

# ***Analýza družicových a leteckých snímků***

*Provedení geologických a dalších prací  
pro hodnocení a zúžení lokalit pro  
umístění hlubinného úložiště*

*Morfotektonická analýza lokalit*

GISAT s.r.o.  
RNDr. Lubomil Pospíšil, Ing. Luboš Kučera,  
Mgr. Karel Martínek, RNDr. Jindřich Rejl

Únor 2004



# OBSAH

2	Stručná geologie území .....	4
2.1	Bohemikum .....	10
2.1.1	Lokalita Blatno .....	10
2.2	Moldanubikum .....	12
2.2.1	Lokalita Pačejov .....	12
2.2.2	Lokalita Božejovice-Vlksice .....	13
2.2.3	Lokalita Lodhěřov .....	16
2.2.4	Lokalita Rohozná .....	19
2.2.5	Lokalita Budišov .....	22
3	Regionální souvislosti .....	23
4	Metodika .....	29
4.1	Zpracování dat DPZ .....	29
4.1.1	Výběr a pořízení dat .....	29
4.1.2	Ortorektifikace družicových dat .....	36
4.1.3	Datové vrstvy pro analýzu a interpretaci .....	38
4.2	Morfotektonická analýza .....	42
4.2.1	Exogenní dynamika .....	43
4.2.2	Interpretace DMT a družicových snímků .....	46
5	Interpretace a výsledky .....	47
5.1	Neotektonika .....	47
5.2	Seismotektonika .....	51
5.3	Lokalita Blatno .....	52
5.3.1	Geomorfologie .....	53
5.3.2	Geofyzikální zhodnocení .....	54
5.3.3	Strukturně-tektonická analýza .....	56
5.4	Lokalita Pačejov .....	59
5.4.1	Geomorfologie .....	59
5.4.2	Geofyzikální zhodnocení .....	60
5.4.3	Strukturně-tektonická analýza .....	62
5.5	Lokalita Božejovice – Vlksice .....	66
5.5.1	Geomorfologie .....	66
5.5.2	Geofyzikální zhodnocení .....	67
5.5.3	Strukturně-tektonická analýza .....	69
5.6	Lokalita Lodhěřov .....	74
5.6.1	Geomorfologie .....	74
5.6.2	Geofyzikální zhodnocení .....	75
5.6.3	Strukturně-tektonická analýza .....	76
5.7	Lokalita Rohozná .....	79
5.7.1	Geomorfologie .....	79
5.7.2	Geofyzikální zhodnocení .....	81
5.7.3	Strukturně-tektonická analýza .....	82
5.8	Lokalita Budišov .....	86
5.8.1	Geomorfologie .....	86

5.8.2	Geofyzikální zhodnocení.....	88
5.8.3	Strukturně-tektonická analýza.....	89
6	Doporučení a závěr.....	93
7	Příloha A Literatura.....	97
8	Příloha B Mapové přílohy.....	104

# 1 Úvod

Současná dostupnost obrazových dat dálkového průzkumu Země (DPZ) a moderní metody jejich zpracování dovolují posoudit různá hlediska tektonické predispozice vývoje reliéfu a provést analýzu jeho exodynamického vývoje. Výstupem jsou pak informace o průběhu tektonických struktur různých řádů, jejich průběžnosti a návaznostech a o blokovém členění území každé lokality. V rámci tohoto projektu bylo cílem využít tyto přednosti dat DPZ a zhodnotit získané výsledky v komplexu s ostatními geologickými a geofyzikálními daty.

V souladu se zadáním úkolu byla pozornost při zpracování údajů DPZ koncentrována na následující témata:

- zhodnotit jednotlivé oblasti na základě geomorfologických kritérií a exogenní analýzy,
- provést morfotektonickou analýzu lokalit včetně širšího okolí na základě leteckých a družicových snímků (Landsat ETM+, Radarsat) a digitálního modelu terénu (DMT),
- pokusit se o stanovení typu tektoniky, případně o přiřazení kinematického a genetického resp. časového rozměru jednotlivým zlomům,
- vzhledem k tomu, že vymezené oblasti patří k „nejméně“ nebo málo prozkoumaným oblastem v rámci Českého masívu, byla tato analýza doplněna o verifikaci s geofyzikálními podklady.

