

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOLOGIE

**Gamaspektrometrie a petrografie pískovců
račanské jednotky v Hostýnských vrších**

bakalářská práce

Martin Žídek

Geologie a ochrana životního prostředí (B1201)
prezenční studium

vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Bábek, Dr.

březen 2009

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: **Martin Žídek**
Název práce: **Gamaspektrometrie a petrografie pískovců račanské jednotky v Hostýnských vrších**
Typ práce: bakalářská
Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geologie
Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Bábek, Dr.
Rok obhajoby práce: 2009
Abstrakt: V teoretické části bakalářské práce je literární rešerše zaměřená na problematiku měření přirozené radioaktivity hornin a na regionální geologii Račanské jednotky v oblasti Hostýnských vrchů. V části praktické bylo použito terénní měření přirozené radioaktivity na 12 lokalitách, na kterých byly zároveň odebrány vzorky pro laboratorní měření gamaradioaktivity a magnetické susceptibility. Naměřené hodnoty byly porovnány a interpretovány ve vztahu k proměně mineralogického složení zdrojové oblasti sedimentů.
Klíčová slova: račanská jednotka, provenience, gamaspektrometrie
Počet stran: 32
Počet příloh: 5
Jazyk: čeština

Bibliographical identification:

Author's name: **Martin Žídek**
Title: **Gamma-ray spectrometry and petrography of sandstones of the Rača unit in the Hostýn hills**
Type of thesis: bachelor
Institution: Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology
Supervisor: doc. Mgr. Ondřej Bábek, Dr.
The year of presentation: 2009
Abstrakt: In its theoretical part, the bachelor thesis contains a background research focused on natural radioactivity of rocks and regional geology of the Rača unit in the Hostýn hills area. The practical part contains results from field measurements of natural radioactivity in 12 localities and sampling for laboratory measurement of gamma-ray spectrometry and magnetic susceptibility. The obtained values were compared with the modal composition of the sandstones and interpreted in terms of siliciclastic provenance.
Keywords: Rača unit, provenance, Gamma-ray spectrometry
Number of pages: 32
Number of appendices: 5
Language: Czech

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne

.....

Děkuji doc. Mgr. Ondřeji Bábkovi, Dr. za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a cenných připomínek.

V Olomouci dne

.....

Univerzita Palackého

Fakulta:

Přírodovědecká

Katedra: geologie **Školní rok:** ... 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student: Martin Židek

obor: Geologie a životní prostředí 1201 R, 2. ročník

Název tématu: Gamaspektrometrie a petrografie pískovců račanské jednotky
v Hostýnských vrších

Zásady pro vypracování

Úvod. Koncentrace K (%), Th (ppm) a U (ppm) získané gamaspektrometrickým měřením úzce souvisí s minerálním složením klastických sedimentů (obsahy K-živců, slíd, těžkých minerálů, jílových minerálů, atd.). Variabilita v minerálním složení pak odráží změny ve zdrojových oblastech (provenienci) sedimentu.

Cíle. Získat všeobecný přehled o metodách gamaspektrometrického měření a jejich petrologické interpretaci, gamaspektrometricky zmapovat pískovce račanské jednotky (magurská skupina příkrovů, flyšové pásmo Západních Karpat) a získaná data interpretovat ve vztahu k minerálnímu složení pískovců a jejich možným zdrojům.

Metody.

- literární rešerše zaměřená na teorii gamaspektrometrického měření a petrologickou interpretaci spekter gamazáření,
 - literární rešerše zaměřená na geologii flyšového pásma Západních Karpat s důrazem na račanskou jednotku magurské skupiny příkrovů,
 - terénní měření terénním gamaspektrometrem na 5 až 6 vybraných výchozech (20-30 měření celkem) a odběr vzorků
 - laboratorní příprava vzorků (příprava výbrusů, drcení hornin)
 - laboratorní gamaspektrometrie (20-30 měření)
 - petrografický popis výbrusů (3-5 výbrusů)
 - analýza dat v tabulkovém procesoru, statistika jedné proměnné, výpočet korelačních
- Práce bude obsahovat stručné shrnutí a závěr.

Rozsah textové části: do 40 stran včetně grafických příloh a seznamu literatury
Rozsah grafických příloh fotodokumentace výchozů, mikrofotografie z výbrusů, převzaté ČB obrázky v textu (mapky, stratigrafická schémata, apod.), tabulky naměřených koncentrací K, U a Th, korelační bodové diagramy s výpočtem koeficientu lineární korelace, seznam vzorků, příp. další

Seznam odborné literatury:

Doveton, J.H. (1994): Geologic log interpretation
Adams, J.A.S., Gasparini, P. (1970): Gamma-ray spectrometry of rocks: New York, Elsevier Publishing Co., 295 p.
Matolín, M., Chlupáčová, M. (1997): Radioaktivní vlastnosti hornin. In: Kobr, M. et al.: Petrofyzika, 109-126. Karolinum Praha
Regionálně geologická literatura rešeršní části práce
Další literatura a www zdroje dle potřeby a pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Ondřej Bábek, Dr.

Datum zadání bakalářské práce:

Termín odevzdání bakalářské práce:

.....
doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 21.10.2007

Obsah:

1. Úvod	- 8 -
2. Přirozená radioaktivita a její význam v geologii.....	- 9 -
2.1. Radioaktivní izotopy zemské kůry	- 9 -
2.1.1. <i>Draslík</i>	- 10 -
2.1.2. <i>Uran</i>	- 10 -
2.1.3. <i>Thorium</i>	- 10 -
2.2. Přirozená radioaktivita základních typů hornin	- 11 -
2.3. Metody gamaspektrometrického výzkumu.....	- 12 -
3. Regionální geologie a petrografie	- 13 -
3.1. Karpatská předhlubeň	- 13 -
3.2. Flyšové pásmo	- 13 -
3.3. Magurská skupina příkrovů	- 14 -
3.3.1. <i>Zóna hostýnská</i>	- 17 -
3.3.2. <i>Zóna Tří kamenů</i>	- 17 -
3.4. Radiometrická mapa studovaného území	- 18 -
3.4.1. <i>Radiometrie Západních Karpat</i>	- 18 -
3.5. Látkové složení zdrojové oblasti (provenience) okrajové části magurského flyše.....	- 20 -
4. Použitá metodika.....	- 21 -
5. Lokality – geologie a výsledky měření.....	- 22 -
5.1. PP Jarcovská kula	- 22 -
5.2. Držkovské skály.....	- 23 -
5.3. VKP Německý lom.....	- 24 -
5.4. Lom Niva v úbočí sv. Hostýna – Bystřice p. H.	- 25 -
5.5. Skalný	- 26 -
5.6. PR Smrdutá.....	- 27 -
5.7. Bývalý lom Rajnochovice č. 1	- 28 -
5.8. PP Skaliska Sochová.....	- 29 -
5.9. Čerňava.....	- 30 -
5.10. Lomová stěna Šraňky	- 31 -
5.11. Rajnochovice - Trávníky	- 32 -
5.12. Lom Podhradní Lhota	- 33 -
5.13. Výsledky petrografické modální analýzy	- 34 -
6. Diskuze	- 35 -
7. Závěr	- 37 -
Použitá literatura:	- 38 -
Přílohy	- 39 -

1. Úvod

Gamaspektrometrie je jednou z geofyzikálních nebo petrofyzikálních výzkumných metod, které nám umožňují zjistit mineralogické složení hornin magmatických, metamorfovaných a sedimentárních. Je to metoda, která nám umožňuje zjistit koncentraci radioaktivních prvků (draslík, uran, thorium) v horninách a tím nám přiblížit jejich mineralogické složení. Změny v koncentracích radioaktivních prvků u klastických sedimentů mohou odrážet změny v provenienci (zdrojové oblasti) sedimentu.

V této práci se budu zabývat gamaspektrometrickým měřením koncentrací K, U a Th části Hostýnských vrchů, která geologicky náleží do račanské jednotky magurské skupiny příkrovů, soustavy karpatské, konkrétně Karpaty Západní.

V sedimentárních pánvích, v tomto případě se jedná o račanský bazén, mohlo erodovaný materiál přinášet více, než jen jedna velká řeka. Také může nastat případ, že jedna řeka měnila své koryto a tím i provenienci (zdrojovou oblast) sedimentů. Například řeka mohla erodovat metamorfované horniny, které překrývaly horniny magmatické či sedimentární. To odráží změnu v obsahu různých minerálů a tím i rozdílné hodnoty úrovně gamaradioaktivity.

Pokud tedy nastane případ, kdy se naměřené hodnoty z jedné oblasti budou výrazně lišit, můžeme předpokládat, že během sedimentace došlo k takovému přechodu proveniencie, či bylo zdrojových oblastí více s odlišnou geologickou stavbou. Jestliže se naměřené hodnoty na jednotlivých lokalitách lišit nebudou, nedošlo ke změně proveniencie a erodovaný a následně sedimentovaný materiál pochází z jednoho geologického celku a výrazně se neměnilo jeho složení.

Přínosem této práce by tedy mělo být objasnění, za jakých podmínek probíhala sedimentace v račanském bazénu při vyvrásnění Karpatské soustavy.

2. Přírozená radioaktivita a její význam v geologii

Přírozená radioaktivita je jednou ze základních fyzikálních vlastností hornin. Je způsobena přítomností přírodních radionuklidů (nestabilních izotopů) v horninách. Tyto jádra se samovolně rozpadají – přeměňují na jádra jiných izotopů. Přeměnu doprovází emise energie nebo částic (jaderné záření). Existují čtyři hlavní typy radioaktivního záření – záření alfa, záření beta, záření gama a neutronové záření (Matolín, Chlupáčová 1997).

Alfa záření tvoří proud heliových jader ${}^4\text{He}$ (obsahují dva protony a neutrony). Rychlost dosahuje max. 10 % rychlosti světla. Protože heliová jádra jsou relativně velká, je průchodnost hmotou silně omezena. Ve vzduchu je řádově v cm, v minerálech a horninách jde jen o setiny mm.

Beta záření je proud elektronů, které dosahuje až 99 % rychlosti světla. Je asi 100x pronikavější než alfa záření. Ve vzduchu je to několik metrů, v horninách až několik cm.

Gama záření je nejpronikavější, neboť jde o elektromagnetické vlnění podobné světlu, avšak ve srovnání se světlem má gama záření mnohonásobně vyšší energii. Dosah gama ve vzduchu je asi 700 m, v horninách to může být do jednoho metru.

Aktivita označuje počet jaderných přeměn v určitém množství látky za jednotku času. Jedna jaderná přeměna za jednu sekundu znamená aktivitu 1 Bq (becquerel). Aktivitu hornin vyjadřujeme veličinou zvanou hmotnostní aktivita – odpovídá aktivitě ekvivalentního množství ${}^{226}\text{Ra}$. Uvádíme ji v jednotkách Bq x kg⁻¹ (becquerel na kilogram). Jedna jaderná přeměna za jednu sekundu znamená hmotnostní aktivitu 1 Bq x kg⁻¹.

2.1. Radioaktivní izotopy zemské kůry

Stabilitu atomových jader můžeme vyjádřit pomocí poločasu rozpadu (přeměny), tj. doby, za kterou se rozpadne (přemění) právě polovina jader určitého izotopu (nuklidu). Podle poločasu přeměny můžeme přírodní izotopy rozdělit do tří skupin: skupina 1 obsahuje izotopy s poločasem rozpadu nad 1×10^{12} let (velmi vysoká stabilita, v geochemii jsou označovány jako stabilní), do skupiny 2 řadíme izotopy s poločasem rozpadu v intervalu 1×10^8 až 1×10^{12} let, skupinu 3 tvoří izotopy s poločasem rozpadu pod 1×10^8 let (Zimák, Štelcl 2001).

Izotopy přítomné v zemské kůře můžeme podle jejich původu rozdělit na dvě skupiny: *primární* a *sekundární* izotopy. *Primární* izotopy byly již součástí „prahmoty“ naší Země, jsou tedy přítomny už od počátku její geologické historie. *Sekundární* izotopy vznikly až v průběhu vývoje zemského tělesa. Nejvýznamnější skupinu sekundárních izotopů představují *radiogenní izotopy*, které jsou produktem radioaktivních přeměn nestabilních jader (mohou patřit do kterékoliv ze skupin 1, 2 a 3).

Většina prvků je směsí několika izotopů (mají stejný počet protonů, ale různý počet neutronů a liší se svou stabilitou, tj. poločasem rozpadu). Například přírodní draslík má tři izotopy: ^{39}K (tvoří 93,2581 % hmoty K), ^{40}K (0,0117 %) a ^{41}K (6,7302 %). Poměr mezi těmito izotopy v horninách a minerálech je v podstatě stejný. Mění se pouze v čase kvůli radioaktivnímu rozpadu, a i v geologickém měřítku je to velice pomalu. Z hlediska přirozené radioaktivity hornin mají význam pouze radionuklidy s poločasy rozpadu souměřitelnými se stářím Země. Avšak vzhledem k látkovému složení zemské kůry mají zásadní význam pouze izotopy **draslíku, uranu a thoria** (Zimák, Štelcl 2001).

2.1.1. Draslík je v horninách zemské kůry vázán hlavně na draselné živce (KAlSi_3O_8), biotit ($\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$), muskovit ($\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$) a illit ($(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), v menším množství i v sodno-vápenatých živcích ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-NaAlSi}_3\text{O}_8$). Radioaktivní izotop ^{40}K (poločas rozpadu je $1,21 \times 10^9$ let), podíl na složení draslíku je jen 0,0117 %, se přeměňuje beta rozpadem na ^{40}Ca (88,8 % přeměn ^{40}K) a záchytem elektronu na ^{40}Ar (11,2 %). Izotop ^{40}K je tedy zdrojem beta a gama záření. 1 g přírodního draslíku (směs všech tří izotopů) emituje 3,3 kvant gama za 1 sekundu.

