

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie



Bakalářská práce

studijního oboru Chemie se zaměřením na vzdělávání

# **Mezioborové vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání**

Anna Kálalová

Školitel bakalářské práce: Prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Praha 2010

## Seznam použitých zkratk

ČR	Česká republika
G	Gymnázium
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
SŠ	Střední škola
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZŠ	Základní škola

## Název

Mezioborové vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání

## Klíčová slova

chemie, geologie, přírodovědné vzdělávání, střední školství

## Title

Chemistry - Geology relatives in the Science education

## Keywords

chemistry, geology, science education, secondary education

## Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala všem, kteří se nějakým způsobem zasloužili o vytvoření a dokončení této práce, v první řadě své školitelce Prof. RNDr. Haně Čtrnáctové, CSc., za vstřícný přístup, trpělivost, užitečné rady a pomoc při realizaci této bakalářské práce a RNDr. Renatě Šulcové, Ph.D., za ochotu s jakou mi umožnila práci v laboratoři Katedry učitelství a didaktiky chemie. Poděkování patří také mým rodičům za podporu ve studiu.

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením školitelky Prof. RNDr. Hany Čtrnáctové, CSc., a všechny použité prameny jsem řádně citovala.“

V Praze dne.....

Podpis.....

Anna Kálalová

## OBSAH:

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE .....	6
2 RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY A ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY .....	7
2.1 Rámcové vzdělávací programy .....	7
2.2 Školní vzdělávací programy.....	10
3 REŠERŠE STŘEDOŠKOLSKÝCH UČEBNIC CHEMIE A GEOLOGIE.....	11
3.1 Učebnice chemie .....	11
3.2 Učebnice geologie.....	14
3.3 Shrnutí rešerše středoškolských učebnic chemie a geologie.....	15
4 VYBRANÉ MINERÁLY A HORNINY .....	16
4.1 Kalcit, vápenec, travertin, mramor.....	16
4.2 Křemen, pískovec s křemenným tmelem (křemenec).....	17
4.3 Halit.....	18
4.4 Pyrit.....	19
5 VYBRANÉ POKUSY .....	21
5.1 Rozklad uhličitanu vápenatého působením silné kyseliny.....	21
5.2 Důkaz chloridových aniontů v halitu .....	22
5.3 Kvalitativní analýza pyritu.....	23
5.4 Příprava a reakce hydroxidu vápenatého .....	24
5.5 Odlišení křemence od vápence a mramoru chemickou metodou.....	26
6 ZÁVĚR.....	29
7 SHRNUÍ.....	30
8 SUMMARY .....	31
9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	32

# 1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Téma Mezioborové vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání jsem si vybrala z důvodu studia obou výše zmíněných předmětů a zájmu o anorganickou chemii a mineralogii. Této problematice není ve výuce na mnohých školách věnována dostatečná pozornost, přestože v některých učebnicích chemie je návaznost na geologii zpracována poměrně dobře.

Vybrala jsem několik běžných minerálů a hornin a v literatuře jsem o nich vyhledala informace z chemického i mineralogického hlediska. V literatuře jsem také našla pokusy s těmito látkami, upravila je a poté vyzkoušela v praxi.

Cíl práce:

- Provést rešerši vybraných učebnic chemie pro střední školy a zjistit, zda je v učebnicích zmíněna mezioborová vazba na geologii, případně jakým způsobem.
- Provést rešerši učebnic geologie pro střední školy s důrazem na zpracování mineralogie a petrologie.
- Vyhledat daná témata v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia.
- Vybrat několik běžných minerálů a hornin tak, aby byly chemicky různorodé a zajímavé, s přihlédnutím k jejich výskytu a využití.
- O vybraných minerálech a horninách sepsat informace z pohledu chemie i mineralogie.
- Najít chemické pokusy zaměřené na tyto minerály a horniny, které by byly vhodné pro žáky gymnázií, prakticky je provést a zdokumentovat.

## 2 RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY A ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY

*V kapitole bude využívána citace 7: Rámcový vzdělávací program pro gymnázia a citace 8: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.*

Do školního roku 2008-2009 se na čtyřletých gymnáziích a vyšším stupni víceletých gymnázií vyučovalo podle učebních osnov pro gymnázia. Od školního roku 2009-2010 se na gymnáziích vyučuje podle školních vzdělávacích programů, které si jednotlivé školy vytváří na základě Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G). Na základních školách se učí podle školních vzdělávacích programů od roku 2007.

### 2.1 Rámcové vzdělávací programy

Rámcové vzdělávací programy jsou založeny na nové strategii, která zdůrazňuje klíčové kompetence a uplatnění získaných vědomostí v praktickém životě. Klíčové kompetence jsou soubor vědomostí, dovedností, schopností, hodnot a postojů, které jsou důležité pro rozvoj a budoucí život člověka. Žáci čtyřletých gymnázií a vyššího stupně víceletých gymnázií by si měli osvojit tyto kompetence:

- kompetenci k učení
- kompetenci k řešení problémů
- kompetenci komunikativní
- kompetenci sociální a personální
- kompetenci občanskou
- kompetenci k podnikavosti.

Tyto kompetence jsou shodné s kompetencemi definovanými v RVP ZV, až na kompetenci k podnikavosti, která v RVP ZV není. RVP ZV obsahují kompetenci pracovní, která naopak není v RVP G.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia obsahuje osm vzdělávacích oblastí. Vzdělávací oblast může obsahovat jeden vzdělávací obor, nebo více obsahově si blízkých vzdělávacích oborů. Přírodovědné obory (fyzika, chemie, biologie, geografie a geologie) jsou součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Tato vzdělávací oblast navazuje na oblast Člověk a příroda z Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), jejíž součástí jsou obory fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis.

Zkoumání přírody vyžaduje interdisciplinární přístup a tím i úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů. Přírodovědné vzdělávání by mělo vést k odstraňování zbytečných bariér mezi jednotlivými obory. Vzdělávací oblast Člověk a příroda by měla umožnit žákům poznávat, že hranice mezi jednotlivými přírodovědnými obory nejsou pevné, ale že jednotlivé obory se částečně překrývají a doplňují.