Z hlediska komplexnosti geodynamického sledování vybraných lokalit pro umístění hlubinného úložiště je vhodné realizovat zpracování dostupných panchromatických, multispektrálních a radarových dat DPZ s využitím současných moderních metod jejich vyhodnocení.

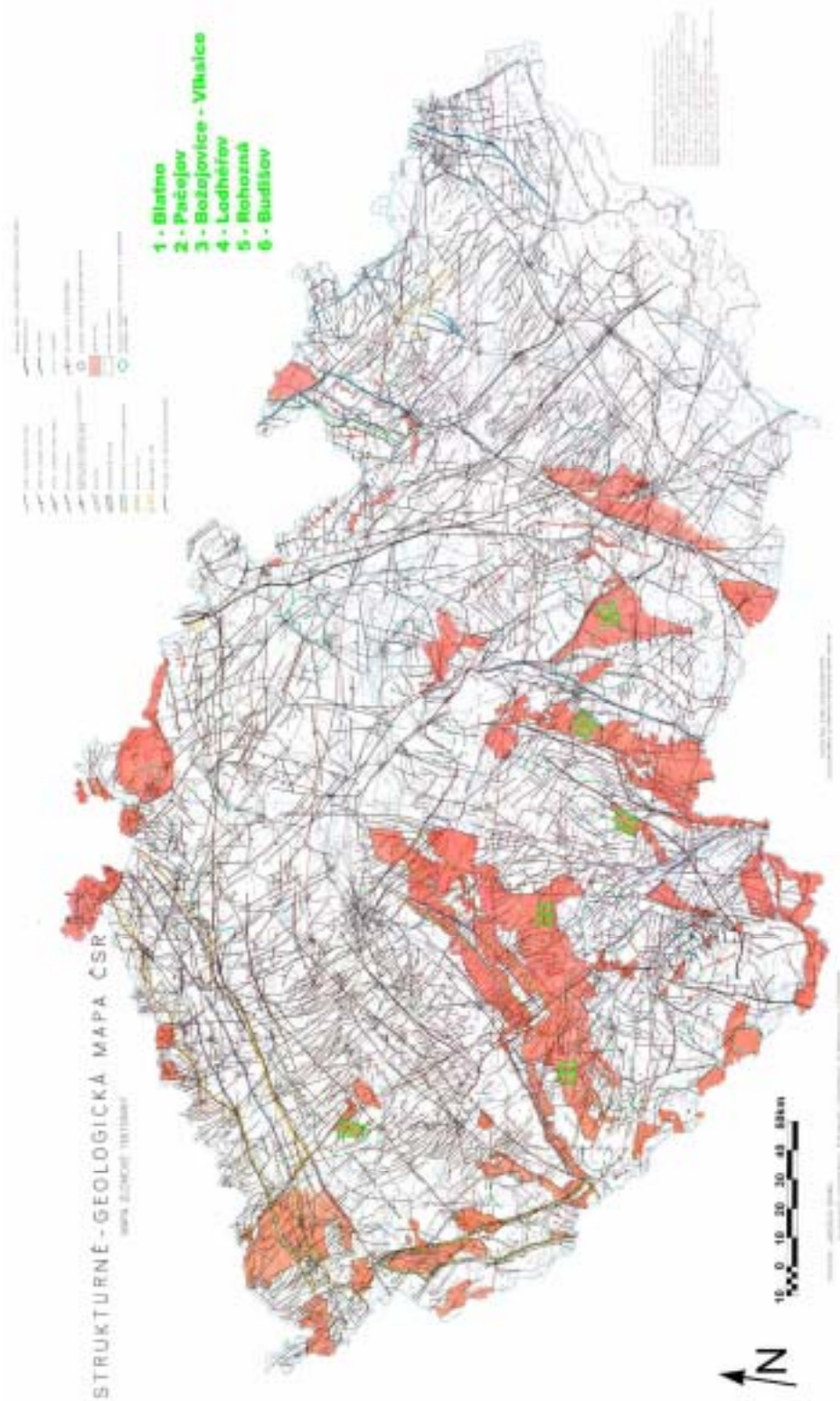
Využití metod DPZ spočívalo ve:

