a paleontologie můžeme využít prakticky všech vyučovacích metod.

Pro utřídění a ucelení poznatků žáků získaných různými metodami je rozhodující výklad učitele. Přitom využíváme v plné míře rozhovoru se žáky např. při pozorování přírodnin (fosilií), rozboru schémat, náčrtů, paleogeografických map, obrazů. Žáky lze aktivizovat rozhovorem o výskytu zkamenělin v okolí, o návštěvě paleontologických sbírek, také zadáním krátkých referátů žákům o pa-

leontologických novinkách z časopisů, o výsledku exkurze. Na exkurzích nebo při práci v terénu vyučující ukáže na vhodném odkryvu, jak je možno ze složení a uložení usazených hornin a obsahu zkamenělin rekonstruovat děj v časovém úseku, v němž horniny vznikly, i děje pozdější, kterým byly vystaveny. Pak se mohou žáci pokusit o výklad geologického děje na jiném jednoduchém odkryvu.

Dosažení výchovných a vzdělávacích cílů, které spočívají jednak v osvojení si určitých znalostí, jednak v jejich správném výkladu, je ve srovnání s experimentálními obory omezenější. Jestliže je učivo historické geologie a paleontologie podáváno popisně a nejsou náležitě využívány dosažitelné názorné pomůcky, dochází k nezájmu žáků a tím k celkově neuspokojivým výsledkům výuky geologických věd. Přitom zkušenost ukazuje, že při vhodně volené vyučovací metodě může právě učivo historické geologie a paleontologie vzbudit hluboký zájem o geologii. Toho lze dosáhnout metodami, které dávají žákům možnost aktivní spolupráce při vyučování a maximálně využívají názorné pomůcky.

Hlavní učební pomůcky jsou tyto: geologická mapa CSSR, tektonická mapa světa, zvětšené paleogeografické mapy z učebnic historické geologie, paleogeografické mapy v školním atlasu, mapa zalednění Evropy, ukázky metamorfovaných a nemetamorfovaných hornin ve výběru zaměřeném regionálně, vůdčí fosilie, význačné fosilie jednotlivých útvarů (zvláště těch, které jsou zastoupeny v okolí), multiplikáty odlitků běžných drobných zkamenělin (lze je vyrobit svépomocí), soupřava ukázek různého způsobu fosilizace, paleontologické obrazy J. Augusty, Z. Špinara a Z. Buriana, fotografie význačných odkryvů (podle učebnic), glaciálních a periglaciálních jevů, paleontologické diapozitivy Z. Špinara a Z. Buriana, filmy.

Na škole základní je vhodnou motivací např. rozhovor o filmu J. Augusty Cesta do pravěku a o pramenech námětu k filmu, návštěva paleontologických sbírek s námětem „O čem svědčí zkameněliny“ nebo i paleontologický obraz zobrazující život v geologické periodě, z které se zachovaly sedimenty v okolí školy. Na středních školách je vhodnou motivací např. přečtení úryvku z populárně vědecké knihy J. Augusty (nebo M. Remeše Úvod do všeobecné paleontologie) o významných paleontologických nalezištích.

5.3.4 METODICKÉ POZNÁMKY

Během vyučování obecné, historické a regionální geologie je třeba postupně osvětlit některé základní geologické pojmy, nutné k porozumění vývoje zemské kůry. Jsou to pojmy: geologický čas, sled (stratigrafie) vrstev, původní uložení vrstev, souhlasné a nesouhlasné uložení vrstev, poměrné a skutečné stáří vrstev, stratigrafický hiát, transgrese, regrese, éra, perioda, skupina útvarů, útvar.

5.3.4.1 METODICKÉ POZNÁMKY K ZÁKLADNÍM POJMŮM

Pojem času v geologii a paleontologii

Vývoj zemské kůry probíhal v tak velkém časovém rozmezí, že je nesnadné si představit, jak dlouho jednotlivé děje trvaly a jak je časově zařadit. Tyto představy bývají u žáků i u lidí bez hlubšího přírodovědeckého vzdělání ovlivněny běžným srovnáváním s délkou lidského života nebo historických období. Aby si mohl žák vytvořit náležitou představu o dějích v geologické minulo-

sti Země, je třeba věnovat v historické geologii a paleontologii otázkám geologického času patřičnou pozornost.

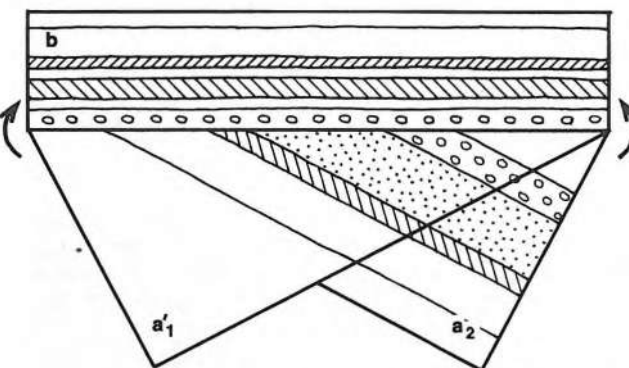
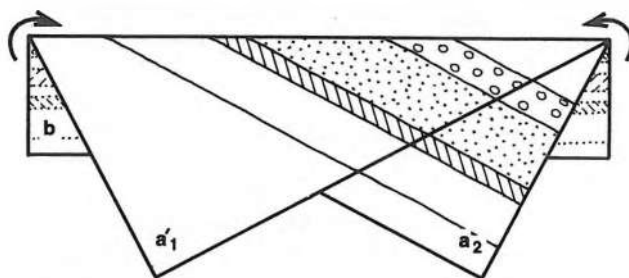
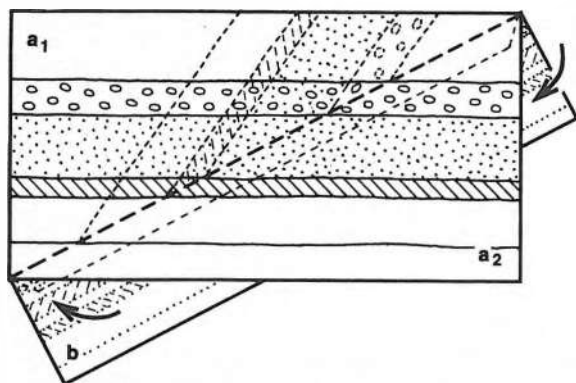
K probuzení zájmu o toto téma se žáků ptáme, jak by bylo možné měřit čas v geologické minulosti podle jejich představ. Učitel posoudí možnost použití těchto metod a uvede několik příkladů, jak kdysi přírodovědci odhadovali stáří hornin a kterými metodami určujeme poměrné a skutečné stáří nyní.

Vzájemné uložení a stáří vrstev

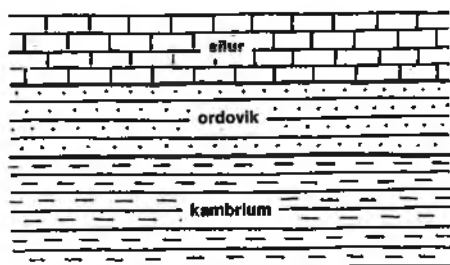
Abychom žákům ukázali, jak geolog studuje geologickou minulost Země a co ho vede k dělení této minulosti na jednotlivé časové úseky, přistoupíme k odvození a výkladu pravidel stratigrafického výzkumu, pravidla superpozice vrstev a pravidla totožných zkamenělin. Vysvětlíme, proč právě studium vrstev usazených hornin je hlavním zdrojem poznatků o vývoji

Země. Vrstvy sedimentů můžeme přirovnat k listům knihy přírody. Zainteresujeme žáky sdělením, že i oni se budou učit v knize přírody číst.

Na základní škole srovnáme práci geologa s prací historika, který studuje historii vývoje lidské společnosti z písemných pramenů, z památek po předcích



55 Pomůcka (model) k znázornění vzniku úhlové diskordance (horní obrázek); model má část a_1 , a_2 , k níž je (úhlopříčně) přilepena část b . Na přední části a_1 , a_2 je nakresleno souvrství vodorovně uložených sedimentů. Slabě nakreslené šikmé vrstvy na části obrázku a_1 učitel překreslí na rub této části. Na části b je nakresleno souvrství mladších sedimentů usazených po částečné denudaci vrstev části a_1 , a_2 . Prostřední a dolní obrázek ukazují, jak je možno modelem demonstrovat vznik diskordance



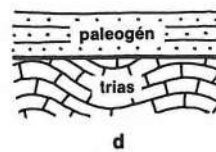
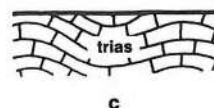
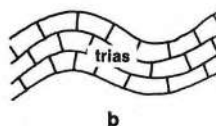
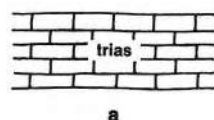
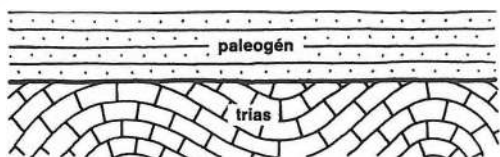
56 Náčrtek k znázornění souhlasného uložení souvrství; usazovala se na sebe bez přerušení sedimentace (navrhl M. Mišík)

a z archeologických nálezů. Vysvětlíme na jednoduchých příkladech na náčrtcích a obrázcích z učebnice, jak geolog určuje poměrné stáří hornin podle jejich vzájemné polohy a podle zkamenělin, zejména vůdčí (pojem vůdčí z k a m e n ě l i n a vysvětlíme). Na příkladu nesouhlasného uložení sedimentů ukážeme, jak geolog může stanovit, kdy došlo k horotvorným pohybům. Můžeme použít pomůcky připravené podle obr. 55. Uvedeme, že obdobně jako historik dělí období vývoje lidské společnosti podle změn ve společenských vztazích, dělí geolog období vývoje Země po vzniku pevné zemské kůry podle důležitých změn v členitosti zemského povrchu, podle podmínek života a stupně vývoje organismů. Rozlišujeme šest řádově nejvyšších časových úseků neboli ér: prahory, starohory, prvohory, druhohory, třetihory a čtvrtohory a ty dělíme opět na menší úseky, *periody*, kterým odpovídají *geologické útvary*, tj. horniny vzniklé v časových úsecích jednotlivých period. Použijeme také přehlednou tabulku základních období dějin vývoje zemské kůry.

K zobrazení časového členění geologické minulosti se osvědčuje jednoduchá pomůcka: velká rolička papírového pásku pro pokladny (co nejširší) se délkově upraví tak, aby činila téměř celý vnitřní obvod učebny. Pak se na tento pruh papíru proporcionálně vyznačí jednotlivé vývojové a časové úseky dějin Země s názornou charakteristikou období. Na této pomůcce, jejíž zhotovení může být svěfeno zákům, vynikne nejlépe srovnání jednotlivých ér a hlavně velmi krátkého období existence člověka. Vysvětlíme i princip určování skutečného stáří hornin.

Na středních školách seznámíme žáky se základními metodami práce geologa při výzkumu minulosti Země podrobněji. Tím je podnítíme k aktivní spolupráci s vyučujícím při probírání tématu.

Využitím poznatků z petrografie sedimentů tak společně vyvodíme s pomocí náčrtků (obr. 56) a obrázků v učebnici pojem původní souhlasné uložení vrstev a pravidlo určování poměrného stáří vrstev v neporušeném souvr-

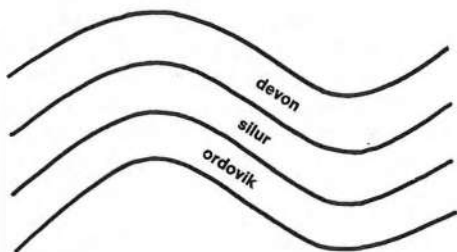


57 Náčrtek k rozboru a výkladu vzniku nesouhlasného uložení souvrství. Nahoře — uložení vrstev triasu a paleogénu, jehož vznik má být vysvětlen sérií náčrtků a — d; a původní uložení triasu, b zvrásnění těchto vrstev, c částečná denudace naznačená tlustou čarou, d transgrese paleogénu na trias (navrhl M. Mišík)

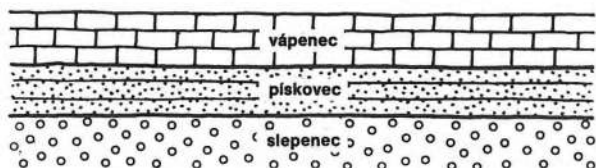
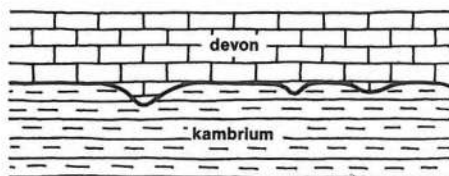
ství podle vzájemné polohy (pravidlo superpozice). Otázkami vedeme žáky k úsudku, za jakých podmínek se tvořily souhlasně uložené vrstvy (vznikaly bez přerušení sedimentace za poměrného tektonického klidu). Uvedeme konkrétní příklad z okolí. Vysvětlíme pojem *stratigrafie*.

Pak vyvěsíme zvětšený schematický obrázek úhlové diskordance (obr. 57) a žákům uložíme, aby se pokusili o vysvětlení vzniku tohoto vzájemného uložení a určili poměrné stáří jednotlivých souvrství. Vedeme je vhodnými otázkami. Na-

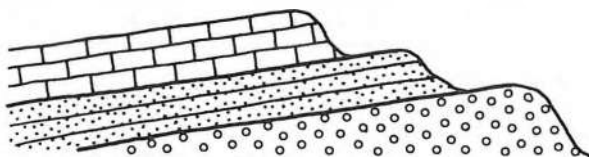
- 58 Náčrtek k řešení problémového úkolu: Jsou znázorněná souvrství uložena souhlasně nebo nesouhlasně? Řešení: Sled vrstev starších prvohor do nadloží je ordovik, silur, devon, — souvrství jsou uložena souhlasně a zvrácena (navrhl M. Mišík)



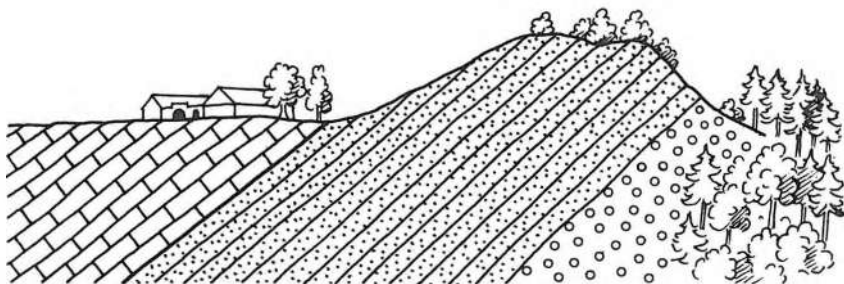
- 59 Náčrtek k řešení problémového úkolu: Znázorňuje náčrtek souhlasné nebo nesouhlasné uložení souvrství kambria a devonu? Řešení: Sled souvrství v starších prvohorách je kambrium, ordovik, silur, devon. V sledu chybí ordovik a silur. Souvrství kambria a devonu mají zdánlivě souhlasné uložení (navrhl M. Mišík)



A



B



C

- 60 Náčrtky k určování poměrného stáří sedimentárních vrstev; A určování poměrného stáří na vodorovně uložených vrstvách, B, C na ukloněných vrstvách (navrhl M. Mišík)

črtujeme společně sérii obrázků s jednotlivými fázemi vývoje nesouhlasného uložení a postup slovně zopakujeme. Vysvětlíme, že v takovémto případě mluvíme o nesouhlasném (diskordantním) uložení souvrství např. paleogénu (třetihor) na triasu (druhohorách) a že období přerušení sedimentace označujeme jako stratigrafický hiát. Žáci určí období hiátu (použijí tabulku útvarů). Uvedeme, kde bychom takovou diskordanci mohli vidět. Vystavíme obrázky nesouhlasného uložení sedimentů.

Abychom se přesvědčili, zda žáci dobře pochopili pojem souhlasné a nesouhlasné uložení souvrství, dáme jim úkol, aby podle zvětšeného obrázku 58 rozhodli, zda jde o souhlasné, nebo nesouhlasné uložení. Očekávaný výsledek: uložení je souhlasné, po uložení ve vodorovné poloze byla souvrství společně zvrásněna.

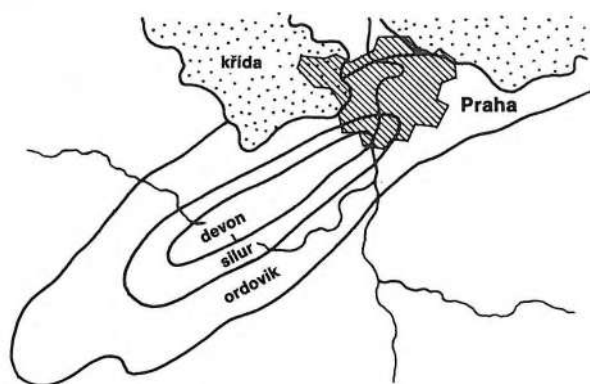
Pomocí náčrtku odvodíme podle obr. 59 pojem zdánlivé souhlasné uložení vrstev. Mezi souvrstvím kambria a devonu, která jsou vodorovná, je velký stratigrafický hiát. Po uložení kambria došlo k výzdvihu dna bez zvrásnění sedimentů, k přerušení sedimentace a k částečnému odnosu vrstev, v devonu k poklesu oblasti a transgresi devonského moře, po devonu k ústupu moře při zdvihu mořského dna bez zvrásnění.

Na obr. 60 procvičíme, jak bychom si počínali při určování poměrného stáří ukloněných vrstev v přírodě. Usoudíme, že vápence jsou mladší, spočívají na pískovcích. Určíme, v kterém směru bychom postupovali (od vrstev mladších k starším, nebo naopak).

Jako průpravu k čtení geologické mapy, které je potřebné při regionální geologii, dáme žákům úkol, aby podle náčrtku na obr. 61 a stejného úseku geologické mapy zjistili, která souvrství jsou souhlasně a která nesouhlasně uložena, a aby svou odpověď zdůvodnili.

Navážeme na učivo tektonické geologie a připomeneme si zjištění, že v pásemných pohorích mají vrstvy místy obrácený sled. Předložíme žákům problémovou otázku, podle čeho by bylo možno zjistit, kdy mají vrstvy původní a kdy obrácený sled. K částečné odpovědi jim pomůžeme ukázkou zkamenělin na vrstevní ploše. Po diskusi dají vrstvu se zkamenělinami do původní a do obrácené polohy. Neopomeneme si všimnout polohy lastur vyklenutou částí nahoru na vrstvě v původní poloze. Žáci mohou vysvětlit, proč tomu tak je. Vysvětlíme na ukázce také možnost určení původní nebo obrácené polohy vrstev podle výlitků stop (hieroglyfů) kroužkovců nebo měkkýšů na spodní straně vrstev nebo podle zvrstvení uvnitř vrstev, které vzniklo zjemňováním částeček postupným ochabováním síly proudu. Na rozmnožených náčrtcích podle obr. 62 žáci určí, zda je vrstva v normální, nebo obrácené poloze.

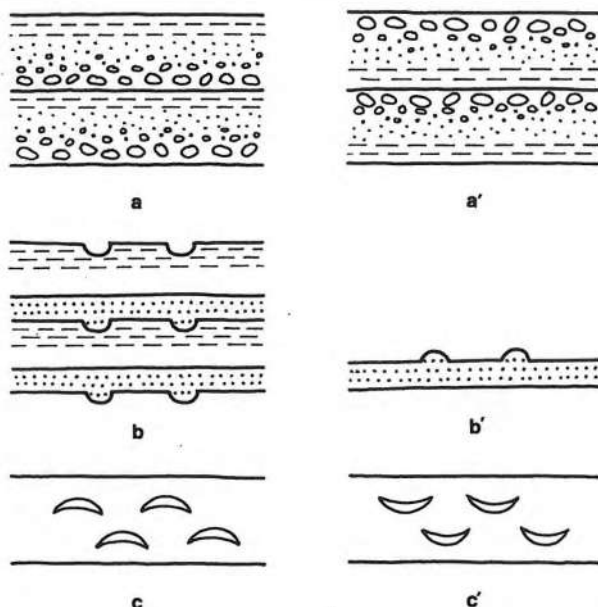
61 Náčrtek k určování poměrného stáří vrstev starších prvohor a křídý podle jejich vzájemné polohy (navrhl M. Mišík)



Spolu s demonstrací obrázků upozorníme na zvláštní případy, kdy původní uložení sedimentů je šikmé, např. svahové hlíny, travertiny.

Jak svědčí hojný výskyt vyvřelých hornin na geologické mapě, vyznačovala se některá geologická období sopečnou nebo hlubinnou magmatickou činností. Vytkneme si otázku, jak by bylo možno stanovit poměrné stáří vyvřelých hornin navzájem a poměrné stáří vyvřelých a usazených hornin a podle toho i určit období jejich vyvření.

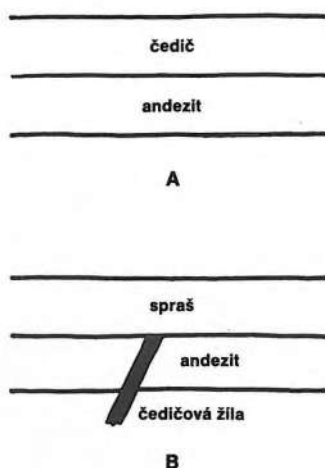
Navážeme na poznatky o tvarech vyvřelých hornin a o metamorfním účinku magmatu na sousední horniny. Rozborem obrázků vyvodíme, že (podle pravidla



62 Náčrtky k úkolu určování původního a převráceného sledu vrstev. Zjistěte, které obrázky znázorňují původní a které obrácený sled vrstev.

Informace potřebné k řešení úkolu:

- a) v gradacně zvrstvených vrstvách v původním uložení tvoří spodní části jednotlivých vrstev hrubší částice a směrem do nadloží se zjemňují;
 - b) stopy po lezoucích živočiších se nacházejí ve vrstvách v původním uložení na svrchních vrstevních plochách;
 - c) ve vrstvách v původním uložení jsou misovitě lastury uloženy vyklenutím nahoru.
- Náčrtky a, b, c znázorňují vrstvy v původním uložení, a', b', c' vrstvy v obráceném sledu (navrhl M. Mišík)



63 Náčrtky k problémovému úkolu řešícímu poměrné stáří vyvřelých hornin.

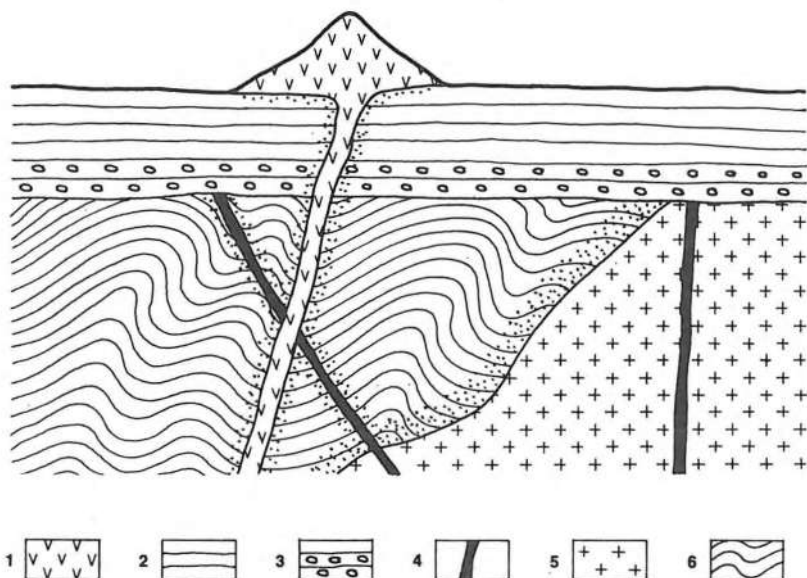
A Která z výlevných vyvřelin je starší?

B Odvoďte ze vzájemného uložení hornin poměrné stáří čedičové žíly k okolním horninám (navrhl M. Mišík)

superpozice) je mladší ta výlevná vyvřelina, která je svrchnější (obr. 63a), že mladší hlubinná nebo žilná vyvřelina proráží vyvřelinu starší (obr. 63b) vyvřelá hornina způsobila na styku přeměnu starší usazené horniny; nepřeměněná usazená hornina, která spočívá na hlubinné nebo výlevné vyvřelině a případně obsahuje i úlomky vyvřelé horniny, je mladší než vyvřelina (obr. 63b). Žáci pak určí poměrné stáří hornin na obr. 64, který představuje profil nebo úsek geologické mapy.

Pomocí obr. 65 mohou žáci vysvětlit, jak lze určit dobu oblastní přeměny hornin, spočívají-li na přeměněných horninách nepřeměněné sedimenty známého stáří. Pomocí obr. 66 mohou odvodit poměrné a absolutní stáří žuly a okolních sedimentů.

Pak vysvětlíme význam fosilií pro určování poměrného stáří sedimentů a pro zařazení vrstev do určitého úseku dějin vývoje Země. Vyzdvihneme, že v určité době se mohly tvořit v různých oblastech různé sedimenty, např. na souši, v řekách, jezerech, na poušti, v moři, a obsahují proto zbytky různých organismů přizpůsobených životnímu prostředí, které jsou však na stejném vývojovém stupni (pravidlo totožných zkamenělin).



64 Příklad řešení poměrného stáří různých horninových těles; 1 výlevná vyvřelina, 2 svrchní souvrství sedimentů, 3 bazální vrstvy tohoto souvrství, 4 žilné vyvřeliny, 5 hlubinná vyvřelina, 6 částečně denudované zvrásněné souvrství sedimentu (tečkování znázorňuje účinky kontaktní metamorfózy)

65 Náčrtek k řešení otázky časového období oblastní přeměny sedimentů: Rozhodněte, v kterém období byly přeměněny silurské břidlice na fylity. (Vezměte v úvahu, že nepřeměněné devonské vápence spočívají nesoehlasně na zvrásněných a částečně denudovaných silurských fylitech (navrhl M. Mišík)



Ukázkami řešení otázek poměrného stáří hornin připravíme žáky k tomu, aby nedogmatickým postupem pochopili hlediska členění geologického vývoje na prostorové a časové úseky.

Zmíníme se o snaze geologů určit také absolutní stáří hornin a Země do počátku našeho století a vysvětlíme příčiny neúspěchu tehdejších metod (viz B. Bouček - O. Kodým, 1963; L. Čepěk, 1964).

Žáci střední školy budou nepochybně vědět o metodě založené na objevu samovolného rozpadu jader radioaktivních prvků, který nelze nijak ovlivnit, takže je možno přirovnat tyto prvky k jakýmsi geologickým hodinám. Vysvětlíme princip určování absolutního stáří minerálů obsahujících uran²³⁸ z poměru tohoto prvku a neaktivního izotopu olova, který je konečným produktem jeho rozpadu, a ze známého poločasu. Můžeme se zmínit i o metodě kalium-argonové (K/Ar) a pro období do 800 000 let o metodě založené na obsahu izotopu ¹⁴C (B. Bouček - O. Kodým, 1963; L. Čepěk, 1964; R. Rost, 1973).

Vysvětlíme, že ze zjištěného absolutního stáří nejstarších hornin pevninských štítů (3,5 miliardy let), meteoritů a Měsíce (až 4,6 miliard let) se odhaduje stáří Země a blízkých planet na 4,6 miliardy let. V tabulce geologických období přechteme údaje o stáří skupin útvarů a útvarů a délce jednotlivých ér a period.

Prostorové a časové jednotky

Úkolem tohoto učiva je vytvořit ve vědomí žáků představu o souvislosti mezi časem a geologickým dějem — vývojem. Protože pojem času v geologickém měřítku bývá u žáků ovlivněn představami krátkodobých jevů ze života, dokládáme ho v geologii událostmi, které se v jeho průběhu staly a které je možno exaktními metodami doložit.

S výhodou používáme grafy (obr. 67, 68) a srovnávací tabulky časových a prostorových jednotek a tabulky geologických útvarů, jak bývají uváděny ve většině učebnic. Pochopení prostorových a časových jednotek a souvislosti činí potíže hlavně žákům základní školy, kteří se jen těžko vzdávají jakési matné představy, vyvolané termínem „hory“ v názvu jednotlivých ér. V prvé řadě uvedeme tedy tyto představy na patřičnou míru, aniž bychom potlačili v myslech žáků pocit souvislosti mezi dějem a vznikem a mezi časem. Doporučíme žákům, aby si přepsali tabulky na tuhý papír a operativně je užívali při výkladu i při samostatném studiu. Hlavní údaje tabulek je vhodné se postupně naučit z paměti. Při této příležitosti je třeba žákům připomenout, že jednotlivé útvary (nebo jejich části) nejsou vyvinuty všude na zemském povrchu, nebo vždy ve stejných mocnostech. Uvedeme tím na pravou míru formulace v některých učebnicích, že např. komplex prvohorních sedimentů má úhrnnou mocnost asi 20 000 m.



- 66 Náčrtek k problémovému řešení poměrného a absolutního stáří hlubinné vyvřeliny na příkladu z Malých Karpat: Rozhodněte, v kterém období (periodě) vyvřela žula. (Devonské vápence jsou na styku s žulou přeměněny, triasové pískovce spočívají na žule a nejeví stopy kontaktní přeměny. Radioaktivní metoda ukázala, že absolutní stáří žuly je 270 miliónů let). Postup řešení: Žula je mladší než devonské vrstvy a starší než vrstvy triasové; podle údajů absolutního stáří hornin v přehledu útvarů je stáří svrchnokarbonského (navrhl M. Mišík)

Geologické doby a útvary

Učivo této kapitoly utvrzuje materialistický pohled na vývoj Země a organismů a podává charakteristiku jednotlivých časových a prostorových jednotek.

Toto téma je podobně jako téma o paleontologii naukově velmi důležité a tvoří jádro historické geologie. Má četné mezipředmětové vztahy se zoologií a botanikou, resp. s paleontologií, s všeobecnou geologií (tektonikou), okrajově i s astronomií.

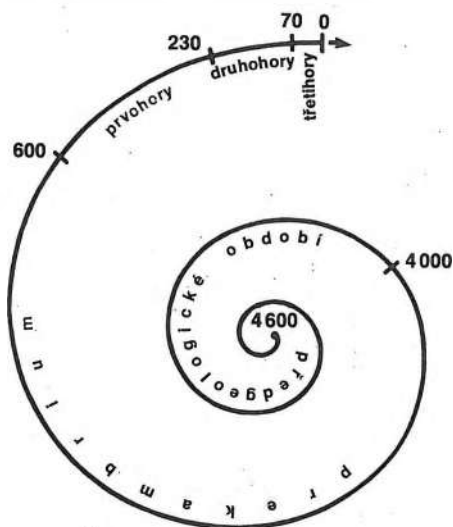
Prostředky k výuce jsou většinou nepřímé, až na omezené možnosti práce v terénu, přímého stratigrafického studia a práce s fosiliemi v souvislosti se stratigrafií. Využití takových příležitostí je však náročné na čas a vyžaduje předchozí přípravu žáků. Nelze je však opomenout. Práce na základních školách musí být pochopitelně ještě přehlednější a dochází zde obvykle k organickému prolínání historickogeologického a paleontologického učiva. Uvedený přístup a zpracování se osvědčuje i na střední škole.

Z charakteru historické geologie a paleontologie plyne jejich úzká vnitřní souvislost. Proto je jejich vzájemné oddělování spíše formální a má jen zdůraznit jejich zvláštnosti a souvislosti, než být příležitostí k jejich vnitřnímu rozdělení.

Obsahově lze toto téma rozdělit na:

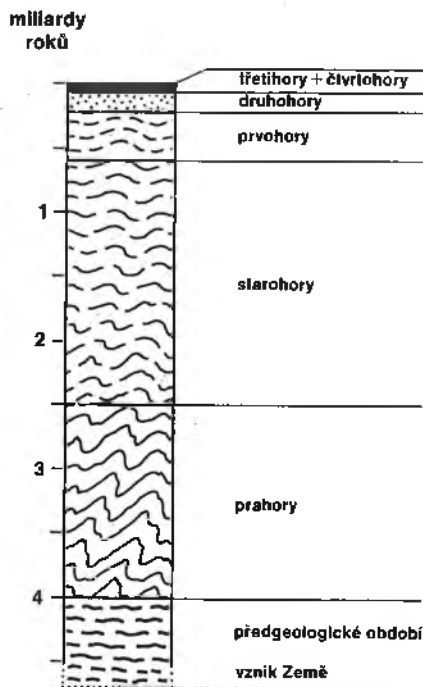
- význam tektonických událostí pro historickogeologické dělení,
- důkazy nezvratnosti vývojových změn,
- některé zvláštnosti historickogeologických jevů.

Na tomto místě zopakujeme krátce poznatky o horotvorných pohybech, o vrásnění, transgresi a regresi. Sestavíme přehled vrásnění, která se výrazně uplatnila při vývoji zemského povrchu, a časově je zařadíme.



67 Znázornění délky trvání jednotlivých etap vývoje Země pomocí spirály (vznik Země před 4 600 milióny let, nulou je označen předěl mezi třetihorami a čtvrtohorami)

68 Znázornění geologického času pomocí sloupcového diagramu ►



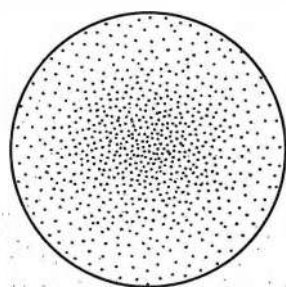
Vrásnění	probíhalo	počet fází	v období (před milióny let)
assyntské	na konci starohor		750—570
kaledonské	starší prvohory (ordovik — devon)	(7 fází)	570—380
herceynské	mladší prvohory (permokarbon)	(7 fází)	350—230
alpínské	konec druhohor čtveřihory až čtvrtohory	(10 fází)	200—0,6

(vrásnění předassyntská nejsou uvedena)

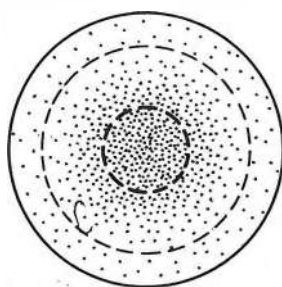
Z přehledu je patrná cykličnost tektonických jevů, která svádí k domněnce, že všechny geologické děje (např. i působení vnějších činitelů) se na Zemi prostě opakují, a navozuje povrchní představu nekonečného opakování a „věčnosti“ Země. Tato idea se pak snadno přenesla na celý vesmír a hraničí s idealistickým, nevědeckým pojetím světa. Proto je třeba upozornit na to, že i když se některé jevy cyklicky opakují, jako např. sedimentace, vrásnění, děje se tak za odlišných podmínek, protože zemská kůra nabývá složitější stavbu a složení. Postupně se nevratně zpevňuje a stárne.

Nevratnost účinku vrásnění, vulkanické činnosti, sedimentace, metamorfózy atd. žáci bez obtíží pochopí. Např. lze uvést a pokusem dokázat, že z materiálu rozrušených a přemístěných hornin nikdy nemohou vzniknout horniny o stejném složení a stavbě jako horniny původní. Vyvrásněné, regionálně, kontaktně a hydrotermálně metamorfované horniny se nikdy „neodmetamorfují, neodvrásní“. Terénní nerovnosti a charakteristické tvary povrchu mohou být působením vnějších činitelů zerodovány a částečně sneseny, ale jejich zpevněný základ zůstává většinou zachován v podloží mladších sedimentů a přispívá spolu s hlubinnými vyvřelinami ke komplexní kratoňivosti zemské kůry. Těchto několik dokladů svědčí o tom, že i Země má svůj individuální vývoj, že stárne, a že je tedy představa stálosti, neměnnosti, „věčnosti“ statická, nevědecká, idealistická a nepravdivá.

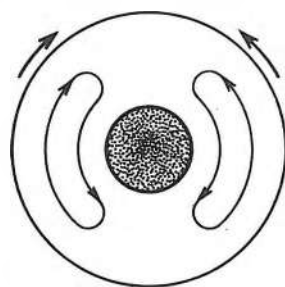
Oblasti snad nejméně chápanou a nesnadno didakticky zvládnutelnou jsou některé význačné historickogeologické události, které měly rozhodující vliv na utváření zemského povrchu i na vznik některých hospodářsky důležitých hornin. Jsou to především transgrese, vznik pásemných pohoří a vznik a vývoj pánví,



A



B



C

69 Přechod Země z astrálního do geologického období; A astrální období (zemské těleso je téměř homogenní), B přechod z astrálního do geologického období (formují se sféry), C geologické období (vzniká zemské jádro, v plášti se tvoří konvekční proudy a projevuje se magnetismus)

zvláště uhelných. Téměř všechny tyto události jsou v myslích žáků (ale i méně informovaných dospělých) vysvětlovány jako události katastrofického charakteru. Zvláště ve starší literatuře se často používá formulací, jako např.: ... „došlo k mohutným záplavám“; ... „zemská kůra praskla“; ... „prolákliny byly zality vodou“; ... „rostlinstvo zapadalo do močálů“; ... „skupina organismů rychle vymřela“ atd. V první řadě je nutno upozornit na to, že pojem katastrofy je zcela lidský, subjektivní. V minulých geologických dobách nelze vůbec uvažovat o katastrofách z toho hlediska, kterým je znak kolektivního neštěstí. Tento socializující prvek je zcela lidsky humánní a nelze ho slučovat se situací vyhynulých živočichů. Uvážíme-li ještě nesmírnou časovou rozlehlost dějů, dospějeme k názoru, že průběh života fosilních organismů nebyl o nic dramatictější než život organismů současných.

5.3.4.2 METODICKÉ POZNÁMKY K JEDNOTLIVÝM GEOLOGICKÝM OBDOBÍM

Období kosmogonické a předgeologické

Výuka historické geologii se většinou zaměřuje na období geologické, zvláště na prvohory až čtvrthory. Je to pochopitelné, protože v těchto obdobích se odehrály takové geologické a paleontologické procesy, jejichž účinky můžeme více či méně přesvědčivě dokazovat a demonstrovat.

K opravdovému a hlubšímu pohledu na vývoj Země je však třeba se zaměřit i na období kosmogonické a předgeologické. Jsou to období důležitá pro další vývoj Země a života na ní. Dokazují úzkou vývojovou souvislost mezi naší Zemí, sluneční soustavou a celým vesmírem.

Didaktické zpracování tohoto úseku vývoje Země je však dosti náročné a časově zatěžující. Na základní škole podáme jen stručný výčet událostí a pokusíme se jich využít ve smyslu výše uvedeném. Na středních školách využijeme této tematiky co nejvíce, i případně na úkor některých dalších, vysloveně faktologických partií. Výuku stavíme na rozvoji zájmu o tyto otázky. Velmi nám k tomu pomůže četba vhodných výňatků z některých populárně vědeckých literárních pramenů, jako např. Sadil - Pešek: Planeta Země, 1970, kde nalezneme mnoho materiálu jak pro vlastní výuku, tak pro zajímavou diskusi.

Období geologické

Ve vývoji Země nastává po předgeologickém období kvalitativně nová doba, kterou členíme na běžně známé úseky.

Období prahor a starohor je ve výuce obvykle podáváno jen stručně. Většina významných událostí, které se odehrály v prekambriu, byla zastřena ději pozdějšími, takže z tohoto nesmírně dlouhého a významného období máme poměrně málo přímých dokladů. Těžiště výuky bude především v pokusu o vytvoření představy přechodu z období předgeologického do geologického. Uvedeme jen stručný přehled nejdůležitějších událostí (obr. 69). Je důležité nezapomenout na vývoj atmosféry a jejího složení (obr. 70).

Na základních školách tyto skutečnosti pouze konstatujeme a asi nebudeme mít z časových důvodů možnost k hlubšímu rozboru. Na středních všeobecně vzdělávacích a odborných školách bychom měli tyto otázky probrat poněkud hlouběji. Osvědčuje se zadat literaturu k individuálnímu studiu zájemců s tím, že budou pak ve třídě stručně o problému informovat.

Navážeme na poznatky žáků o horizontálních pohybech zemské kůry (driftu) a uvedeme, že původní prakontinent Pangea se v geologickém období vývoje

Země brzo rozčlenil na základy kontinentů, které dále podléhaly procesům driftového charakteru. Je třeba současně upozornit na souvislost mezi driftem kontinentů a vznikem pásemných pohoří. Driftové pohyby byly v podstatě nedávno dokázány paleomagnetickými měřeními. Bylo dokázáno, že po rozdělení Pangey na jednotlivé kontinenty se poloha kontinentů k magnetickým pólům měnila odlišně. Runcorn a Blackett pokládají magnetismus Země (magnetickou polaritu) za následek rotace a konvekčního proudění v jádře.

Prekambrium

V prekambriu proběhla řada významných vrásnění, ale jejich stopy byly pozdějšími procesy v podstatě setřeny. Nejzávažnější doložitelnou událostí bylo bezpochyby assyntské vrásnění, které postihlo značnou část území a mnohé horniny regionálně metamorfovalo. Avšak i v místech, kde tyto vlivy nezasáhly, jsou předprvohorní komplexy natolik přeměněny a pozměněny, že jejich původní charakter bývá setřen.

Prvohory

Výklad založíme na přehledném srovnání paleogeografických map, flóry a fauny a délky jednotlivých period. Prvohory jsou velmi dlouhé a vývojově významné období, kterého je možno dobře didakticky využít. Zdůrazníme zvláště význam vrásnění, event. jednotlivých fází, pro vymezování časových a stratigrafických jednotek. Kritériem geologických vlivů může být — mimo jiné — i stav organismů v jednotlivých periodách a jejich změny v periodě následující. Dějiny prvohor stavíme na dvou horotvorných cyklech, které dělí prvohory na starší a mladší.

Na základní škole nebudeme moci pravděpodobně do hloubky osvětlovat vztahy mezi jednotlivými fázemi vrásnění a mezi jednotlivými periodami a jim

HBr HCl HF H₂S NH₃



H₂O CO₂ N₂



CO₂ H₂O N₂ O₂



N₂ O₂ H₂O CO₂



atmosféra I.



atmosféra II.



atmosféra III.

hydrosféra

biosféra



atmosféra IV.

hydrosféra

biosféra

70 Schéma vývoje atmosféry v minulosti Země. Složení atmosféry: I, II v předgeologickém období, III v prahorách, IV v starohorách až v čtvrtohorách (podle Landsberga)

příslušejícími útvary. Bylo by však žádoucí, aby vyučující se alespoň zmínil o tom, že uvedená vrásnění probíhala nesouvisle, v etapách, které ohraničují jednotlivé útvary nebo jejich části.

Na středních školách je nutno zdůraznit význam jednotlivých fází pro odlišný faciální vývoj a druhové zastoupení organismů. Poukážeme i na paleogeografický vývoj a geografické rozšíření jednotlivých útvarů. Tuto činnost založíme na práci s paleogeografickými mapkami.

Prvohory jsou charakteristické rozšířením některých skupin organismů z vody na souš. Somatické změny, které u těchto organismů nastaly, budou předmětem učiva z paleontologie. Zde se omezíme jen na paleogeologické, tektonické, faciální a klimatické zvláštnosti.

Především je třeba nepoužívat příliš zjednodušující formulace, zvláště *antropomorphy*, např.: „... organismy přešly z vody na souš“ apod. Taková formulace může navodit představu, že přechod na souš byla záměrná a uvědomělá akce organismů. V podstatě šlo o nesmírně složitý proces, probíhající jako následek změny prostředí a přizpůsobování organismů. Vlastní geologickou příčinou byla postupující regrese paleozoických moří a s ní související změna klimatu, která způsobila, že v některých oblastech souší docházelo k vysychání vodstva. Např. určité skupiny ryb buďto vyhynuly, nebo pokud měly již předtím primitivní plíce (adaptovaný vzdušný měchýř) a dostatečně vyvinuté končetiny (primitivní ploutve), se přizpůsobovaly k životu ve vodách močálovitých pánví na pevninách. Toto přizpůsobování vedlo k tomu, že mohly přijímat kyslík z ovzduší, opouštět vodu a vyhledávat potravu v nejbližším bažinatém okolí. S přechodem organismů, zvláště rostlin na souš, byla spojena i změna ve složení ovzduší. Zvětšující se rostlinný pokryv přispíval podstatnou měrou k zvyšování podílu kyslíku v ovzduší. Toho použijeme jako příkladu zpětného působení organismů na prostředí (V. Pokorný, 1970).

S postupnou změnou klimatu a s vysušováním je spojen nástup aridního klimatu a typického pouštního zvětrávání na některých místech pevnin (např. permokarbonské pánve).

Druhohory

Je to učivo metodicky celkem dobře zvládnutelné, zdánlivě spíše popisné než problémové. Příčinou toho je celkový relativní tektonický klid. Z pohybů se uplatňují pomalé a kolísavé pohyby pevninotvorné. Teprve ke konci křídly se projevují ve středomoří horotvorné procesy, které způsobily vznik příkrovových pásemných pohoří a pravděpodobně i tzv. cenomanskou záplavu svrchnokřídovou.