2.1.2. Uran tvoří samostatné minerály (uraninit UO_2 , coffinit $\text{U}[\text{SiO}_4]$) nebo je jako izomorfní příměs obsažen v jiných minerálech (allanit, zirkonit, apatit, titanit, monazit a xenotim), popř. může být adsorbován na organickou hmotu nebo na povrch jiných minerálů. Přírodní uran je směsí tří izotopů: ^{234}U (tvoří jen 0,005 % hmoty uranu), ^{235}U (0,720 %) a ^{238}U (99,275 %). Ani jeden izotop není stabilní. Izotopy ^{235}U (poločas rozpadu $0,702 \times 10^9$ let) a ^{238}U (poločas rozpadu $4,51 \times 10^9$ let) jsou mateřskými nuklidy dvou rozpadových řad, jejichž konečné produkty jsou již stabilní izotopy ^{207}Pb a ^{206}Pb , izotop ^{234}U je přechodným členem rozpadové řady ^{238}U . Uran i meziproducty jsou zdrojem všech tří typů záření. 1 gram přírodního uranu spolu s produkty emituje cca 50 000 kvant gama za sekundu (přes 90 % je emitováno rozpadovou řadou ^{238}U).

2.1.3. Thorium se podobně jako uran může v horninách vyskytovat v podobě samostatných minerálů (thorit ThSiO_4 , thorianit $(\text{Th},\text{U})\text{O}_2$ – jsou však relativně vzácné) nebo může být jako izomorfní příměs v minerálech jiných (např. allanit, zirkon, apatit, titanit, monazit, xenotim, ale i v jílových minerálech). Thorium má šest přírodních izotopů, avšak jen ^{232}Th má dlouhý poločas rozpadu ($1,41 \times 10^{10}$ let). Je mateřským nuklidem thoriové rozpadové řady, která má jako konečný prvek ^{208}Pb . Rozpadová řada produkuje záření alfa, beta i gama. 1 gram thoria i s meziproducty emituje cca 15 000 kvant gama za sekundu. Zbývající izotopy jsou jen meziproducty rozpadových řad ^{235}U , ^{238}U , a ^{232}Th a mají velmi krátké poločasy rozpadu (Zimák, Štelcl 2001).

2.2. Přirozená radioaktivita základních typů hornin

Přirozená radioaktivita hornin závisí na procesech a podmínkách jejího vzniku. Jak už bylo řečeno, radioaktivitu způsobují hlavně prvky K, Th a U. Jejich podíl na celkové radioaktivitě v zemské kůře je uveden v tabulce 1.

U magmatických hornin můžeme říci, že se jejich radioaktivita zvyšuje s rostoucím obsahem SiO₂. Syenity, granity a granodiority proto tedy mají vysoké hodnoty, naopak extrémně nízké jsou u bazických a ultrabazických hornin. Vulkanity mají obvykle vyšší hodnoty než jejich hlubinné protějšky.

Radioaktivita metamorfovaných hornin závisí hlavně na protolitu, může však být výrazně ovlivněna přínosem nebo odnosem radioaktivních prvků (hlavně U a K) v průběhu metamorfózy.

U sedimentů závisí na usazovaném materiálu a na průběhu diagenetických procesů, vliv mohou mít i další činitelé, např. hydrotermální procesy. Klastické sedimenty mívají vyšší hodnoty než cementační sedimenty, protože obsahují klasy typicky „radioaktivních“ hornin jako např. kyselých magmatitů. U klastických sedimentů se koncentrace radioaktivních prvků zpravidla zvyšuje s klesající velikostí klastů. Pelity proto mívají vyšší hodnoty než např. psamity, reprezentované písiky a pískovci, především díky obsahu jílových minerálů s draslíkem v krystalové mřížce a adsorbovaným thoriem nebo uranem). Výjimkou mohou tvořit psamity s vyšším podílem těžkých minerálů s obsahem Th a U (např. zirkon, monazit). Mezi pelity jsou z hlediska radioaktivity mimořádné černé břidlice (bituminózní až grafitické), které mohou mít velmi vysoké koncentrace U a někdy i Th. Zvýšené koncentrace zmíněných prvků můžeme najít i u kaustobiolitů uhelné řady. Karbonáty (vápence a dolomity) bývají jen nízcí radioaktivní, výjimkou tvoří některé bituminózní karbonátové horniny se zvýšeným obsahem uranu.

Mezi sedimenty mívají zvýšenou radioaktivitu tedy jíly, jílovce, fosfority, draselné soli, bituminosní sedimenty, k nejméně aktivním patří vápence, sádrovec, kamenná sůl, křemenec a dolomit (Zimák, Štelcl 2001).

	K	Th	U
Relativní množství prvku v zemské kůře	2,59%	~12 ppm	~3 ppm
Gama záření na jednotku váhy	1	1300	3600

Tabulka 1: Množství a relativní radioaktivita přírodních radioaktivních prvků (Rider 1996)

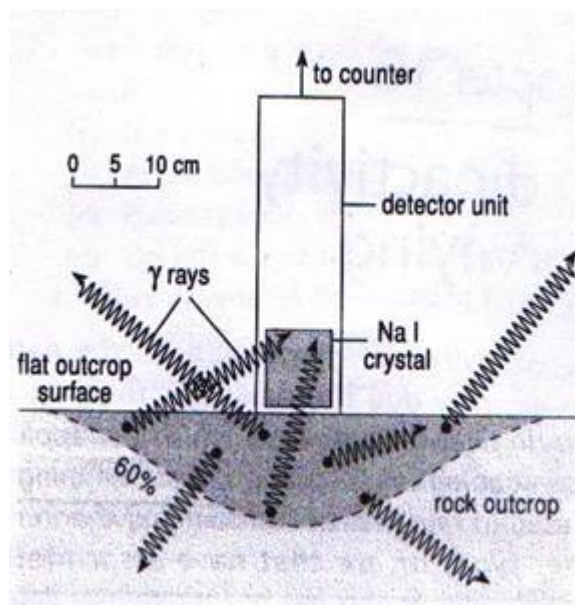
2.3. Metody gamaspektrometrického výzkumu

Energie gama záření emitovaného radionuklidu je pro každý jednotlivý prvek specifická. Měření a stanovení energie gama kvant pomocí gamaspektrometru nám umožňuje určit koncentraci radionuklidů ve zkoumaném objektu (Zimák, Štelcl 2001).

Gamaspektrometr je přístroj vybavený scintilačním krystalem, který umožňuje zachyt záření gama. **Scintilační krystal** – scintilační látkou je krystal NaI (TI), ze kterého je při průchodu kvanta gama emitován foton, který dopadá na fotokatodu fotonásobiče. Zde se uvolní elektrony, jejichž počet se na pomocných elektrodách násobí. Na anodu scintilačního počítače dopadá elektronový mrak a při výstupu dostáváme záporný napěťový impuls, přičemž jeho amplituda je přímo úměrná energii gama kvant, které scintilaci vyvolalo (vyzáření fotonu scintilačním krystalem).

Měření v terénu probíhá tak, že umístíme-li detekční jednotku na plochý výchoz, přichází největší množství gama kvant z objemu horniny ve tvaru mísy o průměru cca. 2 m (obr. 1).

Avšak 60 % detekovaného gama záření pochází z mnohem menšího objemu, z mísy o průměru kolem 60 cm. Velikost této mísy závisí i na hustotě měřené horniny - na pohlcování gama záření. Detekční jednotka však nedetekuje všechna gama kvanta vznikající v hornině v době prováděného měření. Většina kvant vůbec nesměřuje k detekční jednotce, a i ta, která směřují, mohou být pohlcena ještě před dosažením detekční jednotky (Zimák, Štelcl 2001).



Obr. 1 Schéma terénního gamaspektrometrického měření (Zimák, Štelcl 2001).

3. Regionální geologie a petrografie

Česká Republika se geologicky dělí na dvě soustavy s odlišným vývojem – Český masív a Karpatskou soustavu. Karpatská soustava se dělí na Karpaty Západní, Východní a Jižní. Na území ČR se nachází pouze Západní.

Horský řetězec Západních Karpat se vyznačuje zonální příkrovovou stavbou. Vnější oblouk je tvořen tzv. externidy, před kterými se po obvodu nachází karpatská čelní předhlubeň, vyplněná neogenními sedimenty, u kterých již nedošlo ke zvrásnění.

Dále na východ následuje pásmo alochtonních flyšových příkrovů, které byly zvrásněny během terciéru (Maheř 1967).

Karpaty se celkově dělí na **vnitřní a vnější**, tektonické členění Vnějších Karpat:

- a) **karpatská předhlubeň** – předpolí vyvrásněných Karpat, nezvrásněna nebo jen částečně deformována
- b) **flyšové pásmo** – vnější zóna (menilito – krosněnská)
– magurská zóna
- c) **bradlové pásmo** (pieninikum + klapská jednotka)
- d) **manínská zóna**

3.1. Karpatská předhlubeň

Lemuje vnější okraj flyšových Karpat a zčásti je překryta pod jejich nasunutými příkrovy. Vyvíjela se postupně na podkladu Českého masívu za orogenetických vrásnivých pohybů flyšové podmořské deprese (brázdy) s mocnou akumulací sedimentů (křída - miocén). Je proto poměrně úzká a o malé mocnosti (zhruba 2000 m). Její sedimentační prostor se postupně přesouval na vnější stranu, takže se jedná o tři paralelní předhlubně, ze kterých je nejvenkovnější vyplněna nejmladšími sedimenty. Téměř všechny tyto neogenní soubory nebyly zvrásněny, jen nejvnitřnější byly – např. ždánický příkrov. V podloží molasové neogenní výplně se nacházejí paleozoické a starší horniny Českého masívu, kryté mezozoickým platformním pokryvem, nebo i místy oligocenním (Mišík 1985).

3.2. Flyšové pásmo

Tvoří mohutnou zónu budovanou souvrstvími křídý a hlavně paleogénu ve flyšovém vývoji (střídání jílovitých břidlic a drobovitých pískovců). Ojedinele v něm vystupují čočky jurských vápenců (vnější bradlové pásmo) odhrnuty z podloží při převrásnění flyšového pásma. Geomorfologicky se jedná o tyto jednotky: Ždánický les, Chříby, Bílé Karpaty, Javorníky,

Hostýnsko-vsetínská hornatina, Vizovická vrchovina, Západní Beskydy, Oravská Magura, Čergov, Nízké Beskydy, Bukovské vrchy (Mišík 1985).

Flyšové pásmo vnějších Západních Karpat dále dělíme:

- a) **vnější menilito - krosněnská skupina příkrovů** – s jednotkami pouzdřanskou, ždánicko – podslezskou a slezskou.
- b) **vnitřní magurská skupina příkrovů** – s jednotkami račanskou, bystrickou a bělokarpatskou (Maheľ 1967).

Grafický přehled regionálně geologického členění je zobrazen v obrázku č. 2.

3.3. Magurská skupina příkrovů

Kontinuální vrstevní sled magurské skupiny je v rozsahu cenoman až spodní oligocén. Starší vrstvy zde vystupují pouze ve formě tektonických útržků – bradel (Kurovice, Hluk). Vrstvy jury a spodní křída v bradle u Kurovic se pokládají za substrát svrchnokřídové až paleogenní výplně magurského sedimentačního prostoru.

Magurské pásmo dělíme na jednotky račanskou, bystrickou a bělokarpatskou. Račanská a bystrická jednotka vykazují velkou litofaciální příbuznost.

Plynulou sedimentaci v magurském flyši můžeme sledovat od svrchní křída. Jednotná sedimentace s převahou pelagických až hemipelagických rudohnědých jílovců nastupuje po austrijských horotvorných pohybech a udržela se až do campanu. Označujeme je jako gbelské souvrství, v račanské jednotce jako spodní pestré vrstvy.

V senonu nastupuje faciálně diferencovaná flyšová sedimentace. Je zde zvýšený přínos hrubého klastického materiálu, který podmiňuje relativně velké mocnosti vrstev a flyšový vývoj zde ukazuje na velkou mobilitu zdrojové oblasti a pánve. Tyto změny odráží horotvorné pohyby subhercynské a laramijské ve vnitřních Karpatech.