Rámcový vzdělávací program vymezuje vzdělávací obsah – očekávané výstupy a učivo a formuluje očekávanou úroveň vzdělání pro absolventy určitého stupně vzdělávání. Tato bakalářská práce se zabývá mezioborovými vztahy geologie a chemie. Této oblasti se týkají témata Anorganická chemie z oboru chemie, Složení, struktura a vývoj Země a Geologické procesy v litosféře z oboru geologie. Očekávané výstupy a učivo těchto tří kapitol jsou v RVP G zpracovány způsobem uvedeným níže.

Chemie: ANORGANICKÁ CHEMIE

### **Očekávané výstupy**

žák

- využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin
- charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí
- předvídá průběh typických reakcí anorganických sloučenin
- využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii

**Učivo**

- **vodík a jeho sloučeniny**
- **s-prvky a jejich sloučeniny**
- **p-prvky a jejich sloučeniny**
- **d- a f-prvky a jejich sloučeniny**



## Geologie: SLOŽENÍ, STRUKTURA A VÝVOJ ZEMĚ

### Očekávané výstupy

žák

- porovná složení a strukturu jednotlivých zemských sfér a objasní jejich vzájemné vztahy
- využívá vybrané metody identifikace minerálů

### Učivo

- **Země jako geologické těleso** – základní geobiocykly
- **zemské sféry** – chemické, mineralogické a petrologické složení Země
- **minerály** – jejich vznik a ložiska; krystaly a jejich vnitřní stavba; fyzikální a chemické vlastnosti minerálů
- **geologická historie Země** – geologická období vývoje země; změny polohy kontinentů; evoluce bioty a prostředí

## Geologie: GEOLOGICKÉ PROCESY V LITOSFÉŘE

### Očekávané výstupy

žák

- analyzuje energetickou bilanci země a příčiny vnitřních a vnějších geologických procesů
- určí nerostné složení a rozpozná strukturu běžných magmatických, sedimentárních a metamorfovaných hornin
- analyzuje různé druhy poruch v litosféře
- využívá geologickou mapu ČR k objasnění geologického vývoje regionů

### Učivo

- **magmatický proces** – vznik magmatu a jeho tuhnutí; krystalizace minerálů z magmatu
- **zvětrávání a sedimentační proces** – mechanické a chemické zvětrávání, srážení, sedimentace
- **metamorfní procesy** – jejich typy; kontaktní a regionální metamorfóza
- **deformace litosféry** – křehká a plastická deformace geologických objektů, vývoj stavby pevnin a oceánů; mechanismus deskové tektoniky; zemětřesení a vulkanismus, tvary zemského povrchu

## 2.2 Školní vzdělávací programy

*V kapitole bude využívána citace 20: <http://www.gybot.cz/o-skole/SVP/>, citace 21 <http://gympl.dobruska.cz>, citace 22: <http://www.gymn-radotin.cz/> a citace 23: <http://www.gymnachod.cz>.*

V ŠVP je obsah vzdělávacích oborů rozpracován do podoby učebních plánů vyučovacích předmětů. Vzdělávací obsah jednoho oboru vymezeného v RVP může být celý zařazen do jednoho vyučovacího předmětu, může být rozdělen do více vyučovacích předmětů, nebo může být naopak vzdělávací obsah více vzdělávacích oborů spojen do jednoho vyučovacího předmětu.

Vzdělávací obsah oboru geologie je často v ŠVP integrován do přírodovědných předmětů, nejčastěji do biologie, nebo zeměpisu, např. Gymnázium Dobruška, nebo Gymnázium Botičská (kde je nepatrná část vzdělávacího obsahu geologie zařazena také do předmětu chemie). Nebo je začleněn do více vzdělávacích předmětů, např. Jiráskovo gymnázium Náchod, kde je část geologie vyučována v biologii a část v zeměpisu. V ojedinělých případech je geologie vyučována jako samostatný předmět, např. Gymnázium Oty Pavla v Radotíně.

### 3 REŠERŠE STŘEDOŠKOLSKÝCH UČEBNIC CHEMIE A GEOLOGIE

K rešerši jsem použila nejnovější učebnice chemie (vydané po roce 1995) nejčastěji používané na gymnáziích. V rešerši jsem se zaměřila na to, zda je v učebnici chemie zmíněna mezioborová vazba na geologii a jakým způsobem.

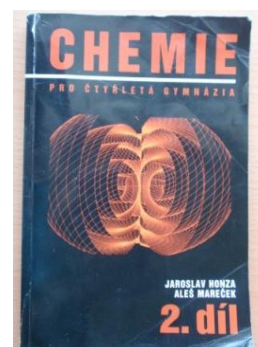
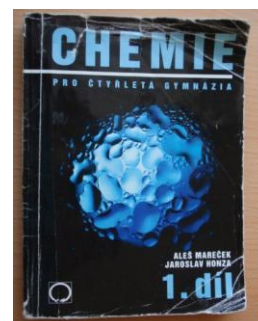
Při rešerši učebnic geologie jsem bohužel musela použít i starší učebnice, protože moderní učebnice geologie pro gymnázia téměř neexistují. V části o učebnicích geologie jsem se zaměřila na to, jakým způsobem je v nich zpracována mineralogie a petrologie.

#### 3.1 Učebnice chemie

1. Mareček, A., Honza, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl*. Olomouc: nakladatelství Olomouc, 1998

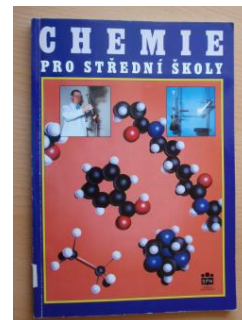
Honza, J., Mareček, A.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl*. Brno: vydáno vlastním nákladem, 1996

- minerály jsou zmíněny v části o systematické chemii, vždy u prvku, který je obsažen v jejich vzorci
- u významných minerálů jsou uvedeny i jejich odrůdy např. u křemene
- v učebnici je pouze zmínka o silikátech a není v ní uveden jediný minerál patřící k silikátům, přestože je to velmi důležitá skupina
- naopak jsou v učebnici zmíněny minerály, které jsou v přírodě velmi vzácné a z hlediska výuky mineralogie na středoškolské úrovni nevýznamné (např. patronit)
- v učebnici je popis a chemické rovnice vzniku krasových jevů