Ze srovnání druhohorní a třetihorní flóry a fauny vyvodíme, že v závěru druhohor nastává **radikální změna ve složení organismů**. Mnoho starších druhů vymírá a vznikají nové, které namnoze přetrvávají dodnes. V literatuře je to někdy označováno jako „krize organismů“. Na tomto místě je třeba se odvolat na učivo obecné biologie, poznatky zopakovat a doplnit tak, aby si žáci vytvořili správnou představu o **souvislosti** mezi průběhem vývoje organismů a geologickými procesy (s tektonickými událostmi, s paleogeografickými, paleoklimatickými a ekologickými změnami).

Při výuce na středních školách, zvláště při vyšší úrovni a zájmu žáků, bychom se měli zmínit o nedávných objevech **změn paleomagnetických poměrů** naší Země. Frekvence těchto změn více než náhodně naznačuje souvislost s událostmi tektonickými. V současné době by bylo ještě předčasné uvádět změny organismů a tektonické události v příčinnou souvislost s těmito změnami paleomagnetickými. Náзор, že vliv kosmického a ionizujícího záření, které by následkem

změn polarity a celkové přestavby zemského magnetického pole mohlo snadno pronikat až do biosféry a zde způsobovat mutagenní změny případně likvidaci některých organismů, je však nejvýš pozoruhodný.

Z druhohorních sedimentů se uplatňují v oblasti Karpat komplexy triasové až spodnokřídové, v Českém masívu svrchnokřídové. Z tohoto prostého konstatování můžeme vyvodit závěr, že ve střední křídě byla již sedimentace v oblasti Karpat (obecně v geosynklinále Tethys) horotvornými procesy přerušena a došlo k regresi a vrásnění, zatímco v oblasti Českého masívu, zvláště v jeho severní části, nastala dočasná transgrese moře až za svrchní křídou. Ve svrchní křídě jsou prokazatelné saxonské pohyby, související s alpsko-karpatskou orogenezí.

Třetihory

V paleogeografických mapách srovnáme rozšíření pevnin a moří v Evropě v třetihorách a vyvodíme, že v třetihorách vrcholí mohutná alpsko-karpatská orogeneze, která se výrazně uplatňuje v obou stavebně odlišných jednotkách našeho území a celé Evropy. Produktem těchto procesů jsou význačné morfologické jevy: zlomová tektonika, riftová zóna podkrušnohorského prolomu v Českém masívu, příkrovová stavba Karpat, vulkanismus uvnitř karpatského oblouku.

Při výkladu vzniku trupových pohoří a některých geomorfologických zajímavostí s tímto jevem spojených dochází někdy k vulgarizaci i k skrytému či zjevnému mechanistickému pojetí. Stává se tak hlavně při pohledu na hluboká horská údolí s vodními toky a příkrými svahy, o nichž se tvrdívá, že „... to vše způsobila tekoucí voda, event. jiné vnější geologické vlivy“. Zdůrazníme, že zvýšená činnost vnějších geologických činitelů a s tím spojená eroze a denudace je nerozlučně spojena se současným tektonickým výstupem území. Výsledný stav je závislý relativně na rychlosti a intenzitě tektonických procesů a na intenzitě účinku vnějších činitelů. I zde je nutno poukázat na neustálé dialektické působení vnitřních a vnějších geologických činitelů.

Vhodným příkladem vztahu vnitřních a vnějších činitelů je též vznik uhelných ložisek, u nás např. neogénních pánví. Zde je nutno zdůraznit, že vznik primárního uhlého ložiska je podmíněn dokonalou souhrou tektonických, geologických, klimatických, fyzickogeografických a biologických podmínek; k vysvětlení podmínek vzniku uhelných ložisek se hodí obrázky v knize B. Stočesa a E. Kočárka z r. 1962 a v Metodické příručce k učebnici Přírodopis pro 9. tř. z r. 1974 (F. Pauk a kol.).

Jiným velmi vhodným důkazem působení saxonské tektoniky je vývoj říční sítě Českého masívu. Po regresi křídového moře bylo téměř celé území odvodňováno říční soustavou k jihu, s největší pravděpodobností ústředním tokem totožným zhruba s korytem dnešní Vltavy v horním toku, a synklinálami východočeské křídou k jihovýchodu, do neogénní předhlubně Karpat, do mediteránní oblasti. Působením saxonského vrásnění byl celý masív nakloněn k severu tlakem od jihu, takže spád toků se obrátil a celý jih byl odvodňován opět ústředním korytem dnešní Vltavy, avšak k severu. S touto radikální změnou říční sítě a s dílčími poklesy alpínského předpolí již koncem křídou souvisí i vznik jihočeských pánví a hlavně pánví podkrušnohorských. V této souvislosti je třeba uvést vznik mladého údolí Labe (jako vlastní pokračování toku Vltavy) v oblasti pískovců u Hřenska. Labe zde pronikalo nejpoddajnějšími horninami — pískovci, a vytvořilo s přilehlými přítoky typická kaňonovitá údolí.

Hluboké tektonické poruchy se staly cestou výstupu magmat čedičů, znělců, andezitů, trachytů, ryolitů atd. Jejich tělesa se výrazně projevují v morfologii krajiny.

Tento velmi stručný nástin vývoje střední Evropy by měl být pro vyučující vodítkem k hlubšímu studiu regionálních poměrů v okolí působistě i na území republiky.

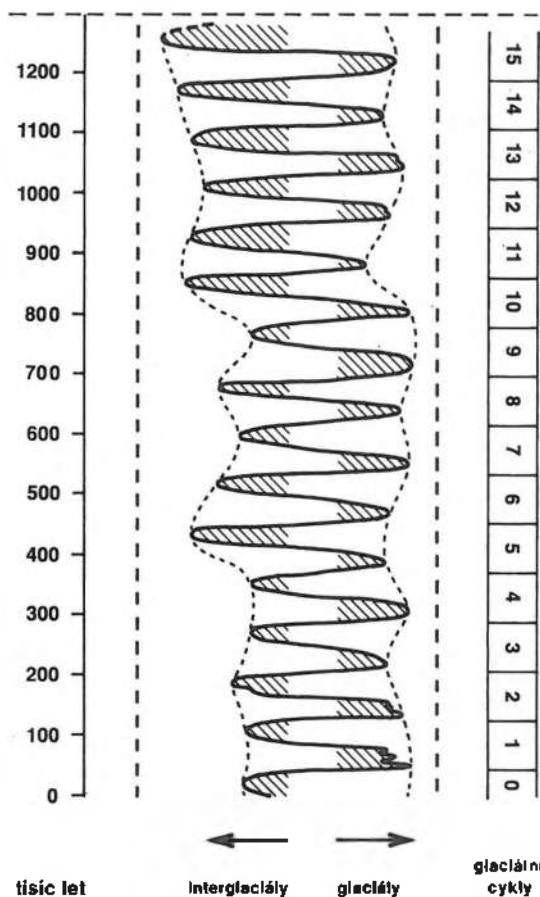
Čtvrtohory

Těžiště výuky o čtvrtohorách spočívá jednak v zdůvodnění oprávněnosti považovat čtvrtohory za samostatnou geologickou éru, jednak ve vysvětlení vlivu značného periodického ochlazení podnebí na vývoj reliéfu a organismů (viz B. Bouček — O. Kodým, 1963; J. Dvořák - B. Růžicka, 1972) i významu člověka jako geologického činitele.

Někteří autoři nepokládají čtvrtohory za samostatnou éru a považují je za *periodu kenozoika* (z řec. *kainos* = mladý a *zōon* = živočich). Při vymezování čtvrtohor se setkáváme s potížemi, které plynou z našich dřívějších poukazů na význam důležitých tektonických událostí pro vymezení jednotlivých vývojových úseků zemské kůry. Shledáváme, že dva milióny let jsou pro zhodnocení posttektonického vývoje velmi krátká doba, zvláště přihlídneme-li k tomu, že poslední vrásnění dosud doznívá. Čtvrtohorám však vtiskují charakteristické znaky dvě významné a charakteristické události. První událostí je značné ochlazení podnebí, které vyvolalo vznik rozsáhlých ledovcových pokryvů. Druhou událostí

71 Schematické znázornění kolísání klimatu v posledních třech čtvrtočinách čtvrtohor.

Moderní výzkumy ukazují, že v průběhu čtvrtohor docházelo k častému periodickému střídání období s chladným a teplým podnebím (glaciálů a interglaciálů). Dosud tradované označování výkyvů klimatu podle tzv. alpského členění (günz, mindel, riss atd.) je z hlediska současných znalostí neúplné a má pouze lokální význam. (Podle různých pramenů navrhl I. Horáček)



je vznik a vývoj člověka na Zemi. Z tohoto důvodu bývají čtvrtohory označovány jako *antropozoikum*, tj. éra, v níž se vyvíjel člověk.

Je záhodno zdůraznit, že ve čtvrtohorách se stával člověk stále významnějším geologickým činitelem a jeho zásahy se měnily životní podmínky celé živé přírody. Z toho je třeba vyvodit, že všichni lidé mají **povinnost** přispívat v zájmu společnosti k ochraně přírody a životního prostředí a nesou i **odpovědnost** za zachování příznivých životních podmínek.

Těžiště učiva o kvartéru spočívá zejména v studiu vývoje reliéfu v pleistocénu (obr. 71). Nejúčinnější vyučovací metodou tématu, která může vyvolat u žáků trvalý zájem o přírodu, je **přímé pozorování** a **studium** velkolepých stop činnosti ledovců při exkurzích nebo při terénní práci v Tatrách, v Krkonoších, na Šumavě nebo v Moravské bráně. Zvláště žákům středních škol poskytuje možnost proniknout hlouběji do základů geomorfologie, dynamické geologie, hydrologie, klimatologie. Poskytuje také žákům příležitost k **fotografické dokumentaci**, kreslení náčrtků, drobnému mapování, sběru přírodnin a jiné aktivní činnosti.

Neméně pozornosti je však třeba věnovat i vzniku svahových hlín, eolických a říčních sedimentů (teras) kvartéru a jejich morfologii.

Téma významně přispívá k posílení regionálních znalostí a podněcuje k ochraně přírody a krajiny.

Žáky je třeba informovat o doznívání glaciálů až do doby historické, o jejich vlivu na složení květeny a zvířeny.

V didaktickém zpracování čtvrtohor by nemělo chybět využití poznatků z biologie a zeměpisu a srovnání vývojových úrovní člověka v odlišných zeměpisných a klimatických oblastech. Na většinu žáků působí zcela překvapivě fakt, že zatímco v našich končinách probíhala ještě mladší doba kamenná — neolit — ve středomoří dohasínala již kultura babylónská, vrcholila dynastie egyptská a začínala kultura krétská (tj. asi před 3 tisíci lety př. n. l.).

5.3.4.3

METODICKÉ POZNÁMKY K UČIVU OBECNÉ PALEONTOLOGIE

Úvodní poznámky

Paleontologie nebývá obvykle na všeobecně vzdělávacích školách předmětem výuky jako samostatná vědní disciplína. Paleontologické doklady vývoje života bývají uváděny v popisu jednotlivých geologických období, někdy dokonce jako okrajové učivo. Toto řešení lze snad chápat na úrovni základní školy, kde předmětem výuky geologie je spíše komplexní pohled na vývoj neživé a živé přírody. Na středních školách (zvláště na některých školách odborných) by však bylo třeba vytvořit **v ý v o j o v ý p o h l e d** nejen na neživou přírodu, ale i na fosilní organismy a dokázat, že recentní společenstva organismů jsou **pokračovateli společenstev minulých**, že změny organismů a rozdíly proti organismům dřívějším jsou zákonité. Z časových (i jiných) důvodů nelze ovšem do výuky zařazovat **s y s t e m a t i c k o u p a l e o n t o l o g i i** v podobě samostatné disciplíny, ale je nejvýš účelné vyhledávat podle přirozeného systému doklady pro srovnání fosilních a recentních organismů a dokazovat tak platnost fylogenetického vývoje.

V tématu Vznik a vývoj života je podáván přehled stavu vývoje organismů v jednotlivých úsecích geologického vývoje. Tento **vertikální rozbor** je třeba alespoň v některých případech doplnit i **charakteristikou horizontální**, tj. srovnáním těžce fylogeneticky důležité skupiny v průběhu celého jejího vývoje. Význam tohoto úkonu vynikne jak v případech úplného zániku některé skupiny, tak

v případě průkazné změny během několika vývojových období. Otevřenou otázkou zůstává, při jaké příležitosti by se toto mělo uskutečnit. Protože je nežádoucí narušovat logickou strukturu historickogeologického vývoje vkládáním nesoudržné problematiky, zdá se být nejvhodnější zařadit takový přehled v závěru studia biologických a geologických oborů a využít v maximální míře vhodných příkladů, které žáci znají z obecné zoologie a botaniky.

Z tohoto stručného rozboru postavení paleontologie plyne její velmi úzká souvislost s obecnou biologii, která tvořívá závěr biologického vyučování jak na škole základní, tak i na školách středních.

Vznik života na Zemi

V kapitole o vzniku života poukážeme na úspěchy molekulární biologie, kterými byly sneseny experimentální důkazy pro některé teorie o vzniku života z neživé hmoty. Nové informace, týkající se této problematiky, sledujeme v článcích odborných a didaktických časopisů, zejména v PVVŠ a ve Vesmíru, kde dosud vyšly články J. Košťáře (Vesmír 1971), V. Liebla (PVVŠ, 1972) nebo v publikacích (A. I. Oparin, 1961; V. Liebl, 1977 aj.) uvedených v seznamu literatury.

V návaznosti na učivo chemie sestavíme ve spolupráci s žáky přehled chemických dějů, které dokazují možnost vzniku organických sloučenin z anorganických látek, případně složitějších organických látek.

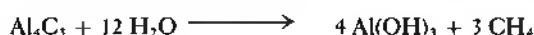
Vznik kyseliny mravenčí hydrolýzou kyanovodíku:



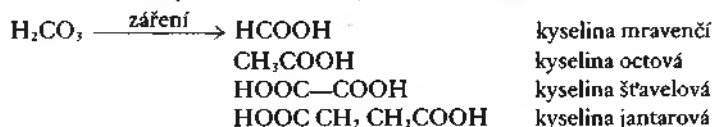
Vznik formaldehydu redukcí kyseliny mravenčí (Butlerov, 1861)



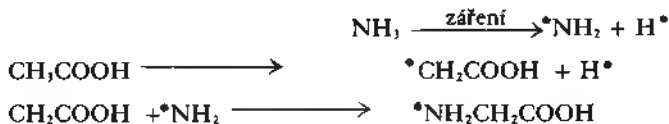
Vznik uhlovodíků hydrolýzou kovových karbidů (Oparin, 1938)



Vznik kyseliny mravenčí, octové, šťavelové, jantarové působením ionizujícího záření na $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (v cyklotronu) (Calvin, 1951)



Vznik glycinu z amoniaku (Calvin, 1951)



Všechny uvedené biochemické a makromolekulárně biologické procesy byly uskutečněny jedině za podmínek blízkých se co nejvíce podmínkám v době vzniku života (na přechodu z předgeologického do geologického období) podle paleontologických a geologických kritérií (V. Pokorný, 1970, 1973). Účinnou energetickou složkou procesů je ionizující záření. Je pravděpodobné, že to mohlo být

ionizující záření kosmického původu. Při této příležitosti opět poukážeme na důležitost komplexního vědeckého bádání, na význam kolektivní práce a mezioborových styků a vhodné interpretace výsledků tzv. základního výzkumu.

Vývoj organismů

Při charakteristice jednotlivých vývojových období Země, éru a period jsme si všimli, že během trvání příslušného období se ani podmínky prostředí, ani společenstva organismů v nich žijící nápadně neměnila. Nápadná a intenzivní změna organismů nastávala při přechodu z jednoho období do druhého. Je tím větší, čím pronikavější a intenzivnější byly změny geologické (viz např. str. 167). Z hlediska obecně biologického je možno období klidu označit jako „geneticky stabilní“, přechodné období jako období změn mutačních¹ až degenerativních.

Výklad těchto souvislostí by neměl spočívat v prostém konstatování, že změny prostředí způsobily změny organismů, aniž bychom se snažili o analýzu, případně definici těchto změn. Tím by se naše výroky stávaly dogmatickými a nesplňovaly by výchovně vzdělávací cíl.

Při rozboru vlivu prostředí na organismy shledáváme, že někdy bývají postiženy v té době fylogeneticky nejvyšší postavené skupiny; tyto skupiny vymírají nebo degenerují, v nejlepším případě se stávají vedlejšími větvemi, pro další vývoj bezvýznamnými. Na scénu se dostávají skupiny méně specializované a geneticky dosud nestabilní, které lépe snášejí případné nepříznivé vlivy prostředí a snadněji se jim přizpůsobují. Záhy vytvářejí formy vývojově pokročilejší, než byly formy vyhynulé. Vysvětlení tohoto zajímavého vývojového jevu je možné snad jedině genetickými zákonitostmi. Z obecné biologie žáci znají, že organismy vysoce specializované jsou nejcitlivější k změnám prostředí a nemají schopnost se přizpůsobit. Za mutagenního činitele můžeme s největší pravděpodobností považovat ionizační záření kosmického původu, které zřejmě mělo významný vliv na vznik života.

Tyto bezpochyby přitažlivé aspekty by ovšem neměly být příčinou k přehlížení běžných biologických a ekologických vztahů, které jistě v minulosti i v současnosti jsou významnou příčinou vývoje.

Fylogenetické souvislosti fosilních a recentních organismů

Tyto souvislosti jsou jedním z nejdůležitějších momentů výchovných i výukových, které vyplynou ze srovnání organismů. Srovnání by nemělo být pouhým konstatováním shod a rozdílů, ale mělo by být provázeno solidním vysvětlením, alespoň v některých typických případech, na které se ve výuce zaměříme.

Především srovnáváme organismy systematicky stejně zařazené; je však nutno klást důraz na **anatomické rozdíly** skupin fylogeneticky starších a mladších. Během fylogenetických změn lze pozorovat jak postupné **změňování** některých typů (např. přesliček), tak na druhé straně **zvětšování** typů (postupné zvětšování některých savců, např. chobotnatců, kytovců). Příčiny jsou ekologického rázu.

Velmi názornou příležitostí pro důkaz souvislostí fosilních a recentních organismů je sledování **somatických změn** při přechodu organismů z vody na souš, jak bylo z hlediska geologického uvedeno v příslušné kapitole.

¹ V tomto smyslu chápeme vliv prostředí (podmínky prostředí) jako souhrn mutagenních činitelů

Tuto tematiku lze navodit otázkami a žáky aktivizovat např.:

1. Který je hlavní rozlišovací znak suchozemských a vodních obratlovců vyjma savců? (opakovací otázka)
2. Které specifické dýchací orgány mají tyto obratlovce? (opakovací otázka)
Očekávaná odpověď: ... voda — žábry, vzduch — plíce.
3. Co mají tyto orgány společného? (obec. biologická otázka)
Očekávaná odpověď: ... hustá síť vlásečnic; styk s prostředím obsahujícím kyslík.

Avšak i problematika přechodu rostlinstva z vody na souš je didakticky velmi dobře využitelná. Opět aktivizujeme otázkami:

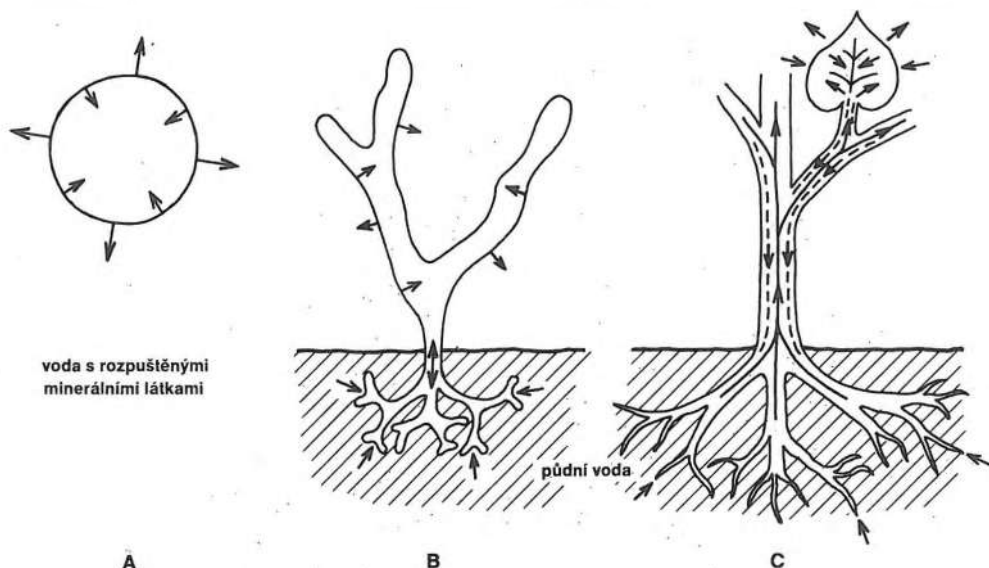
1. Kterými vnějšími znaky se liší vodní jednobuněčné nebo mnohobuněčné řasy od většiny suchozemských rostlin? (opakovací otázka)
2. Který je podstatný anatomický rozdíl mezi řasami a většinou suchozemských rostlin? (opakovací otázka)
3. Jakou funkci mají cévní svazky? (opakovací otázka)

K znázornění uvedených vztahů je možno použít schematický náčrtek.

Podobné otázky je možno dále rozvádět a tematiku zpřesňovat (obr. 72). Zdůrazníme vývoj kořenového systému, význam větvení stonku, vzniku listů atd. Neméně důležitá je i otázka diferenciace svazku cévního na dřevní část, kterou proudí voda a minerální látky vzhůru, a na lýkovou část, která asimiláty odvádí dolů (do míst, kde nemohou vznikat a kde bývají zásobní orgány). Uplatňujeme neformální mezipředmětové vztahy s botanikou a snažíme se u žáků vytvářet komplexní pohled na vývoj živé přírody.

Pro vyvození fylogenetických rozdílů mezi obratlovci je též vhodné porovnat např. kostru končetin ryb, obojživelníků, plazů, ptáků, savců a současně ukázat, jak se projevuje na kostře končetin vliv prostředí a způsob života vybraného typu.

Tuto zákonitost, podpořenou i důkazem o nevrátivosti vývoje, zdůrazníme také sledováním návratu suchozemských obratlovců (permokarbonských obojživelníků) zpět do vody v druhohorách. Důležité je, že z nich nevznikly zpětně ryby, ale dalším přizpůsobením význační druhohorní vodní ještěři.



- 72 Schéma znázorňující vliv prostředí na vývoj stavby rostlinného těla při přechodu z vodního prostředí na souš: A jednobuněčná řasa bez diferenciace orgánů, B jednobuněčná řasa *Vaucheria repens*, žijící na vlhké půdě (s rozlišenou vláknitou částí, čerpající z půdy živné roztoky), C diferenciace těla suchozemských cévnatých rostlin (zjednodušeno)

Vznik a výskyt zkamenělin, fosilizace

Výuka paleontologii (a to i v případě jejího prolínání s historickou geologií) by měla též obsahovat základní informace o výskytu, sběru, preparaci, určování fosilií a vytvořit tak předpoklady pro možnost přehledného, systematického pohledu na dávné organismy.

Vznik zkamenělin je podmíněn mnoha faktory, s kterými je nutno žáky alespoň přehledně seznámit. Nejčastější chybou při této činnosti je podvědomá snaha žáků spatřovat v dochovaných fosiliích úplný obraz dávného života na Zemi. Na vybraných ukázkách fosilií ukážeme, které části organismů a za jakých podmínek se mohly uchovat. Uvedeme příklady, za kterých zvláštních podmínek se mohly dochovat i měkké části těl (savci v asfaltu, mamut, nosorožec v ledu, otisky měkkých těl v jemných sedimentech). Vysvětlíme hlavní způsoby fosilizace (J. Augusta - M. Remeš, 1947).

K aktivizaci položíme žákům otázky, např.:

1. Proč jsou naše znalosti organismů geologické minulosti jen značně mezerovitá? ... Většinou se mohly uchovat jen zbytky organismů se schránkami, kostrou, oporným pleťvem.
2. Za kterých podmínek se mohly uchovat zbytky organismů? ... Když byly ihned zakryty sedimenty, když byly konzervovány.
3. Které skupiny organismů mohou být zastoupeny mezi fosiliemi jen vzácně? ... Organismy bez oporných ústrojí, např. prvoci bez schránek, kroužkovci, řasy, houby.

Každý vyučující by se měl dokonale seznámit s geologickými poměry okolí svého působiště a znát naleziště fosilií vhodných pro sběr. Tak jako pro ostatní přírodniny (minerály, petrografické doklady atd.) by si měl vypracovat přehlednou mapku i pro lokality významných fosilií, event. tyto lokality zakreslit do běžné mapy (např. do turistické mapy 1:100 000). Protože takto vytyčená oblast může být dosti velká a těžce zvládnutelná (např. u škol středních a odborných), je vhodné zainteresovat žáky, jejichž bydliště je v blízkosti lokality, na sběr a přinášení materiálu. V rozhovoru vyučující vysvětlí, proč se zkameněliny vyskytují hlavně ve vápencích, ve vápenato-jílovitých, jílovitých a jemnozrnných úlomkovitých sedimentech, např. v barrandienu, v permokarbonských pánvích a v sedimentech české křídové pánve, v sedimentech moravského devonu a neogénu a v sedimentech slovenského triasu, jury, křídý a neogénu.

Návody k sběru, preparaci a určování fosilií vhodné pro učitele i pro školní praxi jsou uvedeny v řadě odborných a populárně vědeckých publikací (B. Bouček-O. Kodým, 1963; B. Bouček-F. Pauk, 1973, 1975; J. Dvořák-B. Růžicka, 1966; F. Prantl, 1952, 1975; Z. Špinar, 1960, 1965; J. Augusta-M. Remeš, 1947; F. Němejc, 1959, 1963; V. Pokorný, 1954 aj.).

Závěr, obecné principy vývoje

V souladu s výchovně vzdělávacím cílem učiva historické geologie a paleontologie je třeba vést vyučovací proces tak, aby žáci pochopili:

- platnost vývojové teorie,
- že vývoj neprobíhá rovnoměrně, ale ve skocích, které časově odpovídají geologicko-tektonickým událostem,
- že vývojové změny organismů závisí na genetické a fylogenetické stabilitě druhu a na vlivech prostředí.

5.4 REGIONÁLNÍ GEOLOGIE ČSSR

5.4.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Poznat ve spojitosti s geologickým vývojem světa a Evropy geologický vývoj, složení a stavbu území Československé republiky. Rozvíjet geologic-

ké myšlení žáků na příkladech geologického vývoje území ČSSR, rozvíjet aktivní vztah žáků k širšímu okolí a celé naší vlasti, pěstovat smysl pro ochranu přírody a životního prostředí. Dokázat na příkladech význam hospodářské spolupráce mezi zeměmi RVHP ve využívání zdrojů nerostných surovin ve prospěch socialistické společnosti a politický význam dodávek nedostatkových surovin.

5.4.2

POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Regionální geologie podává ucelenou charakteristiku látkového složení, stavby a vývoje určitého území. Vychází ze syntézy výsledků komplexního geologického výzkumu. Úspěšné vyučování regionální geologii vyžaduje dobré znalosti žáků z genetiky a dynamicky pojaté výuky mineralogii, petrografií, všeobecné a historické geologii. Proto je regionální geologie zařazována na všeobecně vzdělávacích školách jako samostatný celek do závěrečné části geologie (před geologií užitou) a shrnuje předchozí poznatky geologických věd z vývojového regionálního hlediska. Vysvětluje příčiny rozmístění hornin různého původu a stáří, ložisek užžitkových nerostných surovin, morfologii krajin a přispívá tak k logickému odvozování výskytu nerostů, hornin i jejich ložisek z geologické mapy na rozdíl od někdejšího statického popisu a výčtu nalezišť.

Protože je možné na většině území ČSSR vycházet při vyučování regionální geologii z poznatků o anorganických přírodninách a z pozorování různých geologických jevů v okolí školy, je mimořádně významné podrobnější poznání geologických poměrů v širším okolí školy. Tyto poznatky regionálního významu soustavně zaznamenáváme od začátku roku a využijeme je pokud možno k m o t i v a c i vyučování regionální geologii Československa. Na závěr regionální geologie Československa shrneme poznatky o geologickém vývoji okolí školy.

Pro úspěch vyučování regionální geologii je neobyčejně důležitá koordinace vyučování geologie a zeměpisu, která by zajistila náležitou znalost členitosti povrchu ČSSR.

5.4.3

VYUČOVACÍ PROSTŘEDKY

Převažující formou je vyučovací hodina základního typu. Ta by měla úzce navazovat na pozorování geologických jevů při cvičení v přírodě nebo na exkurzích i na individuální pozorování žáků. Nezbytné jsou laboratorní práce (cvičení), zaměřené na práci s přírodninami, s geologickými mapami a profily.

Z metod volíme pokud lze takové, které umožňují aktivní účast žáků na vyučování. Nejčastějšími metodami používanými v regionální geologii jsou metoda souvislého výkladu a metoda rozhovoru, prolínající se s prací s přírodninami, mapami, geologickými profily, s prací s učebnicí, s metodami písemných a grafických prací.

Základními pomůckami jsou geologické a fyzickogeografické mapy, přírodní ny, profily, obrazy geologických jevů z území ČSSR, diafilmy, filmy. Z geologických map je to nástěnná geologická mapa ČSSR, Geologická mapa ČSSR v měřítku 1:200 000 a Vysvětlivky k této mapě, zobrazující území okolí školy, příruční geologické mapy ČSSR a mapa nerostných surovin ve školním atlasu ČSSR, případně Geologickém atlasu ČSSR, fyzickogeografická mapa ČSSR a Evropy. Pro snazší získání představy o stavbě zemské kůry u žáků použije učitel na střední škole kromě geologické mapy také profily z okraje geologické mapy v měřítku 1:200 000 nebo zvětšené profily z učebnic geologie z 1. dílu Československé vlastivědy (Příroda) apod.

Pochopení látkového složení, stavby a vývoje určitého území není možné bez pozorování a studia regionálně významných hornin, minerálů, zkamenělin. Cílem již není jejich určování, ale to, aby žáci prostřednictvím studia přírodnin poznali geologický vývoj, kterým území prošlo. Význačné přírodniny s profily, geologickými skicami, fotografiemi významných lokalit také průběžně vystavujeme.

5.4.4

METODICKÉ POZNÁMKY K VYUČOVÁNÍ NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

V učebnicích všeobecně vzdělávacích škol na úrovni základní školy se ještě na počátku našeho století seznamovali žáci se stavbou zemské kůry naší vlasti pouhým popisem podle geologické mapy, podle obrázků, ukázek hornin a zkamenělin. Vývojové hledisko se uplatňovalo jen příležitostně a nedostatečně.

Nynější moderní pojetí geologie i didaktiky však vyžaduje, aby se i žáci základní školy seznámili s geologickým vývojem a příčinami zákonitého výskytu nerostných surovin v naší vlasti.

Nejprve vyvodíme v rozhovoru se žáky z fyzickogeografické mapy vztah mezi horopisnými a geomorfologickými jednotkami Československa, Evropy a světa. Pak porovnáme v geologické mapě Československa zastoupení jednotlivých geologických útvarů ve východní a západní části republiky. Z rozdílnosti složení obou horských soustav vyvodíme pojem Český masív a karpatská soustava i odlišnost v jejich vývoji. Žáci mohou vyhledat v geologické a fyzické mapě hranici mezi oběma soustavami.

Vývoj Českého masívu a karpatské soustavy probereme odděleně. Společný výklad o vývoji obou soustav by byl zbytečně složitý a pro žáky těžko pochopitelný. Teprve při opakování porovnáme vývoj obou soustav v jednotlivých érech.

Při vyučování o jednotlivých horských soustavách postupujeme od nejstaršího útvaru k nejmladšímu. Přitom kreslíme náčrtky profilů, na kterých žáci mohou dobře vidět vzájemnou polohu hornin, útvarů, diskordance apod. a podle těchto jevů usuzovat na vývoj stavby v určitých časových úsecích geologické minulosti.

Při vyučování o jednotlivých útvarech zjistí žáci na geologické mapě jejich výskyt, seznámí se s jejich horninami, fosíliemi a s pomocí učitele mohou usuzovat, zda jde o suchozemské nebo mořské usazeniny, o sopečné horniny, které prozrazují sopečnou činnost určitého období, nebo horniny metamorfované. Při vyučování současně zapíšeme na tabuli a do žákovských sešitů v podobě schématu hlavní děje jednotlivých ér. Tak získáme postupně přehled celého geologického vývoje území Československa, vhodný pro celkové opakování (viz tabulka v Metodické příručce k učebnici Přírodopis pro 9. ročník ZŠ F. Pauka a A. Vodického). Není přípustné, aby byli žáci nuceni naučit se tomuto schématu z paměti. Výklad o vývoji Českého masívu a karpatské soustavy je vhodné uzavřít stručným vylíčením průkopnické práce J. Krejčího a D. Štúra.

5.4.5 METODICKÉ POZNÁMKY K TÉMATŮM REGIONÁLNÍ GEOLOGIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE

5.4.5.1 GEOLOGICKÝ VÝVOJ ÚZEMÍ ČSSR V RÁMCI VÝVOJE ZEMĚ

Máme-li žákům na střední škole usnadnit pochopení zákonitostí vývoje geologické stavby území republiky, je nutné při vyučování navázat na poznatky o stavbě a vývoji Země. Vyjdeme ze skutečnosti, že zemská kůra je

v jednotlivých částech petrograficky a chemicky ve vertikálním i horizontálním směru odlišná. Proto se vymezují dva základní typy zemské kůry, typ kontinentální a oceánský s rozdílným vývojem, a to především od druhé poloviny druhohor, kdy se prokazatelně zvětšuje rozloha a hloubka oceánů a na jejich dně dochází k mohutným výlevům čedičů. Přitom navážeme i na výklad z kapitoly o pohybech zemské kůry.

Kontinentální kůra prodělala během vývoje výrazné změny ve stavbě i v látkovém složení. Stručně vysvětlíme, co jsou geologické cykly, stavební patra, kratony a orogény.

Na fyzickogeografické mapě světa ukážeme rozmístění nejstarších částí pevnin, štítů, k nimž se připojovaly při okrajích během dalšího vývoje vyvrásněným pásebným pohoří mladší části.

Následuje stručná charakteristika vývoje Evropy v období assyntského, kaledonského, variského a alpinského cyklu s použitím geologické mapy Evropy v atlasu světa a fyzickogeografické mapy Evropy. Na těchto mapách ukážeme, které části Evropy a naší republiky byly těmito procesy zpevněny. Vysvětlíme, že jednotlivá území zařazujeme k velkým geologickým a horským celkům podle posledního zvrásnění, které je zvrásnilo a zpevnilo.

Vzhledem k tomu, že území Československa bylo dotvořeno dvěma odlišnými horotvornými cykly, rozděluje se naše republika na dvě geologicky samostatné části — Český masív, zpevněný varisky a Západní Karpaty (karpatskou soustavu), konsolidované alpínsky. Na geologické mapě srovnáme zastoupení krystalika (území tvořeného krystalickými břidlicemi a hlubinnými vyvřelinami), prvohor a zvláště druhohor a třetihor v Českém masívu a v Karpatech a vytkneme nejpodstatnější rozdíly ve stavbě a v morfologii obou horských částí. Pomocí diašmíků pro zeměpis ČSSR porovnáme reliéf Šumavy a Českomoravské vrchoviny s reliéfem Tater, Malé Fatry apod.

5.4.5.2 VÝVOJ ČESKÉHO MASÍVU

Vyučování je vhodné začít vymezením rozsahu Českého masívu. Na základě předcházejících poznatků o vývoji Evropy a o různém zastoupení hornin jednotlivých útvarů v oblasti variské a alpínské to mohou žáci provést formou samostatné práce s použitím geologické mapy ČSSR a mapy Evropy. Hranici mezi Českým masívem a karpatskou soustavou na geologické mapě ČSSR žáci snadno najdou. Žáky upozorníme, že ve skutečnosti Český masív pokračuje k jihovýchodu pod uloženinami čtvrtohor v úvalech mezi oběma horstvy a pod mocnými neogenními a paleogenními sedimenty, které jsou součástí Karpat.

Stavba Českého masívu

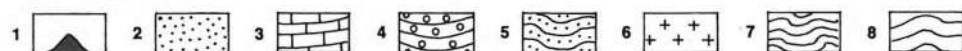
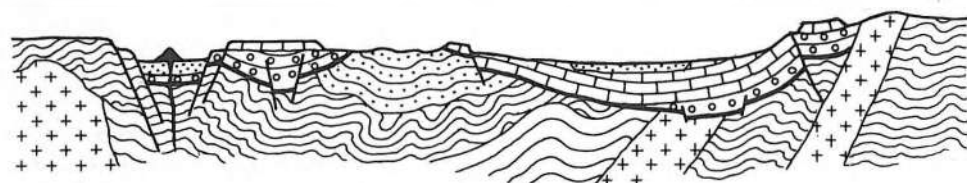
Na střední škole vyvodíme z geologické mapy a z profilů ve spolupráci se žáky, které útvary byly zvrásněny a které na těchto starších horninách spočívají nesouhlasně a byly porušeny pouze radiálními zlomy. Sestavíme zjednodušené schéma vývoje Českého masívu a vytkneme rozdíl ve vývoji předvariském, variském a povariském, podle něhož lze vymezit (B. Bouček-O. Kodým, 1963) spodní a svrchní stavbu.

Spodní stavba (platformní podklad) v sobě zahrnuje předvariské útvary a variský (spodnokarbonský) flyš. Proto je tvořena rozmanitými zvrásněnými i přeměněnými horninami, provrásněnými usazeninami, hlubinnými vyvřelinami žulového charakteru, bazickými podpovrchovými a povrchovými vyvřelinami.

Svrchní stavba (pokryvné útvary, platformní pokryv) zahrnuje všechny útvary povariské. Spočívají na spodní stavbě **n e s o u h l a s n ě**, nejsou přeměněny ani zvrásněny. Jsou porušeny pouze zlomy, podle nichž jsou kry vysunuty, zaklesnuty nebo nakloněny (obr. 73).

Zda žáci pochopili základní rysy stavby Českého masívu si ověříme zadáním následujících otázek a úkolů:

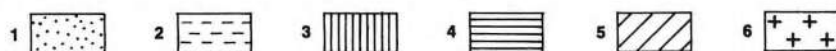
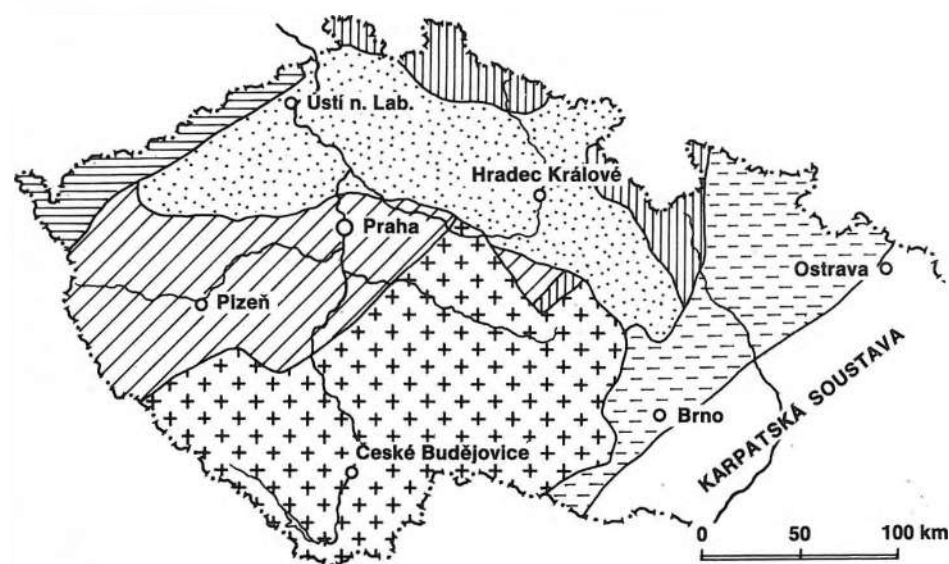
1. Které horotvorné cykly se podílely na utváření spodní stavby Českého masívu?



73 Schéma spodní a svrchní stavby Českého masívu

Svrchní stavba: 1 třetihorní vulkanity, 2 třetihory a čtvrtihory, 3 křídový útvar, 4 karbon, perm

Spodní stavba: 5 starší prvohory, 6 hlubinné vyvěřeliny, 7 mladší starohory (pararuly, svory, fylity, vápence), 8 krystalické břidlice starších starohor (ruly, migmatity)



74 Základní stavební jednotky Českého masívu; 1 česká křídová pánev, 2 oblast moravskoslezská, 3 oblast západosudetská, 4 oblast krušnohorská-durynská,

5 oblast tepelsko-barrandienská, 6 moldanubikum (upraveno podle O. Kodýma)

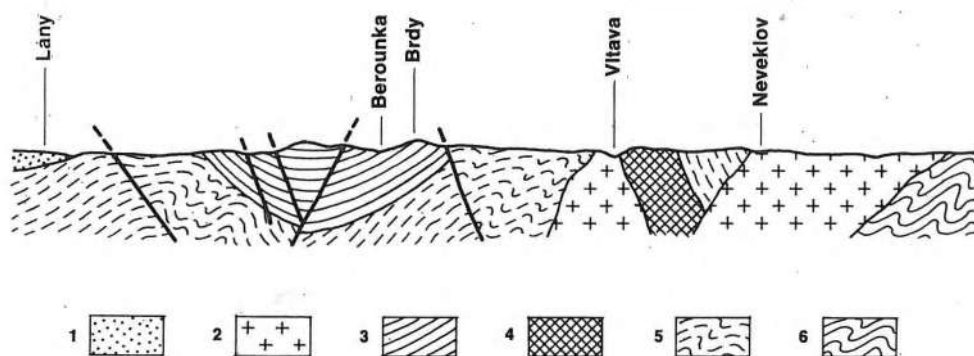
2. Které útvary Českého masívu patří ke spodní stavbě a které ke svrchní?
3. Podle geologické mapy určete, v kterých částech Českého masívu vystupuje na povrch spodní stavba a v kterých částech stavba svrchní.
4. Vyberte přírodniny, které by mohly tvořit spodní stavbu, a uveďte hlediska, podle nichž jste výběr provedli.

Vývoj v prahorách a starohorách

Z přehledu vývoje Evropy žáci vědí, že nejstarší soubory hornin byly zvrásněny **několika horotvornými cykly**, což vedlo k setřetí stop, podle nichž by bylo možné určit jejich stáří. Proto u nejstarší jednotky Českého masívu, **moldanubika**, zatím nebylo možné prokázat, zda je z části prahorní nebo celá starohorní (J. Svoboda a kol., 1964; J. Svoboda, 1973; Československá vlastivěda, Příroda, 1968).

Následuje vymezení a charakteristika moldanubika a jeho hornin podle geologické mapy (obr. 74). Vysvětlíme **původ názvu** této oblasti. Upozorníme, že se předpokládá pokračování moldanubika v podloží mladších starohor i v ostatních oblastech Českého masívu. V mapě nerostných surovin vyhledáme ložiska **grafitu a krystalických vápenců** v oblasti moldanubika a zhodnotíme jejich **hospodářský význam**. Na školách, které se nacházejí v oblasti moldanubika, seznámíme žáky podrobněji s horninami a stavbou území. V závěru vyzveme žáky, aby zakreslili rozšíření moldanubika do pracovní geologické mapy. Obdobně si zakreslí do pracovní mapy po probrání i výskyt dalších útvarů.

Po probrání moldanubika vysvětlíme vznik **assyntského patra**, tvořeného horninami **mladších starohor (algonkia)**¹, zvrásněnými koncem mladších starohor, čímž byl ukončen **assyntský cyklus**. Žáci porovnají horniny moldanubického a assyntského patra. Zjistí, že moldanubikum je tvořeno jen horninami oblastně přeměněnými, kdežto assyntské patro v některých částech Českého masívu, např. v okrajových horách, horninami přeměněnými a vyvřelými, ve středních Čechách horninami nepřeměněnými. Vysvětlíme, že intenzivněji přeměněné horniny mladších starohor se vyskytují na povrchu v těch částech Českého masívu, kde došlo k pozdější denudaci assyntského patra do větší hloubky nebo kde se uplatnil ještě vliv pozdější kaledonské nebo variské metamorfózy, kdežto **méně metamorfované nebo nemetamorfované horniny** se nacházejí tam, kde **odnos svrchní nemetamorfované části assyntského patra** byl jen malý (kde je na-



75 Geologický řez středními Čechami; 1 permokarbon, 2 hlubinné vyvřeliny, 3 starší prvohory, 4 jiřlovské pásmo, 5 mladší starohory, 6 přeměněné horniny (upraveno podle B. Boučka)

¹ Dříve běžný název *algonkium* se již nepoužívá

př. chránily před odnosem i vrstvy starších prvohor). Pomocí geologické mapy vymezíme **rozšíření mladších starohor** (assyntského patra) v Českém masívu a vyhledáme v mapě nerostných surovin **naleziště užitečných nerostů a hornin** ve starohorách.