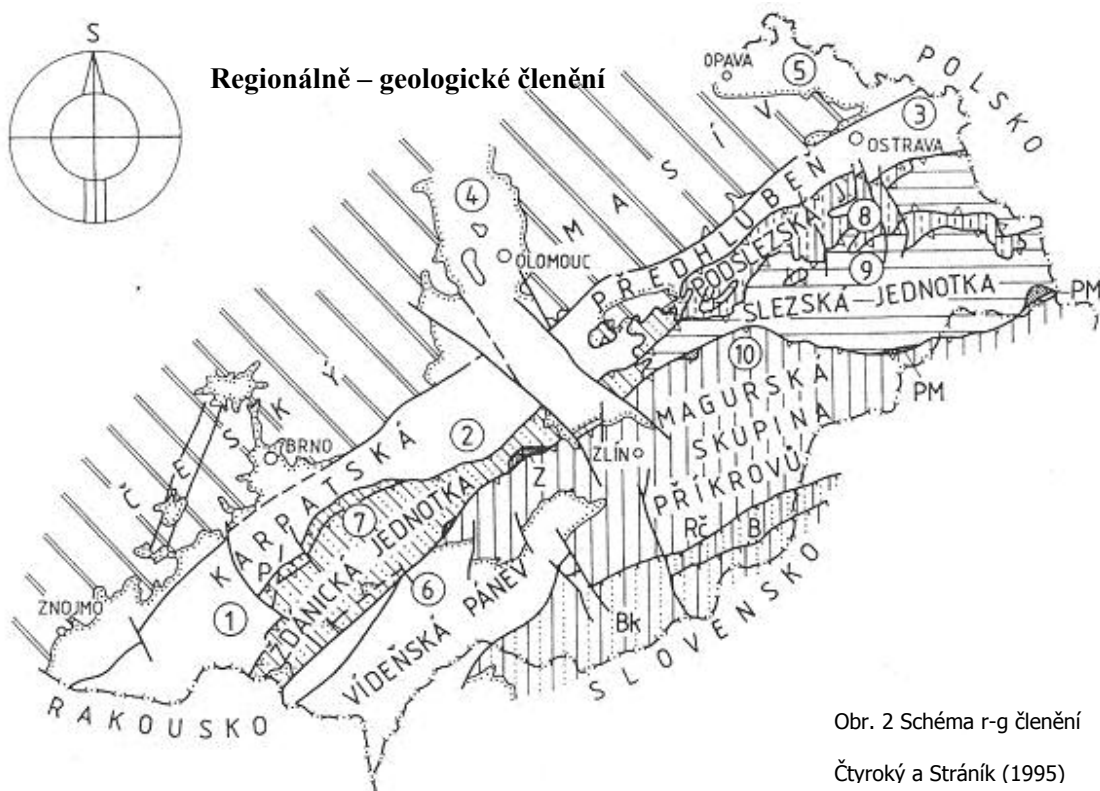
V račanské jednotce je soláňské souvrství v rozsahu maastricht – paleocén, členěné na drobně až středně rytmický flyš ráztockých vrstev a nadložní písčité flyš lukovských vrstev (Stráník et. al. 1993). Spodní soláňské vrstvy (ráztocké) tvoří drobové pískovce a šedo zelené jílovce. Jen ojediněle s vložkami rudých jílovců. Pískovce s vysokým podílem biotitu jsou charakteristické pro faciální zónu Tří kamenů, pro zónu hostýnskou se zvýšeným podílem karbonátového pojiva (Pesl 1968 in Stráník et. al. 1993). Mocnost ráztockých vrstev kolísá od 800 do 100 m. Lukovské vrstvy (=svrchní soláňské vrstvy) zastupují hrubě lavicovité arkóзовé

pískovce a slepence. Tato dvojdílnost je dobře patrná v čelní zóně račanské jednotky ve Chříbech a v Hostýnských vrších, kde lukovské vrstvy dosahují až 300 m.

Na hranici paleocén/spodní eocén znovu započala sedimentace pestrých jílovců. Reprezentuje je belovežské souvrství (paleocén – střední eocén), ve kterém dominují zelené a rudé jílovce. Lokálně jsou v doprovodu hrubě lavicových arkózových pískovců, litologicky blízkým pískovcům z lukovských vrstev. Ve vnitřní části račanské jednotky jsou svrchní polohy reprezentovány drobně rytmičným flyšem s šedivými a zelenými jílovcí a křemitovápničitými pískovci. Celková mocnost u belovežského souvrství je 100 – 200 m.

Zlínské souvrství představuje v račanské jednotce (vyšší střední eocén až spodní oligocén) 1700 – 2300 m mocný faciálně rozdílný komplex vrstev, ve kterém převládá středně až hrubě rytmičkový flyš glaukonitických pískovců a šedých vápnitých jílovců se specifickým střípkovým rozpadem vsetínské vrstvy.

Jako celek představuje zlínské souvrství distální turbidity uložené v batyálních oblastech pánve. Prostředí bylo slabě redukční s podmínkami nevhodnými pro organismy. Psamitický materiál přinášený do pánve byl dále rozplavován. Úplnost flyšových rytmů a jednotná facie naznačují, že centrum pánve mohlo být v prostoru bystrické jednotky. Flyšový charakter a velké mocnosti zlínské souvrství, které souvisejí se zvýšeným přínosem materiálu, vypovídají o tektonické aktivitě pánve za pyrenejských pohybů. Definitivní konec sedimentace zapříčinily helvetské horotvorné pohyby v oligocénu (Stráník et. al. 1993).

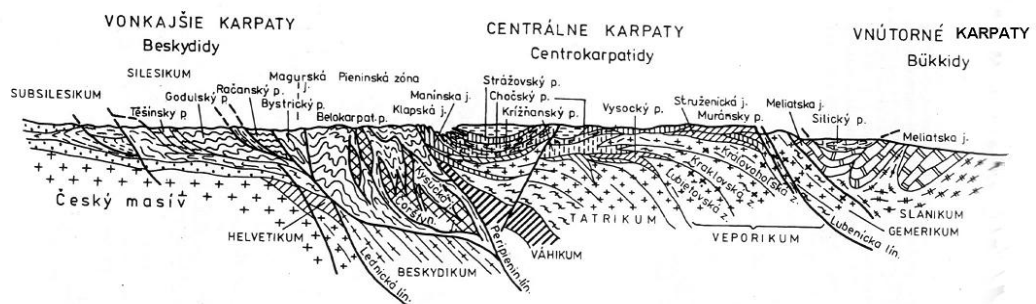


Obr. 2 Schéma r-g členění
Čtyrský a Stráník (1995)

1 - jižní část předhlubně; 2 - střední část předhlubně; 3 - severní část předhlubně; 4 - Hornomoravský úval a Mohelnicí brázda; 5 - opavská pánev; RC - račanská jednotka; B - bystrická jednotka; Bk - bělokarpatká jednotka; PM - předmagurská jednotka; Z - zdoonecká jednotka

Celkový vývoj v podstatě shrnuje Stráník a Švábenická (2004) o vývoji Karpatské soustavy na území Moravy - sedimentární výplň Magurského prostoru byla vyvrásněna, zerodována a poskytovala materiál, který sedimentoval v pánvích vnější skupiny příkrovů. Toto dokládají klasty sedimentárních hornin magurského flyše ve slepencích ždánicko-hustopečského souvrství (Stráník, Švábenická 2004).

Přehled příkrovové stavby Karpatské soustavy je zobrazen v obrázku č. 3.



Obr. 3 Schematický profil Z. Karpat, sestavený s ohledem na vyjádření vztahu příkrovů k typu kůry.
Mišík, M. (1985)

3.3.1. Zóna hostýnská

- vrstvy *hostýnské* (paleocén až spodní eocén)
- vrstvy *rusavské* (svrchní eocén)
- *vsetínské* vrstvy (oligocén)

3.3.2. Zóna Tří kamenů

je poněkud složitější a zahrnuje vrstvy od spodní křída až po oligocén (obr. 4).

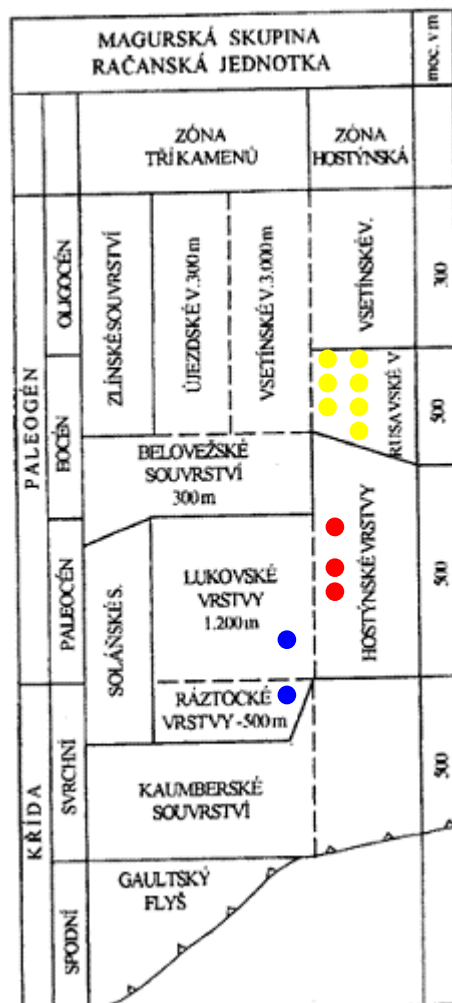
- Tvoří ji *gault flyš* (spodní křída)
- *Kaumberské* souvrství (svrchní křída)
- *Solánské* souvrství, které se dále člení na *ráztocké* vrstvy (svrchní křída) a *lukovské* vrstvy (paleocén)
- Nad solánským se nachází *belověžské* souvrství (paleocén až eocén).
- *Zlínské souvrství* v zóně Tří kamenů:
- dělíme na vrstvy *újezdské*, *luhačovické*, *rusavské* a *vsetínské*.
- *Rusavské* vrstvy představují typické svrchní partie podmořských delt, analogicky jako paleocenní lukovské vrstvy (solánské souvr.). Obsahují bohaté výskyty hrubozrnných pískovců a slepenců, hojnost jílovcových závalků a exotických valounů až bloků.

V Hostýnských vrších tvoří četné skalní výchozy.

- *Luhačovické* vrstvy tvoří turbidity až pískotoky s převahou šedých až bělošedých, hrubozrnných pískovců, které balvanitě zvětrávají z několikametrových lavic.
- *Újezdské* vrstvy jsou přechodným členem mezi luhačovickými a vsetínskými vrstvami.
- Vymizením lavic hrubozrnných pískovců přecházejí *újezdské* vrstvy do *vsetínských* vrstev, ve kterých nad pískovci převládají šedé vápnité jílovce.

Zlínské souvrství má jako celek mocnost přes 3000 m a má eocénské až spodno oligocénské stáří. Tvoří většinu povrchu račanské jednotky (Stráník et. al. 1993).

Kompletní litostratigrafický přehled flyšového pásma Moravskoslezských Karpat je uveden v příloze č. 1.



Obr. 4 Stratigrafický přehled Račanské jednotky, body zobrazují počet odebraných vzorků z jednotlivých stratigrafických celků, v rámci strat. celku není seřazeno podle stáří (Otava et. al. 1997, upraveno).

Rusavské vrstvy: Lom P. Lhota, Šraňky, Smrdutá, Trávníky, Čerňava, Sochová, Lom Rajnochovice. Hostýnské vrstvy: Skalný, Lom Niva, Německý lom. Solánské souvrství: Držkovské skály, Jarcovská kula.

3.4. Radiometrická mapa studovaného území

Radioaktivitu hornin Česka vyjadřuje mapa dávkového příkonu záření gama v měřítku 1 : 200 000 (obr. 5). Byla sestavena podle výsledků leteckého i pozemního měření. V roce 1994 byly údaje upřesněny metodou zpětné kalibrace. Užívá se zde veličina dávkového příkonu záření Da ($nGy \cdot h^{-1}$), a proto se u čísel jednotky dále neuvádějí. Mapa vyjadřuje radioaktivitu větších horninových celků na zemském povrchu, přičemž je potlačen vliv lokálních anomálií. Ukázalo se zřetelně, že vysoce radioaktivní jsou variské magmatity, tj. granity, granodiority a granosyenity a s nimi ještě migmatity krystalinika a třetihorní vulkanity. Ze sedimentů se projeví zvýšenou radioaktivitou jílové břidlice a jílovce. K nejméně radioaktivním horninám patří ultrabazické magmatity, z metamorfovaných hornin pak amfibolity, serpentinity, krystalické vápence a kvarcity, ze sedimentů vápence a křemenné pískovce.

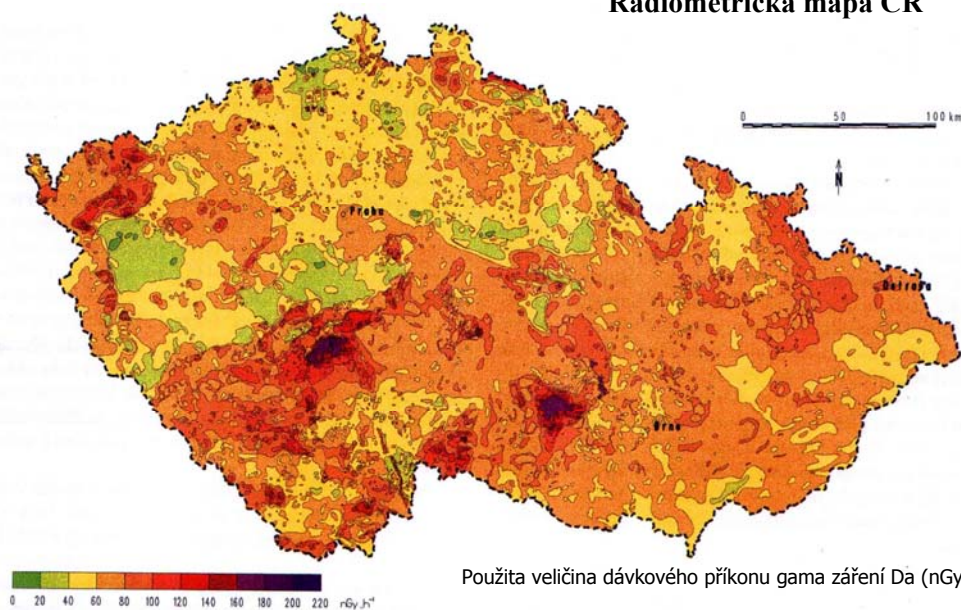
Souborné zhodnocení radioaktivity hornin Českého masivu a Západních Karpat je v pracích Matolína (1967, 1970) a Manové a Matolína (1989).