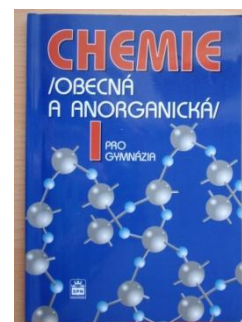
2. Banýr, J., Beneš, P. a kol.: *Chemie pro střední školy: obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie*. Praha: SPN – Pedagogické nakladatelství, 2001

- v učebnici je popsán výskyt prvků v přírodě, ale často zde nejsou uvedeny názvy ani nejvýznamnějších minerálů, např. učebnice obsahuje informaci, že síra se vyskytuje v přírodě volná nebo ve formě síranů a sulfidů
- v učebnici je informace o silikátech, které jsou nejpočetnější skupinou minerálů a je zde uvedeno i několik příkladů
- ojediněle jsou v učebnici i názvy minerálů spolu s chemickým vzorcem, např.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  sádrovec,  $\text{CaCO}_3$  kalcit
- v učebnici je popis a chemická rovnice vzniku krasových jevů doplněná obrázkem



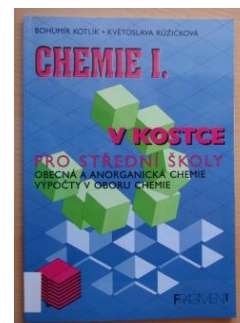
3. Flenr, V., Dušek, B.: *Chemie: obecná a anorganická, I. díl, pro gymnázia*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2001

- v učebnici jsou u výskytu prvků v přírodě v některých případech uvedeny nejvýznamnější minerály včetně jejich chemického vzorce, u některých prvků je zmíněn pouze název minerálu či horniny, u některých prvků není o minerálech či horninách v učebnici vůbec nic
- v učebnici je zmínka o Mohsově stupnici tvrdosti
- v učebnici je obrázek krasových jevů a úkol dohledat příslušné reakce v literatuře
- některé úkoly v učebnici se týkají geologie
- na konci učebnice (za rejstříkem) je tabulka s vzorci a názvy několika rud



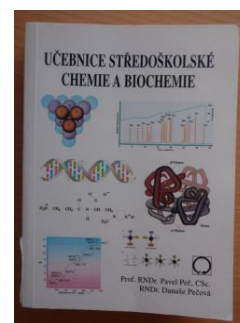
**4. Kotlík, B., Růžičková, K.: *Chemie I v kostce – obecná a anorganická chemie, výpočty v oboru chemie*. Praha: Fragment, 2003**

- v učebnici jsou u výskytu prvků v přírodě uvedeny nejvýznamnější minerály včetně jejich chemického vzorce, v některých případech i země, kde se daný minerál těží
- u významných minerálů jsou uvedeny i jejich odrůdy např. u křemene a korundu
- v učebnici jsou uvedeny i minerály, které jsou v přírodě vzácné a z hlediska výuky mineralogie na středoškolské úrovni nevýznamné (např. realgar)
- v učebnici je popis a chemické rovnice vzniku krasových jevů



**5. Peč, P., Pečová, D.: *Učebnice středoškolské chemie a biochemie*. Olomouc: nakladatelství Olomouc, 2001**

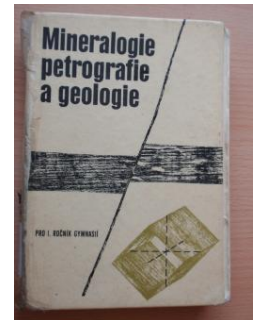
- v učebnici jsou u výskytu prvků v přírodě uvedeny nejvýznamnější minerály včetně jejich chemického vzorce
- u křemene jsou uvedeny i některé jeho odrůdy
- v učebnici je popis a chemická rovnice vzniku krasových jevů
- za každou podkapitolou jsou otázky pro zopakování, v některých otázkách žáci musí použít i vědomosti z mineralogie či petrologie
- v učebnici jsou uvedeny i minerály, které jsou v přírodě vzácné a z hlediska výuky mineralogie na středoškolské úrovni nevýznamné (např. hausmannit, smaltin)



### 3.2 Učebnice geologie

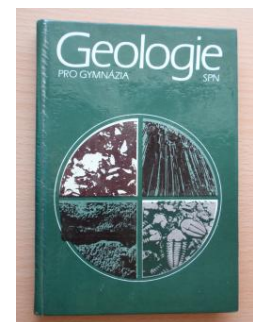
1. **Pauk, F., Kühn, P., Slušík, S., Kletečka, J., Kočárek, E.: *Mineralogie, petrografie a geologie pro 1. ročník gymnasií*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972**

- mineralogie i petrografie je zpracována velmi podrobně
- v učebnici jsou černobílé fotografie a obrázky
- v učebnici jsou otázky a úkoly za každou podkapitolou
- téměř ke všem tématům jsou v učebnici i návody na praktická cvičení
- vzhledem k roku vydání jsou v učebnici odchylky od moderního pojetí geologie např. v terminologii, ale i v některých definicích
- součástí učebnice je klíč k určování minerálů a hornin, který obsahuje i chemické postupy při identifikaci minerálů



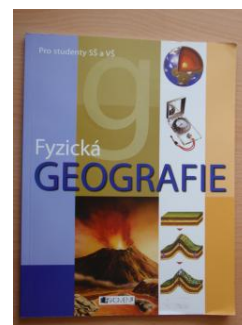
2. **Bouška, V., Abrahámová, D., Čepek, P., Dudek, A., Jaroš, J., Jelínek, E., Souček, J., Šilar, J.: *Geologie pro gymnázia*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984**

- mineralogie je zpracována podrobně a uceleně
- horninám není věnována samostatná kapitola, ale jednotlivé typy hornin jsou podle svého vzniku zařazeny do kapitol o geologických procesech
- v učebnici jsou otázky a úkoly za každou kapitolou
- k některým tématům jsou v učebnici i návody na praktická cvičení, jedním z nich je úloha Chemické metody při určování nerostů
- v učebnici jsou černobílé fotografie a obrázky
- vzhledem k roku vydání jsou některé údaje uvedené v učebnici zastaralé
- součástí učebnice je příloha s přehledem nerostů a hornin