Vývoj v starších prvohorách

Při výkladu vyjdeme z přehledného geologického profilu severozápadní části Českého masívu, který jsme použili při probírání starohor. Doplníme jej podrobnějším profilem **barrandienu**. Z diskordance mezi mladšími starohorami a staršími prvohorami žáci usoudí, že koncem mladších starohor byla v této oblasti sedimentace přerušena, nastalo období denudace a v kambriu došlo k nové mořské transgresi (obr. 75).

Z postupné změny složení a velikosti součástek sedimentů starších prvohor od spodních mocných slepenců a pískovců v kambriu, pískovců, křemenců, prachovců a břidlic v ordoviku k vápencům a břidlicím z konce siluru a z devonu, mohou žáci usoudit nejen na vývojové změny v samotné sedimentační pánvi, ale i v jejím širším okolí, které bylo postupně víc a více zarovnávalo. Zarovnáváním přilehlé pobřežní pánve se podstatně snižoval přínos úlomkovitého (klastického) materiálu, takže rozhodující složkou se staly vápenaté sedimenty tvořené přímo v pánvi ze značné části ze schránek organismů. Spolu s horninami barrandienu demonstrujeme ukázky význačné fauny.

Po podrobnější charakteristice barrandienu vyhledáme v geologické mapě rozptýlené výskyty starších prvohor v Moravském krasu, metamorfované zbytky starších prvohor v středočeském plutonu, v Železných horách, v Nízkém Jeseníku a na Ještědském hřebetu. Na Ještědském hřebetu spočívají nepřeměněné svrchnodevonské sedimenty nesouhlasně na zvrásněných a metamorfovaných vrstvách siluru. Lze tedy v Západních Sudetech doložit kaledonský cyklus, který se projevil na rozdíl od barrandienu přerušením sedimentace již koncem siluru a jeho zvrásněním ke konci siluru a na začátku devonu. Přeměna devonských vrstev v Nízkém Jeseníku je dokladem účinku variské metamorfózy.

V závěru vvhledáme v geologické mapě a v mapě nerostných surovin ložiska **užitečných nerostů a hornin** v oblasti starších prvohor a v rozhovoru zhodnotíme jejich význam pro vývoj hutnického a strojírenského průmyslu a průmyslu stavebních hmot v českých zemích.

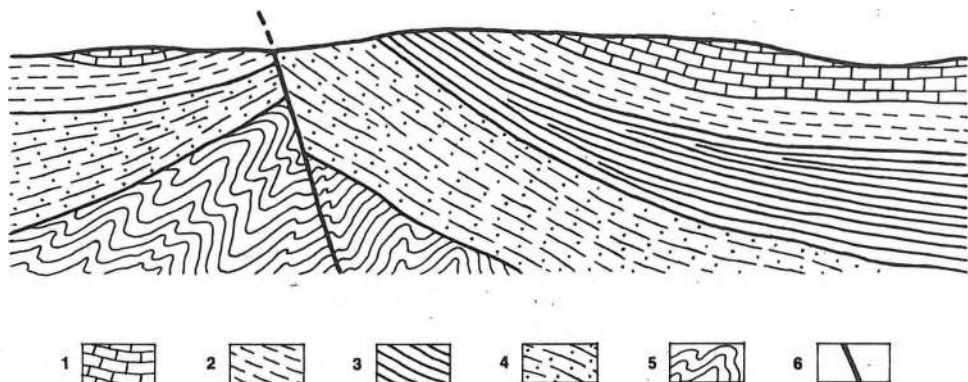
Vývoj v mladších prvohorách

Vyjdeme ze studia výskytu mladších prvohor na geologické mapě a ze srovnání **hornin mladších prvohor** (slepence s valouny žul a jiných hornin, pískovce, arkózy, černé uhlí, žuly, křemenné porfyry, melafyry) a jejich zkamenělin s horninami a zkamenělinami starších prvohor a starohor. Žáci usoudí, že se horniny starších a mladších prvohor tvořily za různých podmínek při odlišných geologických procesech.

Tyto rozdíly byly podmíněny **variskými horotvornými procesy** v průběhu mladších prvohor, které způsobily ústup staropravohorního moře z oblasti Českého masívu a svými metamorfními účinky zasáhly nejen staropravohorní, ale i starší útvary. Vyvolaly i opakující se intruze hlubinných vyvřelin, zvláště žul a granodioritů, které způsobily v okolí intenzivní přeměnu hornin. S jejich intruzí souvisel i vznik rudních žil, které jsou důležitým zdrojem nerostných surovin. Různé veliká hlubinná tělesa, odkrytá po částečné denudaci svého pláště, namnoze v hloubce navzájem souvisí. O značném rozšíření variských hlubinných vyvřelin se přesvědčíme studiem geologické mapy.

Vyvrásněním variského pohoří se na území Českého masívu podstatně změnil podmínky sedimentace. Pohoří podléhalo poměrně rychlé erozi a denudaci. Materiál snášený z horských hřebenů vytvořil v kotlinách mocná souvrství svrchnokarbonského stáří (obr. 76). V bažinách kotlin se vytvořily i podmínky pro vznik mocných vrstev rostlinných zbytků, z nichž se během dalších období vytvořily sloje černého uhlí. V Českém masívu mohly vzniknout uhelné pánve jen rozptýleně. Mají také jen malý počet uhelných slojí. Na profilu kladensko-rakovnickou nebo plzeňskou pánvi můžeme doložit, že pánvovitý charakter byl zvýrazněn pozdější tektonikou. Odlišné sedimentační podmínky se vytvořily vyvrásněním variského pohoří zvláště na jeho východním okraji, kde se rozlévalo v spodním karbonu moře, jehož sedimenty nyní tvoří Nízký Jeseník, Oderské vrchy a Dražanskou vrchovinu. Na Ostravsku, Karvinsku a v Hornoslezské pánvi na polském území se tvořily na okraji svrchnokarbonského moře laguny zarůstající bujnou bažinnou květenou, která vytvářela vrstvy organických látek. Při kolísavém pohybu pobřežní oblasti byly laguny občas zalévány mělkým mořem. Tento pohyb se mnohonásobně opakoval, takže vznikl nad sebou větší počet uhelných slojí, z nichž některé mají poměrně malou mocnost. Srovnáním profilu ostravsko-karvinskou uhelnou pánvi a pánvi kladensko-rakovnickou nebo plzeňskou mohou žáci dojít k poznatku, že uhlonosné vrstvy svrchního karbonu ostravsko-karvinské pánve byly ještě postiženy posledními fázemi variského vrásnění, kdežto uvnitř Českého masívu zůstaly již vrásněním neporušeny. V závěru vymežíme na geologické mapě oblasti karbonských pánví. Žáky upozorníme, že karbonské vrstvy jsou mnohde překryty mladšími vrstvami, zvláště v ostravsko-karvinské pánvi a v České křídové tabuli na Mělnicku, takže jejich skutečný rozsah není na přehledných geologických mapách zachycen. Porovnáme jednotlivé černouhelné pánve podle jejich hospodářského významu (velikosti těžby), pojednáme o dosavadních způsobech využití černého uhlí a o nezbytnosti spolupráce se socialistickými státy, zejména se SSSR při zajišťování energetických zdrojů (plynu, ropy, atomové energie).

Srovnáním rozdílu v rozšíření karbonských vrstev a vrstev permských, které se zachovaly v depresích a v příkopových propadlinách, můžeme doložit, že během permského období došlo k dalším, již menším změnám v reliéfu Českého masívu, vyvolaným doznívajícími variskými pohyby. Nedostatek uhelných slojí v permských vrstvách a převládající červená barva sedimentů svědčí o tom, že se tvořily za pouštního klimatu. Variské pohoří bylo již značně rozrušené.



76 Zjednodušený geologický řez vnitrosudetskou pánví; 1 svrchní křída, 2 svrchní perm, 3 spodní perm, 4 svrchní karbon, 5 přeměněné horniny, 6 zlom — hronovská porucha (upraveno podle W. Petrascheka)

V závěru vyučování o prvohorách po shrnutí poznatků o geologických procesech, kterým byl Český masív vystaven do konce prvohor, vyvodíme, že za variského vrásnění, které proběhlo v několika fázích a bylo provázeno mohutnými intruzemi hlubinných vyvřelin, bylo dokončeno stmelování jednotlivých částí, vytvořených za dřívějších horotvorných cyklů v pevný, nevrásnitelný blok — masív.

Vývoj v druhohorách

Vyučování lze začít tak, že žákům zadáme úkol prohlédnout geologickou mapu ČSSR a zjistit, zda a kde se v Českém masívu nacházejí horniny triasu, jury, spodní a svrchní křídý. Výsledky žáci zapíší do sešitu. Žáky upozorníme na nevelké výskyty jury u České Lípy a v okolí Brna. Pak se optáme, jak by bylo možné toto rozšíření druhohor vysvětlit. Tím si ověříme, zda žáci dokáží aplikovat předcházející poznatky z regionální a obecné geologie i úroveň jejich geologického myšlení. Srovnáme nevelké zastoupení druhohorních útvarů v Českém masívu (zbytky jury při lužickém přesmyku a u Brna) a značné rozšíření druhohorních útvarů v Karpatech a dáme žákům za úkol vysvětlit, co je hlavní příčinou tohoto rozdílu. Při správném vedení rozhovoru usoudí, že Český masív byl v druhohorách zalit mořem jen zčásti (pouze v juře a svrchní křídě), kdežto celou oblast Karpat pokrývalo v druhohorách většinou moře. Doplňme, že v juře spojoval jurské moře na západ od Českého masívu a jurské moře v oblasti Karpat úzký průliv. Výskyt druhohorních sedimentů ukazuje, že Český masív byl v druhohorách většinou oblastí denudace, karpatská oblast místem sedimentace.

Vysvětlíme, že transgrese svrchnokřídového moře na klesající severovýchodní část Českého masívu a ústup tohoto moře při výzdvihu Českého masívu byly odezvou na vrásnění v oblasti Karpat a Alp koncem druhohor. Na geologické mapě vymezíme rozsah svrchnokřídové transgrese a vysvětlíme příčiny různého faciálního vývoje křídových vrstev. Seznámíme žáky s charakteristickými horninami, z kamenělinami a s reliéfem křídového útvaru Českého masívu. Pokud se škola nachází v oblasti křídového útvaru, probereme podrobněji jeho stratigii, tektoniku, faunu a flóru.

V rozhovoru uvedeme příklady praktického použití hornin křídového útvaru (pískovců a opuk) ve stavebnictví a sochařství. Vyhledáme v mapě nerostných surovin příklady výskytu ložisek kvalitních žarovzdorných jíílů jezerního původu v podloží mořských usazenin. Vyzdvihneme také význam křídového útvaru jako zdroje podzemních artéských vod.

Vývoj v třetihorách

Aby vynikly změny ve vývoji Českého masívu během třetihor oproti vývoji do třetihor, posoudíme v rozhovoru se žáky, jaký účinek měla dlouhodobá denudace a záplava křídového moře na morfologii Českého masívu. Stal se parovinou a již natrvalo pevninou. Nenacházíme na něm již žádné mladší mořské sedimenty, jen okraje masívu na bezprostředním styku s Karpatami a Alpami se staly v neogénu součástí předhlubňové pánve alpskokarpatského oblouku. Pozvolna se zvedající masív začali modelovat vnější geologičtí činitelé, zejména v starších třetihorách. Intenzivní denudace masívu v starších třetihorách je patrna zejména z toho, že na něm chybí sedimenty starších třetihor a že v tomto období značně pokročila i eroze a denudace křídových usazenin. Je to patrné na místech, kde byly křídové vrstvy pokryty usazeninami mladších třetihor.

Tento předpokládaný stav morfologie Českého masívu ve starších třetihorách porovnáme s nynějším reliéfem. Vysvětlíme, že zesílení horotvorných pohybů

v oblasti Karpat a Alp ke konci paleogénu se projevilo v Českém masívu (zejména v jeho severozápadní a severovýchodní části) **borcením** a členěním v kry podle starých hlubinných zlomů (obr. 38, 77). Velké části Českého masívu stoupaly a vytvořily **pohoří**, některé pokleslé vnitřní kry podminily vznik **jezerních pánví**. Zlomky se staly **přírodnými dráhami** čedičového a žnělcového **magmatu** (obr. 38, 77).

Po tomto úvodu **zadáme samostatnou práci**.

Ukol **formulujeme** např. takto:

Podle **rozmístění** křídového útvaru, **neogénu** a hlavních **mas třetihorních vyvřelin** v Českém masívu určete:

- oblasti v třetihorách **tektonicky nejsilněji porušené**,
- směry hlavních poruch**,
- kry **zakleslé**,
- kry **vyzvednuté**.

K charakteristice **sopečné činnosti** použijeme ukázky **nejvýznamnějších typů třetihorních vulkanitů** Českého středohoří a Doupovských hor (promítneme film). Uvedeme, že **sopečná činnost** se několikrát opakovala. Neopomeneme zdůraznit význam **ochrany těchto našich geologicky jedinečných území**.

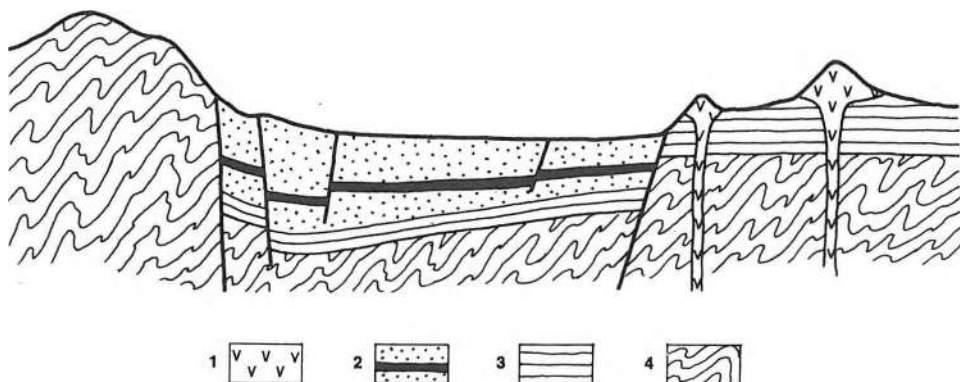
Se zřetelem k velkému **hospodářskému významu ložisek hnědého uhlí** a **zárůzdorných jílů** v podkrušnohorském prolomu vysvětlíme **podrobněji podmínky vzniku těchto ložisek** a zejména **mocných uhelných slojí**. Porovnáme **hospodárnost** nynější **moderní mechanizované povrchové těžby** s **nehospodárností hlubinné těžby** v **kapitalistickém období**. Rozdělení **uhelných pánví** mezi četné podnikatele bránilo mimo jiné **nasazení moderní mechanizace** a **vytěžení slojí beze zbytku**. Porovnáním údajů o **těžbě hnědého uhlí** (ze **statistických ročenek**) z období **kapitalistického** a **socialistického** prokážeme **význam znárodnění přírodního bohatství** po osvobození naší republiky. Metodou **rozhovoru** zopakujeme a **doplníme poznatky** žáků o **hnědouhelných pánvích** v Českém masívu a o **významu hnědého uhlí pro národní hospodářství**.

V závěru výuky o **mladších třetihorách** **porovnáme rozmanitost** v **dalším vývoji jednotlivých částí Českého masívu**. Jeho **rozčlenění na kry** vyvolalo to, že se **jednotlivé části vyvíjely odlišně**. V **podkrušnohorském prolomu** vznikla **vulkanická pohoří**, na **zaklesávajících se krátech** probíhala **sedimentace**, **vystupující kry** by-

KRUŠNÉ HORY

MOSTECKÁ PÁNEV

ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ



77 Zjednodušený geologický řez Mosteckou pánví a přilehlými oblastmi; 1 výlevné vyvřeliny, 2 třetihorní sedimenty s uhelnou slojí, 3 svrchní křída, 4 krystalinikum (podle geologické mapy, list Teplice)

ly místy silné denudace. Pohyby v zemské kůře v mladších třetihorách vytvořily základní rysy současného reliéfu Českého masívu.

Vývoj ve čtvrtohorách

Zvláštností výuky o čtvrtohorách je, že se při ní můžeme opírat o pozorování účinku geologických činitelů v přírodě během omezeného časového úseku a poznatky při ní získané využít při posuzování dějů, které probíhaly delší i dlouhá období.

Čtvrtohorní sedimenty jsou zastoupeny rozptýleně po celém území. V okolí každé školy lze najít vhodný odkryv, který je možné s žáky navštívit a využít k vyučování o procesu, který dosud probíhá nebo proběhl v nedaleké minulosti, a může vést případně k poznatkům regionálního významu. Pozorování odkryvu říční terasy poskytuje možnost vyvodit závěry o vzniku teras, o nadmořské výšce teras, o změnách směru toků ve čtvrtohorách a o způsobu výzkumu vývoje říční sítě. Odkryv s prашe nebo pozorování na přesypu dá podnět k rozhovoru o vzniku sprашe a o klimatických změnách ve čtvrtohorách, o úrodnosti půd na sprашích.

V některých územích republiky se zachovaly pozůstatky po činnosti ledovců. Někteří žáci tato území znají a jejich poznatky mohou obohatit výuku. Žáci mohou vyhledat na geologické mapě jižní hranici nejrozsáhlejšího kontinentálního ledovce starších čtvrtohor.

Neměli bychom opomenout pohovořit o člověku jako geologickém činiteli a o ochraně přírody a životního prostředí.

5.4.5.3 GEOLOGICKÝ VÝVOJ KARPATSKÉ SOUSTAVY V ČESKOSLOVENSKU

Vhodným úvodem k vyučování o geologii karpatské soustavy na střední škole je porovnání stavby karpatské soustavy a Českého masívu, jak se jeví na geologické (zejména plastické) mapě. V rozhovoru se žáky si povšimneme kotlinovitého reliéfu Českého masívu, budovaného na obvodu metamorfovanými a vyvrělými horninami, na nichž uvnitř kotliny spočívají sedimenty nepřeměněných mladších starohor, prvohor, svrchní křídly, mladších třetihor a čtvrtohor. Karpatská soustava má naproti tomu výrazně pásmovitou stavbu s rovnoběžnými pásmy obloukovitého průběhu, která se liší svým složením a stářím hornin. Zopakujeme, z kterého důvodu řadíme Český masív k Mezoevrope a karpatskou soustavu k Neoevrope a ukážeme jejich hranici.

Žáci mohou na geologické mapě ukázat jednotlivá pásma karpatské soustavy a uvést, které útvary, případně horniny jsou v nich zastoupeny. Uvedeme, že podle stáří vrásových poruch rozlišujeme v karpatské soustavě dva hlavní celky:

Vnitřní Karpaty, které zabírají větší část Slovenska a byly vyvrásněny již před svrchní křídou.

Vnější Karpaty (pojmenované podle toho, že se rozprostírají na vnější straně karpatského oblouku), vyvrásněné na konci paleogénu a v neogénu, a jsou tedy mladším celkem než Vnitřní Karpaty.

Víme, že období vrásnění datujeme podle nesouhlasnosti uložení mezi souvrstvími známého stáří.

Ve Vnitřních Karpatech jsou paleogénní souvrství (např. pískovce s numulity, vúdčímí zkamenělinami paleogénu) obvykle uložena vodorovně a spočívají nesouhlasně na podloží.

Ve Vnějších Karpatech jsou paleogénní souvrství silně zvrásněna a teprve neogén na nich leží nesouhlasně a vodorovně. Předložíme žákům zvětšený

obrázek 78 A, B a uložíme jim, aby podle výše uvedených skutečností rozhodli, který z nich znázorňuje schematický řez Vnějšími Karpatami (tj. A) a který Vnitřními Karpatami (B).

Uvedeme, že Karpaty jsou typickým pásemným pohořím, které vzniklo vyvrátním geosynklinály, a mají jako ostatní pohoří stejného původu zonální stavbu. Na fyzickogeografické mapě světa žáci ukáží mladá pásemná pohoří v pokračování Karpat. Ve stručnosti zopakujeme učivo o vývoji pásemných pohoří z geosynklinál a vyvodíme, proč se vyznačují zonální stavbou (M. Mahel' a kol., 1967; Československá vlastivěda, Příroda, 1968).

Na geologické mapě rozlišíme ve spolupráci se žáky jednotlivá pásma karpatské soustavy podle stáří a zastoupení hornin. Jsou to tato pásma:

Vnitřní Karpaty
(Centrální Západní Karpaty)

Slovenské rudohoří (gemeridní pásmo) — slabě přeměněné horniny starších prvohor, na obou křídlech obklopené triasovými vápenci;

pásmo jaderných pohoří — s jádry z přeměněných hornin a žulových plutónů, která jsou obklopena druhohorními souvrstvími převážně vápencovými a dolomitovými;

Vnější Karpaty

bradlové pásmo — úzký pruh s modře označenými čočkovitými tělesy jurských vápenců v obalu zeleně označených křídových slínů;

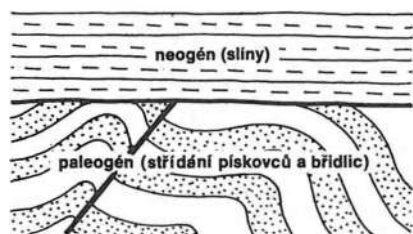
flyšové pásmo — široký pás tvořený hlavně křídovými a paleogénními pískovci a břidlicemi;

čelní předhlubeň — pás neogénu, tvořený hlavně slínů;

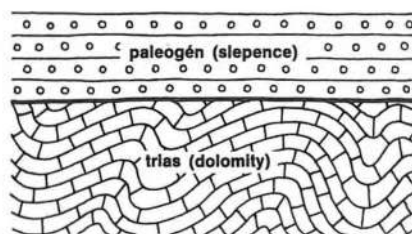
Vnitřní Karpaty
Vnitrokarpatské sníženiny

výplně potektonických pánví a neovulkanická pohoří — ukážeme Liptovskou kotlinu, vyplněnou vnitrokarpatským paleogénem, Turčianskou kotlinu, vyplněnou paleogénem a neogénem, neogenní a čtvrtohorní nížinu, Vnitrokarpatské sníženiny s částí Vídeňské pánve, neovulkanická pohoří, která se nacházejí většinou v prostoru Vnitřních Karpat — Vtáčnik, Kremnické, Štiavnické, Slanské vrchy a Vihorlat, složené hlavně z andezitu.

Při charakteristice jednotlivých pásem postupujeme z vnitřní strany karpatského oblouku na vnější stranu v souladu s jejich vývojem. Platí to však jen zhruba, neboť např. krystalické břidlice jaderných pohoří jsou prekambričské, zatímco nejstarší celek, Slovenské rudohoří, je staropaleozoický. Při výkladu stavby karpatské soustavy musíme nadřadit regionálně tektonické hledisko (viz členění



A



B

78 Schematický řez Vnějšími Karpatami na západním okraji Vídeňské pánve — A; řez Vnitřními Karpatami v průlomu Hornádu v Nízkých Tatrách — B (navrhl M. Mišík)

¹ Podle geologického termínu *gemeridy*, používaného pro tektonickou jednotku tvořící východní část Slovenského rudohoří. Dříve byla tato jednotka nazývána Spišsko-gemerské rudohoří.

soustavy na pásma str. 185) hledisku stratigraficko-paleogeografickému, kterému dáváme přednost při opakování. Tím poskytneme žákům dynamickou představu o postupném vytváření karpatského horstva z geosynklinály a o překládání sedimentační osy a vrásnivých pohybů z vnitřku oblouku na vnější stranu.

Vývoj Slovenského rudohoří

Z geologické mapy vyčteme, že v tomto pásmu směru VSV vystupuje uprostřed ve východní části Slovenského rudohoří soubor slabě přeměněných hornin, který je po obou stranách lemován pruhy karbonu, potom permu a nakonec v Stratenské hornatině a v Slovenském krasu pruhy triasu. Z toho vyvodíme, že Slovenské rudohoří je vlastně složitou **antiklinálou** (antiklinoriem). Mezi horninami obnaženými v ose antiklinály jsou zastoupeny pravděpodobně kambrické až silurské fylity, střídající se s křemenci a křemennými porfýry, nad nimi jsou uloženy pravděpodobně devonské fylity s diabasy. V jejich nadloží v pruhu karbonských vápenců byly nalezeny nejstarší dobře zachované **zka-meněliny** Slovenska (koráli, ramenonožci, trilobiti). V rozhovoru z toho vyvodíme, že se tam v období svrchního karbonu rozlévalo moře, a proto se na Slovensku nevyskytují pánve černého uhlí. Uložíme žákům, aby zjistili, které nerostné suroviny se těží v oblouku mezi Lučencem a Košicemi, a vysvětlíme, že bohatá ložiska **magnezitu** u Podrečan, Jelšavy, Dúbravy, Košic aj. vznikla zatačením karbonských korálových vápenců horkými roztoky s obsahem iontů hořčíku a obdobně také čočkovitá ložiska **sideritu** roztoky s obsahem iontů železa, např. u Mlýnků.

Abychom navodili další výklad o vývoji oblasti, dáme žákům úkol zjistit, vyskytují-li se ve Slovenském rudohoří další mladší prvohorní sedimenty. Naleznou při severním okraji pruh permských hornin. Vysvětlíme, že to jsou jednak lagunární, jednak pevninské sedimenty, které spočívají nesouhlasně na zvrásněných karbonských usazeninách. Pak žákům uložíme, aby určili, za kterého vrásnění byly předpermské sedimenty zvrásněny. (Odpoví, že za vrásnění hercynského.) Vysvětlíme, že za hercynského vrásnění vzniklo v prostoru dnešních Karpat hercynské pohoří, které však bylo na začátku permu zarovnáno. **Koncem permu** začaly určité oblasti znovu poklesávat. Byla to předzvěst všeobecného poklesu, vzniku **druho horní karpatské geosynklinály**. V permu převládala v tvořících se depresích jezerní sedimentace. Představují ji hlavně červené slepence a břidlice. Došlo také k výlevům křemenných porfýrů s uranovým zrudněním.

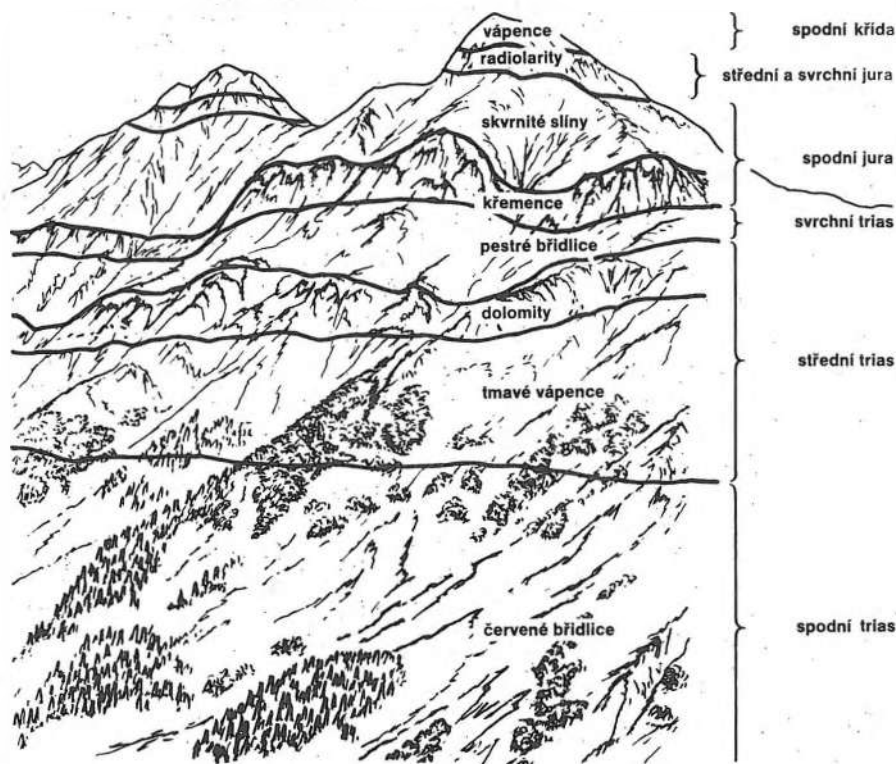
Žáci ukáží na geologické mapě rozšíření triasu. Uvedeme, které horniny jsou v něm zastoupeny, a vyzveme žáky, aby se pokusili značné rozšíření triasu ve Vnitřních Karpatech vysvětlit. Na základě předchozích poznatků usoudí, že v triasu nastala nová **mořská transgrese**. Vložíme, že v lagunách spodního triasu vznikla u Spišské Nové Vsi **ložiska sádrovce**, v středním a svrchním triasu se uložila mocná souvrství **dolomitů** a zejména vápenců, které jsou často zkrasovatělé (v severní obrubě rudohoří v Stratenské hornatině Dobšinská ledová jeskyň, v Jihoslovenském krasu Domica, Muráňský kras). Mladší souvrství než triaso- vá byla ze Slovenského rudohoří erozí a denudací téměř úplně odnesena.

Velmi čisté triasové vápence jsou cennou surovinou pro **chemický průmysl**. Na mapě nerostných surovin vyhledáme místa těžby vápence a rud. Zeptáme se žáků na p ů v o d n á z v u Slovenské rudohoří (žáci ho vysvětlí na základě poznatků z mineralogie a ze zeměpisu). Uvedeme, že v této oblasti je soustředěna většina našeho rudného bohatství. Největší průmyslový význam mají rudní žíly se **sideritem**, **chalkopyritem**, **tetraedritem** (Rudňany, Rožňava aj.). Vznikly koncem druhohor v trhlinách hornin vyloučením z roztoků uvolněných z magmatu mladých žul Slovenského rudohoří.

Při probírání této kapitoly a obdobně i kapitol dalších využijeme každé příležitosti k demonstraci a opakování o horninách a nerostech oblasti. Ve spolupráci se žáky uspořádáme výstavku přírodnin oblasti spolu s mapou nerostných surovin a fotografiemi odkryvů.

Vývoj pásma jaderných pohoří

Zopakujeme, podle čeho bylo toto pásmo pojmenováno, a žáci ukáží na geologické, případně fyzickogeografické mapě ČSSR, která pohoří do tohoto pásma zahrnujeme. Vodítkem je stavba a zastoupení hornin v pohořích. Rozlišíme vnější řadu pohoří, k níž náleží Malé Karpaty, Inovec, Strážovské vrchy, Malá Fatra, Vysoké Tatry, a vnitřní řadu, k níž počítáme Tribeč, Žiar, Velkou Fatru, Nízké Tatry a Branisko. Ze vzájemné polohy krystalického jádra a sedimentárního obalu odvodíme, že jednotlivá jaderná pohoří mají povahu velkých antiklinál. Na profilu Vysokými Tatrami nebo i jiným jaderným pohořím vysvětlíme v rozhovoru se žáky, že krystalická jádra byla původně celá kryta sedimentárním pláštěm, který však byl ve vrcholových částech antiklinál erodován a denudací rozrušen. Na geologické mapě zjistíme, že jádra jsou tvořena žulovými masívy s pláštěm krystalických břidlic. Nejčastěji jsou to pararuly a amfibolity, které vznikly ze starohorních hornin. Radioaktivními metodami určování absolutního stáří bylo zjištěno, že žuly jaderných pohoří jsou karbonského stáří jako většina žul v Českém masívu. Na rozdíl od nich byly pozdějším alpským



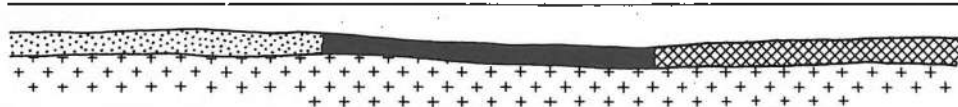
79 Stratigrafický sled druhohorních souvrství na svahu Ždiarské vidly v Belanských Tatrách (podle foto M. Mišíka)

vrásněním poměrně hustě rozpukané, takže se nedají použít na kamenické práce.

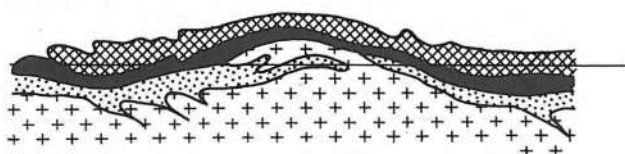
Na zvětšeném profilu jaderným pohořím a na zvětšeném výseku podrobnější geologické mapy (1 : 200 000 nebo 1 : 500 000) jaderného pohoří ukážeme, že v obalu se nacházejí triasová až spodnokřídová souvrství a místy v jejich podloží i karbon a perm (obr. 79). Vrstevní sledy druhohor se několikrát opakují, obvykle v pořadí: trias, jura, spodní křída — trias, jura, spodní křída — trias. Zeptáme se žáků, jak by tento jev vysvětlili. Jejich odpovědi posoudíme, doplníme a použijeme jako motivaci k výkladu příkrovové stavby jaderných pohoří (obr. 80). Vysvětlíme, že po usazení mořských sedimentů v geosynklinále Karpat během triasu, jury a spodní křídý na zvrásněný krystalický podklad a perm došlo ve střední křídě k vynoření a silnému stlačení geosynklinály. Vápencové a dolomitové masy druhohorních sedimentů se odloučily od krystalického podkladu a sunuly se v podobě rozsáhlých desek, příkrovů, na vzdálenosti větší než 50 km z nitra Karpat. Nasunuly se směrem k severu nebo k severozápadu po poměrně rovném podkladu, nebo klouzaly po mírně ukloněných plochách (nynější pohoří nebyla ještě vyklenutá). Vzdálenost nasunutí se dá odhadnout podle zbytků příkrovů čili tektonických trosek, jakými jsou např. vrchol Choče nebo Rozsutce, kde spočívá zbytek nasunutých triasových vápenců a dolomitů na vrstvách spodní křídý.

SPODNÍ KŘÍDA

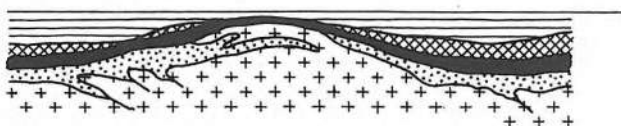
hladina moře



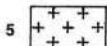
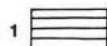
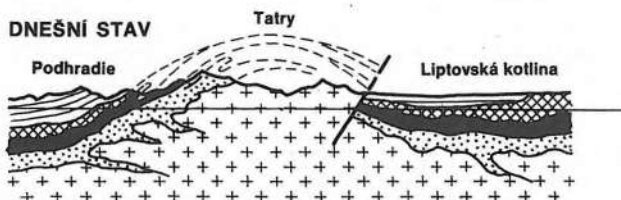
SVRCHNÍ KŘÍDA



STARŠÍ TŘETIHORY



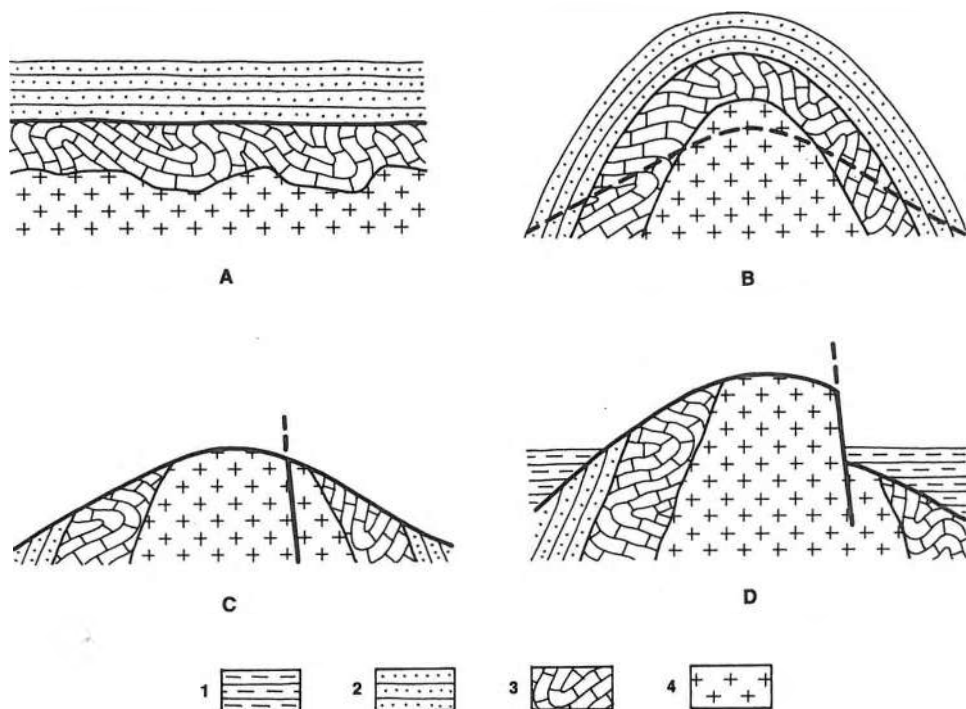
DNEŠNÍ STAV



80 Vývoj stavby Vysokých Tater, 1 starší třetihory, 2 chočský příkrov—druhohory, 3 križňanský příkrov—druhohory, 4 obalová série—druhohory, 5 krystalické jádro, žuly, ruly—prvohory (navrhl M. Mišík)

Souvrství spodního sledu druhohorních sedimentů jaderných pohoří, která se usadila na krystalickém podkladu, označujeme jako obalová souvrství, druhý sled souvrství, nasunutý na obalová souvrství, patří k příkrovu križňanskému, třetí sled příkrovu chočskému. Nejvyšší příkrov, strážovský, se nachází jen v některých jaderných pohořích. Původní místo odloučení chočského příkrovu se klade na rozhraní mezi Nízkými Tatrami a Slovenským rudohorím.

Uvedeme, že paleogenní vrstvy, které spočívají nesouhlasně na vnějším okraji pásma jaderných pohoří na druhohorních vrstvách jaderných pohoří (obr. 81A), mají stavbu mírných kleneb (obr. 81B). Ve spolupráci se žáky vyvodíme, že na vnějším okraji byla již značně denudovaná oblast jaderných pohoří zalita paleogenním mořem a teprve v neogénu došlo k vyklenutí jednotlivých hřbetů jaderného pásma. Tak zdůrazníme, že nynější horské hřbety se nevytvořily za vrásnění ve střední křídě a že i samotné Vysoké Tatry byly vyzdvíženy do nynější výše teprve v nedávné geologické minulosti a jejich pozvolný výzdvih ještě pokračuje podnes. Na geologické mapě ukážeme, že některá jaderná pohoří



81 Schéma vzniku stavby jaderných pohoří (návrh náčrtků na tabuli se slovním doprovodem)

A Na obnaženou žulu se ukládaly v druhohorách vrstvy vápenců, které byly na konci druhohor zvrásněny. Po jejich částečné denudaci se na ně usadily ve starších třetihorách vrstvy slepenců, pískovců a jiných hornin.

B Počátkem mladších třetihor se vyklenuly v místech nynějších jaderných pohoří velké antiklinály; jsou daleko mírnější než na obrázku, proto mluvíme o vyklenutí a nikoli o vrásnění. Denudace nejvíce rozrušila vyvýšené části a obnažila žulové jádro.

C Na vnitřní straně pohoří vznikaly zlomy. Podle naznačeného zlomu pokleslo pravé (jižní) křídlo.

D V mladších třetihorách vniklo naposledy moře na úpatí jaderného pohoří. Jeho uloženiny zůstaly dodnes v původní vodorovné poloze. Pokles podle zlomu pokračoval i během usazování.

Vysvětlivky: 1 mladší třetihory—slíny, 2 starší třetihory—slepence, 3 druhohory—vápence, 4 žulové jádro (navrhl M. Mišík)

(Vysoké Tatry, Malé Karpaty) jsou nesouměrná (obr. 81). Na vnitřní straně je utínají mladé okrajové zlomy. Mají pak zčásti povahu antiklinály a zčásti hrástě.

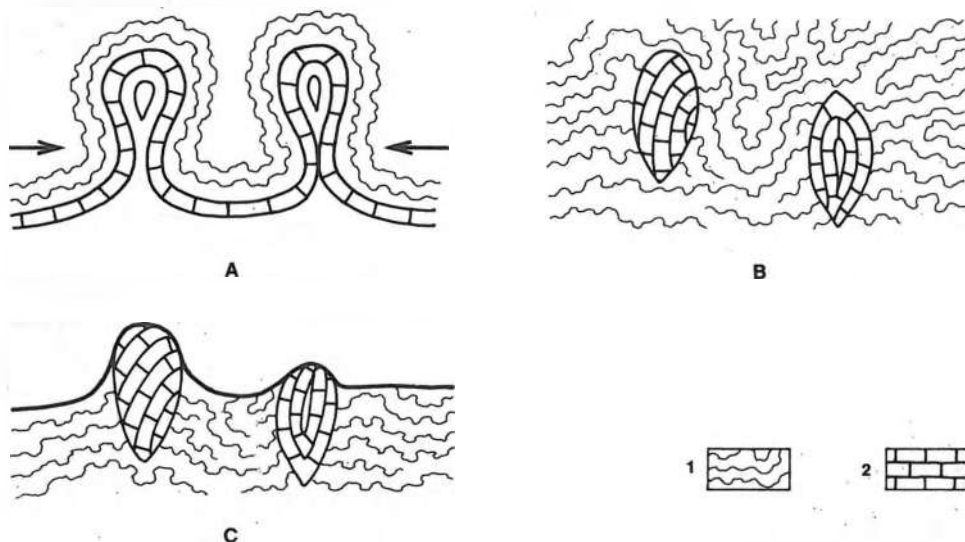
Připomeneme, že pásmo jaderných pohoří, porušené četnými zlomy, se vyznačuje bohatstvím horkých a minerálních vod (Piešťany, Trenčianské Teplice, Ružbachy). Z mapy nerostných surovin vyčteme, že na mnoha místech pásma se těží triasové vápence na výrobu cementu a vápna. Jejich zásoby jsou obzvláště velké. Pohovoříme s žáky o krasových jevech oblasti.

Výklad o vývoji pásma jaderných pohoří doplníme promítnutím barevného filmu.

Vývoj bradlového pásma

Vhodnou motivací k vyučování o bradlovém pásmu může být zvláštnost a zajímavost reliéfu krajiny, který můžeme sledovat při cestě údolím Váhu. Vynikají v něm strmé vápencové vrchy, nesoucí často zříceniny středověkých hradů, např. Podbranč, Vršatec, v údolí Oravy Oravský hrad.

V geologické mapě najdeme, že se nacházejí v úzkém pruhu na rozhraní pásma jaderných pohoří Vnitřních Karpat a flyšového pásma. Žáci popíší průběh pásma po celém oblouku československých Karpat. Pak vysvětlíme příčinu zvláštnosti morfologie pásma. Vyčnívající vrchy, zvané bradla, jsou příkře ukloněná odolná čočkovitá tělesa jurských a spodnokřídových vápenců, vypreparovaná



82 Schéma vzniku bradlového pásma (návrh náčrtků na tabuli se slovním doprovodem)

A Koncem starších třetihor došlo k silnému bočnímu stlačení a převrácení souborů druhohorních souvrství (vápenců jury až spodní křída a slínů svrchní křída). Vytvořily se úzké antiklinály. Jejich odolná vápencová jádra se při dalším stlačování odtrhla v podobě čoček.

B Při pokračujícím stlačování začaly odolné vápencové čočky pronikat poddajnými detailně zvrásněnými slínami (pohybovaly se jako hrozinky při hnětení těsta na hábovku).

C Eroze vypreparovala odolnější vápencové čočky v podobě bradel (*bradlo* = lidově strmá skála). Méně odolné slíny, které nesouhlasně obklopují vápencová bradla, vyplňují sníženiny mezi bradly.

Vysvětlivky:

1 slíny střední a svrchní křída, 2 vápence jury a spodní křída
(navrhl M. Mišík)

erozí a denudací z méně odolných velmi silně zvrásněných křídových slínů. Ukážeme zvětšenou část profilu bradlovým pásmem na Oravě (např. ze str. 226 — Československá vlastivěda, 1. díl, Příroda).

Vznik bradlového pásma vysvětlíme na zvětšených obrázcích 82 A—C. Chceme-li porozumět složité stavbě bradlového pásma, musíme si uvědomit, že vzniklo silným bočním stlačením. Jeho původní mořský sedimentační prostor byl až 10krát širší. Zprvu došlo k tvorbě příkrovů, k vzájemnému přesouvání deskovitých těles. Potom se vytvářely silně stlačené vrásy (obr. 82 A). Účinek tlaku se projevil na vápencích jinak než na slínech. Odolné vápence v jádrech vrás byly roztrhány na čočky, které se protlačovaly plastickými slínami (obr. 82 B). Eroze vypreparovala vápence v podobě bradel (obr. 82 C). Zdůrazníme, že složitá stavba bradlového pásma byla vyvolána společným zvrásněním s pásmem jaderných pohoří (ve svrchní křídě) i spolu s flyšovými pásmem (po paleogénu).

Spolu s ukázkami hornin a fotografií neopomeneme demonstrovat význačné zkameněliny, na něž je pásmo tak bohaté.