3.4.1. Radiometrie Západních Karpat

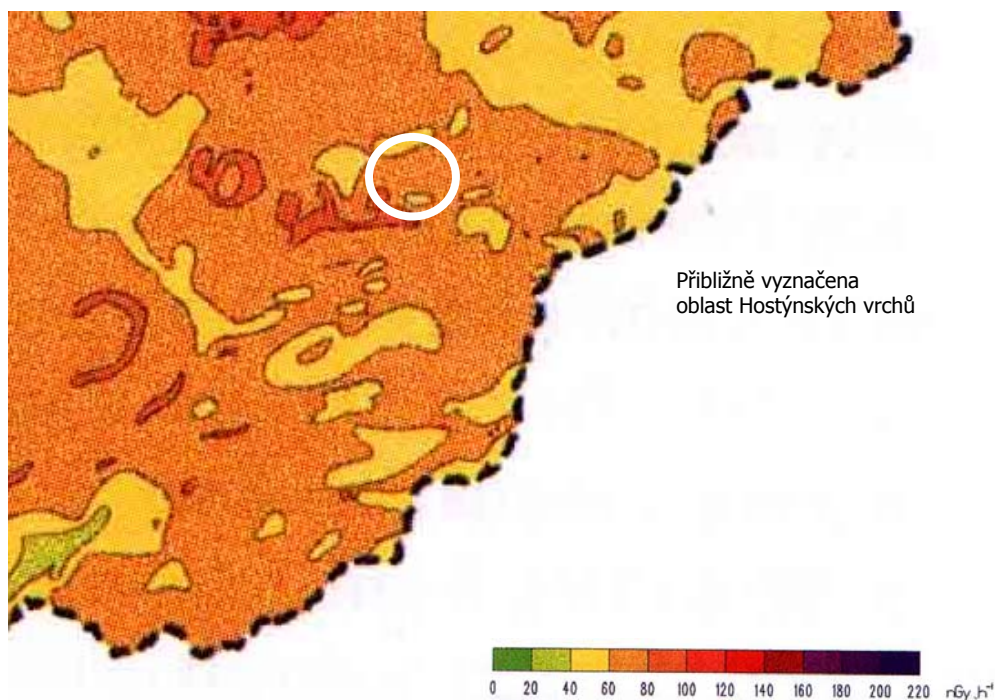
Tato významná regionální jednotka zasahuje do jihovýchodní části našeho území. Flyšové sedimenty jsou radiometricky velmi monotónní (Da 50–65). V křídových sedimentech slezské jednotky byly naměřeny hodnoty nižší (Da 45–50). Pikrity a těšínity této oblasti jsou silněji radioaktivní (obr. 6).

Neogenní sedimenty Moravy mají mírně proměnlivou radioaktivitu. Pískovce a jílovce mají Da mezi 50 a 65, vápnité pískovce, slepence a šterky mezi 35 a 45 a čisté jílovce od 60 do 75 (MŽP ČR - Radioaktivita horninového prostředí Česka, Manová, Matolín.).

Radiometrická mapa ČR



Obr. 5 Radioaktivita horninového prostředí Česka (MŽP ČR)



Obr. 6 Výřez pro západní Karpaty z radiometrické mapy (MŽP ČR)

3.5. Látkové složení zdrojové oblasti (provenience) okrajové části magurského flyše

Tímto tématem se v rámci řešení projektu GA ČR č. 205/96/0934 zabývají Otava J., Krejčí O. a Sulovský P. Používají metodu studia chemismu klastických granátů. Ty jsou zde používány pro isomorfní mísitelnost jejich koncových členů – složení a zonálnost dobře zobrazují podmínky jejich vzniku. Důležité je i jejich poměrně běžné zastoupení ve starších sedimentárních komplexech.

Závěry této studie jsou, že se může jednat o typ fundamentu, který odpovídá varisky konsolidovaným okrajům severoevropské platformy (Českého masivu). Paleogeografická pozice magurské pánve proto byla v prostoru jižněji od dnešních okrajů severoevropské platformy. Při dnešním rozmístění geologických jednotek se jedná o prostor Východních Alp, popř. ještě jižněji (Otava, Krejčí, Sulovský, 1997).

4. Použitá metodika

V teoretické části bakalářské práce je literární rešerše zaměřená na problematiku měření přirozené radioaktivity hornin a její význam v geologii. Druhá rešerše se zabývá regionální geologií Račanské jednotky v oblasti Hostýnských vrchů a také z části popisuje petrografii vybraných typů hornin v zájmové oblasti.

V části praktické bylo použito terénní měření přirozené radioaktivity terénním gamaspektrometrem GRM-260 se scintilačním detektorem 3×3" z jodidu sodného aktivovaného thaliem NaI (TI), (GF Instruments, s.r.o., Brno). Doba jednoho měření byla 300 sekund. Na vybraných odkryvech a byla pořízena fotodokumentace odběru vzorků pro účely laboratorního měření gamaradioaktivity na laboratorním gamaspektrometru SG – 1000 LAB, detektor NaI (TI) Ø 76 x 76 mm s integrovaným fotonásobičem. Vzorky byly nadrceny do měřicího pouzdra („kelímku“) o objemu 250 ml. Laboratorní gamaspektrometr je napojen na osobní počítač s programem LAB Center. Mezní detekční limity pro uran a thorium jsou pod 1,5 ppm a pro draslík 0,5 %, doba měření jednoho vzorku pro všechny prvky najednou činí 1800 sekund. Naměřené výsledky z terénního a laboratorního měření byly vzájemně porovnány pro jednotlivé lokality a výsledné průměrné hodnoty následně použity pro porovnání mezi vybranými lokalitami.

Na vybraných lokalitách byl také odebrán vzorek pro účely zhotovení výbrusu pro mikroskopické zkoumání mineralogického složení pískovců. Celkem bylo zhotoveno 6 výbrusů. Nezakryté leštěné výbrusy byly pozorovány v procházejícím světle na optickém polarizačním mikroskopu Olympus BX 51p. U každého výbrusu byla provedena kvalitativní petrografická analýza.

Také byla v programu Surfer vytvořena mapa distribuce K, U a Th na mapovaném území z výsledků laboratorního a terénního měření. Mapa zobrazuje průměrné koncentrace na základě aritmetických průměrů z výsledků jednotlivých měření na lokalitách. Kvůli kolidujícím informacím bylo nutno použít v prostorovém vyjádření pouze jedinou hodnotu. Souřadnicový systém byl vytvořen přepočítáním GPS souřadnic, jež jsou uvedeny u každé lokality, a to převedením minut a vteřin do desítkové soustavy.

Dále také u všech vzorků z jednotlivých lokalit bylo provedeno měření magnetické susceptibility na laboratorním kapamůstku KLY-4 (AGICO, s.r.o.). Ze vzorků na laboratorní gamaspektrometrii byly odebrány tři dílčí vzorky, na kterých byla změřena hodnota objemové magnetické susceptibility. Tato veličina je zde udávána bez jednotek. Výsledné hodnoty uvedené v tabulkách (označeny MS) jsou aritmetickým průměrem z těchto tří hodnot a výsledky všech měření byly použity pro porovnání na grafu v programu Microsoft Excel.

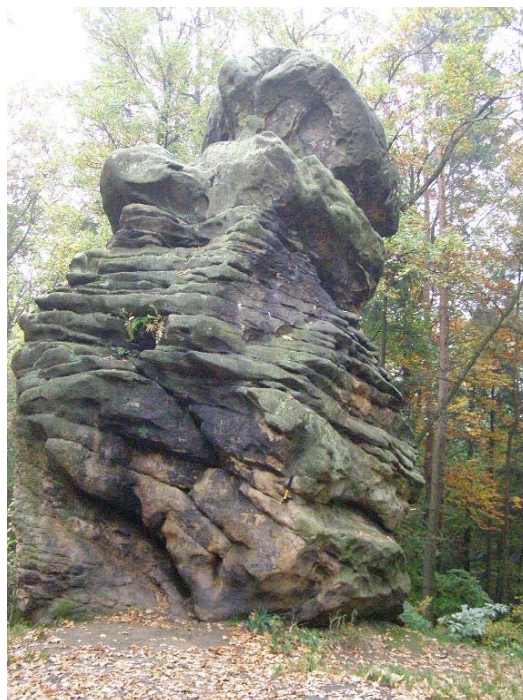
5. Lokality – geologie a výsledky měření

5.1. PP Jarcovská kula

GPS: 49° 26' 26.026'' N
17° 57' 42.916'' E

Tyčí se poblíž vesnice Jarcová jižně od Valašského Meziříčí.

Geologie: Lokalitu tvoří ráztocké vrstvy soláňského souvrství (svrchní křída).



Obr. 7. Jarcovská kula. Foto M. Židek

Popis lokality: Jarcovská kula je skalní útvar vystupující do výšky 8 metrů (obr. 7). Je to typická ukázka skaliska typu tor. Vertikálně se člení nejméně do 5 různých vrstev. Nejspodnější vrstvu tvoří šedohnědý rezavě navětrávající pískovec. Nad ní jsou slepence, obsahující až 5 cm valouny křemene a exotických hornin. Mocnost je od 20 do 150 cm. Třetí je 4,5 m mocná vrstva drobnozrnného slepence. Poslední část tvoří dvě pískovcové vrstvy – bez horolezeckého vybavení nepřístupné (Janoška 2003).

Vzorek: Odebrán od paty útvaru z nespodnější pískovcové vrstvy. Pískovec je zde již silně navětralý a drolí se, středně až jemně zrnitý. V klástech je okem patrný křemen. Barva je žlutá až hnědožlutá.

Měření (tab. 2,3):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,6 +/- 0,1	-	3,7 +/- 0,5	292,85	5,50E-07

Tab. 2 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,66	3,11	3,16
č. 2	1,64	2,48	2,72
č. 3	1,65	2,11	3,54
č. 4	1,63	2,01	3,13
č. 5	1,59	1,55	2,24

Tab. 3 Výsledky ter. měření

5.2. Držkovské skály

GPS: 49° 19' 28.152'' N
 17° 47' 6.225'' E

Nachází se severně od obce Držková v okrese Zlín.

Geologie: Lokalitu budují lukovské vrstvy soláňského souvrství třetihorního stáří (paleocén).

Popis lokality: Tato oblast je chráněna jako Přírodní památka Skály. Výchoz ve svahu má podobu roztroušených balvanů, místy vyvolněných ze skalního podkladu (obr. 25 v příloze č. 5). Rozsah je asi 50 m šířky a 20 m. Svah je situován na JV. Střídají se zde dobře patrné polohy slepenců a pískovců. Je zde pozorovatelná odlučnost podél vrstevních ploch (Janoška 2003).

Vzorek: Odebrán z asi 3 m velkého balvanu z 1 m mocné pískovcové vrstvy (obr. 8). Pískovec má na čerstvém lomu šedožlutou barvu, jemnozrnný bez větších klastů. Na navětralém povrchu je poněkud tmavší barvy.



Obr. 8. Odebírání vzorku pro laboratorní měření.
Foto M. Židek

Měření: Laboratorní: Th – 9,1 +/- 0,5 ppm
 U – 1,6 +/- 0,2 ppm
 K – 2,4 +/- 0,1 %
 Hmotnost 276,80 g

Magnetická susceptibilita: 2,82E-07

5.3. VKP Německý lom

GPS: 49° 22' 39.476'' N
17° 43' 31.343'' E

Leží jihovýchodně od obce Chvalčov – okres Kroměříž.



Geologie:

Lom leží v hostýnských vrstvách (maastricht – paleocén) soláňského souvrství (G. mapa ČSR 25-14).

Obr. 9. Ukázka střídání vrstev jílovců a pískovců.
Foto M. Židek

Popis lokality:

Významný Krajinný Prvek Německý lom má tvar rozsáhlého oblouku. Na délku měří 90 – 100 m a na výšku 30 – 40 m. Lom je celoročně zatopen, i když momentálně je patrně viditelná čára normálního vodního stavu asi 2 m nad vodní hladinou. Jsou zde dobře patrné vrstvy pískovců, střídající se s jílovcí a jílovitými břidlicemi (obr. 9). Vrstvy jsou ukloněny téměř vertikálně a jsou různě mocné. Jílovce max. 5 – 25 cm, pískovce až 3 m mocné. Pískovec je na povrchu navětralý, na čerstvém povrchu je barva šedá až šedožlutá.

Vzorek:

- č. 1 odebrán z vrstvy asi 2-2,5 m mocné, středně až jemnozrný pískovec.
- č. 2 dále směrem k V, asi 1,5 m mocná vrstva, středně zrnitý pískovec.
- č. 3 nejdále na V, z asi 2 m silně mírně ukloněné vrstvy, středně zrnitý.

Měření (tab. 4,5):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,2 +/- 0,1	-	2,8 +/- 0,3	284,09	1,22E-06
č. 2	1,3 +/- 0,1	-	2,9 +/- 0,3	330,71	1,71E-06
č. 3	1,6 +/- 0,1	-	4,5 +/- 0,3	342,26	1,26E-06

Tab. 4 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	2	1,7	4,2
č. 2	2,1	1,8	4,9
č. 3	2,2	1,9	5,1
č. 4	1,8	1,6	4

Tab. 5 Výsledky ter. měření

5.4. Lom Niva v úbočí sv. Hostýna – Bystřice p. H.

GPS: 49° 22' 53.167'' N
17° 41' 30.861'' E

Lom se nachází jižně od obce Chvalčov, v severovýchodním svazu masivu sv. Hostýna, blízko místní části Lázně – nedaleko od města Bystřice pod Hostýnem.

Geologie: Podloží tvoří hostýnské vrstvy (maastricht – paleocén) soláňského souvrství (Geol. mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Lom má výšku asi 25 m a je členěn na 4 etáže. Je zde dobře patrné téměř horizontální uložení vrstev pískovce, střídajícího se s jílovcem (obr. 20 v příloze č. 5). Vrstvy jsou zde různě mocné. Barva pískovce je šedá až šedožlutá. Místy se objevují i polohy slepence. V horních dvou etážích se objevují četné mineralizace – podél puklin a i vrstevních ploch (obr. 21 v příloze č. 5). Minerály mohou být kalcit nebo křemen.