### 3. Tola, J.: *Fyzická geografie*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2005

- minerálům a horninám je věnována jedna kapitola (8 stran), což je v porovnání s jinými učebnicemi geologie velmi malý prostor
- v učebnici je zpracována kromě systematické mineralogie a petrologie i krystalografie – věda o vnitřní stavbě krystalů
- texty jsou doplněny velkým počtem barevných obrázků a fotografií
- v učebnici je velký počet věcných chyb v textech



### 3.3 Shrnutí rešerše středoškolských učebnic chemie a geologie

Ve všech učebnicích chemie, vybraných pro rešerši, byla zmíněna mezioborová vazba na geologii. Ve všech vybraných učebnicích jsou u výskytu prvků v přírodě uvedeny nejvýznamnější minerály a někdy i horniny, ve většině případů včetně jejich chemického vzorce. V některých učebnicích je pouze zmínka o silikátech a není v ní uveden jediný minerál patřící k silikátům, přestože je to velmi důležitá skupina. Často jsou naopak v učebnicích uváděny minerály v přírodě vzácné a z hlediska výuky mineralogie na středoškolské úrovni nevýznamné. Ve všech vybraných učebnicích byl uveden vznik krasových jevů. V jedné učebnici byla zmínka o Mohsově stupnici tvrdosti.

Mineralogie i petrologie je ve starších učebnicích geologie, které byly vybrány pro rešerši, zpracována velmi podrobně, v novější učebnici (*Fyzická geografie*) je prostor věnovaný minerálům a horninám podstatně menší. Obě starší učebnice, na rozdíl od *Fyzické geografie*, obsahují otázky, úkoly a návody na praktická cvičení. Některé údaje uvedené ve starších učebnicích jsou zastaralé. V učebnici *Fyzická geografie* je velký počet věcných chyb v textech.

## 4 VYBRANÉ MINERÁLY A HORNINY

*V kapitole bude využívána citace 6: Úvod do systematické mineralogie, citace 12: Minerály, citace 9: Minerály: encyklopedie, citace 17: Fyzická geografie, citace 14: Mineralogie, petrografie a geologie pro 1. ročník gymnasií, citace 2: Geologie pro gymnázia, citace 24: <http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>, citace 19: <http://www.velebil.net/> a citace 18: <http://www.geology.cz/app/museum/m.pl>.*

Minerály neboli nerosty jsou anorganické stejnorodé přírodniny. Jejich složení je možné vyjádřit chemickou značkou či vzorcem. Za minerály považujeme i některé přírodní organické látky například jantar. Mezi minerály se ovšem nepočítají látky uměle vyrobené např. syntetické drahé kameny. Studium minerálů se zabývá věda mineralogie.

Hornina je přírodní akumulace minerálů. Může být zpevněná anebo nezpevněná. Většina hornin je tvořena několika různými minerály, existují však i horniny tvořené pouze jedním minerálem, takové horniny se nazývají monominerální. Podle způsobu vzniku se rozlišují tři velké skupiny hornin:

- horniny magmatické (vyvřelé)
- horniny sedimentární (usazené)
- horniny metamorfované (přeměněné).

Studium hornin se zabývá věda zvaná petrologie.

### 4.1 Kalcit, vápenec, travertin, mramor

Kalcit (viz obr. 1) je minerál, který krystalizuje v klencové soustavě a má chemické složení, které je možno zapsat vzorcem  $\text{CaCO}_3$ . Je to tedy jedna z forem uhličitanu vápenatého, která se nachází v přírodě.



Obr. 1. Krystal kalcitu (převzato z: <http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>).

Kalcit je jedním z nejhojnějších minerálů. Kalcit může být bezbarvý, ale často je rozmanitě zbarven příměsemi. Je křehký a dokonale štěpný podle klence (tři roviny štěpnosti), což je jeho velmi dobrý rozlišovací znak. Má silný dvojlom, který je ovšem makroskopicky pozorovatelný jen zřídka. Kalcit je velmi dobře rozpustný v běžných kyselinách i za studena. Někteří živočichové si tvoří kalcitové schránky (např. ostnokožci, koryši, aj.), kalcit vylučují i některé rostliny. V České republice se hojně nachází



na rudních žilách v Jáchymově a Příbrami, v dutinách čedičů v Českém středohoří a severovýchodních Čechách a také v dutinách vápnitých hornin a vápenců např. vápencový lom v Praze - Radotíně.

Vápenec je sedimentární hornina složená téměř výhradně z kalcitu. Barvu má nejčastěji světle až tmavě šedou, červenou, ale i jinou. Často obsahuje zkameněliny. Nachází se v Českém a Moravském krasu.

Travertin (viz obr. 2) je geologicky mladý porézni sladkovodní vápenec, který se vysrážel z vody činností organismů. Barvu má bílou, žlutou, nebo žlutohnědou. V hornině bývají často otisky listů s dobře zachovalou žilnatinou.



Obr. 2. Travertin použitý jako obkladový kámen.

Mramor patří k regionálně metamorfovaným horninám. Skládá se skoro výhradně ze zrn kalcitu. Díky působení tlaku došlo k jejich rekrystalizaci. Barvu mívá čistě bílou až šedou, často až pruhovanou, někdy i žlutou, hnědou, zelenou nebo i černou. Vyskytuje se u Českého Krumlova, na Sušicku, v Posázaví a v moravské části Českomoravské vrchoviny.

Vápence a mramory jsou základní surovinou pro výrobu stavebních hmot (vápna, cementy, maltoviny, drcené kamenivo, stavební a dekorační kámen). Používají se také v chemickém průmyslu. V hutnictví je jich používá jako tavidel pro vysokopeční výrobu surového železa. V zemědělství se jimi upravují půdy. Své místo mají i v potravinářství, papírenství, sklářském a keramickém průmyslu a také při odsiřování elektrárenských plynů.

#### 4.2 Křemen, pískovec s křemenným tmelem (křemenec)



Obr. 3. Křemen, Westfálsko, Německo (převzato z: <http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>).