Vývoj flyšového pásma

V úvodu k výkladu o tomto pásmu vysvětlíme vznik nové geosynklinály v severním předpolí Vnitřních Karpat. V geologické mapě vyčteme, že flyšové pásmo tvoří horniny svrchní křídý a paleogénu, a tím zjistíme i délku sedimentace v nově vytvořené geosynklinále. Na geologické mapě ukážeme, že moře této geosynklinály zaplavilo i severní okraj pásma jaderných pohoří. Sedimenty této části geosynklinály se označují jako vnitřokarpatský flyš.

Žáci ukáží na geologické mapě díle pohoří flyšového pásma a jejich pokračování v Alpách a Východních Karpatech (viz též mapu ve školním atlasu). Vysvětlíme původ názvu flyš (je odvozen z německého *fließen* = téci a převzat ze Švýcarska). Svahy budované flyšem, který se vyznačuje jednotvárným mnohonásobným střídáním pískovců a jílovitých břidlic, se za deštivého počasí často sesouvají (tekou). Výklad doložíme obrázky a ukázkami hornin. Uvedeme potřebné informace důležité k úvaze o flyšovém pásmu, a zejména zdůrazníme to, že má v osní části celkovou mocnost 5—7 km, zkameněliny jsou ve flyši poměrně řídké a na jednotlivých lavicích bývá patrné stupňovité (gradační) zvrstvení. Vysvětlíme vznik stupňovitého zvrstvení při opakovaných sesuvech ještě nezpevněných sedimentů na kontinentálním svahu mořského dna. Sesuté masy písku a bahna vytvořily kalné proudy, které mohly unášet i velké valouny. Při postupném ochabování síly proudů se v hlubších částech pánve nejprve usazoval hrubší písek, pak jemnější a jemnější a nakonec kal. Lze dokonce i zjistit někdejší směr proudů.

Zda žáci dobře pochopili ráz sedimentace flyše, přesvědčíme se např. těmito otázkami:

1. Dá se sedimentace za tektonického klidu nebo neklidu? (Posuďte podle stupňovitého zvrstvení uvnitř vrstev a podle střídání pískovců a břidlic.)
2. Proč se ve flyšových vrstvách vyskytují zkameněliny jen zřídka?

Odpovědi posoudíme a doplníme např. takto: Na svazích neklidného dna docházelo často ke skluzu nezpevněných sedimentů. V kalných proudech skluzů byly nepříznivé podmínky pro život organismů.

Z polohy vrstev na obrázcích a ze stáří hornin vyvodíme v rozhovoru, že flyšové pásmo je intenzívně zvrásněno a že zvrásnění se událo koncem paleogénu (proto mladší vrstvy než paleogén nejsou ve flyši zastoupeny). Vysvětlíme, že po paleogénu došlo jako v každé geosynklinále k mohutnému zvratu — k vynoření a zvrásnění sedimentů a k tvorbě rozsáhlých příkrovů. Vnitřní část

flyšového pásma (magurská zóna) byla nasunuta na vnější část flyšového pásma, na východním Slovensku na vzdálenost až přes 40 km. Na geologické mapě ukážeme linie výchozů ploch nasunutí. Při přesunu magurské zóny byly z hlubin vytlačeny kry druhohorních hornin vnějšího bradlového pásma (obr. 83).

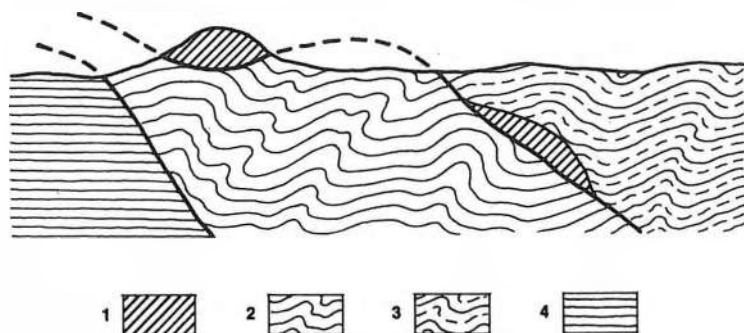
Potom uložíme žákům, aby ve flyšovém pásmu na geologické mapě zjistili, vyskytují-li se v něm někde horniny starší než křídové (žáci zjistí ostrůvky jurských hornin v linii vedoucí z Pavlovských vrchů přes Chřibý k Štramberku, kde se jurský vápenec těží velkými lomy na výrobu cementu). Vysvětlíme, že jurské horniny byly utrženy z podloží flyše při nasouvání příkrovů a tvoří nesouvislé vnější bradlové pásmo (obr. 83).

Na příkladu flyšové oblasti je možno ukázat, do jaké míry ovlivňuje geologické složení životní podmínky. Pro hornatost, neúrodnost a nedostatek ložisek nerostných surovin patřila tato oblast v minulosti k nejhudším částem Československa. Období po r. 1918 se vyznačovalo vysokou emigrací obyvatel. Teprve socialistická společnost zajistila obyvatelstvu dobrou životní úroveň zakládáním průmyslových závodů a podporou cestovního ruchu.

Vývoj čelní předhlubně

Vyučování o vývoji Karpat v mladších třetihorách je vhodné založit na studiu paleogeografické mapy střední Evropy v školním atlasu ČSSR. Žáci popíší rozložení pevnin a moří a jak si představují tehdejší Karpaty a okolí podle této mapy. Vysvětlíme, že v severním předpolí flyšových Karpat vznikla nová čelní předhlubeň, geosynklinála. Také uvnitř karpatského oblouku se rozlilo v oblasti nynější Podunajské a Velké uherské nížiny, pokleslé podle hlubokých okrajových zlomů, neogénní moře.

Pak žáci ukáží na geologické mapě nynější rozšíření mladších třetihor mezi Českým masivem a flyšovým pásmem. Seznámíme je s význačnými horninami, hlavně slíny, které obsahují velmi hojně zkameněliny. Uvedeme, že jejich mocnost přesahuje 2000 m a že v podloží byly zjištěny horniny Českého masívu. V rozhovoru vyvodíme, že vznikly na pozvolna poklesávajícím dně. Provedeme rozbor zvětšeného geologického profilu, vedeného okrajem flyšového pásma na jih od Karviné (str. 242 v knize Geologická minulost Země - J. Dvořák - B. Růžička, 1966), který byl sestaven na základě hlubinných vrtů (vrty se zjišťovalo pokračování ostravsko-karvinské pánve pod flyšem Beskyd). Z geologického profilu je zřejmé, že flyšové pásmo je při svém okraji nasunutě na čelní předhlubeň na



83 Schéma vzniku vnějšího bradlového pásma; 1 bradla jurských vápenců, 2 vněmagurský flyš, 3 magurský flyš, 4 sedimenty karpatské čelní hlubiny

vzdálenost přes 20 km jako velký příkrov na starší vrstvy neogénu, které kryjí pokračování ostravsko-karvinské pánve (vyplňují i údolí vytvořená erozí před neogénem v karbonských vrstvách). Uvedeme, že zjištění neogénu pod paleogénem okraje flyšového pásma bylo pro geology velkým překvapením. V rozhovoru z této skutečnosti vyvodíme, že neogenní předhlubeň byla původně mnohem širší, než ukazuje nynější rozšíření neogénu mezi Českým masivem a Karpatami. Schematickým náčrtem profilu okrajem flyšového pásma naznačíme, že spodnější vrstvy neogénu, na něž se nasunul paleogén, jsou zvrásněné, kdežto mladší vrstvy neogénu na nich spočívají nesouhlasně. Zeptáme se žáků, kdy došlo k nasunutí flyšových příkrovů na neogén. Uvedou, že se tak stalo mezi starším a mladším neogénem (doplníme — asi uprostřed neogénu). Rozhovor doplníme sdělením, že to bylo nejmladší vrásnění na území Karpat a tím i na území ČSSR.

Rozhovor se žáky zaměříme k otázce, jaký vliv mělo zúžení neogenní předhlubně na sedimentační podmínky v tomto pásmu. Vysvětlíme, že zúžená předhlubeň byla rychle zaplňována nejmladšími sedimenty neogénu, moře zanikalo a měnilo se v sladkovodní pánve a posléze v pevninu. Lze tak soudit z výskytu schráněk slanobytné, brakické a sladkovodní fauny v sedimentech. V nejdéle trvající mořské Vídeňské pánvi a v jejím pokračování v nynějším Dolnomoravském úvalu a v Záhorské nížině se vytvořily podmínky pro vznik ložisek ropy a zemního plynu, v nejmladších jezerních sedimentech u Dubňan a Ratiškovíc ke vzniku lignitových slojí. Z přesolené vody lagun vzniklo po zániku moře u Opatovic odpařováním vody ložisko sádrovce.

Vývoj potektonických pánví a neovulkanických pohoří

Úvodem shrneme poznatky o vývoji Karpat do posledního vrásnění:

Ve Vnitřních Karpatech se událo poslední vrásnění a přesouvání příkrovů před svrchní křídou. Svrchní křída a čtvrtohory jsou potektonickými členy.

Ve flyšových Karpatech proběhlo vrásnění koncem paleogénu. Uprostřed neogénu byly příkrovy flyše nasunuty na horniny neogénu v čelní předhlubni. Potektonickými členy jsou jen mladší neogén a čtvrtohory.

Dále vysvětlíme, že vrásněním vývoj horské jednotky nekonečí, nabývá však jiné kvality. Uvolněním napětí po vyvrásnění došlo k porušení horské soustavy hlubokými zlomy, zejména při jižním okraji, a k vertikálním pohybům ker, k výstupu magmatu po zlomech a ke vzniku neovulkanických pohoří. Uvnitř pásma jaderných pohoří se v neogénu zvolna zvedala jednotlivá jaderná pohoří v podobě mohutných kleneb. Zapadáním ker se tvořily vnitrohorské kotliny, např. kotlina Liptovská, Žilinská, Spišská. Na jejich dně se uchoval před denudací paleogén, který souvisle pokrýval okraje pásma jaderných pohoří. Z toho usoudíme, že ke vzniku kotlin a zdvihů jaderných pohoří došlo po paleogénu (viz též str. 191). V jižněji situovaných kotlinách, např. Turčianské, Zbarské, Zvolenské, se tvořily na dně sladkovodní neogenní sedimenty, u Handlové a Novák hnědouhelné pánve. I z toho lze usuzovat na vznik kotlin v neogénu.

Pak si v rozhovoru povšimneme na geologické mapě rozdílu ve výskytu neogénu ve vnitrokarpatských kotlinách a v pánvích na vnitřní straně karpatského oblouku a dále situace vulkanitů na rozhraní Karpat a jižních pánví. Uvedeme, že mocnost neogenních mořských sedimentů Podunajské pánve dosahuje přes 5000 m. Z toho lze usoudit, že v neogénu nastal poměrně rychlý pokles dna tohoto moře podle zlomů na jižním obvodu Karpat. Dodáme, že ještě dodnes má tato oblast výraznou poklesovou tendenci. Po zaplnění pánví sedimenty došlo

uprostřed neogénu k dočasnému ústupu moře. V sladkovodním močálu se tehdy vytvořila hnědouhelná pánev u Modrého Kamene. V oblasti Východoslovenské nížiny se při občasných ústupech moře oddělily laguny se slanou vodou a odpařením vody se u Prešova a Michalovců vytvořila ložiska soli kamenné. Koncem neogénu byla již oblast Velké nížiny uherské, slovenských nížin a předhlubně pevninou a tvořily se v nich sladkovodní sedimenty, z nichž hospodářsky významné jsou zvláště cihlářské suroviny.

Vysvětlíme, že mohutné zlomy na vnitřním okraji Karpat otevřely cestu pronikání magmatu z hlubin zemské kůry a vzniku neovulkanických pohoří. Žáci je ukáží na geologické mapě. Vytkneme rozdíl ve výskytu vulkanitů na vnitřní a vnější straně karpatského oblouku. Uvedeme, že andezity značně převládají nad ryolity a zvláště nad čediči, které se soustředily do Cerové vrchoviny u Filákov. Převaha tufů nad andezity a ryolity a jejich střídání svědčí o tom, že jde o někdejší stratovulkány. Neopomeneme připomenout souvislost mezi vulkanismem a vznikem rudních žil v Kremnických a Štiavnických vrších. Srovnáme zastoupení hornin mezi vulkanity Českého masívu (vázaných na zlomy) a karpatské soustavy (vázaných na mladá pásmná pohoří).

Vývoj čtvrtohorních pokryvných útvarů

Nejdříve porovnáme účinek působení vnitřních a vnějších geologických činitelů na vývoj stavby a reliéfu karpatské soustavy ve čtvrtohorách. Zdůrazníme, že vývoj je již zcela suchozemský. Uvedeme doklady velmi pozvolného vzestupu Karpat — zahlabování říčních údolí, vznik říčních teras (z nichž nejmladší bývá nejspodnější), poklesu Podunajské nížiny, o němž svědčí mocnost dunajských šterků (až 200 m) při vstupu Dunaje do nížiny. Pojednáme o jevech, které svědčí o činnosti ledovců, větru, střídání podnebí v starších čtvrtohorách, o činnosti vnějších činitelů v mladších čtvrtohorách, o geologické činnosti člověka, o nerostných surovinách čtvrtohor, o ochraně přírody v oblasti Karpat.

V závěru tématu z regionální geologie Československa ve spolupráci se žáky vytkneme hlavní rozdíly ve vývoji a stavbě Českého masívu a karpatské soustavy podle geologické mapy. Pro výuku o vývoji Karpat jsou zvláště důležité vhodné filmy a diafilmy.

5.5 GEOLOGICKÉ EXKURZE A CVIČENÍ V PŘÍRODĚ

5.5.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ VÝZNAM

Významnou, zatím však učители nedostatečně využitou organizační formou vyučování geologickým vědám jsou exkurze a terénní cvičení s tematikou mineralogickou, petrografickou, geologickou a geomorfologickou. Umožňují:

- sledovat a zkoumat anorganické přírodniny v přírodním prostředí a poskytnout tak dokonalejší představy o anorganické přírodě,
- studovat vzájemné působení neživé a živé přírody,
- poznávat objekty a jevy anorganické přírody v pohybu a postihovat vztahy mezi nimi, např. souvislost mezi geologickými procesy a vznikem nerostů a hornin, nebo sledovat časové a prostorové souvislosti mezi geologickými ději,
- vhodně spojovat teoretické a praktické poznatky, např. studovat možnost praktického využití vlastností nerostů a hornin při jejich těžbě a zpracování,

- prohlubovat lásku k rodnému kraji, vlasti a její přírodě,
- upevňovat morální vlastnosti mládeže (obětavost, smysl pro práci v kolektivu, aktivní vztah k ochraně přírody aj.).

Na geologických exkurzích se žáci učí základním terénním pracovním metodám geologů a vnikají tak do struktury oboru. Pozorováním a rozbořem jevů v konkrétních situacích se dopracovávají k abstrakcím.

Cílem geologických exkurzí a terénních cvičení nesmí proto být pouhé pozorování, určování a sběr anorganických přírodnin. Je však třeba žáky naučit ze zjištěných geologických jevů více vyvozovat závěry o procesech, které pozorovaný jev vyvolaly. Žáci se musí především učit geologickému myšlení a schopnosti využívat i poznatky z fyziky, chemie a biologie.

Aby exkurze splnily tento požadavek, musí být vhodně zařazeny do vyučovacího procesu. Podle funkce ve vyučovacím procesu lze odlišit exkurze:

m o t i v a č n í (úvodní) — jejich hlavním úkolem je vhodnou motivací podchytit zájem žáků o předmět a seznámit je v hrubých rysech s problematikou oboru a pracovními metodami mineralogů, petrografů a geologů. Tento požadavek lze splnit např. návštěvou mineralogicko-geologických sbírek oblastního muzea a rozhovorem s tamním pracovníkem geologem;

t e m a t i c k é — přimykají se k určitému přesně vymezenému tématu nebo spíše tematickému celku. Žáci se seznamují s novým učivem pozorováním, řešením praktických úkolů a problémů a vzájemnou konfrontací výsledků práce v terénu. Patří k neúčinnějšímu typu geologických exkurzí. Nejvhodnější objekty pro konání těchto exkurzí jsou činné a opuštěné lomy, pískovny, hliniště, zářezy cest, přírodní skalní výchozy aj.;

s h r n u j í c í (opakovací) — jsou uspořádány po probírání určité větší uzavřené části učiva daného předmětu za tím účelem, aby si žáci získané poznatky zařadili v určitý systém, upevnili a prohloubili. Vhodné je tento typ vycházek zařadit zvláště v závěru učiva místo opakování s názvem např. Po stopách sopečné činnosti v okolí našeho města;

k o m p l e x n í — jsou zaměřeny k řešení otázek obecných vztahů a souvislostí mezi různými styčnými předměty a zvláště pak vztahů mezi živou a neživou přírodou. Žáci se při nich učí geologickému myšlení, poznávají širší souvislosti mezi teorií a praxí a nabývají tak širokého rozhledu. Tyto exkurze je vhodné zařadit v závěru školního roku ve spolupráci s učiteli chemie, biologie a zeměpisu. Žáci např. sledují vliv poruchových zón a rostlin na rychlost zvětvávacích procesů, význam minerálního, petrografického složení, stavby skalního podkladu a tektonických poruch na vznik tvarů zemského povrchu i složení rostlinného krytu.

5.5.2 PŘÍPRAVA EXKURZÍ

Úspěšný výsledek každé exkurze je závislý na dokonalosti vzdělávací, výchovné a organizační přípravy. Přípravné práce lze rozdělit do tří etap:

- stanovení cíle a plánu exkurze,
- příprava učitele na exkurzi,
- příprava žáků na exkurzi.

Při přípravě a plánu exkurzí vychází učitel z požadavků osnov a geologických poměrů okolí školy. Plány exkurzí pro jednotlivé předměty a třídy sestavují členové předmětových komisí tak, aby práce v terénu a exkurze na sebe navazovaly. Každý plán by měl zahrnovat cíl a stručnou náplň exkurze, kalendářní zařazení a počet hodin vyhrazených exkurzi.

Celoroční plán exkurzí sestavuje ředitel školy s vedoucími předmětových komisí. Zvláštní pozornost v tomto plánu věnují zejména komplexním exkurzím a časové koordinaci jednotlivých předmětů. Při přípravě jednotlivých exkurzí vychází učitel z rámcového plánu. Tento plán upřesňuje podle současných podmínek, neboť možnosti výzkumu jednotlivých odkryvů se během roku často mění (zavážení opuštěných lomů, zavalení stěny lomu skryvkou apod.).

Příprava učitele zahrnuje:

1. Studium geologické stavby zkoumaného území, tj.:
 - výběr a prostudování regionálně geologické, mineralogické a petrografické literatury;
 - prostudování topografické a geologické mapy i profilů, předběžné stanovení trasy exkurze;
 - studium geologické stavby nejbližšího okolí, získávání potřebných informací od odborníků v lomech, rámcový výběr nejvhodnějších objektů pro exkurzi.
2. Rekognoskaci terénu, tj. přímé určení objektů průzkumu a trasy exkurze, stanovení úkolů a otázek jednotlivcům i pracovním skupinám, výběr pomůcek, které žáci budou potřebovat k plnění daných úkolů. Sestavení časového plánu a zajištění exkurze po stránce bezpečnostní.
3. Zhotovení schematického náčrtku s vyznačením trasy a objektů, které učitel se žáky na exkurzi navštíví.
4. Stanovení výchovně vzdělávacího cíle exkurze a vhodné motivace (např. Co se dá vyčíst o minulosti Země v našem lomu? Která tajemství minulosti skrývá obecní pískovna?).

Po důkladném prostudování trasy exkurze seznámí učitel žáky s náplní a cílem exkurze, s pomůckami a úkoly. Způsob přípravy závisí na typu exkurze a době, kterou jí věnujeme. Učitel postupuje asi takto:

- a) Pověří výtvarně nadané žáky, aby několik dní před přípravnou hodinou pomocí čtvercové metody nebo pantografu zvětšili na čtvrtku vyznačený úsek mapy (např. v měřítku 1 : 5 000).
- b) Seznámí žáky s geologickým vývojem a stavbou území a náplní exkurze. Objekty určené k pozorování a studiu vyznačí červenými kroužky (případně vhodnými topografickými nebo geologickými značkami) do schématu na tabuli.
- c) Rozdělí žáky do skupin po 4 až 6 a seznámí je s úkoly a pomůckami, s kterými budou pracovat na exkurzi.
- d) Zadá zhotovení jednoduchých pomůcek (sklonoměru, adaptace geografického kompasu na geologický, etiket aj.) podle demonstrovaných vzorů. Zhotovení těchto pomůcek je vhodné náplní i pro dílenské práce.
- e) Informuje o způsobu balení a označování vzorků v terénu a upozorní vedoucí skupin, aby si těsně před exkurzí vyzvedli lahvičky z plastické hmoty se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (vhodné jsou plastické obaly od sladidla Dukaryl).
- f) Upozorní žáky na zásady kázně a bezpečnosti práce, na vhodný oblek, obuv a brašnu na vzorky.

Při organizačním zajištění exkurze je nutno respektovat směrnice MŠ. Vzhledem k tomu, že počet žáků ve třídě obvykle převyšuje počet přípustný pro jednoho vedoucího, je vhodné, aby byli žáci jedné třídy rozděleni na dvě části tak, jak je tomu při laboratorních pracích.

Na geologických exkurzích shromáždí žáci velké množství anorganických přírodnin, náčrtů a fotografií. Tento materiál je třeba dále ve škole zpracovat a seznámit tak žáky zejména s přesným určováním nerostů a hornin podle klíčů, označováním a zařazováním anorganických přírodnin do sbírek, zhotovováním nástěnek a výstavek s doprovodným, chronologicky navazujícím textem apod.

5.5.3 OBSAHOVÁ NÁPLŇ EXKURZÍ

Obsahovou náplň exkurzí je třeba přizpůsobit rázu krajiny. Přestože geologické poměry Československa jsou velmi pestré, najdeme i takové

oblasti, kde je jen poskrovnu geologických odkryvů. I v těchto, většinou málo členitých terénech, se však setkáváme s příležitostnými výkopy a jinými objekty, které je možno využít k provádění terénního výzkumu na exkurzích.

V každé oblasti je možno provádět **průzkum půd**. Zaměříme se na zjišťování vlastností zeminy, jak na povrchu terénu, tak i v půdním profilu (str. 216).

Další možnost se nám naskytne při sledování **výmolné činnosti dešťové vody**, na polní nebo lesní cestě, na stráni. Žáci pozorují ronové rýhy, obnažování skalního podkladu, postupné obrušování hran úlomků hornin přemísťovaných vodou, popř. na příhodném místě i usazování vyplaveného materiálu.

V okolí téměř každé školy můžeme sledovat **činnost potoka nebo řeky**. Všimáme si tvaru údolí, meandrů, proudnice, násepního a jesepního břehu, říčních teras. Často lze měřit tvar koryta, rychlost proudu a průtočnost. Zvláštní pozornost věnujeme šterku. Provádíme petrografickou a granulometrickou analýzu a na základě složení a velikosti materiálu usuzujeme na horninové složení území kolem řeky nebo potoka a na unášecí schopnost vodního proudu. Na jednotlivých valounech máme možnost často sledovat i minerální složení, případně vrstevnatost nebo břidličnatost, zvrstvení i puklinatost. Často pozorujeme i selektivní činnost (např. vyvětralé žilky křemene vyčnívající nad povrch valounu) a drobnou tektoniku (různé miniaturní zlomy, vrásky apod.).

Zajímavé jevy mohou žáci sledovat i na **okraji větších rybníků**. Pozorují usazování bahna a jeho zčeření. Uvědomují si tak vztahy mezi větrem, pohybem vody a vznikem čeřin a srovnávají tyto jevy s podobnými, které viděli na pobřeží moře nebo na vrstevních plochách hornin v některém odkryvu.

Další jevy mohou žáci sledovat i na **vysychajících kalužích**. Sledují objemové změny usazeného jílovitého materiálu způsobené ztrátou vody, které se projevují vznikem bahenních prasklin. V bahně často nacházejí i otisky velkých dešťových kapek a stopy po pohybu zvířat. Podobné jevy mohou vidět i na pevných horninách z dávných geologických dob.

Často máme možnost sledovat i **eolickou činnost** na nánosech spraší na závětrných svazích vyvýšenin a místy v rovinách větrem stříškovitě obroušené úlomky hornin — hrance. V některých oblastech (např. v Polabí) nacházíme i váté písky. Činnost větru pozorují žáci i na sypkém sněhu (návěje, závěje, čeřiny apod.).

Vycházku obcí můžeme využít k prozkoumání dlažby, obrubníků, stavebního kamene a obkladů budov, soch, pomníků na hřbitově a výkopů. Vedle určování a vysvětlování vzniku a původu hornin si všímáme i vlivu povětrnostních činitelů na jednotlivé horniny (odolnost hornin vůči atmosférickým vlivům). U dlažebních kostek sledujeme jejich odolnost vůči nárazům kol vozidel (např. zaoblování povrchu křemencových kostek — vznik „kočičích hlav“). Na vápencových obrubnících často zjistíme i průřezy zkamenělinami živočichů a četné pukliny vyplněné (vyhojené) kalcitem.

Vítanou příležitostí k provádění terénních průzkumných prací poskytují **příležitostné odkryvy**. Žáci konají průzkum jak stěn těchto odkryvů, tak i vykopaného materiálu. Pořizují nákres a popis genetického půdního profilu a sledují hlavně vzájemné vztahy mezi půdotvorným substrátem, půdou, rostlinným krytem a klimatem. Ve vykopané zemině mají často možnost pozorovat i konkrce a drobné schránky plžů (zvláště ve spraších). Zasáhl-li výkop i tvrdý skalní podklad, mohou žáci na úlomcích hornin pozorovat odbarvování hornin chemickým účinkem prosakující vody, zbarvování hornin na puklinách sloučeninami železa, manganu apod. Na vrstevních plochách pevných jemnozrnných sedimentů některých útvarů najdou i zkameněliny. Učitel by měl spolu se žáky pořizovat podrobnou písemnou a grafickou dokumentaci příležitostných odkryvů dolože-

nou ukázkami hornin, zkamenělin a na zvláště významné odkryvy upozorňovat pracovníky muzeí a vědeckých ústavů.

Uvedené příklady dosvědčují, že zkoumání neživé přírody v kterémkoli terénu poskytuje dosti možností pro rozvíjení zájmu a nadání každého žáka. Učitelé pak umožňuje lépe poznat každého žáka a usměrňovat jeho činnost tak, aby své vlohy a zájem plně uplatnil i v dalším životě ve vhodně zvoleném povolání.

V další části uvádíme příklad podrobně rozpracované geologické exkurze.

5.5.4

EXKURZE DO VÁPENCOVÉHO LOMU (LOM U KOLEDNÍKA NEDALEKO BEROUNA)

Výchovně vzdělávací cíl: naučit žáky pozorovat geologické jevy a provádět jednoduchá měření v odkryvech usazených hornin, vyvozovat jednoduché závěry o procesech, které se podílely na vzniku a uložení sedimentů a o vlivu geologické stavby zemské kůry a různé odolnosti hornin na vývoj tvarů zemského povrchu.

Toto nebo obdobné terénní cvičení je vhodné zařadit na všeobecné vzdělávacích školách při probírání tematického celku usazené horniny, jejich uložení a poruchy vrstev.

Časový plán je nutno vypracovat při předběžné návštěvě lokality.

Pomůcky (pro každého žáka): kladívko, novinový papír na balení vzorků nebo papírové sáčky, etikety, poznámkový sešit s tvrdými deskami, tužka, pravítko, kapesní nůž, skládací dřevěný nebo ocelový metr, lupa, busola nebo kompas, brašna na vzorky.

Pomůcky učitele: topografická mapa okolí Berouna, geologická mapa, geologické kladívko, geologický kompas, cvičné geologické kompasy pro žáky, lahvičky z umělé hmoty (vhodné jsou plastické obaly od sladidla Dukaryl) se zředěnou HCl (3 : 1), 2 ocelová 20m pásma, skládací metr, zápisník s tužkou, fotoaparát.

Postup při práci v lomu

1. Celkové seznámení s druhem odkryvu a úložnými poměry hornin

Žáci pozorují stěnu lomu ze zarostlého náspu (ze vzdálenosti asi 25 až 40 m), který vznikl navážením materiálu skrývky, a odpovídají na učitelovy otázky. Ze způsobu otevření odkryvu (v západním svahu Koledníka) snadno určí, že horniny jsou odkryty stěnovým lomem a ze zřetelné vrstevnatosti hornin usoudí, že vznikly usazováním. Z výskytu zkamenělin ve vrstvách s pomocí učitele usoudí, že vznikly usazováním v moři. Pokusí se vysvětlit odlišnost mocnosti vrstev (změněné podmínky sedimentace). Od pojmů vrstva, mezivrstevní spára, mocnost vrstvy se tak dostávají k souvrství. Zjistí, že středem prochází souvrství tvořené lavicemi, pod ním (v podloží) a nad ním (v nadloží) se nacházejí tence vrstevnatá souvrství. Žáci pozorují, že se vrstvy sklánějí směrem k osadě Koledník. V místech uložení tence vrstevnatých hornin jsou však tyto detailněji zvrásněny. Pod vedením učitele vyslovují své názory o vzniku zvrásněných vrstev. Učitel jejich domněnky usměrňuje (po usazení byly vrstvy na konci prvohor vystaveny pozvolným bočním tlakům). Těmito tlakům lépe odolávaly mocnější polohy, proto byly vrstvy zvrásněny *n e p r a v i d e l n ě* (disharmonické vrásnění). Dále žáci pozorují i *zvětrávání hornin* při povrchu. Zjišťují, že daleko mocnější zvětralinový plášť je v pravé (jižní) části lomu v místech, kde vystupují tence deskovité polohy, než v místech uložení lavicovitých sedimentů. Z toho usoudí na vliv vrstevnatosti při *zvětrávání*.

Učitel tak stále vede žáky k hledání souvislostí, vztahů mezi jednotlivými jevy (např. vztah mocnost vrstvy — podmínky usazování, mezivrstevní spára — změna v usazování). Hledání těchto vztahů umožňuje žákovi hlouběji vniknout do podstaty vědecké práce, přírodní děje se mu přiblíží a vzbudí v něm další zájem o výzkumnou práci.

2. Detailní průzkum odkryvu

Postup podle písemných návodů na kartičkách, které předá učitel spolu s potřebnými pomůckami vedoucím tří skupin žáků.

Úkoly pro skupinu A

- pomocí mapy 1 : 50 000 (případně starší mapy 1 : 75 000) stanovte přesnou polohu odkryvu (např. 250 m severně osady Koledník při polní cestě na Jarov);
- změřte pásmem šířku stěny lomu a jeho výšku při levém (severním) okraji;
- odeberte čerstvý vzorek horniny z levé (jižní) části odkryvu a určete barvu, nerostné složení, sloh a stavbu. Proveďte zkoušku kyselinou chlorovodíkovou. Ze zjištěných vlastností horninu určete. Odeberte vzorky (velikost asi 6 cm × 9 cm × 2 cm), přiložte k nim etiketu a zabalte je;
- změřte úhel sklonu vrstev sklonoměrem a směr sklonu kompasem. Podle směru sklonu vrstev určete jejich směr (úhel mezi směrem a sklonem vrstev = 90°). Porovnejte tento údaj s výsledkem měření směru vrstev geologickým kompasem. Úkol proveďte pod vedením učitele;
- změřte mocnost jednotlivých vrstev tence vrstevnatých hornin a proveďte srovnání. Vysvětlete, proč se mocnost jednotlivých vrstev liší a proč hornina při roztloukání zapáchá. Hledejte zkameněliny;
- zakreslete desetimetrový úsek stěny lomu při levém okraji odkryvu v měřítku 1 : 100 a do náčrtu vyznačte kroužkem místo odběru vzorku.

Úkoly pro skupinu B

- určete kompasem (busolou) zeměpisnou polohu lomu;
- zjistěte výšku lomu v jeho střední části porovnáním s délkou dvoumetru;
- odeberte čerstvý vzorek horniny z lavičovitě polohy ze střední části lomu. Zjistěte nerostné složení a vlastnosti hornin (barvu, velikost nerostných součástek, zrnitost, reakci s HCl). Ze zjištěných údajů horninu určete. Odeberte vzorek, označte etiketou a zabalte;
- porovnejte zvětralé úlomky horniny z této polohy s čerstvými a zdůvodněte rozdíly v barvě;
- na vrstevních plochách hledejte stopy po zkamenělých organismech. Srovnajte nálezy na plochách čerstvě odražených hornin s nálezy zkamenělin v navětralém materiálu sutí. Vysvětlete, proč jsou zkameněliny nalezené na navětralých úlomcích výraznější. Srovnajte nálezy se schránkami dnes žijících živočichů a zhruba zařaďte do systému. Odeberte nejlepší vzorky, označte etiketou a zabalte;
- zakreslete desetimetrový úsek střední zvrásněné stěny v měřítku 1 : 100 a kroužkem vyznačte místo odběru vzorku.

Úkoly pro skupinu C

- z polohy Slunce zjištěné s pomocí hodinek nebo busoly určete, na kterou světovou stranu je orientována stěna lomu;
- změřte výšku stěny lomu při pravém (jižním) okraji lomu. V těchto místech změřte i mocnost tence vrstevnatého souvrství (měřte kolmo na vrstevní plochy). Zjištěné údaje vzájemně porovnejte a zdůvodněte rozdíly;
- změřte směr a úhel sklonu vrstev v této části odkryvu. Geologickým kompasem změřte i směr vrstev a zjistěte, o jaký úhel se tyto údaje liší;
- na čerstvě odlomené ploše sledujte nerostné složení a vlastnost hornin (barva, sloh, stavba, reakce s HCl). Pokuste se určit horninu, odeberte vzorek, označte etiketou a zabalte;
- změřte mocnost zvětraliny a sledujte její zrnitostní složení odspodu směrem vzhůru. Vysvětlete rozdíly;

— zakreslete desetimetrový úsek pravého okraje lomu v měřítku 1 : 100 a kroužkem zakreslete do náčrtu místo odběru vzorku.

3. Hodnocení výsledku průzkumu

Vedoucí skupin nebo jejich zástupci podají zprávu o výsledcích průzkumu.

Žáci pod vedením učitele vzájemně porovnávají výsledky, vedou diskusi a do sešitu si zaznamenávají výsledky těch pozorování, která byla specifická pro jednotlivé skupiny. Pohovoří i o praktickém využití hornin.

4. Závěrečné shrnutí

Učitel práci jednotlivců, skupin i kolektivu zhodnotí a stručně shrne a ze všeobecní zjištěné poznatky.

Pohovoří o silurském moři, v němž zkoumané vzorky vznikly, o pohybech mořského dna, které způsobily střídavé usazování jemnějšího a hrubšího materiálu (vápnité břidlice a vápence). Vysvětlí, že bohatý život v moři umožňovala teplota a dobře okysličená voda (doloží nasbíranými ukázkami hlavonožců, mlžů, ramenonožců, lilijic, trilobitů). Zmíní se o ústupu moře z této krajiny na konci středního devonu, které bylo předzvěstí rozsáhlého hercynského vrásnění v mladších prvohorách. Pozvolnými bočními tlaky byly původně vodorovně uložené vrstvy zvrásněny a vyzdviženy. Vzniklo vysoké pohoří. Vlivem povětrnostních činitelů, vody a organismů došlo k zvětrávání hornin. Zvětralý materiál byl splavován. Odnosem zvětralého materiálu se pohoří snižovalo. Zvětraliny se hromadily ve sníženinách a tak se terén postupně zarovnával. Učitel upozorní žáky i na různou odolnost hornin vůči zvětrávání, což žáci poznali na příkladu břidlice a vápence. Některé horniny proto v důsledku větší mechanické a chemické odolnosti tvoří vyvýšeniny, jiné naopak rychleji podléhají odnosu a tvoří sníženiny. V místech uložení méně odolných hornin nebo tam, kde je kůra zemská porušena zlomy, vznikají údolí. Tak se terén dále člení. Ostře zaříznuté údolí budou žáci sledovat po pravé straně od silnice cestou na Jarov, kde nasednou do autobusu.



6.1 GEOLOGIE LOŽISEK NEROSTNÝCH SUROVIN

6.1.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Hlavním úkolem tématu je dát žákům ucelený přehled o ložiskách nerostných surovin, zejména o jejich vzniku, tvaru, poloze a obsahu. Hlavní pozornost je třeba soustředit na prakticky významná nebo alespoň teoreticky zajímavá nebo v minulosti důležitá ložiska ČSSR. Kromě toho je však žádoucí seznámit žáky i s nejdůležitějšími ložisky světovými. Žáci se mají naučit hodnotit ložiska v široké souvislosti s poměry geologickými, geografickými, politickými a ekonomickými. Dále se mají seznámit též se základními problémy dobývateľnosti, úpravy, zpracování (technologie) a použitím minerálů a hornin. Na odborných školách se proberou i úkoly geologa při vyhledávání, průzkumu, hodnocení a těžbě ložisek nerostných surovin. Učitel zdůrazní význam nerostných surovin pro naše národní hospodářství a pro budování socialistické společnosti, při obraně našeho státu i význam hospodářsko-technické a vědecké spolupráce socialistických států v RVHP.

6.1.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Geologie ložisek je hlavní částí užitě geologie. Předpokládá alespoň základní znalosti z mineralogie, petrografie, obecné a regionální geologie, geochemie a geofyziky. Poněkud vzdálenější vztahy má geologie ložisek k paleontologii (ložiska ropy, uhlí, sedimentárních rud). Velmi těsný vztah má samozřejmě k hornictví (metody průzkumu a těžby surovin), k chemii (technologie anorganických i organických látek, např. hutnictví, petrochemie) a k zeměpisu (ekonomická geografie — rozmístění ložisek ve světě a v ČSSR, jejich hospodářský význam).

Proto se v učivu geologických věd téměř vždy zařazuje geologie ložisek až na konci. S tímto učivem je možno spojit i učivo o hornictví a o geologickém výzkumu a průzkumu. Pokud v osnovách a učebnicích není tomuto tématu věnována samostatná kapitola, pak je nezbytné učivo o ložiskách zařadit organicky do systematické mineralogie a petrografie. Na ložiska je třeba upozornit též v rámci všeobecné a regionální geologie (tak je tomu např. v učebnici Přírodopis 9 z r. 1963).

Do učiva všeobecně vzdělávacích škol se toto téma dostalo jako samostatné až v posledních letech. Na odborných školách se mu pochopitelně věnuje a už dříve věnovalo daleko více pozornosti. V učebním předmětu mineralogie a geologie na odborných hornických školách má vyhrazen samostatný oddíl, na průmyslových školách hornických — obor geologický průzkum a důlní měřictví — je to dokon-

ce samostatný učební předmět. Rovněž učivo některých dalších odborných škol (např. keramických) obsahuje podstatné části geologie ložisek, samozřejmě upravené podle potřeb odborné specializace školy.

6.1.3 VYUČOVACÍ PROSTŘEDKY

O formách a metodách výuky je pojednáno průběžně v dalších částech tohoto tématu. Proto sem zařazujeme jen přehled vhodných pomůcek.

Učební pomůcky

Mapy výskytů ložisek nerostných surovin ČSSR a světa — použijeme mapy v zeměpisných atlasech, mapu nerostných surovin ČSSR v měřítku 1 : 1 000 000 (v Geologickém atlasu ČSSR) nebo upravené a zvětšené mapy z odborné literatury, například z Československé vlastivědy, díl I./1. Metalogenetická mapa ČSSR 1 : 1 000 000 (z Geologického atlasu ČSSR) pro odborné hornické školy; pro všeobecně vzdělávací školy je příliš složitá. Zjednodušené podrobnější geologické mapy významných ložisek a jejich okolí z odborné literatury, zejména z knih B. Stočes, 1947, B. Stočes — E. Kočárek, 1961 a 1962. Tiskem vyšla např. mapa okolí Kutné Hory (J. Koutek).

Geologické řezy významných ložisek — použít zvětšené řezy z odborné literatury, pokud možno nejnovější, např. o ložiskách uhlí v publikaci V. Havleny, 1963—1965. Místo řezů je možno použít též blokdiagramy; anebo modely ložisek, které jsou názornější, poněvadž ukazují ložiska jako trojrozměrná tělesa (viz Z. Pouba, 1959).

Ukázky užitkových minerálů a hornin — raději v paragenezích nebo dynamických ukázkách (např. rudní žíla, žilník, impregnace s hydrotermální proměnou v okolí, část vrstvy uhlí nebo rudy).

Nástěnné nebo promítané obrazy dolů a lomů, fotografie rudních žil apod.

Filmy o geologickém průzkumu a dobývání ložisek nerostných surovin.

Učebnice geologie ložisek odborných a vysokých škol, hlavně hornických (např. V. Babuška — M. Mužík, 1975, B. Stočes — E. Kočárek, 1961, 1962, V. Zorkovský a kol., 1972).

6.1.4 METODICKÉ POZNÁMKY K JEDNOTLIVÝM ČÁSTEM TÉMATU

Struktura tématu závisí pochopitelně na druhu a stupni školy. Je podrobně rozpracována zejména na odborných školách hornických. Podle V. Zorkovského, 1972, obsahuje nauka o ložiskách tři hlavní části:

- všeobecnou část, která pojednává o procesech a podmínkách vzniku ložisek, dělí je na genetické typy a řadí do systému,
- popisnou část, obsahující všestranný popis jednotlivých typů ložisek, a to podle tří základních skupin: rudy, nerudy, kaustobiolity;
- technickou část, která se zabývá metodikou výzkumu a průzkumu ložisek a jejich ekonomického vyhodnocování (jde zejména o výpočet zásob ložisek).

Uvedený systém je dodržen jako celek jen v osnovách a učebnicích některých odborných škol, a to hornických a geologických. Na ostatních školách — zejména všeobecně vzdělávacích — se v učivu uplatňuje víceméně jen část všeobecná, zabývající se hlavně genezí ložisek. Podle F. Štvána (1970) je třeba se zaměřit na středních školách hlavně na ta ložiska, která mají pro příslušný kraj hospodářský význam nebo aspoň měla význam v minulosti. Jinak je pro nedostatek času třeba vybrat jen ložiska nejdůležitější, zvláště pak ložiska rud železa a některých barevných kovů (mědi, olova, zinku), uhlí, ropy, kaolínu a jílu, tuhy, žuly a vápence.

K vyučovacím metodám

Ve speciální didaktice geologie ložisek je ještě mnoho nevyřešených nebo nedostatečně vyřešených problémů. Neexistují téměř vůbec žádné didaktické práce, které by se zabývaly tímto tématem. Určitým vodítkem mohou být pouze učebnice nebo skripta pro vysoké nebo střední odborné školy, zvláště B. Stočes, 1947; J. Kašpar — V. Přistoupil, 1970; B. Stočes — E. Kočárek, 1961, 1962; B. Cambel, 1956; V. Zorkovský, 1972; M. Kužvart — M. Böhmer, 1972.

Při výuce se uplatní nejvíce klasické metody: souvislý výklad a rozhovor, ve větší míře než dosud je však třeba používat metodu pozorování (přírodnin, modelů, map, řezů, blokdiagramů apod.) a učit žáky používat odbornou literaturu. V omezené míře by mohlo být použito i školních pokusů (např. vznik sedimentárních ložisek).

K motivaci učiva

Učivo o ložiskách lze motivovat různým způsobem. Jednou možností je ukázat žákům některé užitkové přírodniny a umělé látky z nich vyrobené, např. rudu, kov a výrobky z příslušného kovu nebo uhlí a výrobky z uhlí, organické sloučeniny (ukázky možno vypůjčit z chemických sbírek nebo alespoň ukázat na obrazech a schématech). Další možností je výklad nebo rozhovor o významu nerostných surovin pro hmotný a kulturní vývoj člověka (doba kamenná, bronzová, železná, význam v současné době). Třetí možností motivace mohou být poznatky z exkurzí na některé blízké ložisko v okolí školy (co se těží nebo těžilo, dějiny těžby, jak těžba ovlivnila hospodářský vývoj kraje a jeho dějiny). Tento způsob motivace by bylo možno dobře použít zvláště v krajích se starou nebo moderní hornickou těžbou (Příbram, Jílové, Kutná Hora ...) nebo ložarstvím (Českomoravská vrchovina, střední Čechy). Čtvrtou možností je poukázat na politické dějiny a současný hospodářský stav některých zemí, které byly těžbou nerostných surovin silně ovlivněny (např. ropa — Kuvajt, Arábie). V úvodu k tomuto tématu by bylo též žádoucí zmínit se o českém badateli světového významu Františku Pošepném. Podle motivačního úvodu je třeba přizpůsobit další výklad. Na některých odborných školách se tato motivace může prodloužit na celou vyučovací hodinu. Rozvedou se zejména příklady ložisek a nerostných surovin, dějiny dolování, hlavní etapy vývoje využití surovin apod.