- vytvoření obrazových podkladů pro vybrané lokality na základě optických družicových multispektrálních snímků, které slouží k základní tektonické a geodynamické analýze regionu,
- využití digitálního modelu reliéfu pro zvýraznění a interpretaci morfotektonických prvků zemského povrchu regionu,
- využití radarových družicových snímků pro detailní morfotektonickou analýzu území vybraných lokalit,
- využití leteckých snímků pro interpretaci detailních prvků a jevů na území vybraných lokalit.

Spolu s dalšími datovými podklady tak bylo možné zpracovat komplexní morfotektonickou studii, zahrnující geomorfologické a geofyzikální zhodnocení území a strukturně tektonickou analýzu vedoucí k hypotetickému kinematickému modelu území.

## **2 Stručná geologie území**

Vybrané lokality pro úložiště radioaktivního odpadu (URO) se nachází v prostoru dvou jednotek – v bohemiku a moldanubiku. Jejich prostorové umístění je schématicky znázorněno na pozadí mapy zlomové tektoniky vybrané z kompletu strukturně-geologických map ČR (Obr.1) a na schématech vzniklých kombinací digitálního modelu reliéfu upraveného („nasvíceného“) pro zvýraznění S-J resp. V-Z strukturních prvků a geologické mapy (Obr. 2, 3) resp. družicové mozaiky (Obr. 4, 5).



Obr. 1 Schématické umístění vybraných lokalit pro úložiště radioaktivního odpadu na pozadí mapy zlomové tektoniky vybrané z kompletu strukturně-geologických map ČR 1:500000 vydaných Uranovým průzkumem Liberec v roce 1988.



*Obr. 2 Schématické umístění vybraných lokalit pro úložiště radioaktivního odpadu na pozadí kompozice vzniklé kombinací digitálního modelu reliéfu upraveného („nastvíceného ze severu“) pro zvýraznění V-Z strukturních fenoménů a geologické mapy ČR 1:1.000000 vydané Ústředním ústavem geologickým v Praze v roce 1966.*