Chemické složení křemene je oxid křemičitý, vzorec  $\text{SiO}_2$ . Je to pevná, těžko tavitelná sloučenina. Oxid křemičitý je polymerní, každý atom křemíku je v něm vázán se čtyřmi atomy kyslíku, které jsou kolem něj rozmístěny ve vrcholech pravidelného tetraedru. Vzájemná poloha tetraedrů umožňuje vznik různých modifikací oxidu křemičitého.

Křemen (viz obr. 3) je jedním z nejrozšířenějších minerálů, tvoří 15 % zemské kůry. Nachází se v magmatických, sedimentárních i metamorfovaných horninách. Jeho barva může být různá v závislosti na příměsích. Často je čirý, bělavý, šedavý, modravý, nahnědlý. Podle zbarvení rozlišujeme mnoho odrůd křemene. Má skelný lesk, je neštěpný, ale poměrně tvrdý (rýpe do skla). Je odolný vůči zvětrávání a proto se hromadí v náplavech. Lze ho nalézt v podstatě všude. Známa naleziště v České republice jsou např. Podkrkonoší (Kozákov aj.), Dolní Bory u Velkého Meziříčí, Příbram.

Pískovec je klastická (úlomkovitá) hornina tvořená alespoň z 25 % zrn o velikosti 0,063-2,0 mm. Povrch horniny je zřetelně drsný. Křemenec - pískovec s křemenným tmelem (viz obr. 4) má zrna často tak těsně spojená, že se i pod lupou jeví jako celistvý. Nesnadno zvětrává. Je dlažebním kamenem staré Prahy. Vyskytuje se např. na vrchu Vítkov v Praze.



Obr. 4. Křemenec, Hlavatce (převzato z: <http://www.geology.cz/app/museum/m.pl>).

Křemen je základem stavebního a sklářského průmyslu. Křemenné písky se používají pro výrobu skel, keramiky a porcelánu. Použití křemene je mnohem rozsáhlejší. Používá se v radiotechnice a optice a na výrobu laboratorních třecích misek. V hutnictví je používán jako struskotvorná přísada. Z křemene se vyrábí vodní sklo a silikony. Jemnozrnný křemen se používá jako abrazivum, čisticí prostředek, plnivo barev, gum a plastů. Některé odrůdy křemene se používají jako ozdobné kameny. Pískovec se používá jako sochařský materiál.

### 4.3 Halit

Halit je mineralogický název pro sloučeninu všeobecně velmi dobře známou – kuchyňskou či kamennou sůl. Jeho chemické složení lze vyjádřit vzorcem NaCl. Patří, spolu s ostatními halogenidy alkalických kovů, hořčíku a kovů alkalických zemin, mezi iontové halogenidy. Pro tyto sloučeniny jsou charakteristické převážně iontové vazby a vysoké body tání a varu.

Halit (viz obr. 5) krystalizuje v krychlové soustavě a často tvoří krychle. Jeho barva je čirá, ale může být zbarven příměsmi: žlutě nebo červeně



Obr. 5. Halit, Wieliczka, Polsko (převzato z: <http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>).

oxidy železa, šedě nebo hnědě organickými nebo jílovými příměsmi, někdy je též modrý. Vzniká vypařováním mořské vody. Má velmi dobrou štěpnost podle krychle (tj. ve třech navzájem kolmých směrech). V České republice se ložiska halitu nenachází, ale můžeme je nalézt na Slovensku (Solivar u Prešova), v Polsku (Wieliczka) i v Rakousku (Solná Komora).

Chlorid sodný je nepostradatelnou složkou každodenní potravy člověka (denní dávka se pohybuje mezi 10 a 12 g). Halit je základní surovinou chemického průmyslu. Používá se pro výrobu sodíku, sody, chloru, kyseliny chlorovodíkové (která podle něho dostala název kyselina solná) a dalších látek. Halit se používá také v zemědělství, při výrobě mýdel, metalurgii, sklářském a papírenském průmyslu. Kamenná sůl se také používá k výrobě barev, kaučuku, ke konzervaci masa a jako posyp silnic.

#### 4.4 Pyrit

Je minerálem železa. Jeho chemické složení vyjadřuje vzorec  $\text{FeS}_2$ , jedná se tudíž



Obr. 6. Pyrit, Kutná Hora (převzato z: <http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>).

o disulfid železnatý. Tato látka patří k polysulfidům, které ve svých molekulách obsahují řetězovité anionty  $\text{S}_n^{2-}$ .

Pyrit (viz obr. 6) je kovově lesklý minerál, který stejně jako halit, krystalizuje v krychlové soustavě a často tvoří dobře vyvinuté krystaly tvaru krychle, jeho barva je mosazná, barva vrypu je černá. Pyrit je velmi hojný minerál, přestože velmi rychle zvětrává (oxiduje se). Tomuto procesu se říká kyzové zvětrávání. Za atmosférických podmínek se pyrit rozkládá, konečnými produkty zvětrávání jsou sírany a limonit. Pyrit se v ČR vyskytuje ve Zlatých Horách, na Plzeňsku, u Chvaletic v Železných horách, na Kaňku u Kutné Hory, časté jsou také jeho konkrce v uhlí a opukách.

K výrobě železa se pyrit nepoužívá, protože má vysoký obsah síry, která se od železa jen velmi těžko odděluje a pokud zůstane ve vyrobeném železe, negativně ovlivňuje jeho kvalitu. Dříve se pyrit používal k výrobě síry a kyseliny sírové, dnes se k tomuto účelu používá jen minimálně.

Minerály a horniny byly vybrány tak, aby byly chemicky různorodé a zajímavé a aby jejich chemické vlastnosti (např. reakce s kyselinami, tepelný rozklad) nebo složení bylo možné ověřit pokusy. Vybrané minerály a horniny se běžně vyskytují v přírodě a některé z nich se také používají jako dlažební kostky nebo obkladový kámen. Jejich běžný výskyt a dostupnost je dělá vhodnými pro zařazení do výuky.