K metodickému postupu na všeobecně vzdělávacích školách

V úvodu učitel vyvodí a zformuluje se žáky definici základních pojmů (nerostná surovina, ruda, nerudná surovina, hořlavá surovina a stavební surovina). Dále je třeba přesně definovat pojem ložisko. Učitel musí ukázat jeho variabilitu, na závislost těžby ložiska na mnoha dosti proměnlivých faktorech, zvláště na vývoji dobývacích metod, technologických postupech, ekonomické a politické vnitřní i mezinárodní situaci. Dále je nutno ukázat i faktory neproměnné, jako je velikost ložiska, jeho tvar a uložení v zemské kůře, minerální a chemické složení (užitkové složky, jalovina a škodliviny). Vše je nutno ilustrovat typickými konkrétními příklady, pokud možno z okolí školy nebo alespoň ČSSR.

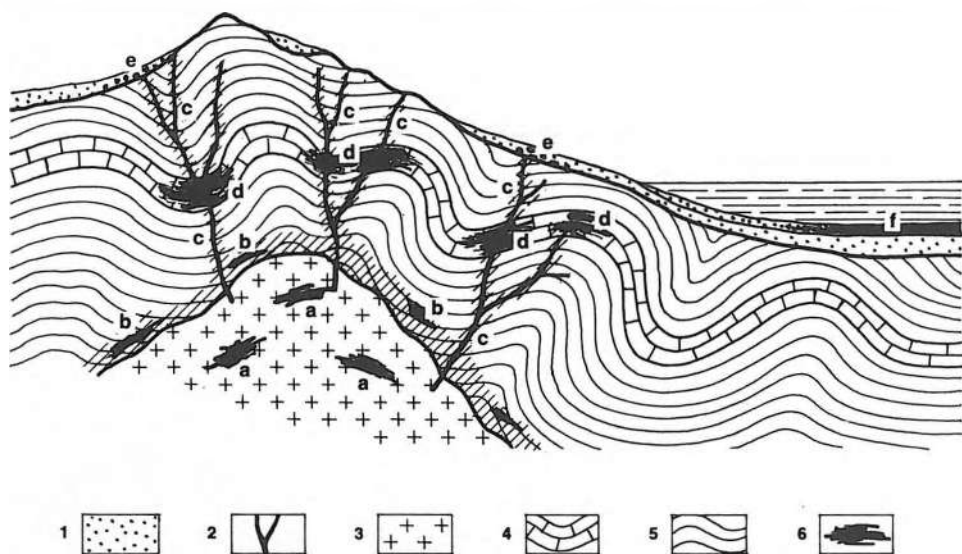
V dalších hodinách je možno přistoupit k výuce o jednotlivých typech ložisek. Tato obecná kapitola tvoří na odborných školách zpravidla první část geologie ložisek, na všeobecně vzdělávacích školách je pak kapitolou jedinou. Přitom je možné klasifikovat ložiska jednak geneticky (obr. 84), jednak podle jednotlivých minerálních a horninových surovin.

Podle geneze se zpravidla rozlišují ložiska magmatogenní (endogenní), exogenní a metamorfogenní. Podle nerostných surovin se probírají většinou nejprve suroviny rudní, pak nerudní a stavební a nakonec hořlavé. Na všeobecně vzdělávacích školách se nyní uplatňuje (a bude tomu pravděpodobně i v budoucnosti) jen třídění genetické. Na odborných školách hornických má význam třídění obojí. Z didaktického hlediska je výhodnější začít klasifikací genetickou a v této souvislosti uvést jako příklady význačná velká ložiska domácí i cizí. V další výuce, kdy se probírají postupně jednotlivé suroviny, je žádoucí soustředit se zejména na naše suroviny a naše ložiska, i když jsou méně významná. Přitom je třeba opakovat a prohlubovat poznatky o genezi ložisek.

Pro výuku o jednotlivých skupinách (genetických typech) ložisek je možno doporučit tyto zásady:

Počet probíraných ložisek je třeba omezit na míru přiměřenou úrovni žáků a druhu školy, to znamená vybrat jen ložiska skutečně typická a ekonomicky významná, např. jako reprezentanta hydrotermálních ložisek Příbram (obr. 85), sedimentárních ložisek uhlí Kladensko. Také je možno respektovat hledisko regionální, tj. pokud existuje v okolí školy příslušný typ, možno uvést jako příklad i ložisko místní. Při výkladu je nejlépe vyjít z konkrétního dokumentačního materiálu o ložisku. K tomu použít geologické mapy, řezy, diagramy, nákresy nebo fotografie žil nebo vrstev a ukázky hmotné dokumentace (minerální parageneze, horniny, rudy, jaloviny apod.). Dále je vhodné použít i materiály ekonomickogeografické povahy, jako statistické údaje o těžbě, diagramy znázorňující vztahy mezi ložiskem a zpracovatelským průmyslem apod. Tím získávají žáci mnohem konkrétnější a jasnější názor o příslušném ložisku. Dosud často praktikovaný suchý a statický popis ložiska za těžuje žáky zbytečnou faktologií a jejich vědomosti jsou jen formální a málo trvalé.

V každém případě je nezbytné, aby učitel vždy a při každé vhodné příležitosti zdůrazňoval úzký vztah mezi výskyty ložisek a geologickým vývojem, tekto-

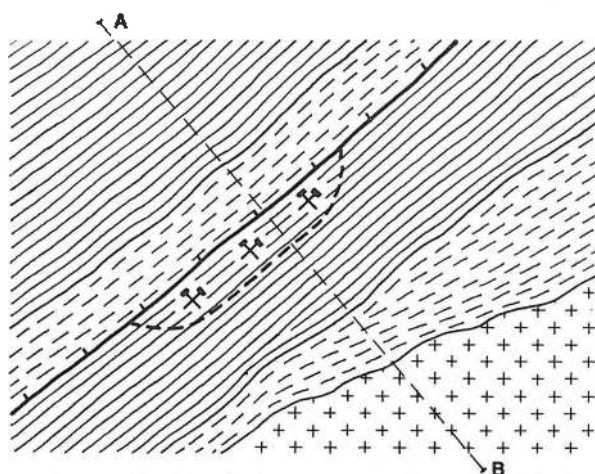


84 Hlavní typy nerostných ložisek; 1 pokryvné útvary, 2 nerostné žíly, 3 masív magmatických hornin, 4 vápencové souvrství, 5 komplex zvrásněných sedimentárních hornin; ložiska: a magmatická, b kontaktní, c nerostné žíly pneumatolytického a hydrotermálního původu doprovázené impregnacemi (čárkované), d metasomatická, e zvětrávací, f sedimentární (navrhl E. Kočárek)

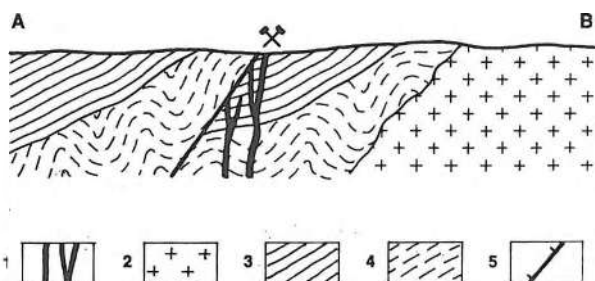
nickou strukturou i petrografickým složením příslušné oblasti. (Neučit tedy znát jen zpaměti lokality, jak se to namnoze dosud děje v zeměpise i v systematické mineralogii a petrografii). Dále má učitel na příkladech objasnit, jak z tvaru ložiska, jeho geologické pozice a minerálního obsahu je možno vysvětlit genezi ložiska (postup induktivní), nebo naopak, jak ze známé geneze lze soudit na tvar a obsah (postup deduktivní). Učitel by měl ukazovat, že z geneze, tvaru, obsahu a dalších základních vlastností ložiska vyplývá i jeho praktický význam. Dále pak, že na těchto faktorech nutně závisí i volba metod průzkumu a těžby ložisek (hornické práce). Konečně je třeba připomenout, že využití ložisek nerostných surovin má značný vliv na hospodářský vývoj příslušného území i celého státu i na politické vztahy k jiným zemím. Lze např. uvést, že výskyt velkých ložisek ovlivňoval a dosud značně ovlivňuje koloniální politiku imperialistických států i jejich vztah k rozvojovým zemím.

U méně známých československých lokalit a u všech lokalit cizích je nezbytné uvádět jejich **geografické umístění**. U československých ložisek tedy uvádět nejbližší město nebo okres, u větších cizích států alespoň oblast (pojmem SSSR, Čína, USA je příliš široký). Jinak jsou vědomosti žáků nutně jen formální. Při výkladu i při zkoušení by měli učitel i žáci ukazovat vždy **polohu lokalit na mapách** a důsledně používat platné **geografické termíny**.

Na konci tématu je žádoucí shrnout učivo o ložiskách, zdůraznit hlavní metalogenetické procesy, z ložisek vybrat ta, která mají pro naši republiku hospodářský význam. Dále možno poukázat na suroviny, jichž má republika nedostatek



85 Schematická geologická mapa okolí příbramských dolů (nahore), řez příbramským ložiskem (dole); A—B linie řezu, 1 diabasové a rudní žíly, 2 vyvěřliny středočeského plutonu, 3 kambrium, 4 svrchní starohory, 5 zlomy



a které je možno získat jen dovozem. Tato fakta využije učitel i k ideově politické výchově žáků. Na příkladech ukáže význam spolupráce socialistických států v rámci RVHP (jako podklad je vhodný např. článek J. Ptáka, 1973). Dále může uvést i některé základní statistické údaje o těžbě u nás, dovozu a vývozu nerostných surovin (jsou uvedeny ve statistických ročenkách ČSSR). Tyto údaje pomáhají pochopitelně jen k ilustraci učiva a učitel nikdy nevyžaduje na žácích, aby se jim učili nazpaměť.

K výuce na odborných školách

Na odborných školách, zejména hornických (pochopitelně v různé míře podle specializace školy), jsou zařazeny do osnov a učebnic i samostatné partie o ložiskách rud jednotlivých kovů, o ložiskách nerudných surovin a o ložiskách uhlí a živců. Nedostatkem přitom je, že nynější osnovy i učebnice jsou zaměřeny téměř jen na suroviny klasické. Potřeby praxe si časem jistě vynutí alespoň krátké zařazení některých neklasických surovin, jako jsou suroviny stopových prvků, umělé suroviny apod. Stále větší význam budou získávat sedimentární ložiska těžená ze dna oceánů a suroviny z mořské vody. Dále pak bude nutné si více všimnout i komplexní těžby a zpracování nerostných surovin. Konečně je žádoucí, aby více než dosud byly zdůrazňovány geochemické procesy vedoucí ke koncentraci užitečných prvků nebo sloučenin v zemské kůře.

Při podrobnějším výkladu o ložiskách rud jednotlivých kovů se doporučuje zhruba tento postup (viz např. učebnice B. Stočes — E. Kočárek, 1961):

1. Geochemie příslušného kovového prvku (jeho klark, výskyt v přírodě, migrace) — učitel vychází pokud možno ze znalostí ze všeobecné geologie a mineralogie, ale většinu fakt musí sám vyložit.
2. Rudy primární a sekundární (s údaji o teoretické kovnatosti) — učitel zde opakuje partie ze systematické mineralogie, resp. petrografie. Využije možnost koordinace s učivem chemie a zadá žákům vypočítat procentový obsah kovu v rudě z chemického vzorce. Porovná vypočtené hodnoty s údaji o kovnatosti rud v odborné literatuře. Při zkoušení tyto údaje obvykle nevyžaduje.
3. Průvodní nerosty (jaloviny, příměsi vítané, nevítané — škodliviny) učitel demonstruje na příslušných paragenetických ukázkách a sám zdůvodní, proč některé minerály jsou vítány, jiné škodí.
4. Požadavky průmyslu (koncentrace, čistota, cena, hranice dobývateľnosti apod.) — musí vyložit sám učitel s použitím příslušných čs. norem; nadměrnou faktologii je třeba omezit na nezbytné minimum a nevyžadovat na žácích pamětné učení.
5. Genetické typy ložisek — podle ustáleného schématu: ložiska endogenní (magmatogenní), ložiska exogenní, ložiska metamorfogenní. Třídění ložisek z genetického hlediska má základní význam. Jako příklady geneze ložisek uvedeme nejtypičtější a ekonomicky nejvýznamnější světová ložiska.
6. Ložiska v ČSSR — učitel uvede nejvýznamnější ložiska československá. Přitom je nejlépe postupovat podle přirozených metalogenetických provincií, aby byly zdůrazněny vztahy ke geologické stavbě a vývoji dané oblasti. V závěru je třeba podat stručné shrnutí s event. statistickými údaji, historií dobývání, zhodnocením dnešního stavu a výhledů do budoucnosti. V bodu 5 a 6 učiva o genetických typech ložisek učitel navazuje na znalosti žáků z mineralogie, petrografie, všeobecné a regionální geologie, zeměpisu, příp. i z hornictví. Demonstruje pokud možno příslušný dokumentační materiál, aby vědomosti žáků nebyly jen formální. Poznatky vyvozené z rozhovoru pak doplní shrnujícím souvislým výkladem.
7. Vlastnosti a použití příslušného kovu v praxi — jde převážně o opakování z chemie. Poznatky žáků učitel podle potřeby doplní.

Některí autoři doporučují spojení učiva 5. a 6. odstavce v jediný celek, to znamená československá ložiska probírat společně se světovými, a to především podle geneze. Teprve v rámci základních genetických skupin lze uvést příklady ložisek podle přirozených oblastí (metalogenetických provincií).

Obdobný postup je možno doporučit i při probírání ložisek **nerudných surovin**, hlavně surovin sklářských, keramických, žárovzdorných a chemických:

1. **Suroviny (nerosty a horniny)** — učitel s žáky zopakuje poznatky z mineralogie a petrografie a zdůrazní zejména ty vlastnosti surovin, které mají praktický význam.
2. **Vznik a genetické typy ložisek** — navazuje na poznatky o minerogenezi a petrogenezi a uvede příklady hlavních typů z ČSSR a významná ložiska světová. Podobně jako u rud je žádoucí používat co nejvíce ukázek dokumentačního materiálu z příslušných ložisek.
3. **Někdy je možno probírat ložiska ČSSR zvlášť**, a to podle metalogenetických (ložiskových) oblastí, a navázat na poznatky žáků z regionální geologie a zeměpisu Československa.
4. **Technologie a použití** — učitel zopakuje s žáky poznatky z chemie, doplní je podle potřeby, uvede též požadavky na kvalitu surovin podle čs. norem.

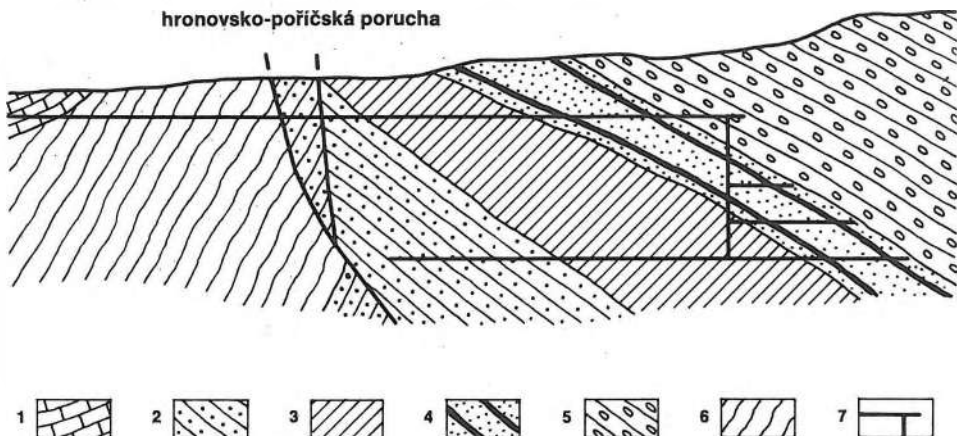
Poněkud odlišný postup se užívá při výuce o **ložiskách uhlí**. Toto téma je nejlépe rozdělit na dvě hlavní kapitoly: všeobecnou a systematickou.

Ve všeobecné části se probírají tato dílčí témata (v různém rozsahu podle odborného zaměření školy):

- vznik uhlí,
- fyzikální a chemické vlastnosti uhlí,
- petrografie uhlí,
- technické vlastnosti a technologie uhlí,
- všeobecná nauka o uhelných slojích a pánvích.

Z tohoto učiva má kromě praktických poznatků význam (i pro všeobecně vzdělávací školy) zejména problematika související s **genezí uhlí a uhelných ložisek**. Žákům je třeba připomenout, že uhlotvorný proces je dlouhodobý děj, který se v nejhrubších rysech dělí na tři dílčí etapy: **sedimentaci uhlotvorných látek** (navážeme na znalosti ze sedimentární petrografie), **rašelinění** nebo **hnití** (děje humifikační nebo sapropelitizační), vlastní **prouhelňování** (karbonifikace), v níž se v první fázi uplatňují děje biochemické, v druhé fázi děje geochemické (dynamochemické). Žáci by měli poznat, že stupeň prouhelňování a jeho produkty — různé druhy uhlí — závisejí nejen na délce karbonifikačních procesů, ale též na uplatnění endogenních geologických činitelů (horotvorné tlaky), a konečně i na složení původního uhlotvorného materiálu.

hronovsko-poříčská porucha



86 Zjednodušený geologický řez dolem Z. Nejedlého ve vnitrosudetské pánvi; 1 svrchní křída, 2 zálčské souvrství, 3 spodní svatoňovické vrstvy, 4 svrchní svatoňovické vrstvy se slojemi, 5 zálčský vývoj žďáreckých vrstev, 6 perm, 7 důlní chodby (podle V. Havleny)

V systematické části se probírají postupně nejdůležitější ložiska naše a světa, a to nejlépe v tomto pořadí: ložiska rašeliny, ložiska hnědého uhlí a lignitu, ložiska černého uhlí a antracitu. V rámci těchto základních skupin je pak nejlépe postupovat podle přirozených regionálních geologických jednotek. U ložisek je třeba dobře objasnit jejich genezi a ukázat, že z ní vyplývají všechny základní charakteristické znaky ložisek, tj. stratigrafie, petrografie, tektonická struktura, počet i mocnost slojí a ekonomický význam (obr. 86).

Relativně nejmenší pozornost se v učebních osnovách i učebnicích našich škol věnuje ložiskům živic. Je to zejména proto, že Československo nemá těchto ložisek mnoho a jejich zásoby nestačí zdaleka krýt naši spotřebu. Zde je třeba upozornit i na velký význam spolupráce socialistických států v RVHP a připomenout základní důležitost stavby ropovodu Družba a tranzitního plynovodu. Také téma o ložiskách živic lze rozdělit na dvě základní části: všeobecnou a systematickou. Ve všeobecné části se pojednává zejména o rozdělení, chemických a fyzikálních vlastnostech živic, o jejich vzniku, o strukturách ložisek a technologii živic. Pokud jde o vznik, musí učitel věnovat dostatečnou pozornost různým organickým i anorganickým teoriím vzniku, procesům bituminace a také zákonitostem migrace živic v zemské kůře.

Systematická část se zabývá hlavními našimi i světovými ložisky sestavenými podle hlavních oblastí. Zde by měl učitel poukázat na ohromný politický význam ložisek (boje kapitalistických monopolů o zdroje ropy).

K exkurzím

Výuku geologie ložisek je nutné doplnit exkurzemi na význačné lokality. Na odborných školách mohou být tyto exkurze specializované, tj. zaměřené na určité genetické typy, a může být zdůrazněna praktická a technická stránka výuky. Naproti tomu na všeobecně vzdělávacích školách by to měly být exkurze komplexní, tj. spojené s exkurzemi z jiných předmětů, zvláště zeměpisu a chemie, případně též fyziky nebo i historie. I zde je ovšem žádoucí využití polytechnických prvků. Jako cíl přicházejí v úvahu zejména lomy s mechanizovanou těžbou a pokud možno s kamenickou dílnou; doly rudní nebo uhelné, pokud možno s úpravnou, vápencový lom s vápenkou, hliniště s cihelnou. Při exkurzi navštíví učitel se žáky též geologicko-měřičské oddělení a seznámí je s geologickou dokumentací ložiska.

Někde je možné spojit exkurzi do výrobního podniku s návštěvou hornického muzea (např. Národní technické muzeum v Praze, muzea v Kutné Hoře a v Příbrami-Březových Horách). Kromě toho je možno navštívit i některá vybraná oddělení závodů geologického průzkumu, jejich laboratoře apod.

6.2 GEOLOGIE STAVEBNÍ

6.2.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Rozšířit a upřesnit informace žáků o uplatnění geologických věd při přípravě výstavby vodních děl, silnic, železnic, sídlišť, průmyslových objektů, při zabezpečování svahů apod. Rozborem řešení rozmanitých stavebně geologických úkolů se podílet především na rozvoji logického myšlení, prostorové představivosti a vědeckého světového názoru (otázky přeměny světa prostřednictvím činnosti práce). Smyslem výuky tohoto tématu není vychovávat stavební geology, ale konkretizovat vztah člověka k anorganické přírodě v oblasti výstavby.

Postavení tématu je výrazně závislé na celkovém pojetí výuky, na stupni a typu školy.

Na základní škole je vhodné, aby poznatky ze stavební geologie dokumentovaly a aktualizovaly jednotlivé úseky učiva geologických věd. Proto by měly jednotlivé poznatky a závěry prolínat celým učivem, především však petrografií, všeobecnou a regionální geologií a geologií ložisek nerostných surovin.

Na gymnáziu je vhodné zařadit ucelené poznatky ze stavební geologie do kapitoly o užité geologii, neboť jde o aplikaci geologických poznatků v praxi. Avšak i na tomto typu školy je žádoucí mnohé poznatky ze stavební geologie chápat jako motivující a aktivizující, a zařazovat je proto do výuky průběžně.

Na odborných školách postavení stavební geologie vychází ze zaměření školy. Na některých je součástí geologie užité, případně všeobecné, na jiných tvoří i samostatné učební předměty. Protože se jedná o výjimky, nelze speciální problematiku výuky vzhledem k rozsahu textu rozebírat.

V úvodu seznámíme žáky na konkrétních příkladech s uplatněním stavební geologie v praxi. Potom provedeme rozbor nejdůležitějších úseků stavební geologie.

Začneme etapou **přípravy projektu stavby**, kde hlavní úkoly stavební geologie spočívají ve vyšetření:

- únosnosti základových půd,
- stability území,
- sesedání,
- vlivu podzemních vod.

V této souvislosti vysvětlíme význam **stavebně geologických map**, především map základových půd, map pedologických a map rozpojitelosti hornin. Teprve na základě zhodnocení všech podkladů lze stanovit směrnice pro postup základacích prací. Neopomeneme zdůraznit, jak lze správným zhodnocením stavebně geologických podkladů šetřit zemědělsky kvalitní půdy, správně využívat morfologie terénu, šetřit povrchové a podzemní vody atd.

V další části vyučování vyvodíme, které specifické úkoly je třeba řešit při **stavbě vodních děl**. Tyto úkoly vyplývají z toho, že vodní díla mění režim podzemních vod nad i pod přehradou, mění zatížení zemské kůry (nejde jen o vlastní přehradní těleso, ale i o tíhu vody a tíhu nánosů za přehradním tělesem), vedou k hroucení podzemních struktur, při usazování staveb vznikají místní oťřesy, dochází k podmáčení a v důsledku toho někdy i k velkým sesuvům hornin do přehradních nádrží.

Probereme úkoly stavební geologie při **výstavbě silnic a železnic**. Nejde pouze o únosnost míst výstavby, porušení stability hornin výkopy, ale i o zajištění dostatečného množství levného stavebního materiálu a o takový projekt trasy, při němž by se omezily zemní práce na nejmenší možnou míru.

Významným úkolem stavební geologie je **výzkum stability svahů**. Při práci v terénu nebo při exkurzi upozorníme žáky na porušení porostů (různé sklony stromů, ohyby kmenů apod., obr. 45), které prozrazují sesuvy vrstev. Nejčastěji je lze sledovat v oblasti druhohorních a třetihorních jílovců, slínovců, případně pískovců. V některých oblastech, např. v české křídové pánvi nebo ve flyšovém

pásmu Karpat, můžeme přímo pozorovat porušení povrchu vznikajícím sesuvem. Příkladem může být i velký sesuv v r. 1960 v Handlové na Slovensku, který během několika týdnů zničil 180 domů, silnici, městský vodovod a byla ohrožena i železnice.

Poznatky z geologických věd (především stavební geologie) mají značný význam pro obranu státu. Ta část geologie, která řeší problémy spojené s obranou, se označuje jako **vojenská geologie**. Z hlediska vojenského je nutné znát rozpojitelnost hornin, stabilitu území, především pro přesun a instalaci těžkých vojenských zařízení a bojové techniky. Proto se studuje a mapuje především únosnost horninových komplexů ve vymezených oblastech. Hlediska stability geologického podkladu a geomorfologie území jsou jedním z činitelů, vedoucích k vymezování vhodných úseků pro případné vedení vojenských operací a jejich zajišťování.

6.3 HYDROGEOLOGIE

6.3.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Z poznatků strukturní geologie a petrografie vyvodit zákonitosti vzniku, složení a rozmištění podzemních vod a jejich významu pro člověka a přírodu. Využívat přitom zejména příklady z okolí školy.

Prostřednictvím poznávání těchto zákonitostí rozvíjet logické myšlení a prostorovou představivost žáků a vést je k uvědomělé a účelné ochraně povrchových a podzemních vod.

6.3.2 POSTAVENÍ TÉMATU V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Splnit cíl výuky hydrogeologie předpokládá navazovat na znalosti z **petrografie** (vlastnosti a úložné poměry hornin), na znalosti **dynamické a strukturní geologie** i na základní znalosti geologie regionální. Z těchto hledisek je vhodné, především na středních školách, začlenit hydrogeologii až po geologii regionální.

Zároveň je třeba počítat s tím, že s některými hydrogeologickými poznatky se žáci při výuce geologii na základní škole nesetkávají poprvé. O vodě a jejím oběhu v přírodě se žáci dovídají již ve 3. a 4. ročníku základní školy. Podrobnější informace o obsahu látek v podzemní a povrchové vodě žáci získají v chemii (v 7. ročníku). V zeměpise ČSSR poznali nejvýznamnější oblasti se zdroji podzemní vody, oblasti výskytu minerálních vod apod. Poznatky z předcházející výuky jsou **n e s y s t e m a t i c k é**, ale mohou být zdrojem motivace a umožňují rozvíjet nezbytné mezipředmětové vztahy, především k chemii a zeměpisu. Např. v chemii mohou žáci pokusem dokázat rozdíl mezi vodou studniční a povrchovou a na střední škole mohou provést např. jednoduchý rozbor minerální vody.

6.3.3 VYUČOVACÍ PROSTŘEDKY

Základní organizační formou je vyučovací hodina základního typu. Je vhodné ji doplnit prací v terénu, zaměřenou na studium pramenů, artéských studní, pozorování změn hladiny vody ve studních. Např. v rámci praktických cvičení mohou žáci plnit dlouhodobý úkol srovnávání hladiny vod ve studních s množstvím atmosférických srážek.

Vyučovací metody je vhodné kombinovat. Jde hlavně o metodu souvislého výkladu, metodu vysvětlování a popisu. Při probírání hydrogeologie se nabízí využití metody pokusu a pozorování. Pokusem lze vytvořit konkrétní představu o vrstvách propustných a nepropustných, o volné hladině podzemní vody, o hladině napjaté a o artéské studni. Lze provést pokus znázorňující vrstevní, přetékavý i zlomový pramen. Opomíjenou je metoda práce s geologickou a fyzickogeografickou mapou.

Z učebních pomůcek se používá školní geologická mapa ČSSR, hydrogeologická mapa, fyzickogeografická mapa ČSSR, školní zeměpisný atlas ČSSR. Pro pokusy opatříme akvária, jíl, písek, zkumavky, skleněné kolonky — destilační nebo chromatografické (příp. skleněné trubice s improvizovaným porézním dnem), filtrační papír, kádinky a stojánky na zkumavky.

6.3.4

METODICKÉ POZNÁMKY

Výuku lze začít promítnutím barevného filmu o oběhu vody. Rozborem tohoto filmu si žáci uvědomí faktory vzniku podzemní vody, poznají zdroje podzemní vody a význam podpovrchového oběhu vody pro mineralizaci, pro odstranění choroboplodných zárodků, pro vznik některých karbonátových hornin a pro vznik krasu. Výuka by měla být vedena tak, aby žáci získali nejen základní vědomosti o vzniku a vlastnostech, rozmístění a významu podzemní vody, ale aby zároveň pochopili vztahy mezi jednotlivými faktory ovlivňujícími vznik podzemních vod a prostřednictvím toho se u nich vytvořil trvalý zájem o účelné využívání a ochranu podzemních vod, které mají pro další rozvoj společnosti mimořádný význam. Některé státy již dnes řadí zdroje kvalitních podzemních vod mezi nejvýznamnější nerostné suroviny.

Význam vlastností jednotlivých druhů hornin pro vznik podzemní vody lze znázornit následujícím pokusem. Použijeme 4 destilační nebo chromatografické kolonky, případně širší skleněné trubice ($\varnothing$ 2—3 cm) nebo zkumavky s otvorem ve dně. Porézní dno improvizujeme např. zátkou s otvory. Na dno trubice se dá filtrační papír. V polovině trubice se vyznačí barevná značka. Do jedné trubice se napěchuje až ke značce jíl. Do druhé se napěchuje jíl do 1/4 a ke značce se doplní písek. Do třetí trubice se upěchuje až ke značce jemný písek, do čtvrté se dá písek a štěrk. Trubice se dají na sítku a postaví na trojnožku. Pod každou trubici se umístí kádinka. Poté vyznačíme na každém válci (ve 3/4 výšky) další viditelnou značku. Do trubice dolejíme až k této značce vodu. Žáci pozorují změny, ke kterým v jednotlivých trubicích dochází. Z trubice, ve které je štěrk a písek, začne voda brzy odkapávat. Z trubice s jemným pískem později. V trubici, kde je nad jílem písek, voda postupně pronikne k jílu, který bude částečně zvětšovat svůj objem. V trubici s jílem lze pozorovat prolínání vody do povrchových vrstev jílu a zvětšování jeho objemu, takže jíl po určité době vystoupí nad značku.

Didakticky je vhodné provádět pokus frontálně ve zkumavkách. Dáme-li žákům k pokusům návod, mohou jej během 10 minut provést sami (viz F. Pauk, A. Vodička, 1975).

Vyučující během této doby může provést poslední přípravy pokusu s modelem artéské studně, případně s prameny. Použije větší akvária, jíl a písek. Ve větším akváriu vymodeluje uložení vrstev, umožňující demonstrovat vznik artéského pramene. Nepropustné vrstvy tvoří jíl, propustné písek. Důležité je jíl dokonale utěsnit ke stěnám akvária. Po zaplnění propustné vrstvy vodou, což lze nejlépe provést nálevkou, stačí v nejnižším místě tužkou propíchnout nepropustnou vrstvu a voda začne vytékat jako artéský pramen.

Obdobně lze vymodelovat pramen vzestupný, přetékavý, zlomový a suťový. Vystupuje-li na povrch modelu větší množství propustných hornin, kropíme je koněvkou.

Jednotlivé typy pramenů v akváriích je nejvhodnější vymodelovat v praktických cvičeních z přírodopisu nebo v praktických cvičeních z geologie (J. Vališ, 1974). Při výuce hydrogeologie lze pak jednotlivé prameny demonstrovat.

Cílem demonstrace různých typů pramenů v akváriích je vytvořit konkrétní prostorové představy žáků, které jiným způsobem vytvořit nelze. Tyto představy jsou nezbytné nejen pro pochopení podmínek vzniku a funkce jednotlivých pramenů, ale i pro pochopení celkového režimu a charakteru podzemních vod, což je jedním ze základních předpokladů aktivní a cílevědomé ochrany podzemních vod.

Při charakteristice podzemních vod s napjatou hladinou neopomeneme zdůraznit význam těchto vod především v oblastech s dlouhým obdobím sucha. Model v akváriu umožní také ukázat, že zdroje vod s napjatou hladinou mohou být i značně vzdálené od míst, kde voda vyvěrá. V této souvislosti je třeba poukázat na to, že **zdrojem podzemních vod mohou být nejen stálé, ale i sezónní řeky a jezera.** Proto i z tohoto hlediska se věnuje čistotě povrchových vod stále větší pozornost.

Učivo o podzemních vodách seznámí žáky s možnostmi a způsoby jejich znečištění nejen odpady průmyslových a zemědělských podniků, ale i neuváženou a neodpovědnou činností jednotlivců. Zvláště vhodné jsou příklady z okolí školy.

V závěru probírání tzv. **prostých podzemních vod** je nezbytné seznámit žáky se základními podmínkami, které musí splňovat podzemní voda, aby byla nezávadnou pitnou vodou a vysvětlit, čím se liší **voda pitná** od vody užitkové.

Vzhledem k významu **minerálních vod** na území naší republiky je nutné i na základní škole tyto vody charakterizovat, vysvětlit jejich vznik a **zákonitosti rozmístění**. Zároveň upozorníme, čím jsou dány léčivé účinky některých minerálních vod a jaká jsou kritéria pro prohlášení některých minerálních vod za vody léčivé.

V souvislosti s minerálními vodami je vhodné charakterizovat vody **studené a termální** a vysvětlit vznik termálních vod. Charakteristiku vody podle obsahu **rozpuštěných látek** uvádíme ve shodě s předcházejícím učivem chemie. Dodržujeme též v chemii zavedenou terminologii.

Na odborných stavebních školách seznámíme žáky s významem hydrogeologického výzkumu z hlediska **zakládání staveb**. Nějde pouze o obecnou ochranu staveb před podzemní vodou, ale i o zjištění případné agresivnosti vody, především na beton a železo, což může významně ovlivnit celý technologický postup stavby. Nelze opomenout ani význam hydrogeologického výzkumu při vyhledávání a těžbě nerostných surovin. Podrobnosti a zaměření výuky jsou určeny typem a zaměřením příslušné odborné školy.

7.1 VÝCHOVNĚ VZDĚLÁVACÍ CÍL

Naučit žáky sledovat a vysvětlovat vzájemné působení anorganické a organické složky přírody při vzniku půd a při proměnách půdy. Učit žáky vážit si půdy a ochraňovat ji, neboť je jedním z předpokladů života na naší Zemi. Půdotvorné procesy jsou jedinečným příkladem geologického a biologického pohybu hmoty na Zemi a jejich znalost podstatně přispívá k vytváření vědeckého světového názoru.

7.2 POSTAVENÍ V UČIVU, MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Učivo z pedologie na našich všeobecně vzdělávacích školách prolíná do mnoha předmětů. Elementární poznatky získávají žáci v přírodovědě a vlastivědě, dále je rozvíjejí v zeměpise, pracovním vyučování a chemii. V rámci těchto předmětů jsou probírány jen určité části učiva z pedologie (např. v zeměpise se probírá rozšíření půd, aniž by se zdůrazňovaly hlubší souvislosti mezi horninami skalního podkladu a výskytem určitého půdního typu). Sledování hlubších souvislostí a vztahů mezi fyzikálními, chemickými a biologickými procesy v půdě je možné jedině se znalostmi mineralogie, petrografie, geologie a s využitím poznatků z chemie, biologie, fyzické geografie a fyziky. Žáci mohou pochopit zákonité vztahy mezi půdotvornými procesy, genetickými půdními typy a jejich rozšířením jen tehdy, jsou-li dobře seznámeni s vlastnostmi nerostů a hornin, jejich vznikem a proměnami. Zařazení poznatků z pedologie v rámci učiva geologických věd považujeme proto za nejvhodnější, poněvadž se žáci učí chápat **pedologické procesy** v celé jejich šíři a rozumět jim. Tím se jejich vědomosti stávají trvalejšími.

7.3 UČEBNÍ POMŮCKY

Výběr pomůcek je závislý na postupu, který si k vysvětlení jednotlivých témat zvolíme. Vhodné jsou zejména:

- multiplikáty čerstvých a navětralých hornin¹, jejich zvětraliny a z nich vzniklé půdy (resp. zeminy);
- půdní monolity (zpevněné cukerným roztokem nebo bezbarvým lakem) černozemě, rendziny, hnědozemě, illimerizované, podzolové a hnědé půdy.

¹ Z magmatitů lze doporučit žulu (granodiorit), andezit a čedič, ze sedimentů břidlici, vápenec a pískovec s různým tmelem, z metamorfít rulu, svor a fylit, dále horniny z okolí školy.

Vhodné je použít místo běžných půdních monolitů (str. 215) vzorky odebrané do průhledné trubice z plastiku délky asi 70 cm a průměru 4 až 5 cm, u které oba konce uzavřeme pryžovou zátkou. U lehkých půd je možno vzorek odebrat přímo do trubice, kterou opatrně zatlačujeme do půdy. Většinou však do trubice vkládáme vzorek z jednotlivých částí půdního profilu, které předem zpevníme tím, že na ně rozprášíme 2% cukerný roztok a necháme zaschnout (zamezíme tak rozrušení struktury);

- barevné diapozitivy půdních typů (možno si je vypůjčit v krajských nebo okresních půjčovnách filmů);
- barevné filmy;
- školní zeměpisný atlas ČSSR, odkryté geologické mapy ČSSR a mapy pokryvných útvarů;
- vzorky půdních struktur ve větších lékovkách (strukturní tvary před vložením do lékovek zpevníme rozprášením 2% cukerného roztoku nebo bezbarvým lakem);
- literatura: příručka Agrochemické pokusy, B. Tesařík, 1971 (v příručce jsou uvedeny i pomůcky a materiál pro půdní rozbor), článek Klíč k určování nejdůležitějších typů půd (V. Habětín, 1973).

7.4

METODICKÉ POZNÁMKY OBECNÉHO VÝZNAMU

V pedologickém učivu se velmi zřetelně uplatňují vzájemné zákonité dialektické vztahy mezi geologickým substrátem a organismy, které oživují tuto nejsvrchnější část zemské kůry. Těžiště učiva by proto mělo být v části o vzniku půd, kde je žákům možno nejlépe ukázat zákonité přeměny při vzniku a diferenciaci půdního profilu a faktory i podmínky, které je ovlivňují. Vzniku půd doporučujeme věnovat asi třetinu času plánovaného na pedologii. Kapitoly o složení a vlastnostech půd a systematika půd by měly doplňovat a dále rozvíjet půdní dynamiku. Je proto nejvhodnější studovat se žáky, zejména na vyšším stupni, některý z půdních typů přímo v terénu, odebírat vzorky a jejich rozбором vyvozovat poznatky o složení a vlastnostech půd. Mechanické probírání klasifikace půd bez bližšího poznání půdotvorných procesů a vlastností jednotlivých horizontů je formální a žáci brzy takto získané vědomosti zapomínají.

Velmi důležité je správné uvedení pedologického učiva. Vhodné je postup založit na těchto poznatcích:

1. Půda je základní zemědělský výrobní prostředek. V ý m ě r a zemědělsky využívané půdy se však neustále s n i ž u j e (výstavba sídlišť, průmyslových závodů, zakládání lomů, dolů, komunikací aj.). Aby se tato ztráta poněkud zmírnila, byly přijaty z á k o n y n a o c h r a n u p ů d y (str. 229). Podniky, které svou činností ruší zemědělskou půdu, jsou povinny u zabraných ploch provádět skryvku ornice (vhodné je upozornit na případné konkrétní příklady porušování tohoto zákona v blízkém okolí). Skryvaná ornice se převládá a rozprostírá na neúrodné pozemky, devastovaná místa, nebo se využívá ke kompostování, a tak se opět vrací zemědělské výrobě (Kutilek M., 1966, str. 131, Bedrna Z. a kol., 1968, str. 294).

2. Půda patří mezi jedinečné, rozlohou omezené přírodní zdroje. Z celkové rozlohy souše (cca 149 mil. km²) se v současné době zemědělsky využívá asi 20 mil. km². Základními melioračními úpravami by bylo možno po delším čase získat ještě dalších 50 až 60 mil. km². Na druhé straně však člověk nevhodnou a nedomyšlenou činností (nesprávnou kultivací, stavbami na úrodných půdách, průmyslovými exhalacemi, přílišnou chemizací) půdu rychle porušuje až devastuje, ačkoli vznikala po dlouhá období čtvrtohor.

Ke vzniku půdy

Učivo o vzniku půd je možno motivovat:

- pokusem; malý vzorek horniny (nejlépe břidlice) se položí asi na 5 minut na horkou ploténku elektrického vařiče. Rozpálený vzorek se uchopí kleštěmi a opatrně ponoří do větší kádinky se studenou vodou. Hornina se prudce smršťuje, puká a rozpadá se. Rozpad horniny vlivem změn teploty je prvním stadiem při vzniku půd. Učitel však musí žáky upozornit, že voda působí při zvětrávání hornin i mechanicky a chemicky po dlouhá období;
- promítnutím filmu; tohoto prostředku k motivaci je možno především použít na středních školách (případně v zájmovém kroužku). Žáci již získali základní vědomosti o půdě na nižším stupni škol a prostřednictvím filmu jsou nejen uvedeni do tématu, nýbrž si i zopakují učivo o genezi půd.

Protože učivo o vzniku půd navazuje velmi úzce na zvětrávání a činnost půdních organismů, využíváme plně znalostí žáků (volíme metodu rozhovoru se žáky).

Na základní škole použijeme při rozhovoru vzorky čerstvých i navětralých hornin a z nich vzniklých zemín a pomocí jednoduchých otázek (např.: Čím se liší zvětralá hornina od čerstvé? Čím je způsobena změna barvy?) vedeme žáky k sledování a vysvětlování procesů, které podmiňují vznik půdního profilu.

Na středních školách spojujeme rozhovor s řešením problémových otázek a úkolů, které se žáky konfrontujeme a zevšeobecňujeme. Tento postup je didakticky nejúčinnější. Klade však velké nároky na přípravu učitele. Vyžaduje shromáždit větší množství multiplikátů zvětralých i nezvětralých hornin a rozličných půdních monolitů.

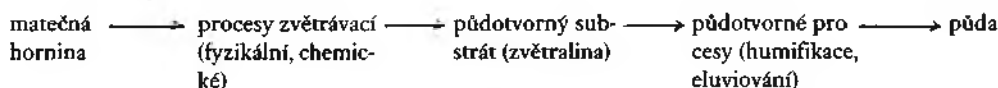
Učitel může postupovat asi takto:

- připraví každé dvojici nebo skupině 3—4 žáků předem multiplikáty nejdůležitějších matečných hornin, jejich zvětralin a z nich vzniklých půd (zemín);
- zadá jim úkol, např.: Uvažte, které okolnosti mohly ovlivnit rozdílný průběh zvětrávání předložených hornin.

Žáci si z dříve získaných znalostí a zkušeností vytvoří určitou pracovní hypotézu. Uvažují, že jsou to zejména rozdílné fyzikální a chemické vlastnosti horninových nerostů (tvrdost, štěpnost, barva, chemická odolnost) a hornin (poměr světlých a tmavých součástek, zrnitost), které ovlivňují průběh zvětrávání. Někteří z nich přijdou i na to, že vedle vlastností matečných hornin a jejich nerostů je to i ráz podnebí, organismy aj., které ovlivňují rychlost zvětrávacích a půdotvorných procesů;

- shrne a doplní poznatky vyvozené žáky, popř. provede i stručný záznam na tabuli, např.:

Vznik půdy



- předá skupinám žáků půdní monolity (každé skupině jiný) a položí otázky: Pokuste se vysvětlit, za jakých klimatických podmínek vznikly tyto půdy. Čím je způsobeno zdánlivé „zvrstvení“ půdy?

Po vzájemné diskusi žáci usoudí, že barevné odlišení půdních horizontů podmíněné místním nahromaděním látek odlišného složení způsobila voda (v sušších oblastech je méně půdních horizontů než ve vlhkých oblastech, neboť nedochází k většímu přemísťování půdních látek);

- shrne získané poznatky a vysvětlí pojem **p ů d n í p r o f i l** a označení genetických půdních horizontů (podle začátečních písmen převládajícího půdotvorného procesu, kterým jednotlivé horizonty vznikly). Názvy horizontů napíše na levou stranu tabule, procesy, kterými vznikly, na pravou stranu;
- uloží žákům aby nakreslili (obr. 87) pozorovaný půdní profil, označili pokusně písmeny jednotlivé horizonty a šipkou vyznačili převládající směr pohybu látek v profilu (v suchém klimatu nahoru, ve vlhkém dolů);
- vyzve v závěru hodiny vždy jednoho žáka ze skupiny, aby vysvětlil vznik jednotlivých horizontů na pozorovaném monolitu. Závěry žáků usměrňuje a doplňuje.