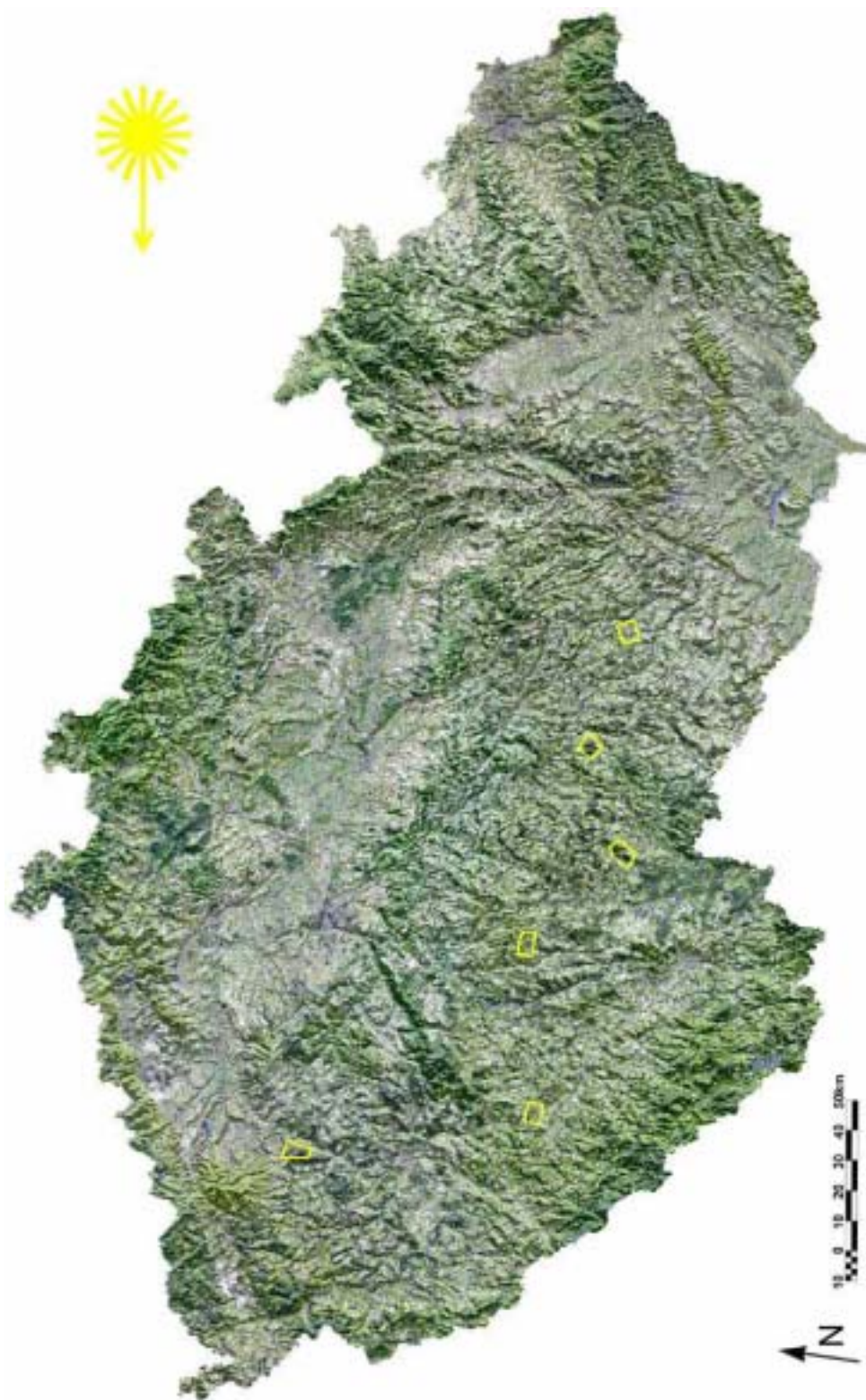




*Obr. 3 Schématické umístění vybraných lokalit pro úložiště radioaktivního odpadu na pozadí kompozice vzniklé kombinací digitálního modelu reliéfu upraveného („nasmíceného z východu“) pro zvýraznění S-J strukturních fenoménů a geologické mapy ČR 1:1.000000 vydané Ústředním ústavem geologickým v Praze v roce 1966.*



*Obr. 4 Schématické umístění vybraných lokalit pro úložiště radioaktivního odpadu na pozadí kompozice vzniklé kombinací digitálního modelu reliéfu upraveného („nasvíceného ze severu“) pro zvýraznění V-Z strukturních fenoménů a družicové mozaiky území ČR vytvořené z multispektrálních dat typu Landsat TM (GISAT, 2003).*