Vzorek: **č. 1** odebrán ze středně zrnité pískovcové vrstvy ve 4. etáži, mocnost 1,4 m.
č. 2 odebrán z jemnozrné pískovcové vrstvy ve 3. etáži, mocnost asi 1m (obr. 22 v příloze č. 5).
č. 3 odebrán z vrstvy ve 2. etáži, vyskytují se zde drobné žilky mineralizace, pískovec je středně až jemně zrnitý, mocnost asi 2 m.
č. 4 odebrán z vrstvy v 1. etáži, pískovec je středně zrnitý, mocnost 3 m.

Měření (tab. 6.7):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,6 +/- 0,1	-	3,6 +/- 0,4	299,13	2,32E-06
č. 2	0,9 +/- 0,1	-	4,0 +/- 0,3	335,4	2,28E-06
č. 3	0,8 +/- 0,1	1,7 +/- 0,1	3,2 +/- 0,3	351,21	2,91E-06
č. 4	0,8 +/- 0,1	1,6 +/- 0,1	3,1 +/- 0,3	349,3	1,80E-06

Tab. 6 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,7	2,7	5,1
č. 2	1,8	2,6	5,6
č. 3	1,4	2,4	5,4
č. 4	1,47	4,54	6,16
č. 5	1,8	2,2	6,4

Tab. 7 Výsledky ter. měření

5.5. Skalný

GPS: 49° 21' 50.706'' N
17° 42' 42.924'' E

Kóta Skalný (708 m) leží severně od obce Rusava – jihovýchodním směrem od vrcholu Hostýn.

Geologie: Lokalitu budují hostýnské vrstvy v litofaciální zóně hostýnské, s převahou organodetritických pískovců, svrchní křída (?) eocén (G. mapa ČSR 25-32).

Popis lokality: Skalní útvary zde vytvořila mrazová destrukce. Nejvýznamnější skály jsou mrazové sruby, které dnes tvoří izolované tory. Vrstvy jsou zde ukloněny zhruba pod úhlem 45°. Jsou budovány převážně ze slepenců a pískovců (Janoška 2003).

Vzorek: Na úpatí asi 8 m vysoké skály. Celá skála se nachází východním směrem od středu lokality. Pískovcová vrstva má mocnost kolem 1 m středně až hrubě zrnité klasy. Barva je šedá až šedožlutá.

Měření (tab. 8,9):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	2,1 +/- 0,1	-	3,8 +/- 0,4	267,96	5,33E-07

Tab. 8 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,8	2,2	5,2
č. 2	2,3	1,7	5,1
č. 3	2,1	1,8	4,9
č. 4	1,6	2,1	5,4

Tab. 9 Výsledky ter. měření

5.6. PR Smrdutá

GPS: 49° 22' 26.943'' N
17° 45' 23.242'' E

Leží severozápadně od vrcholu Tesák
v okrese Kroměříž.



Obr. 10. Vrcholové skály s mrazovým srubem v PR Smrdutá. Foto Z. Podešva (Chú Z.k.)

Geologie: Území tvoří soláňské vrstvy rusavského souvrství. Ty jsou složeny z arkózových pískovců a slepenců s vložkami jílovců.

Popis lokality: Lokalitu tvoří několik mrazových srubů a izolovaných skal (obr 10). Vrstvy jsou zde uloženy téměř horizontálně, na jednotlivých skalách však sklon dosahuje až 45°. Slepence jsou zde velmi hrubozrné, pískovce mají na čerstvém povrchu žlutou až žlutošedou barvu (Janoška 2003).

Vzorek: Odebrán ze spodní části vrcholového mrazového srubu z pískovcové vrstvy, u níž není patrná maximální mocnost, ale minimální je 40 cm. Pískovec je středně až hrubě zrnitý, na povrchu navětralý a barva je na čerstvé hornině žlutá až šedožlutá.

Měření (tab. 10,11):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	2,1 +/- 0,1	-	3,8 +/- 0,4	266,64	4,54E-07

Tab. 10 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	3,5	1,9	6,6
č. 2	2,8	1,4	4,3
č. 3	2,5	1,3	5,6
č. 4	3	1	6,4

Tab. 11 Výsledky ter. měření

5.7. Bývalý lom Rajnochovice č. 1

GPS: 49° 25' 3.723'' N
17° 48' 25.211'' E

Lom se nachází severozápadně od obce Rajnochovice – okres Kroměříž.

Geologie: Lom leží v rusavských vrstvách zlínského souvrství (G. mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Celý lom téměř výhradně tvoří slepenec. Střídají se vrstvy poměrně jemnozrnného slepence s velice hrubozrnným o velikosti klastů přesahujících 15 cm. Klasty tvoří převážně křemen, méně pak jiný materiál. Slepeneč je na povrchu silně zvětralý, snadno se loupou i velké kusy. Barva je šedá až šedozelená. Pískovec je zde jen asi ve třech nepříliš výrazných vrstvách. Jedna se nachází při východním okraji lomu a je asi 1,3 m mocná.

Vzorek: Odebrán ze spodní části vrstvy pískovce při východním okraji, hornina je šedozelená, místy i s většími klasty křemene a jiných hornin. Pískovec je hrubozrnného charakteru a nepříliš výrazně přechází do jemnozrnného slepence (obr. 23 v příloze č. 5).

Měření (tab. 12,13):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,7 +/- 0,1	-	2,8 +/- 0,3	305,62	5,73E-07

Tab. 12 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	2,21	1,39	5,24
č. 2	2,24	2,91	5,86
č. 3	2,36	2,74	5,55
č. 4	2,29	1,68	5,42

Tab. 13 Výsledky ter. měření

5.8. PP Skaliska Sochová

GPS: 49° 23' 5.791'' N
17° 47' 44.130'' E

Je chráněna jako Přírodní památka Skaliska Sochová. Nachází se jihozápadně od obce Rajnochovice – okres Kroměříž na vrcholu Sochová (741 m).

Geologie: Vrchol Sochová tvoří rusavské vrstvy zlínského souvrství. Ty zde tvoří slepence a pískovce – místy arkózové pískovce až arkózy.

Popis lokality: Na vrcholu strukturního hřbetu se nachází asi 4 nízké mrazové sruby, které vznikly rozpadem tohoto strukturního hřbetu podél příčných puklin. Mají sklon shodný se strukturním hřbetem a v příčném profilu mají asymetrický tvar (Janoška 2003).

Vzorek: Odebrán z vrstvy asi 1,3 m mocné, s téměř vertikálním úklonem (obr. 27 v příloze č. 5). Pískovec je středně až hrubě zrnitý a má žlutou až šedožlutou barvu. Na povrchu je silně navětralý. Arkózy se zde vyskytují pouze místy.

Měření (tab. 14,15):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	2,1 +/- 0,1	-	3,0 +/- 0,4	261,7	4,50E-07

Tab. 14 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,31	3,82	3,09
č. 2	2,86	2,90	5,07
č. 3	2,19	2,76	4,94
č. 4	1,54	2,31	3,94
č. 5	1,44	3,09	2,90
č. 6	1,37	3,46	3,02

Tab. 15 Výsledky ter. měření

5.9. Čerňava

GPS: 49° 22' 23.981'' N
17° 45' 55.018'' E

Nachází se JV pod kótou Čerňava, severně od osady Tesák – okres Kroměříž.

Geologie: Podklad je tvořen rusavskými vrstvami (eocén) zlínského souvrství, zóna Hostýnská (Geol. mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Je tvořena plotnovitými skalami, který jsou v dolní části zakončeny mrazovými sruby. Hojně se vyskytují skalní lavice. Střídají se zde polohy pískovců, slepenců a brekcí. Celá lokalita je poměrně rozlehlá.

Vzorek: **č. 1** odebrán z nejspodnější vrstvy nejjižnějšího mrazového srubu – pískovec je středně až hrubě zrnitý a má světlešedou až šedo zelenou barvu.
č. 2 z vrstvy v nejzápadnější lavici při západním okraji lokality (obr. 24 v příloze č. 5). Pískovec má poněkud tmavší barvu než č. 1 a má i větší klasty než vzorek č. 1.

Měření (tab. 16,17):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,9 +/- 0,1	-	3,4 +/- 0,3	321,48	5,24E-07
č. 2	1,8 +/- 0,1	-	4,3 +/- 0,3	359,65	6,46E-07

Tab. 16 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,1	1	4,1
č. 2	2,7	1,2	4,9
č. 3	2,5	1,4	5,2

Tab. 17 Výsledky ter. měření

Asi o 200 metrů východně se nachází menší výchoz, u kterého bylo provedeno pouze terénní měření (tab. 18). Výchoz má podobu asi 4 metry dlouhé a 2 metry široké skály, složené z velmi hrubozrnného pískovce. Souřadnice 49° 22' 22.181'' N a 17° 45' 43.609'' E.

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	2,4	1,1	4,6
č. 2	2,5	1,1	4,2

Tab. 18 Výsledky ter. měření

5.10. Lomová stěna Šraňky

GPS: 49° 25' 02.159'' N
17° 48' 14.945'' E



Obr. 11. Odběr vzorku z lokality Šraňky. Foto M. Židek

Lom leží u silnice spojující obce Podhradní Lhotu a Rajnochovice, v severním úbočí kopce Zubříč.

Geologie: Celý kopec budují rusavské vrstvy (eocén) zlínského souvrství, zóna Hostýnská (Geol. mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Délka přibližně 15 m, střídají se zde hrubozrnné pískovce a slepence i s většími klasty. Výchoz je silně pokryt vegetací, při pravé straně se nachází vrstva pískovce asi 1-2 m mocná. Pískovec je na čerstvém povrchu sytě šedý, místy rezavě navětrává.

Vzorek: **č. 1** odebrán při západní okraji z asi 1 m mocné vrstvy (obr. 11). Pískovec je šedo zelené barvy a středně až hrubě zrnitý.
č. 2 z východního okraje lomové stěny, pískovec zde má hrubší klasty a je šedé barvy. Celková mocnost zde není patrná, ale minimální je 40 cm.

Měření (tab. 19,20):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,6 +/- 0,1	-	4,1 +/- 0,4	285,25	8,84E-07
č. 2	1,6 +/- 0,1	-	3,5 +/- 0,3	346,56	6,32E-07

Tab. 19 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	1,75	2,6	5,67
č. 2	2,12	3,01	6,62
č. 3	2	2,36	4,6
č. 4	1,9	3,2	5,39
č. 5	2,04	1,85	5,57
č. 6	1,7	2,98	6,75

Tab. 20 Výsledky ter. měření

5.11. Rajnochovice - Trávníky

GPS: 49° 24' 33.982'' N
17° 48' 42.251'' E

Lomová stěna bývalého lomu se nachází ve východním svahu masivu Šaumberku, v části obce Rajnochovice – Trávníky.

Geologie: Lokalita leží v rusavských vrstvách (eocén) zlínského souvrství, zóna Hostýnská (Geol. mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Lom má výšku zhruba 15 – 20 m a délku 10 – 15 m. Je pokryt vegetací a těžko přístupný. Nachází se zde převážně polohy slepenců, méně pak písčivců a jemnozrnnějšího slepence. Pískovec je šedožlutě zbarven na čerstvém povrchu.

Vzorek: č. 1 odebrán při patě lomové stěny z hrubě zrnité vrstvy asi 0,7 m mocné.
č. 2 výše v lomové stěně, mírně na sever od paty lomu. Pískovec je hrubě zrnitý a výše přechází ve slepenec.

Měření (tab. 21,22):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	2,3 +/- 0,1	-	5,7 +/- 0,4	305,86	1,52E-06
č. 2	2,1 +/- 0,1	-	3,7 +/- 0,3	349,87	5,61E-07

Tab. 21 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	2,63	3,44	7,57
č. 2	3,12	3,69	8,71
č. 3	1,31	5,03	3,73
č. 4	2,81	4,67	6,43
č. 5	3,06	3,51	5,89

Tab. 22 Výsledky ter. měření

5.12. Lom Podhradní Lhota

GPS: 49° 25' 10.284'' N
17° 48' 08.433'' E

Bývalý lom se nachází východně od obce Podhradní Lhota.

Geologie: Lom se nachází v rusavských vrstvách zlínského souvrství (Geologická mapa ČSR 25-14).

Popis lokality: Lom má dvě stěny, které se přibližně ve třech čtvrtinách výšky spojují v jednu. Obě stěny mají podkovovitý tvar, celková výška je asi 40 m. Délka obou stěn je asi 100 m. V lomu se střídají četné pískovcové vrstvy s hojnými jílovcovými závalky s méně četnými vrstvami jílovců a jílovitých břidlic.

Vzorek: č. 1 nejvýchodněji na pravé straně lomu z vrstvy o mocnosti asi 1,7 m, pískovec je středně zrnitý (obr. 26 v příloze č. 5).
č. 2 vrstva o mocnosti kolem 2,5 m, zrnitost pískovce střední až hrubá.
č. 3 odebrán z druhé stěny, vrstva asi 1,5 m mocná, středně zrnitý pískovec.
č. 4 vrstva asi 2 m mocná, středně zrnitý pískovec.