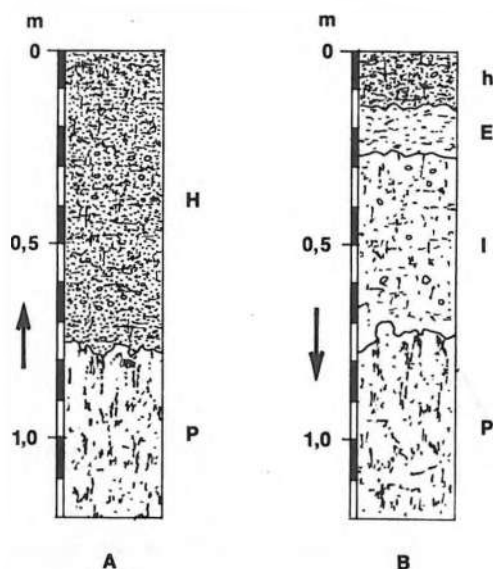
Ke genetickému třídění půd

Učivo velmi úzce navazuje na poznatky o vzniku půdního profilu, a proto je vhodné je zařadit hned za tento výklad a nepřerušovat tak logický sled učiva.

K m o t i v a c i učiva o půdní systematice lze použít například:

- film,
- krátkou besedu s pracovníkem JZD nebo STS o využití dvou odlišných půdních typů pro rostlinnou výrobu spojenou s jejich demonstrací. Tohoto motivačního prvku použijeme tehdy, probíráme-li toto téma přímo v terénu;
- studium mapy půdních typů místního JZD, kterou si vypůjčíme nebo raději okopírujeme.

Při výuce ve třídě zakládáme učivo o třídění půd na poznatcích o půdotvorných procesech (případně i výškové pásmovitosti, která s nimi bezprostředně souvisí — vhodné na středních školách). Z nich vyvozujeme rozčlenění **p ů d n í h o p r o f i l u** a vznik určitého **p ů d n í h o t y p u**. Definujeme tak pojem **p ů d n í t y p**. Žáci se aktivně zapojují do výuky, neboť učitel je neustále vyzývá k porovnávání vlastností půdních profilů. K tomuto účelu volí buď barevné diapozitivy (např. na jednom diapozitivu profil černozemě a rendziny, na druhém hnědozemě a podzolové půdy, na třetím illimerizované a hnědé půdy), nebo raději přímo



87 Náčrt dvou půdních profilů podle monolitů (šipkami je vyznačen směr převládajícího pohybu látek v půdním profilu): A černozem, B podzolovaná půda; H, h humusový horizont, E eluviální horizont, I iluviální horizont, P půdotvorný substrát

půdní monolity. Žáci tak studiem a srovnáváním půdních monolitů nebo barevných diapositivů (případně i barevných obrázků v učebnici) poznávají souvislosti mezi půdotvornými procesy a genetickými půdními typy a snadněji si zapamatovávají nové pojmy. K ujasnění pojmů pomůže i vhodný nákres, který si učitel předem připraví na tabuli nebo ho provede přímo při vyučování (obr. 87).

Při probírání výskytu jednotlivých půdních typů, zejména na odborných a středních školách, učitel pracuje s přehlednou odkrytou geologickou mapou ČSSR, mapou pokryvných útvarů ČSSR, pedologickou mapou ČSSR, fyzickou mapou ČSSR, případně i mapou srážek v ČSSR. Žáci opět sledují závislost výskytu jednotlivých půdních typů na geologické stavbě, složení matečných hornin, tvárnosti území apod. Dopracovávají se tak nejen k novým poznatkům, ale zároveň si opakují a prohlubují poznatky o genezi půd.

Při opakování může učitel rozdat každé skupině žáků po jednom půdním monolitu. Úkolem žáků je vysvětlit vznik jednotlivých horizontů, označit je, a podle zjištěných údajů i určit půdní typ. Místo monolitů může použít i barevné diapositivy, které žákům promítne. Jednotlivé skupiny žáků (řady) mohou mezi sebou i soutěžit v poznávání.

Nejvhodnější je ten postup, kdy učitel seznamuje žáky s půdními typy přímo v terénu při vycházce do okolí školy (typy, které nemůže ukázat v terénu, probere ve vyučovací hodině ve třídě). Žáci studují čelní stěnu profilu v půdní sondě na školním pozemku nebo na jiném vhodném místě (postup při terénní práci je rozpracován v další části).

Z terénního cvičení žáci přinesou půdní monolity, vzorky půdních struktur a druhů půd, které v následující hodině v učebně nebo ještě lépe v laboratoři zpracovávají a porovnávají se vzorky odebranými na jiném místě. Pracují ve skupinách — jedna např. zkoumá zrnitostní složení vzorků, druhá půdní strukturu, třetí rozčlenění horizontů u monolitů, čtvrtá obsah humusu, pátá studuje závislost jednotlivých půdních typů na geologickém podkladě, nadmořské výšce na mapách (mapa rozšíření půdních typů v ČSSR, geologická mapa odkrytá a mapa pokryvných útvarů v ČSSR, fyzická mapa ČSSR apod.). Pro žáky středních škol je dobré pro tento účel opatřit i pedologickou mapu okresu, kterou v zjednodušené podobě zhotoví učitel podle mapy, kterou si vypůjčí na okresní zemědělské správě. V plnění přidělených úkolů se žáci střídají.

V této hodině, opírající se o terénní cvičení, pracují tedy žáci převážně metodou pokusu a porovnávacího pozorování a doplňují si tak poznatky o půdních typech, složení a vlastnostech půd.

K pedologickým cvičením v terénu

Nezbytným doplňkem výuky pedologie jsou terénní cvičení. Cvičení v terénu jsou materiálně i časově náročná. Dají se provádět buď na školní zahradě, nebo v nejbližším okolí každé obce. Tato cvičení se nemusí konat samostatně. Velmi dobře se dají využít k tomuto účelu i terénní cvičení botanická, zoologická nebo geologická. Učitelé rozdělí žáky do skupin, které postupně plní úkoly z těchto oborů. Důležitá však je spolupráce učitelů těchto oborů a správné časové zařazení terénních cvičení.

Pedologický průzkum je možno provádět jak na povrchu (pozorování vlastností ornice a složení rostlinného krytu), tak i ve stěně příležitostného nebo jiného odkryvu nebo k tomuto účelu vyhloubené sondě. Jedině důsledným studiem půdního profilu lze pochopit dynamiku půdotvorného procesu, která je charakteristická pro každý půdní typ.

K povrchovému průzkumu půdy

Povrchový průzkum půdy zahrnuje pozorování a určování některých vlastností nejsvrchnější části půdy — ornice a určování rostlin (plevelů), které jsou ukazatelem obsahu živin v půdě.

K zjišťování těchto vlastností je vhodné rozdělit žáky do několika skupin:

První skupina určuje podle klíče plevelné rostliny a porovnává je s tabulkou (tab. 10), kterou jim předal učitel (tento úkol je vhodný pro žáky střední školy, zejména studenty středních zemědělských technických škol).

Tabulka 10 Plevelé — významní ukazatelé vlastností půd

Půdy	Společenstva plevelů
velmi kyselé, písčité	šťovík menší, kolenec rolní
mírně kyselé	heřmánek pravý, rozrazil rolní
neutrální až slabě zásadité	ostrožka stračka, hlaváček letní
zásadité (Ca)	drchnička modrá, lebeda rozkladitá, knotovka bílá
celkově chudé na živiny	jetel rolní, paličkovce šedavý, chmerek roční
vlhké a provzdušněné	pomněnka rolní, zemědým lékařský, rozrazil
zamokřené a špatně provzdušněné	pryskyřník plazivý, mochna husí
kypré, neosychavé, nezamokřené	ostrožka stračka, hlaváček letní
kypré, občas vysychavé	srpek obyčejný
humusové (úrodné)	hořčice rolní, hluchavka objímavá

Žáci si tak uvědomují úzký vztah mezi chemickým složením horniny, půdou a z ní vyrůstajícími rostlinami a učí se získané zkušenosti využívat v zemědělské praxi.

Druhá skupina určí půdní zrnitost (texturu). Nejprve odstraní polní lopatkou nejsvrchnější část ornice s rostlinným krytem a pak odebere malé množství takto odkryté zeminy. Hmatem a srovnáním s tabulkou (tab. 11) určí zrnitost (půdní druh).

Tabulka 11 Určení půdní zrnitosti

Hmatové pocity	Umazání rukou	Tvárlivost (po navlhčení vodou)	Půda
dobře hmatatelné částice	téměř žádné	netvárlivá nebo jen náznak tvárlivosti	písčitá a hlinitopísčitá
částečně hmatatelné částice	malé	tvárlivá	písčitohlinitá a hlinitá
částice nejsou hmatatelné, silně ulpívají na prstech	značné	dobře tvárlivá	jílovitohlinitá
částice nejsou hmatatelné, silně ulpívají na prstech a jsou mastné	velmi silné	výborně tvárlivá	jílovitá

Třetí skupina rovněž odstraní svrchní část ornice a opětně odebere část zeminy a podle velikosti a tvaru půdních drobtů (zrnitého, hráškovitého, hranolovitého, destičkovitého) určí strukturu za pomoci srovnávacího schematického obrázku v učebnici pedologie.

Čtvrtá skupina se pokusí podle barvy a předložené tabulky (tab. 12) určit přibližný obsah humusu v ornici. Je však třeba pozorovat barvu ornice v místech, která nejsou vysušena ani příliš zvlhčena. Obsah vody totiž značně ovlivňuje zbarvení půdy a zkresluje odhad.

Tabulka 12 Určení množství humusu v ornici odhadem podle jejího zbarvení

Barva ornice	Humóznost	Přibližný obsah humusu v %
světle hnědá	slabě humózní	pod 1
hnědá	mírně humózní	1—2
výrazně hnědá	dosti humózní	2—3
tmavohnědá	značně humózní	3—4
černohnědá	silně humózní	4—5
černá	velmi silně humózní	nad 5

Je třeba si však uvědomit, že podle barvy ornice nelze určovat půdní typ, což se ve školní praxi velmi často stává. Půdní typ lze určit jedině ze zjištěných půdotvorných procesů a fyzikálních, chemických a biologických vlastností jednotlivých horizontů, které zkoumáme v půdním profilu.

Pátá skupina provádí odběr vzorků ornice pro chemické rozbor. Postupuje šachovnicovitě (vzorky odebírá asi ve vzdálenosti 10 m od sebe). Odebrané vzorky promíchá a do sáčku nasype takto získaný průměrný vzorek o hmotnosti asi 1 až 2 kg.

K studiu půdního profilu

Půdní profil je nutno se žáky zkoumat v místech, kam je snadný přístup, tzn. tam, kde nehrozí nebezpečí úrazu a kde mohou všichni žáci nerušeně pracovat. Vhodné k tomuto účelu jsou příležitostné výkopy, dále okraje hlinišť, lomů, zářezy cest apod. Naprosto nevhodná jsou ta místa, kde došlo k většímu přemísťování zeminy, kterým byl z větší části půdní profil porušen.

Není-li v blízkém okolí vhodný odkryv, je třeba vykopat schodovitě půdní sondu o základně asi 60 cm × 150 cm do hloubky asi 120 cm. Sondu orientujeme tak, aby zkoumaná stěna (proti schůdkům) byla obrácena k jihu, a tedy dobře osvětlena. Ve svahovitém terénu orientujeme sondu delší stranou kolmo na vrstevnici.

Před každým průzkumem půdního profilu je nutno zkoumanou stěnu vždy zarovnat polní lopatkou a odstranit tak přeschlou část zeminy. Na půdním profilu sluncem dlouho vysušovaném nelze dobře určit základní znaky půdního profilu, zejména barvu. Došlo by tak ke zkreslení pozorovaných znaků.

Při průzkumu půdního profilu je vhodné postupovat takto:

Všichni žáci sledují asi ze vzdálenosti 2 až 3 m stěnu odkryvu, ke které učitel přiložil trasírku nebo měřičskou lať, a všímají si barevného členění profilu. Určí, do jaké hloubky přibližně zasahuje ornice a kořeny rostlin a za účasti učitele si zopakují poznatky o vzniku půd a rozčlenění půdního profilu na jednotlivé horizonty.

Skupiny žáků (asi 5členné) pak provedou **podrobný průzkum profilové stěny**. Nejprve lokalizují odkryv (sondu) a pomocí kolíčků označí hranice mezi jednotlivými horizonty. Vycházejí přitom z barevných odstínů.

Dále žáci zjišťují a zapisují **do tabulky** (tab. 13), kterou učitel předal každému žákovi, další pozorované vlastnosti půdy.

Na zadní straně tabulky mohou být otázky (např. Vysvětlete, které půdotvorné procesy se podílely na vzniku jednotlivých horizontů), které žáci vypracují a odevzdají v příští vyučovací hodině.

Tabulka 13 Vlastnosti jednotlivých horizontů v profilu hnědozemě (příklad)

Horizont	Barva	Mocnost od—do (v cm)	Zrnitost (druh zemi- ny)	Struktura	Prokořenění	Reakce s HCl
humusový	šedohnědá	0—18	hlinitá	drobtovitá	výrazné	slabě šumí
iluvialní (obohacený) I	hnědá až rezavě hnědá	18—50	hlinitojílovitá	slabě vyvinutá, nepravidelná	výrazné do 40 cm, pak klesá	nešumí
přechodný iP	světle hnědá	50—65	jílovitá	slitá	slabé	nešumí
půdotvorný substrát P (sprašová a náplavová hlína)	hnědá	nad 65	jílovitá		chybí	nešumí

Pak žáci **zakreslí úzký pruh profilu** (asi 50 cm × 120 cm) v měřítku 1 : 10 (obr. 87) a odeberou do igelitových sáčků z každého horizontu vzorky o hmotnosti asi 1 kg k rozboru ve škole. Do každého sáčku vloží etiketu s označením lokality a horizontu. Odběr provádějí od nejspodnějšího horizontu směrem vzhůru. Z horizontů, kde je pěkně vyvinutá struktura, odeberou do prachovnic vzorky, které ve škole zpevní rozprašením 2% cukerného roztoku nebo bezbarvým lakem v aerosolovém balení.

V závěru učitel pomocí dílčích otázek vede žáky k vysvětlení **původu půdotvorného substrátu** a vysvětlení **půdotvorného procesu**, kterým vznikla půda, jejíž průřez právě sledovali.

Příklady otázek:

1. Na které straně kopce je nahromaděn půdotvorný substrát? (závětrné — východní)
2. Jak vznikl? (navátím a připlavením)
3. Čím jsou zbarveny jednotlivé horizonty? (humusem, sloučeninami železa apod.)

Jsou-li půdní horizonty zvláště dobře barevně odlišeny, přistoupíme i k odběru **půdních monolitů**. Předem si zhotovíme nebo dáme zhotovit bedničky (buď dřevěné, nebo z pozinkovaného plechu) o rozměrech 100 cm (délka) × 16 cm (šířka) × 6 cm (hloubka).

Postupujeme takto:

- dokonale zarovnáme a očistíme stěnu profilu,
- půdní monolit vymodelujeme starým kuchyňským nožem, aby se vešel do připravené bedničky,
- nasadíme bedničku a zeminu odřežeme tak, aby přečnívala asi 3 cm nad okraj bedničky,
- takto pořízený monolit přeneseme do školy a pomocí pinzety a štětečku odpreparujeme přečnívající část zeminy, aby vynikla přirozená struktura,
- rozprašovačem důkladně postříkáme (2 ×) povrch monolitu 2% cukerným roztokem nebo bezbarvým lakem, který zpevní povrchové částičky zeminy. Monolit potom svrchu zakryjeme fólií z PVC (nebo skleněnou tabulí), kterou dobře připevníme.

Vhodné, avšak časově náročnější je také použít při odběru půdních monolitů tzv. lakfilmy. Pomocí rozprašovače nanese na profil saponátový lak (P 3012, ředíme jej acetonem v poměru 1 : 4; lze objednat v Rohoplastu v Praze-Hostivaři). Po zaschnutí nanese štětcem lepidlo, na profil přiložíme pás gázy a opakujeme nátěr lepidlem. Po zaschnutí se lakfilm opatrně odřeže, položí na prkénko a přeneseme do školy. Zde se štětečkem odstraní neslepené vrstvy a povrch se jemně postříká lakem a nechá zaschnout. Takto připravený monolit („lakfilm“) lze uchovávat svinutý ve skříňkách.

Vedle pokusů, pozorování a srovnávání, které provádíme během vyučovací hodiny ve třídě, přistupujeme zejména v nepovinném předmětu a v zájmových kroužcích z geologie (pedologie) k souvislým laboratorním cvičením, při kterých zpracováváme vzorky odebrané při průzkumu půd v terénu, popř. (zejména na středních zemědělských školách) provádíme rozborů přímo pro zemědělské závody nebo členy Čs. svazu ovocnářů a zahrádkářů. Uvádíme tak v činnost důležitá usnesení o spojení školy se životem.

Půdní rozborů provádíme podle příručky Agrochemické pokusy (B. Tesařík, 1971), kde jsou podrobně rozpracovány jednotlivé postupy. Zjištěné údaje je vhodné zapisovat vedle sebe do tabulky.

7.6

NÁMĚTY PRO ZÁJMOVOU ČINNOST

V závěru kapitoly připojujeme několik námětů vhodných k procvičení a upevnění učiva. Jsou vhodné pro zájmovou činnost žáků středních škol, zejména pro žáky odborných zemědělských škol nebo středních škol s odbornou přípravou na zemědělskou výrobu. Jejich splnění by přispělo vlastní přípravě na praxi.

1. Proveďte podrobný průzkum půd v okolí školy (vhodné zejména pro zájmové kroužky). Při průzkumu používejte příležitostných odkryvů, kopaných sond a sondovacích tyčí. Vedte si pečlivě dokumentaci (popis půdního profilu, nákres nebo fotografie profilu, odběr vzorků).
2. Pokuste se na pauzovací papír, přiložený k topografické mapě studovaného území (slouží jako podklad), zakreslit hranice mezi odlišnými půdními typy. Pro jednotlivé typy si zvolte k zakreslení určitou barvu. Postupně tak zhotovíte mapu půdních typů okolí školy.
3. Navštivte předsedu nebo agronoma místního JZD nebo státního statku a požádejte ho, aby vám zapůjčil k nahlédnutí mapu půdních typů pozemků závodu. Porovnejte výsledky své práce s touto mapou a informujte se o možném využití jednotlivých typů půdy v zemědělské výrobě.

Sledujeme-li vývoj lidské společnosti, zjišťujeme, jak se člověk stoupající měrou stával důležitým geologickým činitelem, působícím změny v přírodním prostředí. Primitivní člověk, jednostranně ovládaný přírodou, do přírody rušivě nezasahoval. Jako důležitý činitel se začal uplatňovat v etapě, kdy se stával zemědělcem a chovatelem domácích zvířat. Tempo zásahů zemědělce do přírody však bylo zpočátku velmi pomalé, takže se navzájem mohly přizpůsobovat jak přírodní systémy, tak i sám člověk novým životním podmínkám. Nikdy nedošlo k vážnému ohrožení životního prostředí nebo nadměrnému čerpání přírodních zdrojů ve větším než úzce lokálním měřítku.

Teprve neolitem počínaje je člověk s to přetvářet přírodu, vytvářet ke svému prospěchu umělá stanoviště — pole a pastviny — ve velkém rozsahu. Tyto změny se však vymykají celkovému trendu vývoje přírody, který směřuje k zalesnění, zatímco lidský zásah vede naopak k přeměně celých krajín ve step. Změnami ve složení biocenóz byly urychleny i dlouhodobé geologické procesy, např. odnos a akumulace produktů zvětrávání obnažených hornin v odlesněné krajině. Byly vyvolány i změny v půdotvorných procesech, došlo dokonce i k zhoršování klimatických podmínek rozsáhlých oblastí.

V historické době se tak člověk stával při opatrování nerostných surovin stále významnějším geologickým činitelem. V současnosti, kdy vrcholí období industrializace, se tempo a rozsah lidských zásahů do anorganické a organické přírody neobyčejně zrychlilo. Přírodní procesy pozvolného přizpůsobování tomuto tempu zásahů nemohou stačit. Člověk si začíná klást s plnou odpovědností otázku, které vedlejší vlivy může mít jeho činnost na přírodu, která je jeho životním prostředím. Jsou zvláště patrné v oblastech koncentrace obyvatelstva. Projevují se v porušování a znečišťování životního prostředí. Začínáme je také vidět ve všech souvislostech. O těchto souvislostech přemýšlíme a zkoumáme je a tím vstupujeme do dalšího stadia, stadia ekologického (viz B. Moldan, 1975, str. 18, 139). Ekologické stadium se vyznačuje snahou po opět-ném nastolení rovnovážného vztahu mezi člověkem a přírodou s přihlédnutím k tomu, že nelze redukovat počet obyvatelstva a zmenšit výrobu. K dosažení tohoto cíle je nutno spojit nejen úsilí přírodovědců nebo ochránců přírody, ale i techniků, ekonomů, právníků, pedagogů. Výchovou je třeba vést mládež i dospělé k vědomí odpovědnosti všech lidí za tvorbu a zachování zdravého životního prostředí.

Příznivé podmínky pro ochranu životního prostředí byly vytvořeny až v socialistických státech, kde již nerozhodují bezohledné zájmy kapitálu (viz příklady z Itálie, Japonska), nýbrž zájmy společnosti.

Ochrana životního prostředí je nerozlučně spojena s ochranou přírody, tj. s ochranou původní a málo člověkem porušené organické a anorganické přírody, s ochranou přírodního bohatství jako celku a s ochranou krajiny.

Člověk obývá určitý prostor. Je závislý na složení zemské kůry a na organické přírodě přizpůsobené podnebí. Tento prostor se musí vyznačovat podmínkami vhodnými pro život člověka. M. Růžička definuje životní prostředí jako souhrn podmínek, zákonitostí a vlivů, které umožňují, formují a přetvářejí život člověka a společnosti (O. Leiský, 1968, str. 12, B. Moldan, 1974, str. 7). Proto se také ochrana přírody a krajiny rozšiřuje na ochranu životního prostředí člověka.

Původní, člověkem nedotčená nebo málo pozměněná příroda bývá obvykle zdravotně příznivým životním prostředím. Ve dvacátém století zejména v hustě obydlených oblastech původní příroda prakticky neexistuje.

Je nutno se tedy smířit s přírodou nepůvodní, druhotnou, kultivovanou. Avšak i příroda člověkem zasažená, ba dokonce i značně pozměněná, může být vyhovujícím a zdravým životním prostředím. Je však třeba dbát, aby i při nezbytném intenzivním využívání nerostných surovin nebyla krajina natrvalo poškozena a do budoucnosti znehodnocena v ohledu zdravotním a estetickým.

Kulturní či kultivovaná krajina, jak se někdy druhotné krajiny říká, musí uspokojovat potřeby průmyslové, zemědělské, rekreační, bytové i ekologické. Je to jistě úkol nadmíru těžký a odpovědný, protože na konci tohoto snažení musí vzniknout krajina biologicky vyvážená. Úkol musí být řešen od počátku vědeckými metodami, aby se zabránilo nedomyšleným zásahům.

Proto také byl při ČSAV založen roku 1962 Ústav krajinné ekologie. V současné době je řídícím pracovištěm, které se zabývá ochranou přírody a krajiny, Státní ústav památkové péče a ochrany přírody. Tomu jsou podřízena příslušná Krajská střediska památkové péče a ochrany přírody.

Tradice vědeckého přístupu k problému ochrany přírody je v ČSSR již značně stará. Připomeňme alespoň vznik Svazu pro výzkum a ochranu přírody a krajiny v roce 1923 a rok 1918, kdy začíná na ministerstvu školství a národní osvěty úředně organizovaná ochrana přírody. Dnes je již jasné, že člověk chrání přírodu pro lidstvo především zase před člověkem. V současné době proto vystupuje do popředí nejenom ochrana, ale přímo tvorba životního prostředí, která má u nás již svou tradici. Stavba rybníků v jižních Čechách v tzv. krčínovské éře je toho nejlepším dokladem. Svedení přebytku vody v krajině do užitkových vodních ploch spolu s využitím domácích dřevin ve stromořadích na hrázích rybníků vytvořilo vyváženou kulturní krajinu dodnes dobře obyvatelnou a zasluhující proto ochrany.

8.2 PŘÍKLADY ZÁSAHŮ ČLOVĚKA DO PŘÍRODY

Nejpronikavěji se projevuje geologická činnost člověka, zasahující rušivě i do vývoje biosféry, v oblastech bohatých nerostnými surovinami, zvláště s rozlehlými ložisky uhlí. Zejména při povrchové těžbě dochází k tak pronikavým změnám morfologie krajiny a její geologické stavby, že po ukončení těžby ji již zdaleka nelze uvést do stavu blízkému stavu původnímu. Rekultivace takových oblastí je velmi obtížná a zdlouhavá.

Při povrchové těžbě uhlí moderní technikou u nás u Sokolova, Bíliny, Mostu, Ústí n. Labem lze však vytěžit po skrývce nadloží beze zbytku mocné sloje uhlí, obrovskými zakladači zaplňovat vytěžené prostory skrývkou, vytrřidňovat jíly

vhodné k průmyslovému zpracování a ukládat je do zásob na skládku k pozdějšímu zpracování a částečně upravovat terén pro rekultivaci. Při někdejší kapitalistické hlubinné těžbě uhlí v malých důlních polích, náležejících početným majitelům, zůstávalo až 40 % uhlí pod zemí v ochranných stropcích z uhlí, v ochranných pilířích mezi vytěženými komorami a na okrajích důlních polí. Po opuštění důlního pole se stropy komor propadaly a zbylé uhlí, k němuž byl uvolněn přístup vzduchu, mnohdy samovznícením vyhořovalo. Vznikaly nenahraditelné hospodářské ztráty, vstup na opuštěná důlní pole s propadlinami byl nebezpečný a kultivace povrchu nadlohu nemožná.

Povrchovou těžbou se skrývkou bylo možno těžit i uhlí zbylé pod zemí z kapitalistického období. Pro vyčerpání zásob v severočeském hnědouhelném revíru bude skryto a přemístěno více než 1 600 000 000 m³ nadložní zeminy. Tento materiál je zatím ukládán na výsypky, které jsou v souladu s našimi zákony a předpisy zemědělsky a lesnicky rekultivovány. Na skrývání ornice a na rekultivaci se ročně vynakládá okolo 50 mil. Kčs a ročně se odevzdává do užívání okolo 500 ha rekultivovaných pozemků. Co však dosud chybí, je racionální umístění výsypek. Jejich tvar a umístění jsou dosud určovány hlavně hledisky technickými (např. dopravními) a ekonomickými. Místo toho musí nastoupit komplexní rekonstrukce krajiny určovaná hledisky geologickými, geomorfologickými a hydrogeologickými, nechceme-li zanechat v severních Čechách trvalé svědectví rušivé činnosti naší generace (viz B. Moldan, 1974, str. 63, 64).

Proti zájmům těžebním rozhoduje v některých případech zájem ochrany přírody. Tak v teplické hnědouhelné pánvi bylo po důlní katastrofě v Oseku v r. 1879, při níž byly ohroženy teplé prameny již tehdy světoznámých lázní, vytvořeno ochranné pásmo, v němž se uhlí nesmí těžit. Stejně tak jsou zabezpečeny ochranným pásmem minerální prameny v západočeské lázeňské oblasti. Aby se mohlo těžit hnědé uhlí, vyskytující se v okolí lázeňských měst, jsou minerální prameny postupně podchycovány ve větších hloubkách. Odstraňuje se tak nebezpečí porušení přirozených přívodů těchto vod těžbou.

Velmi pronikavě nepříznivě ovlivňuje morfologii krajiny a režim spodních vod také hlubinná těžba uhlí a rud. V blízkosti dolů vznikají haldy materiálu, které znešvažují krajinu. V oblasti dolů se dešťová voda rychle stahuje do důlních prostorů, v širokém okolí se snižuje hladina podzemní vody. Poklesy povrchu, ke kterým dochází v poddolovaných oblastech uhelných pánví, mají četné nepříznivé následky. Porušují budovy, především však nepříznivě ovlivňují zemědělský půdní fond. Mění se půdní struktura, prudce se zvyšuje hladina podzemní vody a postupně se půda devastuje do té míry, že se jí nedá v zemědělské výrobě použít. Na pokleslých pozemcích vznikají posléze rozsáhlé rybníky. Těžbou nerostných ložisek v hlubinných dolech jsou také ohroženy zdroje kvalitní pitné vody. Tento problém např. souvisí s využitím ložiska černého uhlí v mělnicko-beátecké uhelné pánvi.

Velikým národním bohatstvím jsou četné termální a minerální prameny rozptýlené na území ČSSR. Jsou neustále sledovány a chráněny před zásahy, které by mohly vést k jejich oslabení nebo zániku.

Odedávna se těší ochraně pro vědeckou hodnotu a rekreační účely krasová území, případně i menší výskyty vápenců s jedinečnými krasovými jevy. Ochranu zaslouží i pro svou charakteristickou morfologii, flóru a faunu i jako naleziště fosilní fauny nebo i archeologických objektů. Na druhé straně jsou zvláště vysokoprocenní vápence důležitou průmyslovou surovinou pro mnoho oborů. Vytěží se jich ročně veliké množství. Střetávají se tu zájmy ochrany přírody se zájmy průmyslu, které je nutno uspokojovat ve spolupráci techniků s odborníky v oborech ochrany přírody. Ochrana přírody se zajišťuje zřizováním chráně-

ných nalezišť, chráněných geologických útvarů, chráněných území (viz F. Skřivánek — V. Ložek, 1973; J. Kovařík, 1973).

Tvárnost krajiny často porušují lomy, hlinišť, pískovny. Z hlediska ochrany přírody jsou přijatelnější jámové dobývky. Nejsou tak nápadné při pohledu na krajinu, jako jsou lomy stěnové. Jámové dobývky bývají často zatopené vodou a připomínají rybníky, lze je využít rekreačně nebo zavézt odpadem a po překrytí zeminou snadněji rekultivovat. Stěnové lomy však většinou poškozují krajinu trvale, např. velkolom vápence na Štramberku, lomy v barrandieniu, lomy u Brna, lomy ve vulkanitech v Českém středohoří. Bývají nápadné již z dálky pro nedostatek vegetace, která se nemůže na příkrých stěnách s nevětralými horninami uchytit.

Rozsáhlé zásahy do přírody si vyžaduje i stavba komunikací, zvláště dálnic nebo plynovodů. Mnohdy byla při tom porušena stabilita hornin a zaviněny sesuvy svahů.

Velmi důležitými zařízeními, ovlivňujícími příznivě životní prostředí, jsou údolní přehrady. Chrání údolí pod přehradami před povodněmi, ovlivňují mikroklima, zásobují sídliště vodou, využívají se k výrobě elektřiny, slouží k rekreaci a nepůsobí rušivě na vzhled krajiny. Za zvláštních podmínek však mohou mít i nepříznivý vliv na oblast povodí. Např. výstavba Asuánské přehrady způsobila, že se v deltě Nilu nedostávají povodně přinášející úrodné náplavy, moře zaplavuje pevninu a devastuje ji.

Většinou příznivými zásahy do přírody mohou být úpravy vodních toků, např. ochranné hráze proti záplavám, regulace k usplavnění řek, zřizování stupňů v nejhofejším toku k zmírnění erozivní činnosti toků za povodní, i když mění vzhled krajiny a ovlivňují životní prostředí i geologickou činnost tekoucí vody. Nepříznivě však mohou ovlivnit vzhled krajiny a životní prostředí neuvážené regulace toku říček a potoků. Napřimováním toků se zvětšuje erozní činnost, snižuje se hladina podzemní vody, mění se nepříznivě prostředí pro vodní flóru a faunu, ochuzuje se vzhled krajiny o stromoví na původních březích apod.

Uvedené příklady ukazují, že každý zásah do anorganické přírody postihuje i organickou přírodu a mění životní prostředí. Měl by být řízen odborníky, aby nedocházelo k zbytečnému poškozování přírody a prostředí a naopak, aby vedl k vytváření prostředí příznivého pro život člověka. Vzpomenut byl příklad vhodných úprav v kultivované krajině jižních Čech. Podobně ke svému prospěchu pozměnil člověk přírodu např. i na Českomoravské vrchovině. Na mírných svazích vytvořil kulturní step dávající mu přímo obživu, příkřejší svahy a vyšší polohy jsou kryty lesy, povodňová voda je zachycována ve vodních nádržích, stromoví podél cest, vodních toků i ve skupinách poskytuje s celou biosférou i v této silně pozměněné přírodě vhodné životní prostředí a zaručuje biologickou rovnováhu. Místní vážnější porušení přírody bude možno zmírnit, protože okolní příroda bude člověku v tomto procesu nápomocna.

S rozvojem průmyslu a s počínajícím zprůmyslováním zemědělství vzrůstal vedle přímých zásahů člověka do přírody i nepřímý vliv lidské činnosti na životní prostředí. Projevuje se vesměs nepříznivě a namnoze v některých oblastech Země až katastrofálně. Při chemickém zpracování mnohých anorganických a organických surovin vznikají plynné, většinou jedovaté exhalace, které unikají do ovzduší a znečišťují je. Jedovaté odpadní látky byly a dosud namnoze ještě jsou vypouštěny do tekoucích vod a odnášeny až do moří. Ovlivňují prostředí i vzdálených oblastí, a dotýkají se tedy i mezinárodních zájmů a vztahů. V některých zálivech Středozemního moře při průmyslových střediscích dostoupilo znečištění takového stupně, že v nich stav živočišstva tak poklesl, že již moře nemůže poskytnout rybářům obživu. Požívání ryb z takových vod je i pro zdraví

nebezpečné! Některé dříve hojně navštěvované pláže byly z hygienických důvodů uzavřeny. Podobný osud postihl i mnoho jiných pobřežních oblastí. Znečišťováním jsou ohroženy i vody oceánů, např. zamořováním ropou. I u nás bude třeba vynaložit mnoho péče, aby naše řeky ozdravěly.

Jako zdravotně závadné se ukázalo i používání chemických prostředků proti rostlinným a živočišným škůdcům kulturních rostlin.

Zdrojem znečišťování ovzduší kyslíčnickem uhlíčitým a některými jedovatými plyny je spalování uhlí a nafty. Někteří badatelé se domnívají, že vzrůst podílu kyslíčnicku uhlíčitého v ovzduší může v budoucnosti ovlivnit klimatické poměry Země. Velmi nepříznivě ovlivňuje mikroklima kyslíčnick sířičitý, unikající do okolí průmyslových závodů, v nichž se spaluje nebo chemicky zpracovává uhlí s podílem pyritu a markazitu. Jeho účinkem hynou ve velkém měřítku lesy v Krušných horách v blízkosti závodu v Záluží u Mostu (B. Moldan, 1974, str. 112).

V městech a v průmyslových oblastech, zvláště kolem parních elektráren, ovlivňuje nepříznivě životní prostředí i spad popílku. Závody jsou povinny používat k snížení spadu na únosnou míru zvláštních zařízení. K omezení spadu popílku se zavádí topení plynem. Umožní to zvláště dodávky plynu plynovodem z SSSR.

Značným nebezpečím pro lidské zdraví jsou výfukové plyny motorových vozidel, obsahující jedovaté olovo (tetraethylolovo přimíšené do benzínu).

Je tedy ochrana životního prostředí stále aktuálnější a z toho vyplývá důležitost výchovy mládeže i dospělých k aktivní ochraně prostředí.

Všeobecně vzdělávací školy poskytují žákům základní seznámení s nejdůležitějšími obory lidské činnosti. Žáci poznávají i nerostné bohatství vlasti a celého světa i možnosti využití surovin zemské kůry. Je proto velmi důležité, zda si osvojí tyto poznatky pouze jednostranně z hlediska hospodářského významu těžby a zpracování určité nerostné suroviny, anebo zda si současně uvědomí i všechny důsledky této činnosti. Jestliže žáci např. na elementárním stupni poznávají praktický význam vápence a s tím spojenou nutnost jeho těžby, pak musí být současně poučeni přístupnou formou o nedotknutelnosti některých vápencových oblastí, ať již z hlediska vědeckého či rekreačně turistického. Pro děti nižší věkové kategorie, které se naučí v tomto věku vnímat krásu nedotčené přírody a radovat se z ní, nebude ani později nikdy obtížné přejímat a šířit myšlenky ochrany přírody a správně je usměrňovat.

Š k o l y s t ř e d n í rozšiřují rámcově již známé pojmy a prohlubují je. Je tedy přirozené, že i otázky ochrany přírody zde budou řešeny podrobněji. Zůstane-li u příkladu vápence, pak žáci tohoto typu škol jsou schopni domyslet do všech podrobností nutnost používání rozdílného hlediska na těžbu různých druhů vápence. Snadno např. pochopí, že je plýtváním důležitou průmyslovou surovinou např. používat vysokoprocentní vápenec jako silniční šterk a že je to z hlediska ochrany přírody naprosto nepřijatelné.

Učitelé všech typů škol mohou využít téměř každé učivo k vytváření základů správného vztahu k přírodě. Nejpůsobivější formou jsou vycházky a exkurze, a to zejména do nejbližšího okolí bydliště. Učitel a žáci tato místa obvykle podrobně znají a mají k nim silný citový vztah. Využití regionálních prvků může tedy

násobit výchovné působení. Při vycházkách a exkurzích se žáci mohou přímo setkávat s příklady kladnými i zápornými a sami mohou vytvářet závěry z pozorovaných jevů. Už na základním stupni mohou žáci porovnávat násilné, bezcitné zásahy člověka do přírody se šetrným využíváním terénu a přírodního bohatství (např. špatně založený, zdaleka viditelný kamenolom s prašnými odvaly — lom citlivě začleněný do přírodního prostředí, potok s křišťálově čistou vodou nad obcí — potok na dolním konci obce, čistý upravený pramen — znečištěná studánka plná střepů a nečistot.). Komentář bývá zpravidla zbytečný, a přesto účinek mnohem silnější než hodinový výklad v učebně.

Nejzáslušnější a výchovně nejúčinnější je vést školní mládež k aktivní soustavné péči o prameny, k ochraně vědecky významných objektů, stanovišť rostlin, zvířet, ptactva a k účasti na úpravě a výzdobě veřejných prostorů aj.

Starší žáci mohou při exkurzích dokonce i zcela samostatně řešit dílčí otázky o významu navštívených chráněných či jinak pozoruhodných území. Některé kategorie československých chráněných území se vyznačují vlastnostmi, které se přímo nabízejí k výchovnému využití při vyučování geologii. Tak např. národní park se vyznačuje původností přírody, případně důležitostí klimatickou a vodo-hospodářskou, chráněná krajinná oblast zachovává typické znaky určitého geografického celku a je výskytem souboru význačných přírodních výtvarů. Plochou nejmenší je chráněné naleziště, které může být zřízeno i v místě výskytu vzácných nerostů či zkamenělin. V ČSSR byla již vyhlášena řada paleontologických či mineralogických chráněných nalezišť anebo chráněných geologických výtvarů (např. Panská skála u Kamenického Šenova nebo východ uhelné sloje Bašta u Rokycan).

Také v jiných předmětech se učivo často dotýká ochrany přírody a geologie současně. Chemie např. žáky seznamuje i s využívanými sloučeninami důležitých prvků i s jejich chemickým zpracováním. Je třeba, aby si učitelé i žáci uvědomili, že moderní způsob těžby a zpracování užitkových nerostů nespočívá pouze ve vysoké mechanizaci, ale také v dokonalém odstraňování všech negativních jevů. Jestliže v Ostravě koncem šedesátých let spadlo až 1 200 tun prachových částic na 1 km², pak je značně problematické hovořit o moderní technologii. (Pro srovnání: ČSN připouští množství 150 t na 1 km². V roce 1965 v Praze dosahoval spad dokonce 443 t, ale v Jevanech u Prahy jen 20 t.) Stejně pochybnosti o modernosti užívané technologie vzbudí údaj, že ročně jen chemický průmysl, doly, hutě a energetika u nás znečistí 1 465 miliónů m³ vody. Koupání na mnoha úsecích našich řek je přímo zdraví nebezpečné. (O. Leiský, 1968, str. 25, 33; J. Charvát, 1974.)

Je tedy důležitým úkolem školy seznamovat žáky postupně ve shodě s jejich duševním vývojem s vlivy činnosti člověka na přírodu a na životní prostředí s cílem chránit je a odstraňovat závady.

Hojnost příležitostí k výchově k ochraně přírody a životního prostředí se vyskytuje ve všech ročnících všeobecně vzdělávacích i odborných škol, zvláště na vycházkách a exkurzích.

Na vlastivědných a přírodovědných vycházkách na školách 1. stupně se nasazuje možnost všimnout si a hodnotit, jak obyvatelé pečují o vzhled a hygienu okolí, které závady vzhled a hygienu ruší, pohovořit, jak by bylo možné okolí zlepšit. V přírodovědě 3. a 4. ročníku mohou žáci na vycházkách využít poznatky z učiva o půdě a její ochraně.

Na 2. stupni základní školy a na středních školách je možno využít k výchově k ochraně přírody a prostředí všech, zejména přírodovědných předmětů. Zvláště účinně se uplatňuje při výchově aktivní činnosti zájmových kroužků ochrany přírody. Při výběru výchovných motivů je vhodné využít příklady ruši-

vé a ochranné činnosti člověka v okolí. V geologii je důležité zaměřit se např. na ochranu vzhledu krajiny, ochranu čistoty podzemní vody, na vliv zásahů do anorganické přírody na živou přírodu, na stabilitu hornin. V chemii je třeba uplatnit zřetel k ochraně čistoty povrchové a podzemní vody, ovzduší, na účinek ochranných prostředků proti škůdcům na živou přírodu. Předmět zeměpis poskytuje příležitost všimnout si podrobněji těch oblastí v naší republice i v ostatních státech, které jsou významné svou zachovalostí nebo naopak příkladem vážného porušení.

Základním předpokladem úspěšné výchovné práce na tomto poli je spolupráce učitelů všech předmětů.

Při výchově a výuce na téma Ochrana přírody a tvorba životního prostředí je nezbytné využít učebních pomůcek, které se osvědčily při výuce téměř všech oborů geologie, zvláště těch jejích částí, které pojednávají o vývoji a stavbě zemské kůry, o těžbě nerostných surovin a o morfologickém vývoji zemského povrchu. Je tedy zbytečné je tu uvádět. V posledním desetiletí vydaly a vyvíjejí n. p. Komenium a n. p. Učebné pomůcky četné audovizuální pomůcky zaměřené speciálně na toto téma. Jsou to např. filmy Geologická činnost člověka, Rekultivace a životní prostředí, O živé a mrtvé vodě, Eroze, dále diafilmy, např. Neživá příroda, součást životního prostředí, Geologická činnost člověka, Ochrana přírody a kulturních památek.

Je nezbytné, aby učitel soustavně sledoval oznámení o nových učebních pomůckách, které vydávají n. p. Komenium, n. p. Učebné pomůcky. Zprávy bývají uveřejňovány v časopisech Učitelské noviny nebo Přírodní vědy ve škole. V učitelských knihovnách by neměly chybět publikace o našich národních parcích a chráněných územích (viz seznam literatury).

8.4 PŘEHLED ZÁKONŮ A PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ, KTERÉ SE DOTÝKAJÍ OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ I Z HLEDISKA GEOLOGICKÉHO

1. Zákon č. 138/1973 Sb., o vodách (vodní zákon)
2. Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu
3. Zákon č. 41/1957 Sb., ve znění zákona č. 48/1959 Sb. a zákona č. 40/1964 Sb., o využití nerostného bohatství
4. Zákon č. 40/1956 Sb. ve znění zákona č. 22/1958 Sb. a zákona č. 96/1977 Sb., o státní ochraně přírody
5. Zákonné opatření č. 61/1956 Sb., o těžbě rašelin
6. Zákon č. 53/1966 Sb. ve znění zákona č. 75/1976 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu
7. Zákon č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
8. Zákon č. 135/1961 Sb., o pozemních komunikacích
9. Zákon č. 35/1957 Sb., o opatřeních proti znečišťování prostředí
10. Zákon ČNR č. 130/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství
11. Zákon SNR č. 135/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství
12. Vyhláška ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR č. 6/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod
13. Vyhláška ministerstva lesního a vodního hospodářství SSR č. 23/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod
14. Zákon ČNR č. 77/1976 Sb., o působnosti orgánů ochrany zemědělského půdního fondu ČSR

15. Zákon SNR č. 78/1976 Sb., o působnosti orgánů ochrany zemědělského půdního fondu Slovenské socialistické republiky
16. Zákon SNR č. 1/1955 Sb. SNR o státní ochraně přírody, ve znění zákona SNR č. 1001/1977 Sb.
17. Vyhláška ministerstva školství a kultury č. 131/1957 Ú. I., o dobrovolných pracovnících státní ochrany přírody (konzervátorech a zpravodajích)
18. Vyhláška pověřenectva školství a kultury č. 212/1958 Ú. v., o dobrovolných pracovnících státní ochrany přírody (konzervátorech a zpravodajích)
19. Zákon č. 61/1977 Sb., o lesích
20. Zákon ČNR č. 96/1977 Sb., o hospodaření v lesích a o státní správě lesního hospodářství
21. Zákon SNR č. 100/1977 Sb., o hospodaření v lesích a o státní správě lesního hospodářství
22. Vyhláška pověřenectva školství a kultury č. 251/1959 Ú. v., o památkových ochranných pásmech
23. Vyhláška ministerstva zdravotnictví ČSR č. 13/1977 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
24. Vyhláška ministerstva zdravotnictví SSR č. 14/1977 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

8.4.1 POZNÁMKY K NEJDŮLEŽITĚJŠÍM ZÁKONŮM A PRÁVNÍM PŘEDPISŮM ZAJIŠŤUJÍCÍM OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Do přehledu zákonů dotýkajících se ochrany přírody nutno zahrnout i samotnou Ústavu ČSSR, kde je v č. 15 odst. 2 uvedeno, že „stát pečuje o zvelebování a všestrannou ochranu přírody a zachování krajinných krás naší vlasti, aby tím vytvářel stále bohatší zdroje blahobytu lidu a vhodné prostředí, které by prospívalo zdraví pracujících a umožňovalo jejich zotavení“.