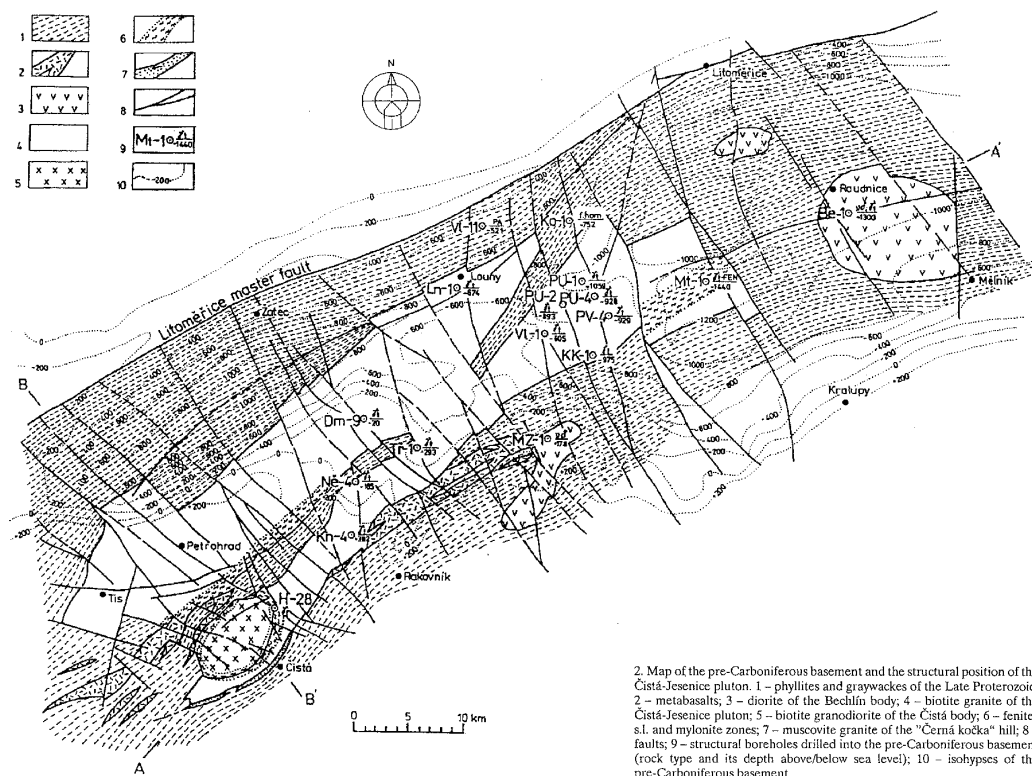
*Obr. 5 Schématické umístění vybraných lokalit pro úložiště radioaktivního odpadu na pozadí kompozice vzniklé kombinací digitálního modelu reliéfu upraveného („nasvíceného z východu“) pro zvýraznění S-J strukturních fenoménů a satelitní mozaiky území ČR vytvořené z multispektrálních dat typu Landsat TM (GISAT, 2003).*

## 2.1 Bohemikum

Pro bohemikum je charakteristický řídký výskyt plutonických hornin, které jsou v okolních jednotkách mnohem častější. Podle celkové pozitivní gravitační anomálie se dá usuzovat na řídký výskyt plutonitů i v hlubších partiích kůry. Drobná plutonická tělesa jsou koncentrována v jz. části jednotky na hranici s moldanubikem. Tvar a velikost těles je ovlivněna ssz.-jjv. směrem litoměřického hlubinného zlomu (Chaloupský et al. 1995). Tepelsko-barrandienský segment bohemika je odkryt v západních a středních Čechách. Je tvořen prekambriekými horninami se spodnopaleozoickým platformním pokryvem. Prekambrieké horniny byly zvrásněny a prodělaly anchimetamorfózu ještě před první paleozoickou transgresí. Intenzita metamorfózy se zvyšuje směrem na Z, SZ a S. Granitické a mafické intruze prorážejí prekambrieké horniny.