## 5 VYBRANÉ POKUSY

### 5.1 Rozklad uhličitanu vápenatého působením silné kyseliny

(Upraveno dle: Čtrnáctová, H., Halbych, J., Hudeček, J., Šímová J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost.*)

#### Pomůcky a chemikálie:

zkumavka, stojánek na zkumavky, skleněná tyčinka, roztok  $H_2SO_4$  ( $w = 20\%$ ), roztok  $Ba(OH)_2$  ( $w = 10\%$ ), třecí miska s tloučkem, vzorek kalcitu (uhličitanu vápenatého), kladívko, dřevěná podložka

#### Pracovní postup:

Na dřevěné podložce kladívkem rozdrtíme vzorek kalcitu – uhličitanu vápenatého (viz obr. 7). Jeho kousky potom rozmělníme v třecí misce. Do zkumavky nasypeme trochu rozmělněného uhličitanu vápenatého a přidáme kyselinu sírovou. O unikajícím oxidu uhličitým se přesvědčíme tak, že k ústí zkumavky přiblížíme skleněnou tyčinku namočenou do roztoku hydroxidu barnatého (viz obr. 8). Kapka hydroxidu barnatého se zakalí uhličitanem barnatým.



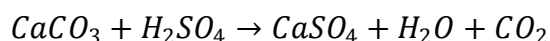
Obr. 7. Vzorek kalcitu.



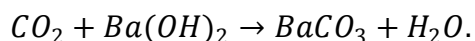
Obr. 8. Identifikace unikajícího oxidu uhličitého.

#### Pozorování a vysvětlení:

Působením silné anorganické kyseliny se uhličitany rozkládají za vzniku oxidu uhličitého.



Vznik bílé sraženiny uhličitanu barnatého vyjadřuje rovnice:



### Závěr:

Při rozkladu uhličitanu vápenatého kyselinou sírovou vzniká oxid uhličitý, který jsme dokázali pomocí hydroxidu barnatého, který s oxidem uhličitým reaguje za vzniku bílé sraženiny uhličitanu barnatého. Tímto způsobem jsme dokázali, že kalcit je uhličitán.

## 5.2 Důkaz chloridových aniontů v halitu

(Upraveno dle: Čtrnáctová, H., Halbych, J., Hudeček, J., Šímová J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost.*)

### Pomůcky a chemikálie:

zkumavky, stojánek na zkumavky, roztok  $\text{AgNO}_3$  (w = 5 %), roztok  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (w = 5 %), vzorek chloridu sodného (halitu)

### Pracovní postup:

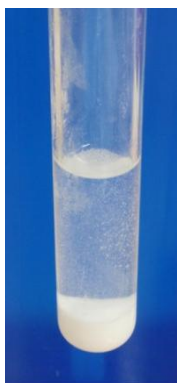
Do dvou zkumavek nasypeme trochu chloridu sodného, který rozpustíme v 2 až 3 ml vody. Do první zkumavky přidáme asi 1 ml roztoku dusičnanu stříbrného. A do druhé zkumavky přidáme asi 1 ml dusičnanu olovnatého.

### Pozorování a vysvětlení:

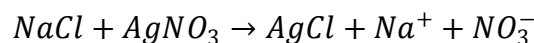
V první zkumavce vzniká bílá sraženina chloridu stříbrného (viz obr. 9), která na světle pomalu tmavne, protože se v ní vylučuje stříbro.



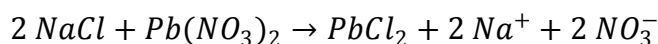
Obr. 9. Sraženina chloridu stříbrného.



Obr. 10. Sraženina chloridu olovnatého.



V druhé zkumavce vzniká bílá sraženina chloridu olovnatého (viz obr. 10).



### **Závěr:**

Chlorid sodný (halit) je ve vodě rozpustný a jeho roztok reaguje s dusičnanem stříbrným a dusičnanem olovnatým za vzniku bílé sraženiny, což dokazuje, že halit obsahuje chloridové anionty. Obdobným způsobem lze dokázat přítomnost chloridových aniontů i v jiných minerálech nebo mořské či minerální vodě.

## **5.3 Kvalitativní analýza pyritu**

### **Pomůcky a chemikálie:**

zkumavky, stojánek na zkumavky, vodní lázeň, nálevka, filtrační papír, roztok HCl (w = 10 %), roztok Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (w = 5 %), roztok SCN<sup>-</sup> (w = 5 %), třecí miska s tloučkem, vzorek pyritu (disulfidu železnatého)

### **Pracovní postup:**

V třecí misce rozmělníme vzorek pyritu, při tření pozorujeme změnu barvy – žluté krystalky se změní na černý prášek (viz obr. 11). Do zkumavky nasypeme trochu rozmělněného disulfidu železnatého. Ke vzorku přidáme asi 3 ml kyseliny chlorovodíkové, pokud se vzorek nerozloží za studena, zahřejeme ho na vodní lázni. Při rozkladu pozorujeme vývin plynu (pozor, je jedovatý), který identifikujeme přiblížením kousku



Obr. 11. Vzorek pyritu rozmělněný na prášek.

filtračního papírku namočeného v dusičnanu olovnatém k ústí zkumavky. Roztok vzorku přefiltrujeme přes filtrační papír. K filtrátu přidáme roztok thiokyanatanových aniontů.

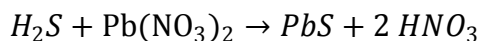
### **Pozorování a vysvětlení:**

Při rozkladu uniká plyn sulfan, který má charakteristický zápach po zkažených vejcích.





Tento plyn můžeme dokázat pomocí filtračního papírku namočeného do roztoku dusičnanu olovnatého, který se v přítomnosti sirovodíku zbarví do černa vzniklým sulfidem olovnatým (viz obr. 12).

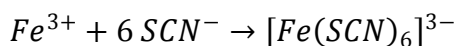


Obr. 12. Důkaz unikajícího sulfanu pomocí filtračního papírku namočeného do roztoku dusičnanu olovnatého.

Po přidání roztoku thiokyanatanových aniontů filtrát zčervená (viz obr. 13), protože v něm vzniká komplex  $[Fe(SCN)_6]^{3-}$ , který má červené zbarvení, což dokazuje, že roztok obsahuje železité ionty.



Obr. 13. Filtrát po přidání roztoku thiokyanatanových aniontů.