Ze zákonů vlastních je na předním místě nutno uvést zákon o státní ochraně přírody, který vymezuje předmět, rozsah i způsob ochrany. Z našeho hlediska je důležitá především část první — předmět ochrany (kromě jiného je zde jmenována i krajina se svými typickými znaky) a část třetí — způsob ochrany: Orgány státní ochrany přírody mají napomáhat k zachování, obnově, zvyšování přírodního bohatství.

Zákon o využití nerostného bohatství zabezpečuje co nejhospodárnější využití ložisek nerostů. Kromě jiného se zde uvádí také, že již při geologickém průzkumu a při výstavbě těžebních podniků musí být vyřešeny vztahy i k ochraně přírody jako jednomu z obecných zájmů.

Zákon o těžbě rašelin mimo jiné také ukládá, aby průzkumem bylo rašeliniště zhodnoceno i z hlediska potřeb ochrany přírody a dále obsahuje podrobná ustanovení o zamezení devastování rašelinišť a o projektu rekultivace vytěžených rašelinišť.

Zákon o vodním hospodářství stanoví jednak zásady používání vod, poněvadž veškeré vody mají sloužit k zabezpečení nejen hospodářských, nýbrž i ostatních společenských potřeb, a jednak zásady vlastní ochrany vod: Povrchové i podzemní vody se nesmějí znečišťovat, nesmí se uměle měnit jejich teplota atd.

Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu se prakticky vztahuje na polovinu území našeho státu. Ochrana spočívá kromě jiného i v provádění terénních úprav po výstavbě, v rekultivaci narušené půdy a ve zúrodňování znehodnocených pozemků.

Zákon o územním plánování ve své podstatě sleduje ochranu i tvorbu krajiny a životního prostředí. Stavební úřad může např. nařídít asanaci krajiny, tzn. provedení soustavných úprav území a zlepšení stavu krajiny v celku i v jednotlivostech tak, aby byl dobrý stav nejen udržován, ale i zlepšován.

- Aebli H.*: Psychologická didaktika. Na pomoc pedagogické praxi č. 26, KPÚ, Praha 1965
- Alexeev A. N.*: Ateistická výchova ve škole. SPN, Praha 1960
- Altmann A.*: Přírodniny ve vyučování biologii a geologii. SPN, Praha 1975
- Andrusov D.*: Sovietska geológia nám pomáha zbavovať sa zvyškov nesprávnych názorov buržoásnej vedy. Geolog. sborník, SAV, Bratislava 1953, s. 153
- Andrusov D.*: Vývin geologických vied a ich vplyvy na ustálenie materialistického svetonázoru. Sborník Z dejín vied a techniky na Slovensku, Bratislava 1962
- Astrova G. G., Malinko V. V.*: Metodika prepodávania mineralogii i geologii. Učpedgiz, Moskva 1939
- Augusta J.*: Mamut, nejvýznačnejší zvier doby ledovej. PVVŠ II., SPN, Praha 1952, s. 52—59
- Augusta J.*: Deinotheria, podivní chobotnatci našich třetihorních pralesů. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 370—372
- Augusta J.*: V hnědouhelných pralesích. PVVŠ IV., SPN, Praha 1954, s. 445—448
- Augusta J.*: O brontosaurech a jiných ohromných býložravých veleještěrech. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 639—642
- Augusta J.*: Opolidé a předlidé. Mladá fronta, Praha 1961
- Augusta J., Burian Z.*: Z pradějin člověka. Orbis, Praha 1954
- Augusta J., Burian Z.*: Pradějiny koně. Kapitoly z vývojových dějin živočišstva. SPN, Praha 1955
- Augusta J., Burian Z.*: Hlubinami pravěku. Mladá fronta, SPN, Praha 1956
- Augusta J., Burian Z.*: Neandrtálci. SPN, Praha 1958
- Augusta J., Burian Z.*: Lovci jeskynních medvědů. Věda mládeži, sv. 54. Mladá fronta, SPN, Praha 1958, 1976
- Augusta J., Burian Z.*: U pravěkých lovců. SPN, Praha 1975
- Augusta J., Burian Z.*: Zavátý život. SPN, Praha 1976
- Augusta J., Burian Z.*: Z pradějin tvorstva. Vědění všem, Orbis, Praha 1959
- Augusta J., Burian Z.*: Ztracený svět. Mladá fronta 1960. SPN, Praha 1968, 1972
- Augusta J., Remeš M.*: Úvod do všeobecné paleontologie. ČSAV, Praha 1956
- Barth V.*: Cíl a obsah vyučování geologii na střední škole. PVVŠ I., SPN, Praha 1951, s. 355—357
- Barth V.*: Princip polytechnismu ve vyučování geologie na střední škole. PVVŠ I., SPN, Praha 1951, s. 749
- Barth V.*: Geologický profil — pomůcka názorného vyučování. PVVŠ IV., SPN, Praha 1952, s. 939—940
- Barth V.*: Z historie mineralogických žákovských pracovních sbírek na našich školách. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 368—369
- Barth V.*: Počátky geologického vyučování na našich středních školách. Sbor. Vys. školy ped. v Olomouci. Přír. vědy II, SPN, Praha 1956, s. 13—24
- Barth V.*: K postavení geologie a mineralogie na našich všeobecně vzdělávacích školách. PVVŠ VII., SPN, Praha 1957, s. 220—231
- Barth V.*: Princip aktualismu v geologii a geologickém vyučování. PVVŠ IX., SPN, Praha 1959, s. 202
- Barth V.*: K významu geologie pro vytváření vědeckého světového názoru. PVVŠ XIII., SPN, Praha 1962, s. 465—471
- Barth V. a kol.*: Geologické exkurze do Hornomoravského úvalu a okolí. Přírodověd. fak. UP, Olomouc 1971
- Bartušek V.*: Metodika přírodopisného vyučování pro učitele a kandidáty učitelství. Stát. nakl., Praha 1935
- Bartušek V.*: Vývoj přírodopisného vyučování na našich středních školách po stránce organizační. Díl II. Stát. nakl., Praha 1937
- Beneš K.*: Geologický vývoj planet. Vesmír, r. 50, Academia, Praha 1971, s. 363—370
- Beneš K.*: K některým otázkám evoluce Země. Geologický průzkum, r. 14, Praha 1972, s. 147—149

- Beněš K.*: Geologické dějiny Měsíce a Marsu. Vesmír, r. 52, č. 4, Academia, Praha 1973, s. 99—100
- Beněš K.*: Evoluční princip v planetologii. Říše hvězd. I, Orbis, Praha 1975, s. 5—7
- Biedermann M.*: Názornost při vyučování o dějinách zemské kůry v 9. ročníku. ZDVŠ, III, SPN, Praha 1960—61, s. 98—100
- Biedermann M.*: Multiplikáty nerostů a hornin a jejich využití při vyučování. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1963, s. 483—489
- Bisque R. E., Heller R. L. et al.*: Investigating the Earth (Earth science curriculum project). Houghton Mifflin Comp., Boston 1967
- Bobál A.*: Modernizace cílů a obsahu vzdělání. Principy moderního vyučování. VÚOŠ, Praha 1968, s. 5—10
- Bouček B.*: Nové osnovy a nová učebnice geologie pro střední školy a vyučování geologii v novém školním roce 1950—51. PVVŠ I., SPN, Praha 1950, s. 31—33
- Bouček B.*: Geologické vycházky do pražského okolí. Přírodovědecké vydavatelství, Praha 1951
- Bouček B.*: Význam paleontologie pro poznání vývoje organismů. PVVŠ II., SPN, Praha 1951, s. 488—495
- Bouček B.*: Stav vyučování geologii a mineralogii na školách obecně vzdělávacích a o přípravě jejich učitelských kadrů. Věst. UUG, 27, ČSAV, Praha 1952, s. 41—43
- Bouček B.*: Paleontologické praktikum. Učební text VŠP. SPN, Praha 1958
- Bouček B., Čepěk L.*: Geologie. Učebnice přírodopisu pro IV. třídu středních škol. SPN, Praha 1950
- Bouček B., Čepěk L., Kodým O.*: Mineralogie a geologie pro 1.tř. gymnázií. SPN, Praha 1950
- Bouček B., Pauk F.*: Praktická cvičení z geologie. SPN, Praha 1973
- Bouček B., Šrágl K.*: Několik pokusů k vyučování geologii na střední škole. PVVŠ II., SPN, Praha 1951, s. 380—381
- Bouček B., Šrágl K.*: Polytechnické vzdělání v geologii. PVVŠ II., SPN, Praha 1951, s. 722—724
- Bouček B., Šrágl K.*: Pokusy z geologie. PVVŠ II., SPN, Praha 1951, s. 787—788
- Bouška J.*: Planeta Země. Říše hvězd 7, Orbis, Praha 1961
- Buday T. a kol.*: Regionální geologie Československa, Díl II., Západní Karpaty, sv. 2. ČSAV, Praha 1967
- Bukáčková J., Siladijová O.*: Jak získat mineralogický materiál svépomocí. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1963, s. 499—500
- Burkari E., Kruta T.*: Moravské nerosty a jejich literatura. ČSAV, Praha 1953
- Cambel B.*: Geologický vývoj Zeme a vedecký svetonázor. SPN, Bratislava 1964
- Cambel B.*: Problémy vyučovania geológie v ČSSR. Jednotná škola, r. 25, SPN, Bratislava 1973, s. 43—49
- Cambel B.*: Nové úkoly a metody modernej geológie. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 254—255
- Cambel B.*: Integrácia vied o Zemi. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973
- Celostátní pořadí o perspektivách vyučování geologii na školách I. a II. cyklu.* PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 17—18
- Cipro M.*: K principům, formám a metodám komunistické výchovy mládeže. Pedagogika XXI., Academia, Praha 1971, s. 3—30
- Cuker P., Pálffyová M.*: Laboratorné práce z přírodopisu pre ZDŠ. SPN, Bratislava 1971
- Čeleda J., Škramovská S., Valníček B.*: Světonázorové využití poznatků o neživé přírodě. Ideově výchovné využití poznatků přírodních věd a techniky po XV. sjezdu KSČ. Socialistická akad. ČSR. Horizont, Praha 1977, s. 9—29
- Čepěk L.*: Hlubiny Země. Orbis, Praha 1964
- Čerňovský J.*: Výchova mládeže k ochraně přírody. Stát. ústav památkové péče a ochrany přírody, Praha 1962
- Čerňovský J.*: Vznik, vývoj a současný stav ochrany přírody ve světě i u nás. Sbor. ochrany přírody, Praha 1964
- Čerňovský J.*: Základy ochrany přírody. Fakulta osvěty a novinářství, Praha 1966
- Čerňovský J.*: Roky velkých nadějí světové ochrany přírody. Vesmír, r. 54, Academia, Praha 1975, s. 8—13
- Dolejš I.*: Programované vyučování v přírodopisu na základní devítileté škole. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 24—27
- Dolejš I., Hulán B.*: Přírodopis. Pomocný programovaný text pro 9. třídu. Pro vnitřní potřebu vydala pedagogická fakulta Ustí n. L. 1969
- Dolenský I.*: Branná výchova ve vyučování přírodním vědám. Přírodověda a výchova II., SPN, Praha 1950, s. 138—140

- Dostál A. M.: Tvořivý přístup učitele k volbě a užití vyučovacích metod. Pomocné učeb. texty ÚUV na UK v Praze pro stud. DS na PI a PF. ÚUV, Praha 1965
- Doubrava J.: Zeměpisné vycházky. SPN, Praha 1956
- Dudek A., Fediuk F., Palivcová M.: Petrografické tabulky. Příručka petrografické mikroskopie s atlasem struktur a textur. ČSAV, Praha 1962
- Dudek A. a kol.: Atlas hornin. Academia, Praha 1969
- Dvořák F.: Ukázka využití blízkého okolí pro krátké geologické vycházky ve formě učebních jednotek. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 168—172
- Engels B.: Dialektika přírody. Svoboda, Praha 1950
- Fajkus B.: Materiální jednotka světa. SNPL, Praha 1961
- Fendrych M.: Reforma přírodovědného vyučování na střední škole. Orbis, Praha 1932
- Fendrych M.: Přírodní vědy v jednotném školství. Přírodověda a výchova. Časopis pro didaktiku přírodních věd. SPN, Praha 1947, s. 5, s. 33—43
- Fendrych M.: Geologie a mineralogie v přírodovědném vyučování. Přírodověda a výchova I., SPN, Praha 1948, s. 97—107, s. 129—140
- Fendrych M.: Kritická úvaha o reformě přírodovědného vyučování. Přírodověda a výchova II., SPN, Praha 1948, s. 4—19
- Fendrych M.: Osnovy přírodovědy pro školy II. stupně. Přírodověda a výchova II., SPN, Praha 1948, s. 98—106
- Fendrych M.: Nejstarší české učebnice přírodovědy (do polovice 19. století). PVVŠ IX., SPN, Praha 1959, s. 696—706
- Fendrych M.: České učebnice přírodních věd v letech 1849—1869. PVVŠ XI., SPN, Praha 1961, s. 503—510 a 599—607
- Fendrych M.: České učebnice přírodních věd v letech 1869—1882. PVVŠ XII., SPN, Praha 1962/63, s. 16—24 a 73—80
- Fendrych M.: České učebnice přírodních věd v letech 1883—1899. PVVŠ XII., SPN, Praha 1962/63, s. 235—244 a 340—343
- Fendrych M.: České učebnice přírodních věd v letech 1900—1918. PVVŠ XV., SPN, Praha 1964, s. 158—166
- Fendrych M.: Československé učebnice přírodních věd v letech 1919—1945. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 229—234, 296—299, 366—372, 430—433, 487—491, 549—555, 606—611
- Fersman A. E.: Země laboratoř. Poutavá geochemie. Mladá fronta, Praha 1950
- Fiala V.: Demonstrace mechanické a chemické sedimentace. PVVŠ XXII., SPN, Praha 1971, s. 211—212
- Franková H.: Polodenní exkurze na Vinařickou horu. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974—75, s. 292—296
- Frendlovský F.: Světonázorová výchova v socialistické škole. Socialistická škola XI., SPN, Praha 1970
- Gába Z.: Geologické exkurze do okolí Kyjova. Krajský pedagogický ústav v Brně, Brno 1969
- Gába Z.: Některé praktické zkušenosti z vyučování geologii. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 52—54
- Géla J.: Průzkum půdy na školních vycházkách a ve škole. PVVŠ XV., SPN, Praha 1964, s. 183—185
- Gorčica V., Kubálek J.: Jak pracovat s fanelovou tabulí. SPN, Praha 1962
- Grác A.: Pracovní sešit z geologie. Stát. naklad., Praha 1935
- Grygar J.: Vesmír je náš svět. Pyramida, Orbis, Praha 1973
- Habětín V.: Opatřování pomůcek a příprava učitelů na vyučování geologii v 9. roč. ZDŠ. PVVŠ XIII., SPN, Praha 1962, s. 46—47
- Habětín V.: Geologické vycházky a jejich využití ve školní praxi v 9. roč. ZDŠ. PVVŠ XV., SPN, Praha 1964, s. 37—43, 115—121
- Habětín V.: Klíč k určování nejdůležitějších typů půd. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 11—13
- Habětín V.: Význam historické geologie a paleontologie pro formování vědeckého světového názoru. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 55—56
- Habětín V.: Aktualizace a modernizace výuky historické geologie a paleontologie. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977, s. 378—381
- Habětín V., Kožárek E., Trdlička Z.: Geologické vědy. SPN, Praha 1976
- Havlas M.: Pořizování geologických, fytogeografických a zoogeografických nástěnných map na základních devítiletých školách. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1967, s. 40—42
- Havlová V.: Exkurze do mineralogických sbírek Národního muzea. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 49—50
- Havlová V.: Geologická vycházka do Hlubočep a Prokopského údolí. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1968, s. 306—309
- Hejtmán B.: Petrografie. SNTL, Praha 1969

- Hejtmán B., Kouta J.: Horninotvorné minerály. Přírodověd. naklad., Praha 1953
- Hláseňský J.: Didaktický film - Změny zemského povrchu během geologických dob. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 335—336
- Hláseňský J.: Diapozitivní soubor Půdní typy ČSSR. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 57
- Hláseňský J.: Tektonické poruchy, vznik a vývoj říčních teras. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 137—138
- Hlobilová J.: Mineralogické a petrografické žákovské pracovní sbírky na škole II.stupně. PVVŠ I., SPN, Praha 1950, s. 198—203
- Hoduláková H.: Výzkum pramenů jako zájmová zeměpisná činnost na střední škole. ZDVŠ, SPN, Praha 1955, s. 237
- Holčík J.: Žijící fosilná ryba. Vesmír, r. 52, Academia, Praha 1973, s. 246—247
- Holečková M.: Ako pomáha geológia pri svetonázorovej výchove žiakov. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 56
- Homola J.: Pojetí vyučování základům biologických věd v novém systému všeobecného vzdělávání. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977, s. 203—204
- Hrinda J.: Metódy určovania tvrdosti nerastov a využitie Mohsovej stupnice tvrdosti pri vyučovaní mineralogie. PVVŠ XXII., SPN, Praha 1971, s. 91—93
- Hrouda A.: Zkušenosti s vyučováním geologie v 1. ročníku gymnázia. PVVŠ XXVIII., SPN, Praha 1976, s. 13—16
- Hrubý I.: Názorná pomůcka pro mineralogii v 9.roč. — svítící mapa naleziště nerostů. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1967, s. 38—39
- Hrubý I.: Výchova k ochraně životního prostředí. PVVŠ XXIII., SPN, Praha 1971, s. 362—364
- Hrubý I.: Pomůcka k ověřování základních znalostí z krystalografie. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 56—57
- Hrušík L., Foltyň E.: Naše životní prostředí. Komise vlády ČSSR pro životní prostředí. SAV, Bratislava 1975
- Hulán B.: Co naznačuje průzkum poznávání přírodnin žáky SVVŠ. Sborník biologických a geologických věd pedagogických fakult II. Ped. fak. v Č. Budějovicích, SPN, Praha 1966
- Hyblerová A.: Regionální síť ZDŠ v Praze-Vokovicích. PVVŠ XXVIII., Praha 1976—77, s. 293—294
- Chábera S.: K polytechnizaci učiva v mineralogii a geologii v první třídě gymnasia. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 111—115
- Chábera S.: Minimální sbírka hornin nutná k vyučování fyzického zeměpisu v 9. postup. ročníku. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 117—118
- Chábera S.: Jednoduché školní pokusy a cvičení z mineralogie, petrografie a geologie. KPÚ v Č. Budějovicích 1972
- Chlup O. a kol.: Pedagogika. Příručka pro vysoké školy. SPN, Praha 1967
- Iljínová I. A.: Pedagogika. Učebnice pro posl. ped. inst. (český překlad F. Malíře). SPN, Praha 1972
- Jarolímek J.: Pracovní sešit pro devátý ročník základ. devítilet. škol. Geologie 9. Okres. pedagog. středisko při OŠK OMV v Trutnově, Trutnov 1971
- Jindra M.: Jak provádíme na naší škole přírodopisné vycházky. PVVŠ VIII., SPN, Praha 1958, s. 748—754
- Junger A.: Metodika přírodopisu pro pedagogické instituty. SPN, Praha 1964
- Junger A.: Americká učebnice přírodovědy pro základní všeobecné vzdělávací školy „Thinking Ahead in Science“. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1967, s. 334—342
- Junger A., Jurečka A.: Školní mikroskop a práce s ním. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 845—848
- Junger A. a kol.: Metodika přírodovědy na národní škole. SPN, Praha 1957
- Kaban Š.: Regionálna geológia Slovenska. (Geologický vývin Západných Karpát). SPN, Bratislava 1970
- Kalabis V.: O postavení paleontologie mezi přírodními vědami. Sborník I. ideologicko-metodické konference přírodověd. fak. v Brně. SPN, Praha 1955, s. 138—147
- Kalmykovová V.: Půdoznalecké vycházky na střední škole. ZVŠ III., SPN, Praha 1956, s. 303—308
- Karlík S.: Mineralogie a geologie pro I. ročník průmyslových škol keramických, sklářských a stavebních hmot. SNTL, Praha 1970
- Kedrov B. M.: Predmet i vzajemsvjaz estestvennyh nauk. Dialektičeskij materializm i sovremennoje estestvoznanie. Izdat. Akad. Nauk SSSR, Moskva 1962
- Kedrov B. M.: Lenin i revoliucija v estestvoznanii XX. veka. Izdat. Akad. Nauk SSSR. Institut Istorii estestvoznanija i tekhniki, Moskva 1969

- Kedrov B. M.: Engels i dialektika estestvoznaniya. Izdat. polit. liter., Moskva 1970
- Kettner R.: O vývoji geologie v Čechách. Sbor. Vývoj české přírodovědy. Nakl. Přírodověd. klubu, Praha 1929, s. 129—166
- Kletečka J.: Geologie a životní prostředí. PVVŠ XXVI., Praha 1974, s. 373—374
- Kočíárek E.: Geologická exkurze do Malé Chuchle a Hlubočep. Sborník statí pro učitele. KPÚ v Praze, Praha 1964, s. 163
- Kočíárek E.: Geologie — její mezipředmětové a mezivědní vztahy a postavení na našich školách. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 372—374
- Kočíárek E.: 30 let vývoje československé didaktiky geologie. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 335—338
- Kočíárek E.: Některé problémy výuky geologie. In Stoklasa J., Horník F.: Didaktika biologie a výuka biologie na gymnáziu. SPN, Praha 1976, s. 208—220.
- Kočíárek E.: Nová koncepce výuky geologie na základní škole. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977—78, s. 254—256
- Kočíárek E.: Základy didaktiky geologie. I. část. SPN, Praha 1978
- Kočíárek E., Fričová H.: Za komunistickou výchovu ve vyučování geologii. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 334—335
- Kočíárek E., Pravda O.: Postavení a význam geologických věd v přírodopisu. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1962, s. 272—277
- Kočíárek E., Štván F.: Geologické profily — jejich konstrukce a využití ve vyučování geologickým vědám. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1968, s. 162—164, 218—228
- Kodým O., Bouček B.: Geologický vývoj Československa. Československá vlastivěda, díl I. Příroda. Orbis, Praha 1968, s. 25—153
- Kopečný V.: Ložiska paliv v ČSSR. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 210—211
- Kopečný V.: Ložiska nerudných nerostných surovin v ČSSR. PVVŠ XXVII., SPN, Praha 1974—75, s. 253—256
- Kopečný V., Pek I.: O vzniku pevnin a oceánů. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 93—94
- Kopečný V., Pek I.: Spolupráce členských států RVHP v oblasti geologie PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 94
- Košťál J.: Vznik života. Vesmír, r. 50, s. 163—168
- Kotlár J.: Vlastní zkušenosti z geologického vyučování a exkurzí na Broumovsku. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1964, s. 500—503
- Kouřimský J.: Nerosty I (Nerosty českých zemí), II (Nerosty Slovenska). Orbis, Praha 1957, 1959
- Kousal K.: Ukázka zpracování námětů pro I. a II. laboratorní práci z přírodopisu v 9. třídě ZDŠ. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1969, s. 306—309
- Kousal K.: Příklady tabulek k přehlednému zpracování geologického učiva v 9. ročníku ZDŠ. PVVŠ XX., SPN, Praha 1969, s. 360—363
- Kratochvíl J. a kol.: Topografická mineralogie Čech. Díl I.—VIII. Vyd. 2. Nakl. ČSAV, Praha 1957—1964
- Kriebel O.: Náčrtník učitele přírodopisu. Tiskem a nákladem J. F. Kubeše v Třebíči 1922
- Kriebel O., Benšek J.: Náčrtník učitele přírodovědy. Vydavatelský odbor Ú.S.J.U., Brno 1931
- Krist E.: Petrografia vyvrelých, sedimentárných a metamorfovaných hornín. SPN, Bratislava 1967
- Kruťa T.: Moravské nerosty a jejich literatura 1940—1966. Moravské muzeum v Brně, Brno 1966
- Kruťa T.: Slezské nerosty a jejich literatura. Moravské muzeum v Brně, Brno 1973
- Křivský L.: Staré a nové názory na původ planet. Říše hvězd 54, Orbis, Praha 1973, s. 121—132
- Křížek K.: 30 let československo-sovětských obchodních styků. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 150—151
- Kučrna K.: Školství, výchova a životní prostředí. Čas. Životní prostředí. Rada pro životní prostředí při vládě ČSR, č. 3, r. 4. SAV, Bratislava 1974
- Kukal Z.: Vznik pevnin a oceánů. Academia, Praha 1973
- Kukal Z.: Vyschlé Středozemní moře. Vesmír 52, Academia, Praha 1973, s. 298
- Kupisiewicz Cz.: O efektivnosti problémového vyučování. Výzkum vyučovacích matematicko-přírodovědných predmetov. Knižnica metodických príručiek, sv. 12, SPN, Bratislava 1964
- Kupisiewicz Cz.: (Nauczanie programowane, 3.wyd., Institut pedagogiky, Panstw. zakł. wyd. szk., Warszawa 1973
- Kužvart M., Böbmer M.: Vyhledávání a průzkum ložisek nerostných surovin. Academia, Praha 1972
- Kühn P., Slušílák S.: Klíč k určování minerálů. KPÚ, Ostrava 1967

- Kvasničková D.*: Mimoškolní činnosti v oblasti přírodních věd. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1969, s. 616—623
- Kvasničková D.*: Ochrana životního prostředí na školách. Vesmír 52, Academia, Praha 1973, s. 67
- Kvasničková D. a kol.*: Výchova k péči o životní prostředí. Metodické pokyny. Ministerstvo výstavby a techniky, Praha 1975
- Lachmítová H.*: Geologická exkurze do okolí školy s využitím pracovních listů. (PVVŠ XXVIII., SPN, Praha 1976, s. 370—374
- Leiský O.*: Zdravé přírodní prostředí — základní předpoklad pro uskutečnění vědeckotechnické revoluce. Socialist. akademie, Praha 1968
- Lexová M.*: Výchova k ochraně přírody v učebních osnovách základních a středních škol. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 244—245
- Liebl V.*: Vznik života na Zemi. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 242—244, 323—328, 361—366
- Liebl V.*: Vznik života na Zemi. Ideově výchovné využití poznatků přírodních věd a techniky po XV.sjezdu KSČ. Socialistická akad., Horizont, Praha 1977, s. 50—66
- Ložek V.*: Příroda ve čtvrtohorách. Academia, Praha 1973
- Macák B.*: Využití názorného materiálu při výkladu o lithosféře v 9. postupném ročníku. ZVŠ III, SPN, Praha 1956, s. 339—346
- Mabeľ M. a kol.*: Regionální geologie Československa, díl II. Západní Karpaty, sv.1, Academia, Praha 1967
- Maršáková—Němčicová M. a kol.*: Seznam státních přírodních rezervací. Státní památková správa, Praha 1956
- Maršáková—Němčicová M.*: Dodatek k seznamu státních přírodních rezervací. Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, Praha 1973
- Maršáková—Němčicová M., Mibálík Š. a kol.*: Národní parky, rezervace a jiná chráněná území v Československu. Academia, Praha 1977
- Martinec F.*: Probrání místních geologických poměrů. ZDVŠ 4, SPN, Praha 1961, s. 90—91
- Masłowski O.*: Sto let základního školského zákona a jeho význam pro školní přírodovědu. PVVŠ XIX. SPN, Praha 1969, s. 523—529
- Matuškin A.*: Problémové situácie v myslení a vo vyučování. Z ruského orig. přeložila O. Pavlovičová. SPN, Bratislava 1973
- Mazák V.*: Z pradějin člověka I—XII. Živa XIX, s. 34—36, 72—75, 114—116, 152—155, 192—195, 232—235; XX, s. 37—40, 77—79, 118—120, 157—159, 197—199, 237—240; XXI, s. 118—119. Academia, Praha 1971, 1972, 1973
- Mejstřík V. a kol.*: Metodika věcného učení a vlastivědy. Učebnice pro učitelství pro 1.—5. ročník ZDŠ na pedagog. fak., SPN, Praha 1972
- Mejzlík Z.*: Komplexní exkurze. ZDVŠ VI., SPN, Praha 1962, s. 283—284
- Mejzlík Z.*: Ke zkvalitňování výuky přírodopisu v 9. ročníku ZDŠ. PVVŠ XX., SPN, Praha 1969, s. 245—248
- Mejzlík Z.*: Geologické exkurze do Moravského krasu. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 174—175
- Mejzlík Z., Kočárek E.*: Regionalita v geologii a její výchovný význam. PVVŠ XXIII., SPN, Praha 1976, s. 95—99
- Mibálík Š. a kol.*: Chránené územia a prírodné výtvy Slovenska. SPN, Bratislava 1971
- Michalec Z.*: Země — velká neznámá. Práce, Praha 1971
- Ministerstvo školství ČSR a SSR*: Další rozvoj československé výchovně vzdělávací soustavy. Projekt a důvodová zpráva. SPN, Praha 1976
- Ministerstvo školství ČSR*: Experimentální učební osnovy základní školy. Přírodopis 5.—8.ročník. SPN, Praha 1977
- Mišík M.*: Poznámky k přípravě a vedení geologických exkurzí. PVVŠ XXII., SPN, Praha 1971, s. 210
- Mišík M.*: Science-fiction a vyučování geologie. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1971, s. 15—16
- Mišík M.*: Geologické exkurzie po Slovensku. SPN, Bratislava 1976
- Mišík M., R. E. Bisque, R. L. Heller a kol.*: Investigating the Earth (Earth science curriculum project). PVVŠ XX., SPN, Praha 1969, s. 255—256
- Moldan B.*: Budoucnost geologie je v rozvoji ekologických směrů. Geologický průzkum XVI., SPN, Praha 1974, s. 54—55
- Moldan B. a kol.*: Geologie a životní prostředí. ÚÚG, Praha 1974

- Musilová E., Šimek M., Černá B.: Mezipředmětové vztahy mezi chemickým a geologickým učivem na základní škole. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977—78, s. 217—219
- Němcová J., Němec F.: Příprava na vyučování geologickým vědám v 9. třídě ZDŠ. PVVŠ XIII., SPN, Praha 1962, s. 594—601
- Němcová J., Němec F.: Školní vyučovací klíče v přírodovědném vyučování. Sbor. ped. fak. UP, přírodní vědy, Olomouc 1966
- Němec F.: Chemie a mineralogie. Komenium, Praha 1947
- Němec F.: Pracovní sešit z chemie a mineralogie. Komenium, Praha 1947
- Němec F.: Pracovní sešit z geologie. Komenium, Praha 1946
- Němec F.: Strukturní krystalografie ve škole. PVVŠ I., SPN, Praha 1950, s. 170—184
- Němec F.: Polytechnické vzdělání v mineralogii a petrografii na středních školách. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 337—344
- Němec F.: Klíč k určování nerostů. SPN, Praha 1956
- Němec F.: Petrografický klíč. I. Klíč k určování horninotvorných nerostů. II. Klíč k určování hornin. SPN, Praha 1965
- Němec F.: Klíč k určování nerostů a hornin. SPN, Praha 1967
- Němček M.: Exkurze do kamenolomu. PVVŠ VII., SPN, Praha 1957, s. 467—468
- Němček M.: Výchovný význam přírodovědného filmu. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 90
- Novák J., Šula J.: Mineralogie na škole třetího stupně. Příroda XXXVIII., Kranich, Mor. Ostrava 1945, s. 177—182
- Novák V.: Světonázorové využití poznatků o živé přírodě. Ideové výchovné využití poznatků přírodních věd a techniky po XV. sjezdu KSČ, Socialistická akad. ČSR, Horizont, Praha 1977, s. 31—49
- Novák V. a kol.: Historický vývoj organismů. ČSAV, Praha 1969
- Okoń W.: Proces nauczania. PZWS, 4. vyd. Inst. Pedagogiky, Warszawa 1961
- Okoń W.: Problém samostatnosti myšlení a jednání. Cit. podle sborníku: K modernizaci metod, vyd. KPÚ, Praha 1965
- Onoprienko V. I., Idei B. Engelsa i problema razvitiya v teoretičeskoj geologii. Dialektika razvitiya i teoriya poznaniya v geologii. Akad. nauk USSR, Inst. geol. nauk, Inst. geochimii i fiziki mineralov. Naukova dumka, Kiev 1970, s. 98—108
- Oparin A. I.: Vznik života na Zemi. SAV, Bratislava 1961
- Pactlová B.: Nejstarší fosilní organismy Českého masívu. Vesmír, r. 55, Academia, Praha 1976, s. 361
- Pactlová B.: Minulost organismů na Zemi. Ideové výchovné využití poznatků přírodních věd a techniky po XV. sjezdu KSČ. Socialistická akademie, Horizont, Praha 1977, s. 67—85
- Pačes T.: Geolog na prahu 21. století. Vesmír, r. 52, Academia, Praha 1973, s. 223
- Pálmai R.: Aktivizácia vyučovania mineralógie a petrografie v 9. ročníku ZDŠ. Okres. pedagog. stredisko, Rožňava 1965
- Pálmai R.: Metódy, formy a prostriedky vyučovania geológie v 9. ročníku ZDŠ. Okres. pedagog. stredisko, Rožňava 1967
- Pařízek M.: Formy prověřování žákovských vědomostí a jejich výchovný význam. SPN, Praha 1965
- Patočka K.: Využití přírodopisného učiva na ZDŠ při výchově k ochraně přírody. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972—73, s. 131—132
- Patočka K.: Estetická stránka výchovy k ochraně přírody. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 161—162
- Pauk F.: O změně v krystalografickém názvosloví. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 612—616
- Pauk F.: Vývoj učitelského vzdělání v geologických vědách u nás. Sborník Učitelské vzdělání III., ÚUV na UK, Praha 1968, s. 187—201
- Pauk F.: K výuce geologii v 1. ročníku gymnasia a ve 3. roč. SVVŠ. PVVŠ XX., SPN, Praha 1969, s. 23—35, 160—162
- Pauk F.: Výchovně vzdělávací význam učiva geologických věd na všeobecně vzdělávacích školách. Pomocné učební texty ÚUV na UK v Praze 1971
- Pauk F., Bican J., Chábera S.: Několik pokusů s krystalizací v zájmovém chemickém kroužku. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 349—354
- Pauk F., Augusta J., Dvořák J., Smolíková L., Vodička A.: Přírodopis 9. Mineralogie, geologie a vývoj života. SPN, Praha 1963, 1979
- Pauk F., Vodička A.: Metodická příručka k učebnici Přírodopis pro 9. roč. ZDŠ. SPN, Praha 1963, 1975
- Pauk F. a kol.: Mineralogie, petrografie a geologie pro I. ročník gymnasií. SPN, Praha 1969, 1979
- Pauková M. a kol.: Didaktika chemie. SPN, Praha 1968
- Pedagogický slovník, 1., 2. díl, SPN, Praha 1967
- Pejbovská M.: Problémové vyučování a možnosti jeho využití v zeměpise na ZDŠ. ZVŠ XVII., SPN, Praha 1969—70, s. 37—38

- Pelšák J.*: Atlas hlavních půdních typů ČSSR. SZN, Praha 1961
- Pešek Z.*: Poznámky k pojetí a funkci didaktik učebních předmětů (metodik) v učitelském vzdělání. ÚUV, kabinet pedagogiky, Praha 1966
- Pešek Z. a kol.*: Didaktika. Učební text pro pedagogické instituty. SPN, Praha 1964
- Pokorný P.*: K vyučování krystalografií v 9.roč. ZDŠ. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1963, s. 54—55
- Pokorný V.*: Paleontologie a výzkum zemské atmosféry. Časop. pro mineral. a geol. r. 15, Academia, Praha 1970, s. 297—311
- Pokorný V.*: Geologická historie atmosférického kyslíku. Vesmír, r. 52, Academia, Praha 1973, s. 132—135
- Poláček A.*: Vytváření vědeckého světového názoru žáků ve vyučování přírodním vědám. PVVŠ XIV., SPN, Praha 1953, s. 395—407
- Poljak V., Majer I.*: Rekultivace v severočeské hnědouhelné pánvi. Vesmír, r. 53, Academia, Praha 1974, s. 98—101, 116—118
- Pospíšil J.*: Přírodopis na základní devítileté škole (2). Základní devítiletá škola. Příspěvek k přestavbě základní devítileté školy v podmínkách dovršení socialismu na přechodu ke komunismu. Zprávy VÚP, SPN, Praha 1961, s. 254—263
- Pospíšil J., Vodička A., Pauková M.*: Metodika přírodopisu, biologie a chemie. Zprávy VÚP, č. 8, SPN, Praha 1964, s. 126—137
- Pouba Z.*: Geologie a integrované vědy na středních školách. Vesmír, r. 48, Academia, Praha 1969, s. 100—101
- Povarennych A. S.*: O značeníi opredelenija ponjatii i terminologii dlja razvitiia nauki (na primerach mineralogii). Dialektika razvitiia i teorija poznaniia v geologii. Akad. nauk USSR. Inst. Geol. nauk, Inst. geochimii i fiziki mineralov. Naukova dumka, Kiev 1970, s. 5—30
- Povolný E.*: Výchovná práce s dětmi a mládeží v chráněných přírodních územích. Ochrana přírody XXIX., SPN, Praha 1974, s. 220
- Prantl F.*: Sbíráme zkameněliny. ČSAV, Praha 1957
- Pravdík R.*: Svetonázorová výchova mládeže — jej stav, problémy a aktuálne úlohy. 3.vyd. SPN, Bratislava 1972
- Pták J.*: Těžba nerostných surovin ve světě a v ČSSR ve světle komplexního programu socialistické ekonomické integrace států zemí RVHP. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 91—93
- Pumpr V.*: Transiitní plynovod z SSSR. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 136—137
- Pytlík B.*: Práce s pískovými modely. ZVŠ II., SPN, Praha 1955, s. 147—148
- Pytlík V., Koka J.*: Příručka k určování nerostů. ČSAV, Praha 1961
- Roslyj I. S.*: O geologičeskoj forme dviženija materii. Dialektika razvitiia i teorija poznaniia v geologii. Akad. nauk USSR, Inst. geolog. nauk, Inst. geochimii i fiziki mineralov. Naukova dumka, Kiev 1970, s. 108—113
- Rost R.*: Mikrochemické určování nerostů. SPN, Praha 1961
- Rost R.*: Atlas nerostů. SPN, Praha 1964
- Roubal J., Bareš M.*: K otázkám vyučování oborům geologických věd na našich všeobecně vzdělávacích školách. PVVŠ VII., SPN, Praha 1957, s. 321—324
- Roubínková O.*: Používání odborných časopisů ve výuce biologii a geologii na gymnasiích. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 232
- Röblich P., Náprstek V., Fediuk F.*: Geologické exkurze do okolí Prahy, na Kralupsko a dolní Posázaví. SPN, Praha 1957
- Rubín J.*: Těžba nerostných surovin a ochrana životního prostředí. Ochrana přírody, SPN, Praha 1974, s. 112—113
- Ruska J.*: Methodik des mineralogisch-geologischen Unterrichts. F. Enke-Verlag, Stuttgart 1920
- Růžicková E.*: Příspěvek k praktickému cvičení z geologického mapování a pedologie. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977, s. 334—338
- Řebák B.*: Postavení mineralogie a geologie na střední škole. Přírodověda a výchova, r. 1, SPN, Praha 1947, s. 43—48
- Řebák B.*: Vycházky do přírody. SPN, Praha 1968
- Říčař J.*: Přírodní vědy a školní film. Přírodověda a výchova II., SPN, Praha 1948, s. 44—47
- Říba J., Plecháč V.*: Význam vody v životním prostředí. Čas. Životní prostředí. Rada pro životní prostředí při vládě ČSR č. 2, roč. 3, SAV, Bratislava 1973

- Říba V.: Po stopách života. Albatros, Praha 1970
- Sadil J.: Člověk a Měsíc. Horizont, Praha 1970
- Sadil J., Pešek L.: Planeta Země. Artia, Praha 1970
- Sborník: Tvorba a ochrana krajiny. ČSAV, Praha 1960
- Sborník: Nejde jen o přírodní krásy. Sbor. ochrany přírody, Praha 1967
- Sborník: Komunistická výchova mládeže. SPN, Praha 1972
- Sekanina J.: O některých ideologicko-methodologických otázkách v mineralogii. Sborník I. ideologicko-methodologické konference přírodovědecké fakulty university v Brně, konané ve dnech 17. a 18. února 1955. Učební texty vysokých škol. SPN, Praha 1955, s. 129
- Seněš J.: Moria sa sťahujú. Obzor, Bratislava 1968
- Schäfer J.: Exkurze do Moravského krasu. ZVŠ II., SPN, Praha 1955, s. 226—231
- Schmidt Z.: Cestami milionročí po Slovensku. Obzor, Bratislava 1967
- Skalková-Procházková J.: Příspěvek k otázce mezipředmětových souvislostí. Pedagogika XXII., Academia, Praha 1962, s. 316—324
- Skalková-Procházková J.: K základům vyučovacího procesu. SPN, Praha 1966
- Skalková-Procházková J.: Aktivita žáků ve vyučování. SPN, Praha 1971
- Skatkin M. N.: Metodika estestvoznaniija. Posobije dlja učitelej načalnoj školy i učaščichsja pedagogičeskich učilišč. Gosud. učebno-pedagogičeskoje izdat. min. prosvěšč. R. S. F. C. R., Moskva 1948
- Sládek J.: Jednoduchý určovací klíč nerostů pro mineralogické praktikum v 9. ročníku. PVVŠ XII., SPN, Praha 1961, s. 280—281
- Slavík F., Novák J., Kokta J.: Mineralogie. Academia, Praha 1970
- Slavíková L.: Mineralogie a geologie. Prof. nakl. a knihkup., Praha 1934
- Štuček S., Kühn P.: Didaktické poznámky k výkladu kapitoly o vnitřní stavbě krystalických a amorfních látek. KPÚ, Ostrava 1968
- Sotorník V.: Všeobecně vzdělávací školy v uplynulém půlstoletí. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1960, s. 77—87, 135—139, 196—199, 263—270
- Sozanskij V. I.: O nektorich tendencijach razvitiija geologii. Dialektika razvitiija i teorija poznaniija v geologii. Akad. nauk USSR, Inst. geol. nauk, Inst. geochimii i fiziki mineralov. Naukova dumka, Kiev 1970, s. 75—84
- Staněk M.: O výchově k socialistickému vlastenectví a proletářskému internacionalismu v hodinách přírodopisu na ZDŠ. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1971, s. 3—4
- Státní ochrana přírody v ČSR. Soubor přednášek proslovených na semináři pracovníků státní ochrany přírody v Praze dne 17. prosince 1970. 2. doplněné vydání, Praha 1975
- Stoček B., Kožárek E.: Geologie ložisek nerostných surovin, díl I.—III. SNTL, Praha 1961—1962
- Štračar E.: Príspevok k problému koncepcie, obsahu a štruktúry metodiky učebných predmetov. Pedagogika XV., Academia, Praha 1965, s. 148—161
- Strejček J., Kubíková J.: Ochrana přírody ve školní praxi. KPÚ, Praha 1974
- Stromšíková A.: Populárně vědecká a uměleckonaučná literatura pro mládež s přírodopisnou tematikou. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1967, s. 102—106
- Strumbaus O.: Výstavka přírodnin na střední škole. PVVŠ II., SPN, Praha 1951, s. 46—49
- Svoboda J.: Český masív ve fotografii. ÚÚG, Academia, Praha 1973
- Svoboda J. a kol.: Naučný geologický slovník. I. A—M, II. N—Ž. ČSAV, Praha 1960
- Svoboda J. a kol.: Regionální geologie ČSSR. Díl I. Český masív, sv. 1. Krystalinikum, sv. 2. Algonkium až kvartér. ČSAV, Praha 1964
- Štěpka V.: Promítání výbrusů hornin v polarizovaném světle. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 112—116
- Škovránek V.: Péče o zdravé životní prostředí v Československu. Čas. Životní prostředí. Rada pro životní prostředí při vládě ČSR, č. 10, roč. 2. SAV, Bratislava 1972
- Škvor V., Zeman J.: Organismus naší Země. Horizont, Praha 1976
- Šmejkal F.: Příprava učitelů na vyučování geologii. PVVŠ XII., SPN, Praha 1961, s. 132
- Šrágl K.: Jednoduchý a laciný přístroj na měření sklonu vrstev. PVVŠ III., SPN, Praha 1953, s. 44—45
- Šrágl K.: Vycházka na Ládví. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 90—96