### 2.1.1 Lokalita Blatno

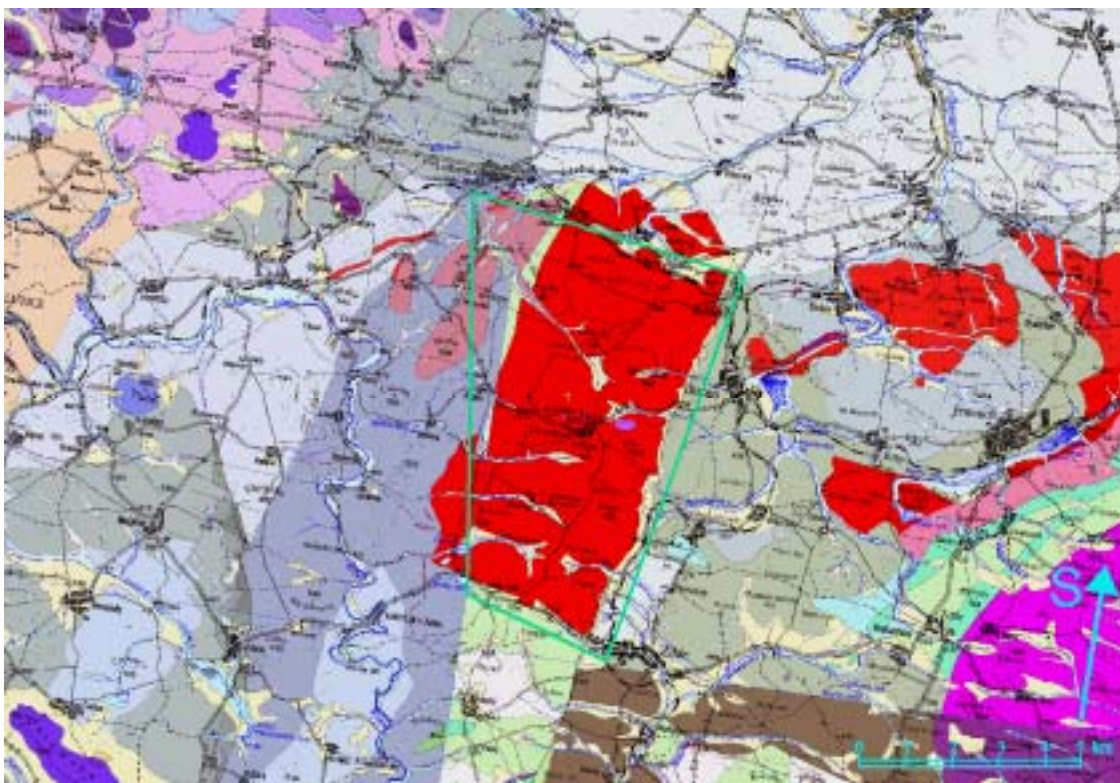
Navrhované území zabírá těleso tiské žuly, tzv. tiský úsek Čistecko-jesenického masívu (Hejtman 1984). Čistecko-jesenický masív je z největší části tvořen kadomskou biotitickou žulou (tiská žula), která je proražena variským masívem biotitického až amfibolicko-biotitického granodioritu (Obr. 6).



Obr. 6 Strukturální pozice Čistecko-jesenického plutonu, Kopecký et al. 1994.

Pro prevariské granitoidní masívy v Českém Masívu je charakteristické, že tvoří tělesa umístěná mělce pod povrchem konkordantní se strukturou okolních hornin. Dále je u nich běžná nižší magmatická diferenciace než u granitoidů variského stáří. ČistECKO-jesenický masív je součástí tepelsko-barandienské jednotky.

Tiský úsek se na dnešním povrchu stýká jednak se slabě regionálně metamorfovanými horninami mladšího proterozoika, jednak se sedimentárními horninami kladensko rakovnické pánve. Těleso je vjv. omezeno tektonicky. U Žihle proniká prstovitě do mladoproterozoických fylitů (Obr. 7).



Obr. 7 Výřez z geologické mapy 1:50000 (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003). Červeně granitoidy Tiského granitoidu.

Tiská žula je silně postižena alterací vzniklou hydrotermálně a tektonicky, takže kompaktní hornina tvoří izolované bloky. Hornina je stejnoměrně, místy nevýrazně porfyrická středně až hrubě zrnitá, slabě autometamorfovaná a místy postižená kataklázou. Křemen je šedě namodralý, zrna živců dosahují až 1 cm. Složení 30,4 % křemen, 25,6% draselné živce, 31,2 % albit, 12,8 % biotit a 0,8 % akcesorické minerály (Hejtman 1984).