Měření (tab. 23,24):

Laboratorní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	m (g)	MS
č. 1	1,7 +/- 0,1	-	2,7 +/- 0,3	365,07	5,01E-07
č. 2	1,8 +/- 0,1	-	2,3 +/- 0,3	349,34	1,20E-06
č. 3	1,9 +/- 0,1	-	2,6 +/- 0,3	348,76	1,02E-06
č. 4	2,3 +/- 0,1	-	3,0 +/- 0,3	313,95	7,87E-07

Tab. 23 Výsledky lab. měření

Terénní	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
č. 1	2,36	3,84	4,43
č. 2	1,89	2,31	3,65
č. 3	1,9	2,43	2,73
č. 4	2,01	2,38	2,97
č. 5	1,95	2,66	3,5
č. 6	3,06	3,09	3,31
č. 7	2,78	3,33	3,29
č. 8	3,12	3,46	5,15
č. 9	3,13	3,14	6,14
č. 10	3,38	3,46	5,15

Tab. 24 Výsledky ter. měření

5.13. Výsledky petrografické modální analýzy

Modální petrografická analýza šesti výbrusů přinesla následující výsledky:

- Na lokalitě Smrdutá (rusavské vrstvy) – křemen monominerální, K – živec je alterovaný a nachází se zde i velké zrna, matrix je jílovito - karbonátová, plagioklasů málo, opakní složka přítomna hlavně v základní hmotě.
- Lokalita Šraňky (rusavské vrstvy) – ve výbrusu byly nalezeny zbytky alochemů (bioklastů) pravděpodobně červených řas (obr. 14 v příloze č. 5), křemen je zde polykrystalický i monominerální. K – živec je alterovaný (obr. 15 v příloze č. 5), opakní minerály. Zrna jsou hodně u sebe – málo matrix. Ta je karbonátová se směsí fylosilikátů (slídy). Málo plagioklasů, ojediněle biotit, místy chlority a muskovit.
- Lokalita Sochová (rusavské vrstvy), zde byly pořízeny dva výbrusy – převažující složkou je křemen, K – živec je hodně alterovaný, málo základní hmoty, nad níž převažuje křemenný cement. Klasty jsou poloostrohranné až polozaoblené méně muskovit, opakní minerály. Ve výbrusu byly zastíženy klasty pravděpodobně grafitické břidlice a siltové břidlice (obr. 12 a 13 v příloze č. 5).
- Lokalita Lom Niva (hostýnské vrstvy) – velkých klastů je zde málo – převažuje základní hmota, ve výbrusu jsou přítomny i klasty karbonátu (mikritický) (obr. 18 v příloze č. 5), matrix tvoří sparitický (váp.) jíl a karbonát, což by mohlo vysvětlovat poměrně vysoké obsahy uranu na této lokalitě a v rámci hostýnských vrstev i vysoké obsahy thoria - adsorbované na povrch jílových minerálů přítomných v základní hmotě. Křemen, K – živec je alterovaný, muskovit v menším množství (obr. 19 v příloze č. 5), místy klasty vápenců a opakní minerály zcela zřídka.
- Lokalita Německý lom (hostýnské vrstvy) – dominantou je zde glaukonit (obr. 16 v příloze č. 5), který nebyl nalezen na žádné jiné lokalitě. Křemen je polykrystalický i monominerální, K – živce alterované, zrna jsou polozaoblená a dále od sebe. Ve výbrusu byl zastížen úlomek sedimentární horniny se slídkami, úlomky jílovitých břidlic (obr. 17 v příloze č. 5) a mikritický karbonát. V základní hmotě je přítomen muskovit a pak křemíty cement, dále opakní minerály.

6. Diskuze

Soláňské souvrství (ráztocké i lukovské vrstvy) vykazuje menší obsahy K, U, Th získané terénním gamaspektrometrickým měřením i nižší hodnoty magnetické susceptibility než vrstvy hostýnské a to v případě MS i o několik řádů. V nadložních rusavských vrstvách zlínského souvrství nejsou hodnoty již tak konzistentní, jako v předchozích vrstvách, ale v případě magnetické susceptibility je zde výrazný pokles (graf 1 v příloze č. 2). V laboratorním měření je patrný rozdíl mezi soláňským souvrstvím a hostýnskými vrstvami, ale u rusavských vrstev již nelze sledovat výrazné rozdíly a hodnoty jsou velmi podobné jako u hostýnských vrstev. Z měření tedy vyplývá rozdílnost ve složení jednotlivých hornin v různých stratigrafických úrovních.

Pro srovnání lokalit bylo také použito porovnání mezi hodnotami z laboratorní a z terénního měření (graf 2 v příloze č. 2). U soláňského souvrství se v případě draslíku neobjevují žádné nesrovnalosti a hodnoty si relativně odpovídají; to platí také pro thorium. Srovnání pro uran v tomto případě nelze použít s velkým významem, jelikož naměřené hodnoty z laboratoře se velmi přibližují mezím stanovitelnosti laboratorního gamaspektrometru. V případě hostýnských vrstev se výrazně rozcházejí naměřené hodnoty pro uran i thorium. Draslík zde má obecně velmi nízké hodnoty z obou měření, což lze vysvětlit nižším obsahem minerálů obsahujících draslík v krystalové mřížce (např. draselné živce). V případě uranu se jedná o zvýšený obsah na lokalitě Lom Niva, což může být vysvětleno zastížením minerálů s vyšším obsahem tohoto prvku (nebo obsažen jako příměs).

Koncentrace thoria dosahují v případě terénního měření poměrně vysokých hodnot i přes 6 ppm (lokalita Lom Niva), což je řádově daleko vyšší obsah než v případě soláňského souvrství. Závislost mezi obsahem thoria a draslíku zde není patrná, což vyplývá z grafů závislosti obsahu draslík – thorium (K/Th) a uran - thorium (U/Th) (grafy 3,4,5,6 v příloze č.3). U terénního i laboratorního měření není patrná žádná nebo jen zanedbatelná korelace mezi těmito prvky (K/Th $R^2=0,1482$ a U/Th $R^2=0,1095$ z lab. měření) a to v obou případech (grafy 3,4,5,6 v příloze č. 3), z čehož vyplývá, že obsah těchto prvků není na sobě závislý u žádného souvrství, na kterých bylo provedeno měření. Tento vztah lze interpretovat tak, že hodnoty K a Th nejsou řízeny proporčním zastoupením illitu a dalších jílových minerálů, které obsahují K v krystalové mřížce a na jejichž povrch se adsorbuje thorium. Lze tedy předpokládat, že pískovce obsahují velmi málo jílové frakce a hodnoty K a Th jsou tedy patrně řízeny zastoupením minerálů v psafiticko-psamitické frakci nebo těžkými minerály.

Pro rusavské vrstvy platí u terénního měření značná rozkolísanost naměřených hodnot a to pro všechny tři prvky. U laboratorního měření nelze použít srovnání pro uran ze stejného důvodu jako u soláňského souvrství (příliš blízko mezním hodnotám). Hodnoty draslíku se

pohybují kolem 2 ppm a u terénního kolísají v rozmezí 1 – 4 ppm. Thorium u laboratorního měření dosahuje hodnot mezi 2 až 5 ppm, u terénního měření je patrná velká rozkolísanost od 2,7 u lokality P. Lhota do 8,7 ppm u lokality Trávníky. Tyto lokality jsou si geograficky poměrně blízké.

Při porovnávání výsledků z petrografické modální analýzy byly nalezeny rozdíly ve složení jednotlivých hornin zastupujících jednotlivé stratigrafické celky. Na lokalitách Lom Niva a Německý lom byly nalezeny i klasty jiných hornin (jílové břidlice a karbonáty), což by naznačovalo změnu proveniencie sedimentů oproti rusavským vrstvám, kde nebyly nalezeny žádné klasty jiných hornin. Poměrně velká rozdílnost je i v rámci rusavských vrstev samých – liší se v poměru matrix a cementu, a také složením matrix od jílovité ke karbonátové.

V plošné distribuci jednotlivých prvků na mapovaném území dochází k výrazným proměnám v koncentracích thoria v rámci rusavských vrstev. V těch se nachází nejvyšší i nejnižší naměřené koncentrace. To se týká také uranu. Soláňské souvrství i hostýnské vrstvy v případě uranu a thoria leží v dolní polovině ze škály a nelze u nich sledovat významné distribuční či stratigrafické trendy.

Situace je poněkud jiná v případě draslíku, kde můžeme pozorovat u rusavských vrstev výraznější vzestup koncentrace oproti vrstvám soláňským i hostýnským, a rusavské vrstvy zde tvoří významné maximum uprostřed geografické pozice mapovaného území. Tento trend lze pozorovat i v případě mapy vytvořené ze souboru laboratorního měření – rusavské vrstvy i zde výrazně převyšují obsahem draslíku ostatní vrstvy. Jedinou výjimkou je lokalita Držková, která má nejvyšší hodnotu 2,4 ppm, ovšem na lokalitě Trávníky je nejvyšší hodnota 2,3 ppm a v případě Držkové se tedy může jednat o náhodné zastížení zvýšené koncentrace v rámci soláňských vrstev. Obě mapy plošné distribuce prvků na mapovaném území jsou v příloze č. 4.

Mapy vytvořené na základě laboratorního měření (mapa 1, příloha č. 4) jsou poměrně velmi konzistentní a vykazují vzestup koncentrací K, U, i Th směrem od východu na západ k lokalitě Držková (soláňské vrstvy). Mapy z terénního měření (mapa 2, příloha č. 4) již tak konzistentní nejsou a jsou zde velké rozdíly v maximech a minimech jednotlivých prvků – například hostýnské vrstvy mají minimum draslíku, ale naopak maximum thoria. To nám naznačuje změnu proveniencie mezi hostýnskými a rusavskými vrstvami, neboť naopak rusavské vrstvy v případě draslíku dosahují maximálních naměřených hodnot.

7. Závěr

Na 12 lokalitách v části Hostýnských vrchů, která geologicky náleží do račanské jednotky magurské skupiny příkrovů, bylo provedeno laboratorní a terénní gamaspektrometrické měření obsahů K, U a Th v horninách. Na lokalitách bylo zároveň provedeno měření magnetické susceptibility a popsána geologie lokalit. Dvě lokality se geologicky řadí do soláňského souvrství (ráztocké a lukovské vrstvy v zóně Tří kamenů), další tři lokality spadají do hostýnských vrstev soláňského souvrství (hostýnské vrstvy bývají někdy vymezovány jako hostýnské souvrství). Zbývajících sedm lokalit tvoří rusavské vrstvy zlínského souvrství v zóně Hostýnské. Měření a odběr vzorků bylo prováděno na pískovcových vrstvách různé zrnitosti a na vrstvách jemnozrnných až středně zrnitých slepenců.

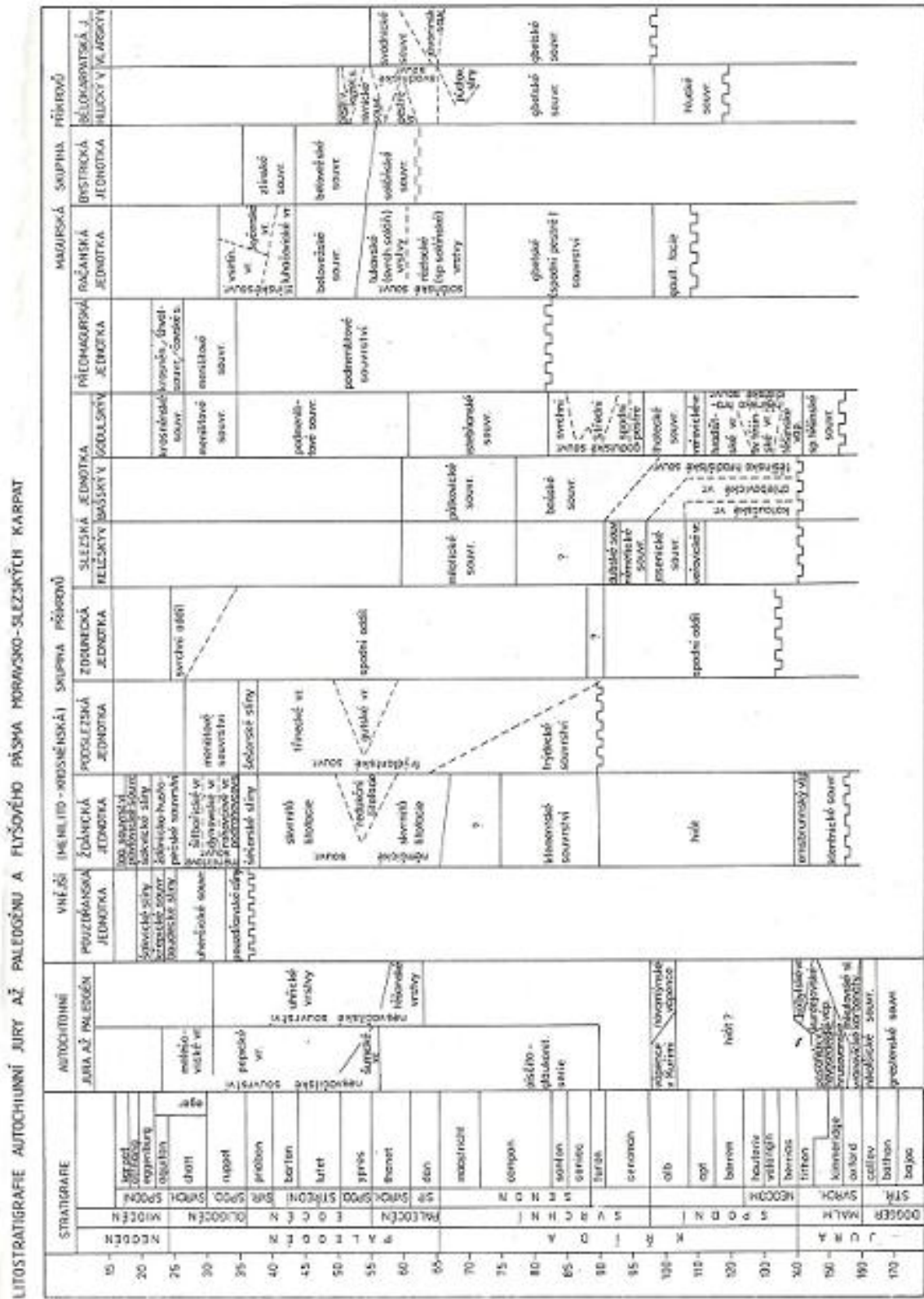
Bylo zjištěno, že s největší pravděpodobností docházelo ke změnám provenience sedimentů Račanské jednotky magurského flyšového pásma a to na základě porovnání výsledků terénní a laboratorní gamaspektrometrie, optické petrografie a také magnetické susceptibility. Tato práce tedy zodpověděla otázku, zda docházelo ke změnám provenience Račanské jednotky a dala podnět k zodpovězení otázek, jako například proč je tak výrazná rozkolísanost obsahů radioaktivních prvků u rusavských vrstev.