#### Závěr:

Reakcí s dusičnanem olovnatým jsme dokázali, že při rozkladu pyritu kyselinou chlorovodíkovou vzniká sulfan. Přidáním roztoku thiokyanatanových aniontů k roztoku vzorku, který se zbarvil červeně, jsme provedli důkaz železa. Analyticky jsme dokázali, že pyrit je sulfid železa. Použitými analytickými metodami ovšem nemůžeme určit jeho stechiometrické složení.

## 5.4 Příprava a reakce hydroxidu vápenatého

(Upraveno dle: Čtrnáctová, H., Halbych, J., Hudeček, J., Šimová J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost.*)

#### Pomůcky a chemikálie:

porcelánový kelímek, trojnožka (popřípadě stojan, klema a kruh), trojhran, kahan, kádinka (100 ml), lžička na chemikálie, skleněná tyčinka, skleněná trubička, zkumavky, stojánek na zkumavky, držák na zkumavku, nálevka, filtrační papír, vzorek kalcitu (uhličitanu vápenatého), roztok HCl (w = 10 %), indikátor fenolftalein



### Pracovní postup:

Do porcelánového kelímku nasypeme asi 3 g uhličitanu vápenatého rozetřeného v třecí misce. Kelímek dáme do trojhranu na trojnožce (popřípadě upevníme do stojanu) a žiháme asi 15 minut (viz obr. 14). Po vychladnutí vysypeme vyžihanou směs, která obsahuje převážně pálené vápno, z kelímku do kádinky.



Obr. 14. Žihání uhličitanu vápenatého.

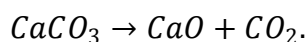
Na kousek páleného vápna přikapáváme vodu. Při reakci se vyvíjí teplo, přidaná voda se částečně mění v páru. Přidáme pomalu další množství vody. Hydroxid vápenatý je ve studené vodě málo rozpustný, v teplé ještě méně. Získáme tzv. „vápenné mléko“ a po jeho filtraci „vápennou vodu“, tj. roztok  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Asi 3 ml vápenné vody nalijeme do dvou zkumavek. Do roztoku v první zkumavce přidáme několik kapek indikátoru fenolftaleinu – roztok se zbarví červenofialově. Do roztoku v druhé zkumavce opatrně vydechujeme skleněnou trubičkou oxid uhličitý. Roztok se zakalí. S vydechováním oxidu uhličitého pokračujeme tak dlouho, až získáme opět čirý roztok. Málo rozpustný uhličitan vápenatý reaguje s oxidem uhličitým za vzniku dobře rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého.

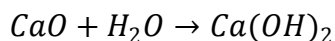
Získaný roztok hydrogenuhličitanu povaříme a pak ze zkumavky vylijeme. Na stěnách zkumavky se vyloučí uhličitan vápenatý. Tímto způsobem vzniká z tvrdé vody tzv. kotelní kámen. Zkumavku vyčistíme kyselinou chlorovodíkovou.

### Pozorování a vysvětlení:

Při žihání uhličitanu vápenatého probíhá rozklad podle rovnice:

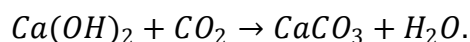


Oxid vápenatý reaguje s vodou za vzniku hydroxidu vápenatého.



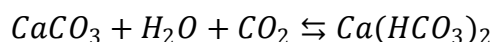
Červenofialové zbarvení přidaného indikátoru fenolftaleinu k vápenné vodě dokazuje, že roztok má zásadité pH (viz obr. 15).

Při vydechování oxidu uhličitého do roztoku vápenné vody vzniká uhličitan vápenatý podle rovnice:



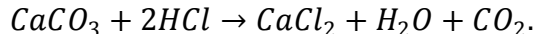
Rovnice zmíněné výše vystihují princip výroby a tuhnutí malty.

Při vydechování oxidu uhličitého do suspenze uhličitanu vápenatého vzniká rozpustný hydrogenuhličitan vápenatý.



Tato reakce, probíhající oběma směry, je základem vzniku krasových jevů.

Při mytí zkumavky kyselinou chlorovodíkovou probíhá reakce:



### **Závěr:**

Při tepelném rozkladu uhličitanu vápenatého vzniká oxid vápenatý, této reakce se využívá při výrobě páleného vápna. Oxid vápenatý reaguje s vodou za vzniku zásaditého hydroxidu vápenatého. Při reakci hydroxidu vápenatého s oxidem uhličitým vzniká uhličitan vápenatý. Tyto rovnice vystihují princip výroby a tuhnutí malty. Uhličitan vápenatý se v nadbytku oxidu uhličitého přeměňuje na hydrogenuhličitan vápenatý. Tato reakce, která může probíhat oběma směry, je základem vzniku krasových jevů.

## **5.5 Odlišení křemence od vápence a mramoru chemickou metodou**

### **Pomůcky a chemikálie:**

roztok HCl (w = 1 %), roztok HCl (w = 10 %), kapátko, vzorek vápence, mramoru a křemence



Obr. 15. Vápenná voda s několika kapkami fenolftaleinu.

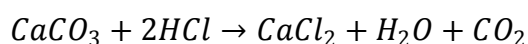
### Pracovní postup:

Na vzorek vápence, mramoru a křemence kapátkem nakapeme 1% kyselinu chlorovodíkovou a pozorujeme změny probíhající na povrchu hornin.

Na vzorek vápence, mramoru a křemence kapátkem nakapeme 10% kyselinu chlorovodíkovou a pozorujeme změny probíhající na povrchu hornin.

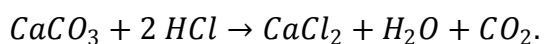
### Pozorování a vysvětlení:

Po nakapání 1% kyseliny chlorovodíkové na vápenec, tvořený uhličitánem vápenatým, došlo k chemické reakci, vápenec se začal za šumění, provázející vznik oxidu uhličitého, rozkládat.



Po nakapání 1% kyseliny chlorovodíkové na vzorek mramoru, který je také tvořený uhličitánem vápenatým, k reakci nedojde, nebo reakce probíhá jen velmi pomalu a neochotně, protože mramor má méně reaktivní povrch než vápenec díky rekrystalizaci zrn kalcitu.