- Šrágl K.: Jak si přeměníme obyčejný kompas na geologický. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 390—392
- Šrágl K.: Vyučování geologii v 9. třídě. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 107—111
- Šrágl K.: Jak využít geologické mapy ČSR ve spojení s fyzickou mapou ČSR v učivu všeobecného zeměpisu a geologie v 9. postupném ročníku. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 144—148
- Šrágl K.: Pozorování a určování hornin, nerostů a rud v zeměpisném učivu na osmileté střední škole. ZVŠ I., SPN, Praha 1954, s. 336—347, s. 361—367
- Šrágl K.: Geologické modely. PVVŠ IV., SPN, Praha 1954, s. 374—375
- Šrágl K.: Vznik otisků, odlitků s protiotiskem, vylitků, zkamenělin a odlitků. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 247—248
- Šrágl K.: Modely prolomu a hráště. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 655—656
- Šrágl K.: Vrásnění. PVVŠ VI., SPN, Praha 1955, s. 361
- Štefl K.: Příspěvek k teorii vytváření vědeckého světového názoru v učivu přírodopisu na ZDŠ. Sborník ped. fakulty v Plzni; biologie a chemie V., SPN, Praha 1967, s. 69—83
- Šteb J.: Krystalografie v pracovní škole. Příroda r. 33, Kranich, Mor. Ostrava 1940, s. 121
- Štecl J.: Poznámky k některým ideologickým otázkám v petrografii. Sborník I. ideologicko-methodologické konference přírodovědecké fakulty university v Brně, konané ve dnech 17. a 18. února 1955. Učební texty vysokých škol. SPN, Praha 1955, s. 135
- Štván F.: Stručný klíč k určování hornin. PVVŠ XV., SPN, Praha 1964, s. 44—48
- Štván F.: Význam, získávání a využití zkamenělin ve vyučování na ZDŠ a SVVŠ. PVVŠ XVI., SPN, Praha 1966, s. 409—412, 546—550
- Štván F.: Příprava na vyučování geologickým vědám na SVVŠ. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1967, s. 281—289, 357—361
- Štván F.: Praktická cvičení a laboratorní práce z obecné mineralogie. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1969, s. 548—552
- Štván F.: K výuce geologie v I. ročníku gymnasia a ve III. ročníku SVVŠ podle nové učebnice. PVVŠ XX., SPN, Praha 1970, s. 479—486, 537—542
- Štván F.: K výuce systematické mineralogie. PVVŠ XXI., SPN, Praha 1970, s. 34—38
- Štván F.: Světonázorové aspekty ve vyučování geologii na gymnasiu. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 293
- Štván F.: K některým základním otázkám didaktiky geologie jako vědy. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 133—134
- Štván F.: Vytváření vědeckého světového názoru a pojetí výuky geologie. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1973, s. 335—337
- Štván F.: Můžeme být spokojeni s dovedností studentů určovat anorganické přírodniny? PVVŠ XXVIII., SPN, Praha 1976—77, s. 333—334
- Štván F., Navrátil S.: Kapitoly z didaktiky geologie. Pedagog. fak. v Ústí n. L. 1973
- Štván F., Štvánová H.: Aktivizace žáků při výuce tématu Fyzikální a chemické vlastnosti minerálů. PVVŠ XXVI., SPN, Praha 1974, s. 133—136
- Štyrský J.: Použití časopisu Příroda a společnost ve vyučování geologii. PVVŠ XX., SPN, Praha 1969, s. 185—186
- Štovičková V.: Vycházka k odkryvu horniny se žáky 6. ročníku. ZVŠ IV., SPN, Praha 1957, s. 186—188
- Šula J.: Krystalografie jako didaktický problém. Střední škola XXII., Praha 1942, s. 275—283
- Šula J.: Bibliografie českých a slovenských časopiseckých článků týkajících se přírodovědného vyučování. Přírodověda a výchova, SPN, Praha 1947, s. 28—31
- Šula J.: Přírodovědné zájmové kroužky na národních a středních školách. Přírodověda a výchova, SPN, Praha 1948, s. 155
- Šula J.: K historii porevolučního úsilí o reformu přírodovědy na škole II. stupně. Přírodověda a výchova, SPN, Praha 1948, s. 130—137
- Šula J.: Žakovské pracovní sbírky přírodnin. Přírodověda a výchova, SPN, Praha 1949, s. 104—108
- Šula J.: K didaktickému významu dialektického principu vzájemné souvislosti jevů. PVVŠ I., SPN, Praha 1950, s. 342—350
- Šula J.: Speciální didaktiky jako vědy. PVVŠ V., SPN, Praha 1955, s. 97—120, 193—203

- Šála J.: Proč nechceme přírodopis. PVVŠ X., SPN, Praha 1960, s. 331—333
- Talpová M.: Za zajímavější hodiny přírodopisu. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1968, s. 169—176
- Tesařík B.: Agrochemické pokusy. SPN, Praha 1971
- Tollingerová D. a kol.: Programované učení. SPN, Praha 1966
- Trajer J.: Polytechnické vyučování a předměty přírodovědného cyklu. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 123—125
- Travněc V.: Ze zkušeností s polytechnickým vzděláním v mineralogickém vyučování. PVVŠ III., SPN, Praha 1951, s. 502—504
- Trebišovský a kol.: Školský film a diafilm v teorii a praxi. SPN, Bratislava 1961
- Tretera I.: Gnoseologické otázky teorie vyučování. Sborník Otázky teorie poznání, Praha 1957, s. 257
- Tužek K.: Krása nerostů. Novák, Praha 1947
- Tužek K.: Naleziště nerostů v českých zemích a jejich literatura 1956—1965. ČSAV, Praha 1970
- Tužek K., Nováček R.: Naše nerosty, jejich sběr a určování. Naklad. Vesmír, Praha 1946
- Tužek K., Tvrz F.: Kapesní atlas nerostů a hornin. SPN, Praha 1971
- Tůma J.: Vyučovací stroje. Nápornost vyučování a učební pomůcky. Na pomoc pedagogické praxi 47, KPÚ, Praha 1968, s. 101—108
- Tupý K.: Přírodovědné učivo v prvnou. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977—78, s. 246—247
- Turek R.: Výchova k ochraně životního prostředí. PVVŠ XXIV., SPN, Praha 1972, s. 210—211
- Učební osnovy základní devítileté školy. Přírodopis 6.—9. ročník, Praktikum z přírodopisu v 6.—9. ročníku. SPN, Praha 1960
- Učební osnovy gymnasia. Biologie a geologie. Praktická cvičení z biologie a geologie. Přírodovědný seminář v biologii a geologii. SPN, Praha 1969
- Ulrich F.: O novou střední školu. Příroda XX., Kranich, Mor. Ostrava 1927., s. 214—232
- UNESCO: Základy přírodních věd v pokusech. SPN, Praha 1971
- Václavík V., Stračár E.: Aktivita vo výchove a vyučování. SPN, Bratislava 1962
- Vališ J.: Cvičení a pokusy z mineralogie, petrografie a geologie. SPN, Praha 1974
- Vališ J.: Geologické poznatky v učivu přírodovědy ve 3. ročníku základní školy. PVVŠ XXIX., SPN, Praha 1977, s. 136—137
- Vališ J., Kvasničková D.: Přírodověda pro 3. ročník ZDŠ. SPN, Praha 1973, geol. část s. 3—23
- Valoušek B.: Jak motivovat geologické vyučování exkurzí do blízkého okolí. Příroda, r. 26, Kranich, Mor. Ostrava 1933
- Vávra J. a kol.: K problematice přírodovědné zájmové činnosti v 6.—9. roč. ZDŠ. Sborník PF v Hradci Králové. XII. SPN, Praha 1970
- Velikančík J.: Výskumné metody v pedagogike a pedagogicko psychologická diagnostika. Učební text. SPN, Bratislava 1970
- Velikančík J.: Zložky komunistickej výchovy. SPN, Bratislava 1972
- Veselý J.: Ochrana československé přírody a krajiny I, II. ČSAV, Praha 1954
- Vodička A.: Nové pojetí obsahu a metod přírodovědného vyučování na ZDŠ. Pedagogika, Academia, Praha 1960, s. 656—668
- Vodička A.: K dvacetileté historii přírodovědného vyučování na našich všeobecně vzdělávacích školách. PVVŠ XV., SPN, Praha 1965, s. 513—521
- Vodička A.: O novém pojetí základního přírodovědného vzdělání. PVVŠ XVII., SPN, Praha 1966, s. 7—14
- Vodička A.: O současném stavu vyučování přírodopisu na základní devítileté škole. Příspěvek k zhodnocení současného obsahu vzdělání na ZDŠ. Matematické a přírodovědné vzdělání. Materiály VÚP, Praha 1966, s. 86—107
- Vodička A.: K novému pojetí výuky přírodovědy, biologie a geologie na ZDŠ. VÚP, Praha 1968
- Vodička A.: Přírodovědné učební předměty a soustava věd. PVVŠ XIX., SPN, Praha 1970, s. 1—8
- Vodička A.: K vyučování biologii a geologii na SVVŠ ve škol. roce 1967 až 1968. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1970, s. 14
- Vodička A., Štbrt F., Vališ J., Kvasničková D.: Návrh učebních osnov ZDŠ. Kap. 11. biologie a geologie. VÚP, Praha 1970

- Vodička A. a kol.: Komunistická výchova ve vyučování přírodopisu na základní devítileté škole. SPN, Praha 1964
- Vodička A. a kol.: Ideově politická výchova ve vyučování biologii a geologii na ZDŠ a gymnasiích. SPN, Praha 1974
- Vondrovicová M.: Výchova k vědeckému světonázoru v učebním predmete geológia. Jednotná škola, r. 25, Bratislava 1973, s. 785—799
- Vondrovicová M.: Funkcia geológie v systéme komunistickej výchovy. SPN, Bratislava 1974
- Wabla A.: Pokusy s programováním učiva v geologii na hornických učilištích. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1970, s. 119—122
- Zajíc L.: Rozvíjení samostatnosti myšlení žáků v geologii. PVVŠ XXVIII., SPN, Praha 1976—77, s. 254—256
- Zemánek F., Vacbek J.: O polytechnickém vyučování. SPN, Praha 1955
- Zemánek F., Vacbek J.: Laboratorní metody v přírodovědném vyučování. SPN, Praha 1957
- Zich O.: Náznornost a logické myšlení. Učební pomůcky IV. Komenium, Praha 1964, s. 85
- Zima K.: Jak diferencuji v přírodopisu na ZDŠ. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1967, s. 178—181
- Zorkovský V.: Geologický sprievodca po Východoslovenskom kraji. Krajské naklad. všeobecnej literatúry, Košice 1962
- Zorkovský V.: Postavenie a význam geológie pri komunistickej výchove na našich školách. PVVŠ XXV., SPN, Praha 1974, s. 267—273
- Zvejška F.: Hodina geologie v přírodě. PVVŠ I., SPN, Praha 1951, s. 521—528
- Žofák D.: Zamýšlení nad metodickou připraveností přírodopisců — absolventů pedagogických fakult. PVVŠ XVIII., SPN, Praha 1968, s. 267—273

DOPLNĚK LITERATURY

- Codr M.: Vesmír dokořán. Albatros, Praha 1976
- Codr M.: Vesmírné ostrovy. Práce, Praha 1978
- Experimentální učební osnovy pro gymnázia-geologie (volitelný předmět ve IV. ročníku). SPN, Praha 1979
- Grygar J.: Sejdeme se v nekonečnu. Albatros, Praha 1978
- Habětín V.: Geologická školní technika. SPN, Praha 1980
- Habětín V.: Chráněné geologické jevy a výchova k ochraně přírody ve vyučování geologii. PVVŠ XXVII, 1 SPN, Praha 1976, s. 333—335
- Habětín V.: Úkoly a význam geologické školní techniky. PVVŠ XXX, SPN, Praha 1978-79, s. 173
- Habětín V.: Výchova k ochraně a tvorbě životního prostředí ve výuce geologii. PVVŠ XXXII, 1,2, SPN, Praha 1980
- Habětín V.: Využití geologické školní techniky při terénních cvičeních. PVVŠ XXXI, SPN, Praha 1979-80, s. 134
- Hlad O., Pavloušek J.: Vesmír jistot a otazníků. Praha 1978
- Jákeš P.: Létavice a lunatici. Mladá fronta, Praha 1978
- Kočárek E.: Nový projekt vzdělávání a výchovy v geologii na základní škole I. Jak se utvářela naše Země. PVVŠ XXX, SPN, Praha 1978-79, s. 212
- Kočárek E.: Exkurze, významná organizační forma výuky geologie. PVVŠ XXXI, Praha 1979-80, s. 291
- Kukal Z. a kol.: Základy oceánografie. Academia, Praha 1977
- Mezera A. a kol.: Tvorba a ochrana krajiny. Státní zemědělské naklad., Praha 1979
- Moldan B., Zýka J., Jeník J.: Životní prostředí očima přírodovědce. Academia, Praha 1979
- Mutula M.: Geológia a životné prostredie. Obzor, Bratislava 1979
- Pavůček V.: Práce mineralogického kroužku ZDŠ se zaměřením na mineralogický výzkum regionu školy. PVVŠ XXX, SPN, Praha 1978-79, s. 55

- Pavlíček V.*: Odborná zájmová činnost žáků základní školy v geologii a její výchovný význam. PVVŠ XXXI, SPN, Praha 1979-80, s. 13
- Škvor V. - Zeman J.*: Vnitřní dynamika Země. Academia, Praha 1976
- Učební osnovy základní školy. Přírodopis 5.—8. ročník. SPN, Praha 1978
- Vališ J. a kol.*: Přírodopis 8 — pokusná učebnice. SPN, Praha 1979

PŘEHLED ZKRATEK NAKLADATELSTVÍ, ČASOPISŮ, INSTITUCÍ

SPN (Praha)	Státní pedagogické nakladatelství
SPN (Bratislava)	Slovenské pedagogické nakladateľstvo
SNTL	Státní nakladatelství technické literatury
SNPL	Státní nakladatelství politické literatury
ČSAV	Československá akademie věd
SAV	Slovenská akademie vied
SZN	Státní zemědělské nakladatelství
PVVŠ	Přírodní vědy ve škole
ZVŠ	Zeměpis ve škole
ZDVŠ	Zeměpis, dějepis ve škole
VÚP	Výzkumný ústav pedagogický
VÚOŠ	Výzkumný ústav odborného školství
KPÚ	Krajský pedagogický ústav
ÚUV	Ústav učitelského vzdělání
OŠK ONV	Okresní školní komise okres. nár. výb.
VŠP	Vysoká škola pedagogická
PI	Pedagogický institut
DS	dálkové studium
ÚÚG	Ústřední ústav geologický

- abrazie moře 149
- agregát 77
- aktivizace žáků 95
- akumulace 145
- algonkium 179
- anatexe 111
- antiklinála 123
- antiklinorium 183
- antropomorfismus 167
- atlas geologický 202
 - obrazový 49
 - zeměpisný 202
- atmosféra 141
- audiovizuální zařízení 51
- barrandien 180
- biologická olympiáda 40
- biosféra 61
- bradlo 190
- bradlové pásmo 190
- Bullenův model Země 62
- centrální Západní Karpaty 185
- cíl výuky geologii 22
 - zájmových kroužků 39
- cykličnost tektonických jevů 164
- čelní předhlubeň 193
- Český masív 176
 - —, vývoj 177
- činnost magmatická 134
 - sopečná 135
- čtvrtohory 169
- definice didaktiky geologie 5
- demonstrace vzniku nerostů 48
- denudace 142
- diagenese sedimentů 109
- diapozitivy 47
- diferenciace magmatu 87
 - nitra Země 59
 - věd 21
- diskontinuita 62
- domácí příprava žáků 30
- drift kontinentů 134
- druhohory 167
- ekologické stadium péče o životní prostředí 222
- eroze boční 144
 - glaciální 150
 - hloubková 144
 - kosmická 68
 - říční 144
 - větrná 151
 - zpětná 146
- exkurze do lomu 198
 - — muzea 208
 - — planetária 57
 - komplexní 195
 - motivační 195
 - shrnující 195
 - specializovaná 208
 - tematická 195
- film 47
 - kazetový 47
 - krátký 48
- filmová smyčka 47
- firnoviště 152
- flyš 191
- flyšové pásmo 191
- forma pohybu hmoty 7
 - — — geologická 7
 - — — planetární 7
- fosílie 155
- fosilizace 174
- galaxie 56
- genetické pojetí učiva 10, 94
- geoantiklinála 132
- geofyzikální metody výzkumu Země 62
- geognosie 10
- geochemie 85
- geologická činnost člověka 159
 - — jezer 149
 - — ledovců 149
 - — moře 148
 - — organismů 143
 - — proudící vody 143
 - — přenosná 142
 - — rušivá 142
 - — tvořivá 142
 - — větru 151
 - — vnějších činitelů 128
 - — vnitřních činitelů 169
- exkurze 36
- forma pohybu hmoty 7
- éra 157
- mapa 95
- perioda 157
- geologické cykly 177
 - hodiny 59, 162
 - struktury 121
 - — primární 119
 - — sekundární 121
- geologický čas 155, 162
 - činitel vnější 139
 - — vnitřní 128
 - kompas 46
 - útvar 157
 - vývoj Českého masívu 177
 - — Evropy 177
 - — karpatské soustavy 184
 - řez 202
- geologie dynamická 121
 - historická 154
 - ložisek 201
 - Marsu 68
 - Měsíce 68
 - obecná 117
 - regionální 174
 - stavební 208
 - strukturní 117
 - užitá 201
 - Venuše 69
 - vojenská 201
- geomorfologický cyklus 153
- geomorfologie 152
- geosféra 61
- geosynklinála 131
- geotektonické hypotézy 133
- granitizace 135
- gravimetrická metoda 62
- gravitace 142
- gymnázium 18
 - pedagogické 12
 - reálné 11
 - reformní 11
- harmonogram rozvržení učiva 52

- hlediska klasifikace ložisek 204
 hnutí 207
 hodnocení vědomostí žáků 32
 horniny přeměněné 113
 — usazené 113
 — vyvěřelé 113
 hydrogeologický výzkum 212
 hydrogeologie 210
 hydrosféra 61, 141
 hypocentrum 136
 hypsografická křivka 64

 chráněná krajinná oblast 227
 chráněné geologické výtvary 227
 — naleziště 227

 integrace učiva geologie 24
 intruze magmatu 135
 izomorfie 79
 izostatická rovnováha 64
 izostatické vyrovnávání 131
 izostaze 64

 jaderné pohoří 187
 jedenáctiletá střední škola 13
 jeskyně 148

 kabinet 50
 karpatská soustava 184
 — —, stavba 185
 — —, vývoj 186
 Karpaty Vnější 184
 — Vnitřní 184
 knihovna příruční 50
 Komenium, n. p. 42, 228
 kontinentální drift 130
 kosmogonické hypotézy 58
 krápníky 148
 krasové jevy 148
 — jeskyně 148
 — propasti 148
 — škrapy 148
 — údolí 148
 — vyvěračky 148
 — závrtý 148
 kraton 177
 kratonizace 164
 krystalické břidlice 137
 krystalizace magmatu 72
 krystalografické zákony 73
 krystalografie 72

 krystalová struktura 73
 krystalové soustavy 78

 laboratorní cvičení 97
 — práce 46, 96
 — stoly 50
 ledovec pevninský 149
 — horský 149
 ledovcové morény 150
 — sedimenty 150
 — sruby 150
 litosféra 59
 — —, typ oceánský 63
 — —, — pevninský 63
 ložiska 90
 — bauxitu 90
 — dolomitu 90
 — kaolínu 90
 — magnezitu 186
 — nerudní 207
 — rudní 186
 — solná 90
 — uhelná 168, 207
 — vápence 90
 — zbytková 90
 — živic 208

 magma 86
 — anatektické 111
 — bazické 135
 — kyselé 135
 — primární 135
 — sekundární 135
 magmatická činnost 134
 — tělesa 119
 magnetismus Země 166
 mapa geologická 48, 95
 materiocentrismus 21
 metamorfismus 137
 metamorfované horniny 113
 metamorfóza 109
 — kontaktní 111
 — regionální 111
 měšťanská škola 10
 metoda písemného záznamu 27
 — popisu a vysvětlování 22
 — práce s učebnicí a literaturou 29
 — — s nákresey a náčrtky 27
 — problémová 28
 — přednášky 26
 — rozhovoru 26
 — výkladu 26
 — vyprávění 26
 metodické příručky 51
 metody vyučování 36
 — názorné 27
 — opakování a procvičování učiva 31
 — praktické 29
 — slovní 26
 — zkoušení a hodnocení vědomostí 32
 mezipředmětové vztahy (viz obsah)
 migmatit 139
 mineralogie genetická 84
 — obecná 71
 — soustavná 71
 model pramene 147
 — stavby Země 66
 — údolí s říčními terasami 151
 modely 44
 — dynamické 44
 — statické 44
 modernizace obsahu předmětu 22
 — struktury předmětu 22
 — vyučovacích prostředků 25
 — vyučování geologii 22
 Mohorovičičova diskontinuita 64
 moldanubikum 179
 motivace vyučování 215
 multiplikáty přírodnin 44
 muzeum hornické 208

 náčrtek 27, 28
 náčrt 27
 náplň exkurzí 196
 nástěnka 31
 Natura semper viva 42
 neovulkanická pohoří 193
 nerost beztvary 76
 — krystalovaný 76
 nesouhlasné uložení vrstev 157
 nevratnost vývoje 173
 nife 64
 nosná konstrukce učiva 21

 obaly Země 59
 obecné principy vývoje organismů 174

- období vývoje Země 165
 - — — geologické 165
 - — — kosmogonické 165
 - — — předgeologické 165
- oběh vody 144
- obrácený sled vrstev 159
- obrazy 46
- obsah předmětu geologie 15
- odběr půdních monolitů 220
 - — vzorků 220
 - vzorků ornice 219
- ochrana krasových oblastí 224
 - minerálních vod 224
 - podzemních vod 211
 - povrchových vod 229
- přírody 222
- půdního fondu 229
- zdrojů surovin 229
- životního prostředí 222
- organizační formy výuky 35
 - — —, exkurze 36, 194
 - — —, laboratorní práce 36
 - — —, praktická cvičení 37
 - — —, přírodovědný seminář 37
 - — —, terénní cvičení 25
 - — —, vycházka 36
 - — —, zájmová činnost žáků 35
 - — —, základní
- vyučovací hodina 35
- orgány ochrany přírody 229
- orogén 177
- orogeneze 130
- osmiletá základní škola 13
- osní kříže krystalů 77
- osnovy 51
- otázky problémové 215
- paleomagnetismus 167
- paleontologie 170
- Pangea 165
- parovina 153
- pásemná pohoří 185
- pedagogické gymnázium 12
 - vědy 5
- pedagogika 5
- pedocentrismus 21
- pedologická cvičení 217
- pedologie 213
- pedosféra 61
- peřeje 146
- petrografie genetická 106
 - obecná 101
 - systematická 112
- petrologie 101
- písečné přesypy 151
- písemné zkoušky 35
- plán exkurzí 195
- práce zájmového kroužku 40
- planetologický výzkum 67
- planetologie 66
- planety sluneční soustavy 57
- plánování učiva 51, 52
- plochy nespojitosti Země 62
- pohyb vody 146
- pohyby zemské kůry 130
 - horizontální 134
 - horotvorné 131
 - pevninotvorné 129
 - pobřežní čáry 130
- pojem geologický čas 155
- geosynklinála 131
 - hornina 102
 - litosféra 63
 - magma 86
 - struktura horniny 103
 - textura horniny 103
 - zemská kůra 63
- pokusy demonstrační 29
 - frontální 77, 92
- polymorfie 79
- polytechnické vzdělání 8
- poměrné stáří hornin 159
- popisná metoda 22
- popisný charakter výuky 22
- postavení didaktiky geologie 5
- pozorování individuální 27, 92
 - mikroskopická 91
 - skupinová 92
 - společná 27
- práce s literaturou 29
 - s učebnicí 29
- pracovní učitele 50
- pracovní sbírky 13
- prahory 167
- praktická cvičení 46
 - — ze soustavné mineralogie 96
- pramen artéský 201
 - sestupný 147
 - vrstevní 147
- pravidlo superpozice vrstev 156
- totožných zkamenělin 156
- prekambrium 179, 185
- problémová metoda 22
- problémové otázky 215
 - vyučování 21
 - zkoušení 34
- procesy geochemické 206
 - geologické 128
 - metalogenetické 215
 - zvětrávací 215
- propasti 148
- propustnost hornin 146
- proubelňování 207
- prvohory 180
- předgeologický vývoj Země 59
- přeměna hornin 90
 - nerostů 90
- přesyp 151
- příkrov chočský 189
 - križňanský 189
 - strážovský 189
- příkrovová stavba Karpat 188
- příprava na vyučovací hodinu 52
- přírodniny 43
- přírodopis 10
- přírodopisná cvičení 11
- přírodovědné učivo 10
 - vyučování 11
- psací projektor 47
- půdní druh 218
 - monolit 215
 - profil 219
 - sonda 217
 - typ 216
- půdotvorný substrát 215
- půdotok 143
- rašelinění 207
- referát 31
- regionální geologie 184
 - — Českého masívu
 - — ČSSR 174
 - — Evropy 176
 - — karpatské soustavy 184
- registrace fotomateriálu 50
- regrese moře 130
- rekultivace porušené krajiny 223
- rudní žíly 186, 194
- RVHP, spolupráce 95, 201

řční meandry 145
 — pirátství 146
 — terasy 145
 — tok 144

samostatná pozorování 27, 92
 saxonské pohyby 168
 sběr přírodnin 37
 sbírky demonstrační 43
 — regionální 44
 — studijní 43
 — základní 43
 sesuvné terény 210
 sesuvy hornin 143
 sial 64
 sima 64
 skalní hříby 151
 — řícení 143
 Slovenské rudohory 186
 složení zemské kůry 65
 sluneční soustava 56
 soliflukce 143
 sopečná činnost 135
 soubory pomůcek 45
 — přírodnin 44, 49
 souměrnost krystalů 77
 souvrství 120
 spádová křivka řek 145
 společenské vlastnictví 8
 starohory 179
 stáří hornin 159, 162
 — — absolutní 162
 — — relativní 159
 stavba Českého masívu 177
 — karpatské soustavy 184
 — zemského tělesa 59
 Stokesův zákon 207
 stratigrafický hiát 159
 stratigrafie vrstev 158
 stress 111
 struktura planetologie 67
 — hornin přeměněných 105
 — — vyvřelých 105
 — učiva 22
 — geologických věd 71
 strukturální teorie učiva 23
 strukturálně morfologická
 analýza planet 67
 strukturální krystalografie 72
 subsystémy struktury učiva 23
 superpozice vrstev 156
 suťový kužel 142

svislé pohyby zemské kůry 141
 synklinorium 123

škola jedenáctiletá 13
 — materiocentrická 21
 — měšťanská 10
 — obecná 10
 — osmiletá 13
 — pedocentrická 21
 — střední 10, 11
 — — odborná 19
 — všeobecně vzdělávací 14
 — základní 14
 — základní devítiletá 14
 školská reforma v r. 1948 12
 — — v r. 1953 13
 — — v r. 1960 14
 — — v r. 1978 14
 škrapy 148

tabule flanelová 46
 — magnetická 46
 — plexitová 46
 tabulové hory 159
 technika promítání 45
 technické prostředky 42
 tělesa vyvřelin 119
 tematický celek 51
 — plán 51
 testy diagnostické 34
 — vědomostí 34
 Tethys 168
 textura hornin 103
 tlak orientovaný 111
 — všesměrný 111
 transgrese moře 130, 164
 třetihory 168
 třetinové pravidlo rozdělení
 srážek 144
 těžba hlubinná 224
 — povrchová 223

učebna 50
 Učebné pomůcky, n. p. 47, 228
 učební osnovy 17, 52
 — plány 17
 — pomůcky 44
 učebnice 11, 52
 učitelské ústavy 10
 učivo základní 51
 úkoly didaktiky geologie 7
 uložení vrstev 159

— — nesouhlasné 159
 — — souhlasné 159
 ultrametamorfóza 138
 určovací klíč mineralogický 48,
 96
 — — petrografický 48
 určování absolutního stáří hor-
 nin 152
 — humusu v půdě 219
 — poměrného stáří hornin 161
 — vlastností půd 220
 usnesení XIV. a XV. sjezdu
 KSČ 9
 užitá geologie 201

váté písky 151
 vesmír 55
 viklan 151
 vlastnosti nerostů 80
 Vnější Karpaty 184
 vnitrokarpatské sníženiny 185
 Vnitřní Karpaty 184
 voda atmosférická 143
 — minerální 147, 210
 — podzemní 144
 — povrchová 144
 volba vyučovacích metod 155
 voštiny 151
 vrása 122
 vrásnění 164
 — alpské 164
 — assyntské 164
 — hercynské 164
 — kaledonské 164
 — variské 180
 vrstva 120
 — nepropustná 211
 — propustná 211
 vulkanismus 135
 vybavení kabinetu 50
 — učebny 50
 výběr učiva předmětu geologie
 21
 vycházka 36
 výchova 8
 — ateistická 8
 — branná 8
 — estetická 8
 — ideově politická 206
 — komunistická 8
 — k ochraně životního prostře-
 dí 226

- k proletářskému internaciona-
lismu 8, 95
- socialistickému vlastenectví
8
- k vědeckému světovému ná-
zoru 8, 15
- mravní 8
- polytechnická 8
- pracovní 8
- rozumová 8
- tělesná 8
- vysoká škola pedagogická 12
- výstavky přírodnin 48
- výstavní skříně 48
- vyšší škola pedagogická 12
- vývoj Českého masívu 177
- geosynklinál 131, 132
- karpatské soustavy 184
- organismů 172
- pásemných pohoří 132, 185
- říční sítě 168
- vyučování geologii 9
- vznik fosilií 88
- hornin usazených 106
- — přeměněných 109
- — vyvřelých 106
- nerostů 84
- krasových jevů 148
- ledovců 149
- magmatu 135
- říčních teras 145
- sluneční soustavy 56, 58
- Země 57
- života 171
- zájmová činnost žáků 37
- — — v pedologii 221
- — — v ochraně přírody 227
- zájmové kroužky 227
- základní devítiletá škola 14
- zákony dotýkající se ochrany
životního prostředí 228
- Západní Karpaty 177
- zásahy člověka do přírody těž-
bou surovin 223, 224
- zdroje energie geologických
procesů 130
- zemětřesení fitivé 136
- tektonické 136
- vulkanické 136
- zemská gravitace 142
- kůra oceánů 63
- — pevnin 63
- zkameněliny 157
- vůdčí 157
- zkoušení individuální 33
- orientační 34
- písemné 34
- problémové 34
- skupinové 33
- ústní 33
- znalosti přírodnin 35
- změny složení ovzduší 225, 226
- — organismů 167
- znečišťování ovzduší 225, 226
- vody 225, 226
- zpevňování sedimentů 109
- zvětrávání nerostů 106
- životní prostředí 222

Úvod	3
OBECNÁ ČÁST	5
1.1 Postavení didaktiky geologických věd v systému věd	5
1.2 Význam geologických věd pro komunistickou výchovu	8
1.3 Geologie jako učební předmět ve vývoji našeho školství	9
1.3.1 Počátky vyučování geologickým vědám v 18. století a v první polovině 19. století	9
1.3.2 Vyučování geologickým vědám ve druhé polovině 19. století a na začátku 20. století	10
1.3.3 Vyučování geologickým vědám v první polovině 20. století a po druhé světové válce	11
1.3.4 Vyučování geologickým vědám v druhé polovině 20. století	14
1.3.4.1 Pojetí učebního předmětu geologie	14
1.3.4.2 Cíl a obsah vyučování geologii	15
1.3.4.3 Učební plány	17
1.3.4.4 Učební osnovy	17
1.3.4.5 Geologické učivo v učebních plánech a osnovách nového projektu výchovně vzdělávací soustavy	18
1.3.4.6 Vyučování geologii na středních odborných školách a na středních odborných učilištích	19
1.4 Perspektivy dalšího vývoje vyučování geologii	20
1.4.1 Obecné otázky modernizace vyučování	21
1.4.2 Modernizace vyučování geologii	22
1.4.2.1 Modernizace obsahu a struktury učebního předmětu	22
1.4.2.2 Modernizace vyučovacích prostředků	25
1.5 Metody a organizační formy výuky	25
1.5.1 Vyučovací metody	26
1.5.1.1 Slovní metody	26
1.5.1.2 Názorné metody	27
1.5.1.3 Metoda problémová — problémové vyučování	28
1.5.1.4 Metody praktické	29
1.5.1.5 Vyučování podle programovaných textů	29
1.5.1.6 Práce s učebnicí a s literaturou	30
1.5.1.7 Metody opakování a procvičování učiva	31
1.5.1.8 Metody zkoušení a hodnocení vědomostí	32
1.5.2 Organizační formy vyučování	35
1.5.2.1 Vyučovací hodina základního typu	35
1.5.2.2 Laboratorní práce	36
1.5.2.3 Vycházka, exkurze a terénní cvičení	36

1.5.2.4	Přírodovědný seminář z geologických věd	37
1.5.3	Zájmová činnost žáků	37
1.5.3.1	Zájmové kroužky	38
1.5.3.2	Soutěže s geologickou tematikou	40
	Biologická olympiáda a soutěž samostatných prací	
	Natura semper viva	40
1.6	Učební pomůcky a technické prostředky	42
1.6.1	Pomůcky k výuce ve třídě, v laboratoři a v terénu	43
	Přírodniny	43
	Modely	44
	Vybavení pro pokusy	45
	Obraz	46
	Diapozitivy	47
	Film	47
	Vybavení pro exkurze a práce v terénu	48
	Pomocné texty a mapy	48
1.6.2	Pomůcky k samostatnému studiu žáků	48
1.6.3	Pomůcky a potřeby pro odborně metodickou práci učitele a jeho další vzdělávání	50
1.6.4	Požadavky na vybavení učebny a kabinetu	50
1.7	Plánování a příprava učitele na vyučování	50
1.7.1	Příprava celoročního tematického plánu	51
1.7.2	Příprava na vyučovací hodinu na základní škole	52
	SPECIÁLNÍ ČÁST	55
2	Postavení Země ve vesmíru, stavba zemského tělesa, planetologie	55
	Úvod	55
2.1	Postavení Země ve vesmíru, vznik sluneční soustavy a Země	55
2.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	55
2.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	55
2.1.3	Struktura tématu	56
2.1.4	Metodický postup	56
2.1.5	Učební pomůcky	59
2.2	Stavba zemského tělesa	59
2.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	59
2.2.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	59
2.2.3	Metodické poznámky	60
2.2.4	Učební pomůcky	66
2.3	Planetologie (srovnávací geologie planet)	66
2.3.1	Výchovně vzdělávací cíl	66
2.3.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	66
2.3.3	Struktura planetologie	67
2.3.4	Metodický postup	67
2.3.5	Učební pomůcky	70
3	Mineralogie	71
	Úvod	71
	Úvodní metodické poznámky	71
3.1.	Mineralogie obecná	72
3.1.1	Krystalografie strukturní, morfologická, fyzikální a chemická	72

3.1.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	72
3.1.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	73
	Postavení tématu v učivu	73
	Vztahy mezi krystalografií a soustavnou mineralogií	74
	Návaznost učiva krystalografie na základní a střední škole	75
	Mezipředmětové vztahy	75
3.1.1.3	Metodické poznámky k jednotlivým kapitolám obecné mineralogie	76
	K pojmům nerost krystalovaný a beztvary	76
	K vnitřní stavbě krystalů	77
	K učivu morfologické krystalografie	77
	K polymorfii a izomorfii	79
	K učivu o fyzikálních a chemických vlastnostech nerostů	80
	K metodám výzkumu nerostů	84
3.1.2	Mineralogie genetická — vznik a přeměny nerostů	84
3.1.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	84
3.1.2.2	Postavení tématu v učivu	84
3.1.2.3	Pojetí a obsah tématu	85
3.1.2.4	Metodické poznámky k obsahu učiva	86
	Vznik nerostů z magmatu	86
	K procesům vzniku nerostů a hornin působením vnějších činitelů	88
	Vznik nerostů kontaktní a regionální přeměnou	90
	K syntéze některých nerostů	90
3.1.2.5	Metodické poznámky k tématu Vznik a přeměny nerostů a hornin	91
3.2	Mineralogie soustavná	92
3.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	92
3.2.2	Postavení tématu v učivu geologie	93
3.2.3	Mezipředmětové vztahy	94
	Vztahy tématu k chemii	94
	Vztahy tématu k zeměpisu a dějepisu	95
3.2.4	Metodické poznámky k soustavné mineralogii	95
	Poznámky obecného významu	95
	Poznámky k vyučování na základní škole	95
	Poznámky k vyučování na střední škole	96
3.2.5	Laboratorní práce a praktická cvičení ze soustavné mineralogie	96
3.2.6	Ukázka vyučovacího postupu v hodině geologie na střední škole	98
4	Petrografie	101
	Úvod	101
4.1	Petrografie obecná	101
4.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	101
4.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	101
4.1.3	Metodické poznámky	102
4.1.3.1	Pojem hornina	102
4.1.3.2	Textura a struktura horniny	103
4.1.3.3	Původ horniny	106
4.1.3.4	Nerostné složení horniny	112
4.2	Petrografie soustavná	112

	Úvod	112
4.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	112
	Metodické poznámky	113
4.2.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	113
4.2.3	Poznámky k výběru učiva	113
	Poznámky k vyučovacím metodám	114
5	Geologie obecná (strukturní, dynamická), geologie historická a paleontologie, geologie regionální	117
5.1	Geologie strukturní	117
5.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	117
5.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	117
5.1.3	Vyučovací prostředky	118
5.1.4	Metodické poznámky k dílčím tématům	118
5.1.4.1	Primární geologické struktury	119
	Primární struktury magmatitů	119
	Primární struktury sedimentů	120
5.1.4.2	Druhotné (sekundární) struktury	121
	Netektonické struktury	121
	Tektonické struktury	122
	Struktury spojitě (konjunktivní)	122
	Struktury nespojitě (disjunktivní)	123
5.2	Geologie dynamická — činnost vnitřních a vnějších činitelů	128
5.2.1	Činnost vnitřních činitelů (endogenní dynamika)	128
5.2.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	128
5.2.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	128
5.2.1.3	Metodické poznámky obecného významu	129
5.2.1.4	Metodické poznámky k dílčím tématům	129
	Úvod do dynamické geologie	129
	K pohybům zemské kůry	130
	K magmatické činnosti	134
	K zemětřesení	136
	K metamorfismu	137
	Závěr tematického celku	139
5.2.1.5	Učební pomůcky	139
	Přírodniny	139
	Zprostředkující pomůcky	139
5.2.2	Činnost vnějších činitelů (exogenní dynamika)	139
5.2.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	139
5.2.2.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	140
5.2.2.3	Metodické poznámky obecného významu	140
5.2.2.4	Metodické poznámky k dílčím tématům	141
	K exogenním faktorům a jejich působení — úvod	141
	K působení gravitace na zemský povrch	142
	Ke geologické činnosti proudící vody	143
	K učivu o podzemní vodě a pramenech	146
	Ke krasovým jevům	148
	Ke geologické činnosti moře	148
	Ke geologické činnosti ledovců	149
	Ke geologické činnosti větru	151
	Ke geologické činnosti organismů a člověka	151
	K tvarům zemského povrchu a jejich vývoji	152

5.2.2.5	Učební pomůcky	153
5.3	Geologie historická a paleontologie	154
5.3.1	Výchovně vzdělávací cíl	154
5.3.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	154
5.3.3	Vyučovací prostředky	154
5.3.4	Metodické poznámky	155
5.3.4.1	Metodické poznámky k základním pojmům	155
	Pojem času v geologii a v paleontologii	155
	Vzájemné uložení a stáří vrstev	156
	Prostorové a časové jednotky	162
	Geologické doby a útvary	163
5.3.4.2	Metodické poznámky k jednotlivým geologickým obdobím	165
	Období kosmogonické a předgeologické	165
	Období geologické	165
	Prekambrium	166
	Prvohory	166
	Druohory	167
	Třetihory	168
	Čtvrtohory	169
5.3.4.3	Metodické poznámky k učivu obecné paleontologie	170
	Úvodní poznámky	170
	Vznik života na Zemi	171
	Vývoj organismů	172
	Fylogenetické souvislosti fosilních a recentních organismů	172
	Vznik a výskyt zkamenělin, fosilizace	174
	Závěr, obecné principy vývoje	174
5.4.	Regionální geologie ČSSR	174
5.4.1	Výchovně vzdělávací cíl	174
5.4.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	175
5.4.3	Vyučovací prostředky	175
5.4.4	Metodické poznámky k vyučování na základní škole	176
5.4.5	Metodické poznámky k tématům regionální geologie na střední škole	176
5.4.5.1	Geologický vývoj území ČSSR v rámci vývoje Země	176
5.4.5.2	Vývoj Českého masívu	177
	Stavba Českého masívu	177
	Vývoj v prahorách a starohorách	179
	Vývoj v starších prvohorách	180
	Vývoj v mladších prvohorách	180
	Vývoj v druhohorách	182
	Vývoj v třetihorách	182
	Vývoj ve čtvrtohorách	184
5.4.5.3	Geologický vývoj karpatské soustavy v Československu	184
	Vývoj Slovenského rudohoří	186
	Vývoj pásma jaderných pohoří	187
	Vývoj bradlového pásma	190
	Vývoj flyšového pásma	191
	Vývoj čelní předhlubně	192
	Vývoj potektonických pánví a neovulkanických pohoří	193
	Vývoj čtvrtohorních pokryvných útvarů	194
5.5	Geologické exkurze a cvičení v přírodě	194
5.5.1	Výchovně vzdělávací význam	194

5.5.2	Příprava exkurzí	195
5.5.3	Obsahová náplň exkurzí	196
5.5.4	Exkurze do vápencového lomu (lom u Koledníka nedaleko Berouna)	198
6	Užitá geologie	201
6.1	Geologie ložisek nerostných surovin	201
6.1.1	Výchovně vzdělávací cíl	201
6.1.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	201
6.1.3	Vyučovací prostředky	202
6.1.4	Metodické poznámky k jednotlivým částem tématu	202
	K vyučovacím metodám	203
	K motivaci učiva	203
	K metodickému postupu na všeobecně vzdělávacích školách	203
	K výuce na odborných školách	206
	K exkurzím	208
6.2	Geologie stavební	208
6.2.1	Výchovně vzdělávací cíl	208
6.2.2	Postavení tématu v učivu	209
6.2.3	Metodické poznámky	209
6.3	Hydrogeologie	210
6.3.1	Výchovně vzdělávací cíl	210
6.3.2	Postavení tématu v učivu, mezipředmětové vztahy	210
6.3.3	Vyučovací prostředky	210
6.3.4	Metodické poznámky	211
7	Pedologie	213
7.1	Výchovně vzdělávací cíl	213
7.2	Postavení v učivu, mezipředmětové vztahy	213
7.3	Učební pomůcky	213
7.4	Metodické poznámky obecného významu	214
7.5	Metodické poznámky k jednotlivým částem učiva	215
	Ke vzniku půdy	215
	Ke genetickému třídění půd	216
	K pedologickým cvičením v terénu	217
	K povrchovému průzkumu půdy	218
	K studiu půdního profilu	219
7.6	Náměty pro zájmovou činnost	221
8	Ochrana životního prostředí ve výuce geologii	222
8.1	Pojetí ochrany přírody, krajiny a životního prostředí	222
8.2	Příklady zásahů člověka do přírody	223
8.3	Výchova k ochraně životního prostředí	226
8.4	Přehled zákonů a právních předpisů, které se dotýkají ochrany životního prostředí i z hlediska geologického	228
8.4.1	Poznámky k nejdůležitějším zákonům a právním předpisům zajišťujícím ochranu životního prostředí	229
	Literatura	230
	Doplňek literatury	242
	Rejstřík	243

Didaktika geologických věd

F. Pauk, V. Barth, V. Habětn, J. Jarolímek, E. Kočárek, P. Kühn,
O. Masłowski, M. Mišík, S. Slušík, A. Šírková, F. Štván, J. Vališ,
J. Vávra, F. Zemánek

Obálku navrhl Jaroslav Obst

Obrázky nakreslil Štěpán Novák

Vydání I. — Praha 1981 — Počet stran 256

Odpovědná redaktorka Miloslava Svobodová

Výtvarná redaktorka Dana Sušanková

Technická redaktorka Marie Urličková

Z nové sazby písmem NIKIS vysadil a s 87 perokresbami

vytiskl n. p. Severografia, závod 7, Most

Formát papíru 70 cm × 100 cm — 24,66 AA /22,23 textu, 2,43

grafiky/ — 25,93 VA — Náklad 5 000 výtisků

Tematická skupina a podskupina 02/53

Cena vázaného výtisku Kčs 37,00

Vydalo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze jako
svou publikaci č. 6—03—11/1

508/21, 857

14-544-81	Kčs 37,00
-----------	-----------