V rozsahu a možnostech bakalářské práce bylo provedeno laboratorní i terénní měření gamaspektrometrie, měření magnetické susceptibility, analýza výbrusů a vytvoření map distribucí K, U, Th z laboratorního i terénního měření. Všechny tyto práce přispěly k objasnění problematiky proměn provenience a dále by se měla věnovat pozornost rusavským vrstvám zlínského souvrství, u nichž byly zjištěny nekonzistentní výsledky v terénní gamaspektrometrii. Tomuto výzkumu by bylo třeba věnovat poněkud větší prostor a začlenit i jiné metody ke zkoumání tohoto komplexního problému. Tedy další práce, která by toto téma zpracovala, by svým rozsahem odpovídala spíše již práci diplomové a měla by se věnovat problematice rusavských vrstev a jejich proměnách koncentrací radioaktivních prvků z prostorového hlediska v rámci Račanské jednotky magurského flyšového pásma.

Použitá literatura:

- Buday, T. et. al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M – 33 - XXX– Gottwaldov, ČSAV, Praha.
- Čtyroký, P., Stráník, Z. (1995): Zpráva pracovní skupiny české stratigrafické komise o regionálním dělení Západních Karpat. - Věst. Čes. geol. Úst. 70, 3, 67-72. Praha.
- Janoška, M. (2003): Valašsko očima geologa, UP Olomouc.
- Katedra geologie PřF UPOL – r-g klasifikace Záp. Karpat
<http://www.geology.upol.cz/cz_rege_zk.htm> [cit. 2007-11-1]
- Mahel, M., Fusán, O., Matějka, A., Kamenický, J. (1967): Regionální geologie ČSSR, díl II. – Západní Karpaty, svazek 2. Academia, Praha.
- Mapový server <<http://www.mapy.cz/>> [cit. 2008-11-17]
- Matolín, M., Chlupáčová, M. (1997): Radioaktivní vlastnosti hornin. In: Kobr, M. et al. (eds.) Petrofyzika. Karolinum, Praha, 109-126.
- Mišík, M., Chlupáč, I., Cicha, I. (1985): Stratigrafická a historická geológia. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava.
- MŽP ČR - Radioaktivita horninového prostředí Česka [http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPJKF4NAIZS](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPJKF4NAIZS). Vydal Český geologický ústav, autoři M. Manová a M. Matolín. [cit. 2007-11-27]
- Otava, J., Krejčí, O., Sulovský P. (1997): První výsledky studia chemismu granátů pískovců račanské jednotky magurského flyše. Geol. Výzk. Mor. Slez. V r. 1996, 39 – 42, Brno.
- Pesl, V. (1968): Litofacie paleogénu v magurské jednotce vnějších flyšových Karpat na území ČSSR a PLR. – Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty, 9, 71-117. Bratislava
- Pesl, V. et. al. (1988) Geologická mapa ČSR. List 25-32 Gottwaldov, 1:50 000. ÚÚG Praha.
- Rider, M. (1996): The Geological Interpretation of Well Logs., Whittles Publishing.
- Server Chráněná území zlínského kraje – edt. Zdeněk Podešva
<http://nature.hyperlink.cz/index_km.htm> [cit. 2007-11-17]
- Stráník, Z. et. al. (1993): Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtonní mezozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku. – In: Přichystal, A., Obstová V., Suk, M. (eds.): Geologie Moravy a Slezska, Moravské zemské muzeum a PřF MU, Brno.
- Stráník, Z. et. al. (1998) Geologická mapa ČR. List 25-14 Valašské Meziříčí, 1:50 000. ČGÚ Praha.
- Stráník, Z., Švábenická, L. (2004): Nástup krosněnské sedimentace ve flyšovém pásmu Karpat na Moravě. Geol. Výzk. Mor. Slez. V r. 2003, 36 - 39, Brno.
- Zimák, J., Štelcl, J. (2001): Přirozená radioaktivita horninového prostředí v jeskyních České republiky, UP Olomouc.

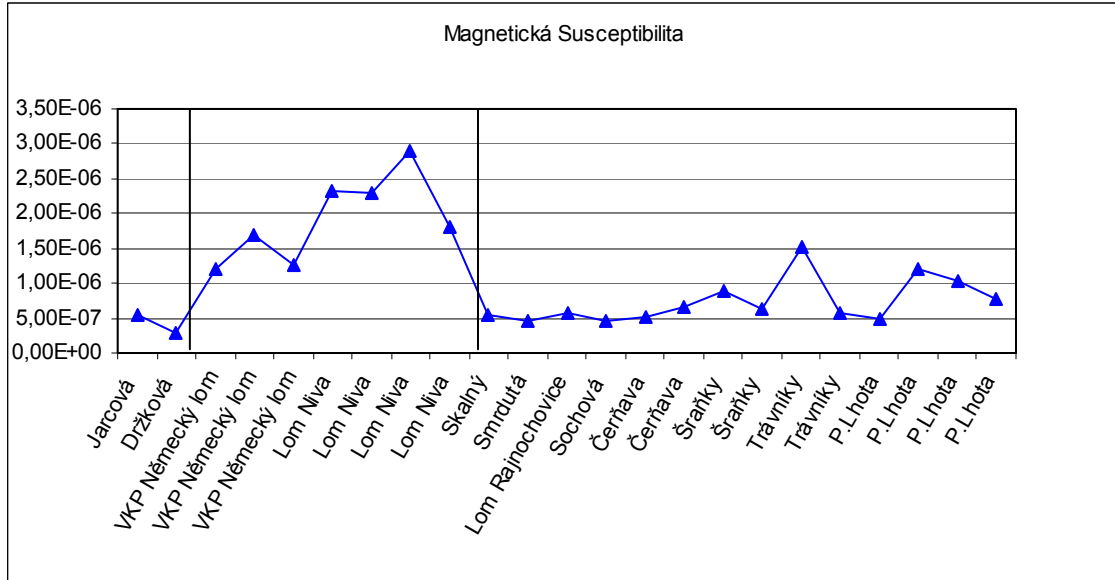
Přílohy



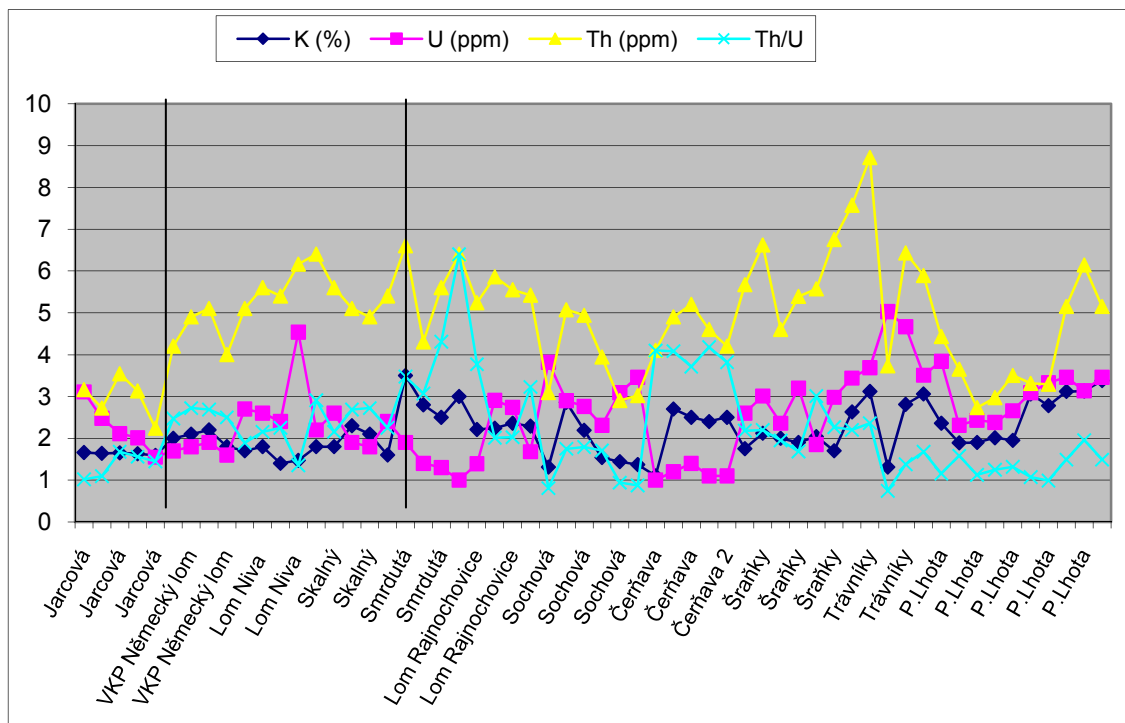
Příloha č. 1

Litostratigrafický přehled Magurekého flyšového pásma
Stráňák et. al. (1993) In Přichystal et. al.

Příloha č. 2 - Grafy obsahů K, U, Th a Magnetické susceptibility

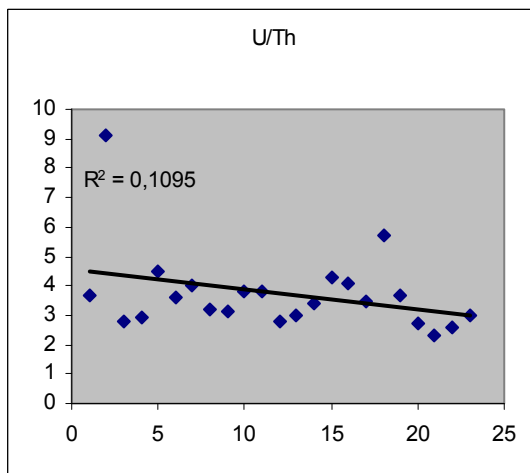


Graf 1 – Magnetická susceptibilita, lab. měření. U obou grafů vertikální čáry od sebe oddělují stratigrafické vrstvy – zleva: Soláňské souvrství (ráztocké a lukovské vrstvy, hostýnské vrstvy, rusavské vrstvy).

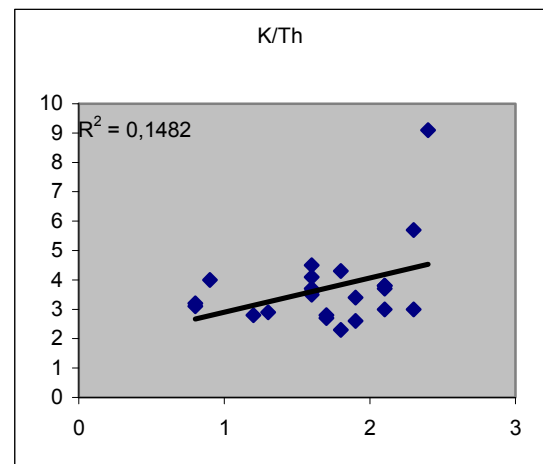


Graf 2 – Obsah K,U,Th a Th/U. Graf zobrazuje průměrné hodnoty z lab. i ter. Měření vztažené k jednotlivým lokalitám. U obou grafů vertikální čáry od sebe oddělují stratigrafické vrstvy – zleva: Soláňské souvrství (ráztocké a lukovské vrstvy, hostýnské vrstvy, rusavské vrstvy).

Příloha č. 3 - Grafy závislosti uranu na thoriu a draslíku na thoriu z laboratorního měření