Vápenec (viz obr. 16) i mramor (viz obr. 17) se po nakapání 10% kyseliny chlorovodíkové rozkládal podle rovnice:



Obr. 16. Reakce vápence s 10% kyselinou chlorovodíkovou.



Obr. 17. Reakce mramoru s 10% kyselinou chlorovodíkovou.

Křemenec, tvořený oxidem křemičitým, nereagoval s 1% ani s 10% kyselinou chlorovodíkovou (viz obr. 18).



Obr. 18. Křemenec po nakapání 10% kyseliny chlorovodíkové.

### **Závěr:**

Vápenec, mramor i křemenec jsou horniny, se kterými se můžeme v přírodě běžně setkat. Vápenec a mramor jsou tvořeny uhličitanem vápenatým. Vápenec, na rozdíl od mramoru, reaguje už s 1% kyselinou chlorovodíkovou. K reakci mramoru s 1% kyselinou chlorovodíkovou nedojde, nebo reakce probíhá jen velmi pomalu a neochotně, protože mramor má méně reaktivní povrch než vápenec díky rekrystalizaci zrn kalcitu. Křemenec s kyselinou chlorovodíkovou nereaguje vůbec, neboť je tvořený oxidem křemičitým, který se působením kyseliny chlorovodíkové nerozkládá.

## 6 ZÁVĚR

V bakalářské práci byly postupně naplněny cíle, stanovené v úvodu práce.

- Byla provedena rešerše pěti učebnic chemie pro střední školy vydané po roce 1995 a používané na gymnáziích a zhodnoceno, je-li v nich zmíněna mezioborová vazba na geologii, a pokud ano, tak jakým způsobem. Všimla jsem si, zdali jsou v učebnici uvedeny příklady minerálů související s daným tématem, zdali je u minerálů uveden i jejich chemický vzorec, popřípadě je-li text doplněn ilustracemi, chemickými rovnicemi a cvičeními souvisejícími s geologií.
- Byla provedena rešerše tří geologických učebnic pro střední školy se zaměřením na mineralogické a petrologické učivo. Všimla jsem si rozsahu a zpracování těchto témat.
- Daná témata byla vyhledána v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia a okomentována ve vybraných čtyřech školních vzdělávacích programech.
- Bylo vybráno několik běžných minerálů a hornin tak, aby byly chemicky různorodé a zajímavé. Při výběru bylo také přihlédnuto k jejich výskytu a využití.
- O vybraných minerálech a horninách byly uvedeny informace z pohledu chemie i mineralogie.
- Bylo vybráno celkem pět chemických pokusů, které byly zaměřené na tyto minerály a horniny. Pokusy byly prakticky ověřeny a zdokumentovány.

## 7 SHRNU TÍ

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala mezioborovými vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání na gymnaziální úrovni. Vyhledala jsem výskyt tohoto tématu v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia a provedla rešerši středoškolských učebnic chemie a geologie. Vybrala jsem několik běžných minerálů a hornin vhodného chemického složení a vypsala o nich informace z chemického i geologického hlediska. Vyhledala jsem také pokusy s těmito látkami, upravila je a vyzkoušela v praxi.

## 8 SUMMARY

In my bachelor thesis I fixed myself on inter-subject relations between chemistry and geology in natural sciences in grammar schools. I looked up this theme in curricula for grammar schools and I made chemistry and geology school-books research. I selected several usual minerals and rocks with useful chemical composition and I wrote chemical and geological information about them. I found chemical experiments with this chemical substances, modified them and did them.

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Banýr, J., Beneš, P. a kol.: *Chemie pro střední školy: obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie*. Praha: SPN – Pedagogické nakladatelství, 2001
2. Bouška, V., Abrhánová, D., Čepek, P., Dudek, A., Jaroš, J., Jelínek, E., Souček, J., Šilar, J.: *Geologie pro gymnázia*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984
3. Čtrnáctová, H., Halbych, J., Hudeček, J., Šimová J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha: Prospektrum, 2000
4. Flemr, V., Dušek, B.: *Chemie: obecná a anorganická, I. díl, pro gymnázia*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2001
5. Honza, J., Mareček, A.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl*. Brno: vydáno vlastním nákladem, 1996
6. Chvátal, M.: *Úvod do systematické mineralogie*. Praha: Silikátový svaz, 2005
7. kolektiv: *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007
8. kolektiv: *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2005
9. Korbel, P., Novák, M.: *Minerály: encyklopedie*. Čestlice: Rebo, 2007
10. Kotlík, B., Růžičková, K.: *Chemie I v kostce – obecná a anorganická chemie, výpočty v oboru chemie*. Praha: Fragment, 2003
11. Mareček, A., Honza, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl*. Olomouc: nakladatelství Olomouc, 1998
12. Medenbach, O.: *Minerály*. Praha: Knižní klub, 1995
13. Pasch, M., Gardner, T. G., Sparks-Langerová, G., Starková, A. J., Moodyová, Ch. D.: *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Praha: Portál, 1998
14. Pauk, F., Kühn, P., Slušík, S., Kletečka, J., Kočárek, E.: *Mineralogie, petrografie a geologie pro 1. ročník gymnasií*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972
15. Peč, P., Pečová, D.: *Učebnice středoškolské chemie a biochemie*. Olomouc: nakladatelství Olomouc, 2001
16. Petty, G.: *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 1996
17. Tola, J.: *Fyzická geografie*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2005
18. Česká geologická služba: <http://www.geology.cz/app/museum/m.pl>, cit. 22. 4. 2010
19. Dalibor Velebil: <http://www.velebil.net/>, 4. 4. 2010
20. Gymnázium Botičská: <http://www.gybot.cz/o-skole/SVP/>, cit. 4. 4. 2010



21. Gymnázium Dobruška: <http://gympl.dobruska.cz>, cit. 4. 4. 2010
22. Gymnázium Oty Pavla: <http://www.gymn-radotin.cz/>, cit. 4. 4. 2010
23. Jiráskovo gymnázium Náchod: <http://www.gymnachod.cz>, cit: 4. 4. 2010
24. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze:  
<http://www.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/index.html>, cit. 19. 3. 2010