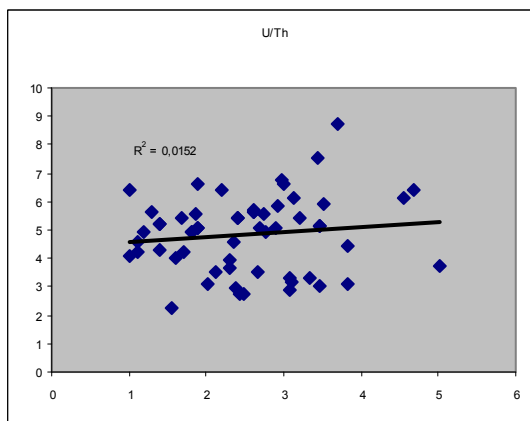


Graf č. 3 Závislost U/Th lab. měření

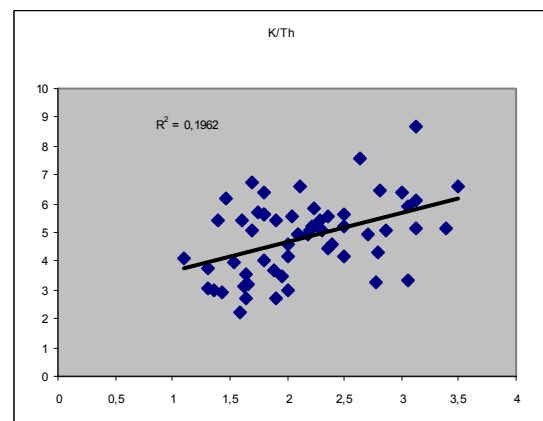


Graf č. 4 Závislost K/Th lab. měření

Grafy závislosti uranu na thoriu a draslíku na thoriu z terénního měření

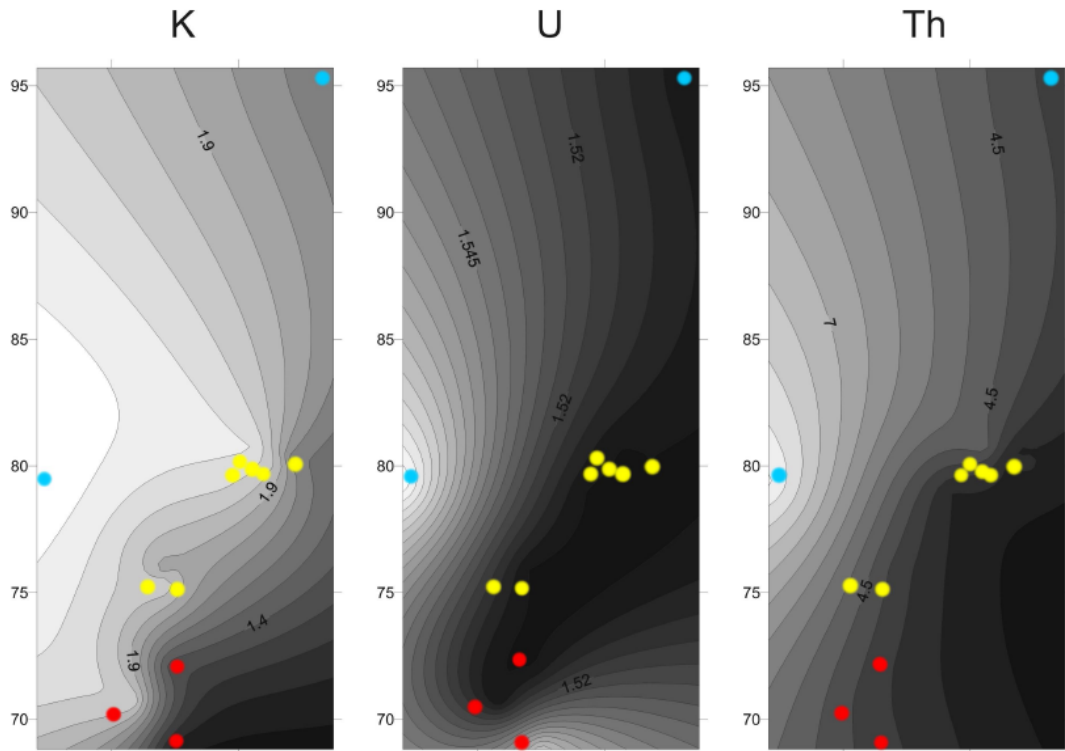


Graf č. 5 Závislost U/Th terénní měření

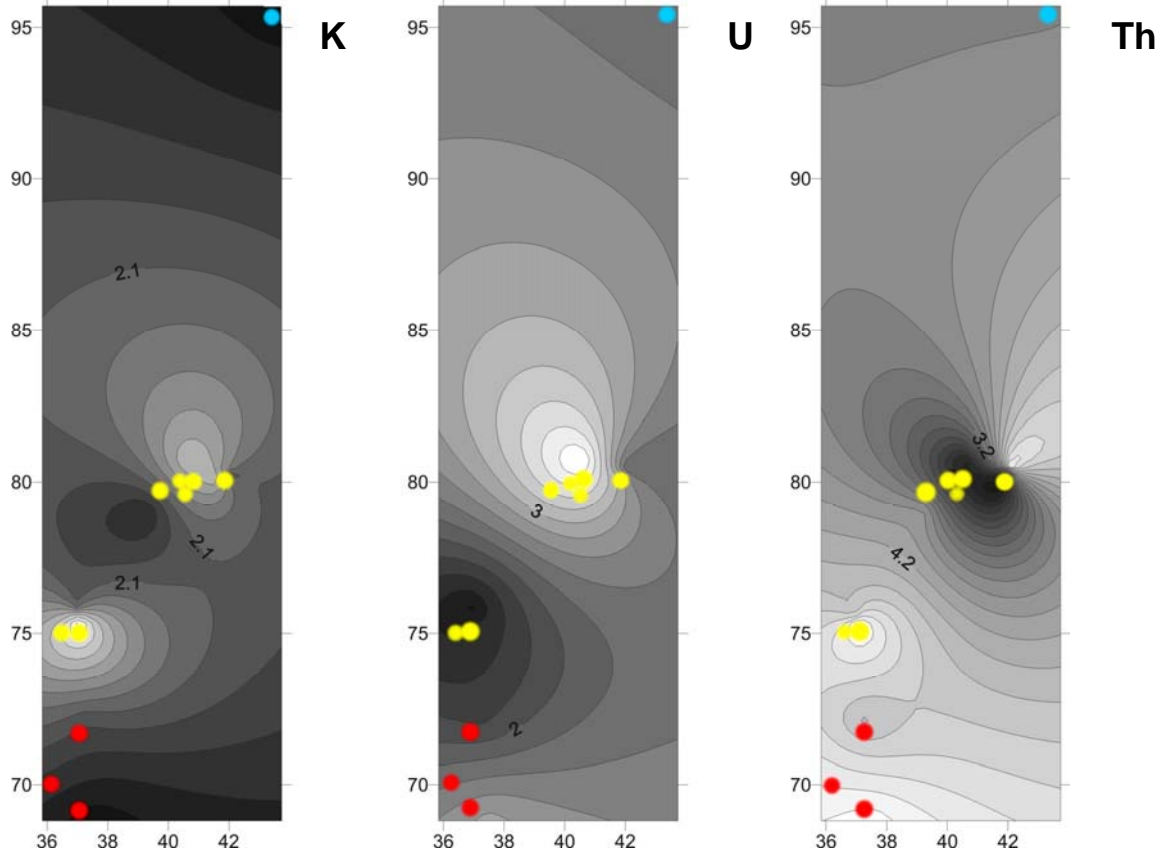


Graf č. 6 Závislost K/Th terénní měření

Příloha č. 4 Mapy distribuce radioaktivních prvků na mapovaném území vytvořené na základě terénního a laboratorního měření obsahů prvků v horninách



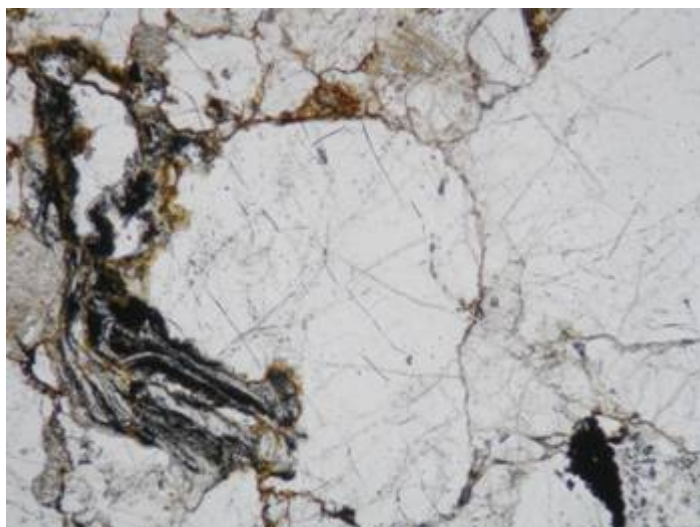
Mapa 1 - distribuce K, U, Th na mapovaném území vytvořená z aritmetických průměrů výsledků laboratorního měření gamaspektrometrie na jednotlivých lokalitách. Černá barva zde představuje nejnižší naměřené hodnoty, naopak bílá značí maximální naměřené koncentrace. Modré body – soláňské souvrství, červeně – hostýnské vrstvy, žlutě – rusavské vrstvy.



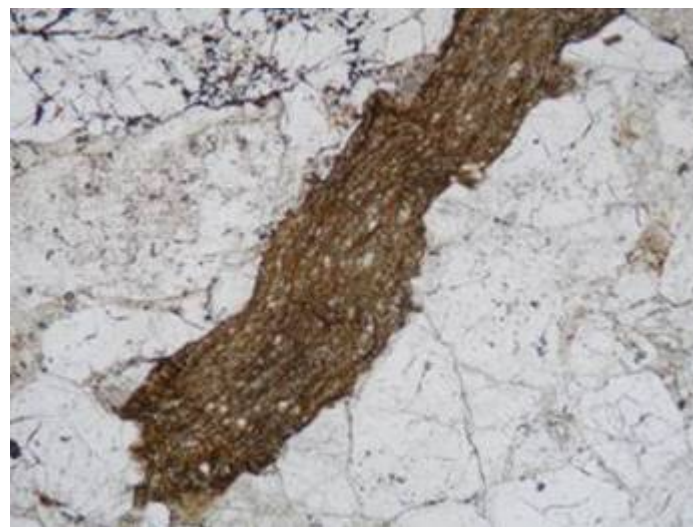
Mapa 2 - distribuce K, U, Th na mapovaném území vytvořená z aritmetických průměrů výsledků terénního měření gamaspektrometrie na jednotlivých lokalitách. Černá barva zde představuje nejnižší naměřené hodnoty, naopak bílá značí maximální naměřené koncentrace. Modré body – soláňské souvrství, červeně – hostýnské vrstvy, žlutě – rusavské

Příloha č. 5 Fototabule

Všechny fotografie M. Žídek



Obr. 12 Lokalita Sochová – pravděpodobně grafitická břidlice. PPL. Šířka snímku



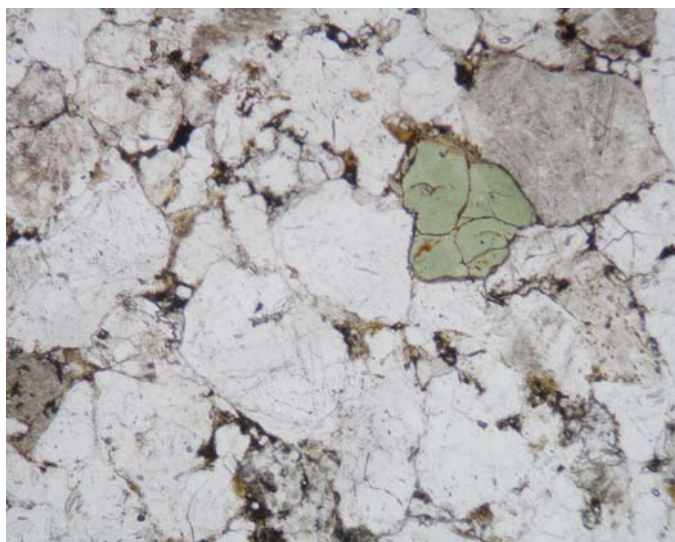
Obr. 13 Lokalita Sochová – intraklast siltové až jílovité břidlice. PPL. Šířka snímku 2



Obr. 14 Lokalita Šraňky – alochem pravděpodobně červené řasy. PPL. Šířka snímku 2 mm.



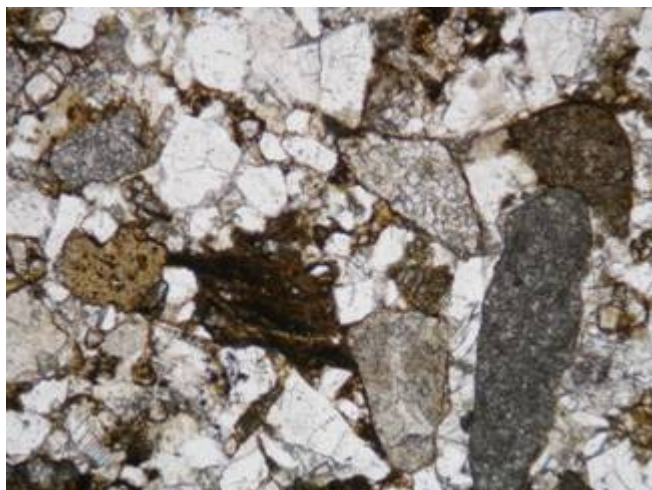
Obr. 15 Lokalita Šraňky – alterace K - živce. PPL. Šířka snímku 2 mm.



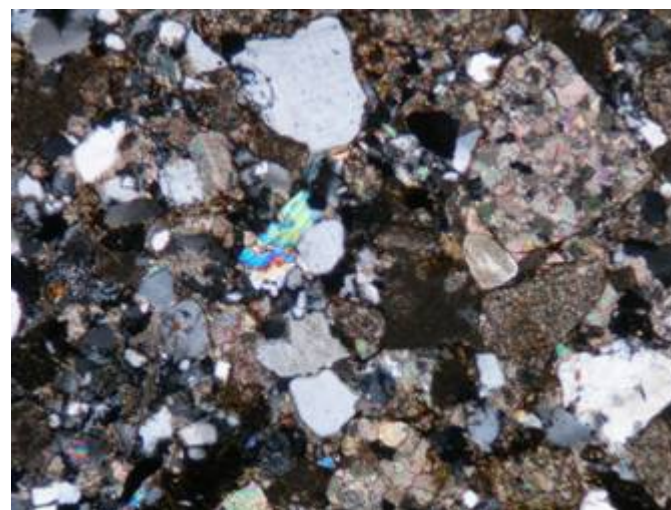
Obr. 16 Lokalita Německý lom – glaukonit a poloostrohranné křemeny. PPL. Šířka snímku 2 mm.



Obr. 17 Lokalita Německý lom – úlomky jílovitých břidlic v pískovci. PPL. Šířka snímku 2 mm.



Obr. 18 Lokalita Lom Niva – klasty karbonátu v pískovci. PPL. Šířka snímku 2



Obr. 19 Lokalita Lom Niva – muskovit, vápnitá z. hmota. XPL. Šířka snímku 2



Obr. 20 Lokalita Lom Niva – ukázka střídání a mocnosti vrstev pískovců a jílovců



Obr. 21 Lokalita Lom Niva – ukázka mineralizace horniny v 1. etáži



Obr. 22 Lokalita Lom Niva – odběr vzorku č. 2



Obr. 23 Lokalita Lom Rajnochovice – odběr vzorku z pískovcové vrstvy



Obr. 24 Lokalita Čerňava – odběr vzorku č. 2 na nízké pískovcové



Obr. 25 Lokalita Držková – pohled na lokalitu směrem od západu



Obr. 26 Lokalita Podhradní Lhota – vyznačena pozice odběru vzorku č. 1



Obr. 27 Lokalita Sochová – odběr vzorku pro laboratorní účely