Zrna křemene jsou xenomorfní, tvoří jednak souvislá silně undulozní zrna, jednak shluky zrn drobných. Mechanické ovlivnění horniny je patrné i podle jemné drti mezi většími zrny, podle trhlin v živcích, vyhojených jemnozrnným křemenem nebo křemenem s draselným živcem, podle ohnutí biotitu a podle vykličování lamel plagioklasu (Hejtman 1984). Úlohu střížného napětí ve spojení s předpokládaným ijolit-karbonatitovým magmatismem zdůraznil Kopecký et. al. 1994.

## 2.2 Moldanubikum

Moldanubická zóna je reliktem variského orogenu. Historie moldanubika se dá rozdělit do několika časových horizontů: 1. vznik kambro-ordovické riftové struktury, 2. oddělení mikrokontinentů Avalonie a Armoriky od Gondwany a vznik rheického a theického oceánu, 3. kolize Laurencie a Baltiky, 4. kolize mikrodesek (Avalonie) s Baltikou, 5. subdukci rheického a theického oceánu, 6. kolizí armorických desek s Avalonií a Gondwanou (Fiala et al. 1995). Pro moldanubikum je charakteristický častý výskyt pozdně paleozoických hornin především granitického složení. U těchto hornin se předpokládá, že náleží ke dvěma hlavním magmatickým komplexům - moldanubickému (jihočeskému) a středočeskému plutonickému komplexu. Oba mají polygenetický batholitický charakter a skládají se z několika dílčích plutonů (Holub et al. 1995).

### Středočeský plutonický komplex

K intruzi středočeského plutonického komplexu došlo koncem bretaňské fáze variské orogeneze (kolem 340 Ma), jedná se o magmatický oblouk nad subdukční zónou (Holub et al. 1995). Středočeský plutonický komplex mezi Říčany, Tábořem, Pískem, Klatovy a Příbramí, tvořený hlavně amfibol-biotitickými granodiority (lomy na Blatensku, okolí Březnice, Kozárovce), biotit-amfibolickými granodiority až tonality (sázavský typ - např. Mrač u Benešova, Krhanice, Teletín) s asociovanými gabry, granity (Sedlčany, říčansko), durbachity (okolí Milevska). Plutonické horniny aktivně pronikaly do okolí, zvláště kolem SZ kontaktu se svrchním proterozoikem. Na JV má komplex konkordantní průběh s rulami moldanubika. Granitoidní horniny mají plošně-paralelní stavbu, proudění magmatu je paralelní s foliací okolních metamorfovaných hornin. Převládajícími směry jsou SV-JZ, při jv. okraji jsou směry proměnlivější a přizpůsobují se hranici s metamorfovanými horninami. V zákonitém vztahu k plošně-paralelní stavbě je uspořádání puklin Q a S. Nejvýznamnější systém puklin je ZSZ-VJV, který odpovídá i žilným rojům. Dislokace sz.-jv. směru se projevuje hlavně na omezení zbytků pláště plutonu. Dále jsou pro něj typické bazické pecky a inkluze (Mísař 1986).

### 2.2.1 Lokalita Pačejov

Převažující horninou ve vymezeném území je amfibol-biotitický granodiorit, náležící ke blatenské skupině. Podřízeně se vyskytuje těleso amfibol-biotitického a biotického granodioritu s usměrněnou planoparalelní texturou. Těleso blatenského granodioritu je relativně homogenní. Časté jsou žíly mocné od 1 do 50 cm složené od aplitu po pegmatit. Granitoid blatenského typu vznikl pravděpodobně smísením 30 až 50 % plášťového a 50 až 70 % korového materiálu (Bendl a Vokurka 1989, René 1998). Granitoidní plutony jsou proráženy žilami lamprofyru zsz.-vjv. směru. Významným strukturálním prvkem je zlom s navazující mylonitizovanou zónou na S od Svěradic pokračující k Dobroticím a až ke Kvášňovicím (Obr. 8).



Obr. 8 Geologická situace lokality Pačejov (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003).

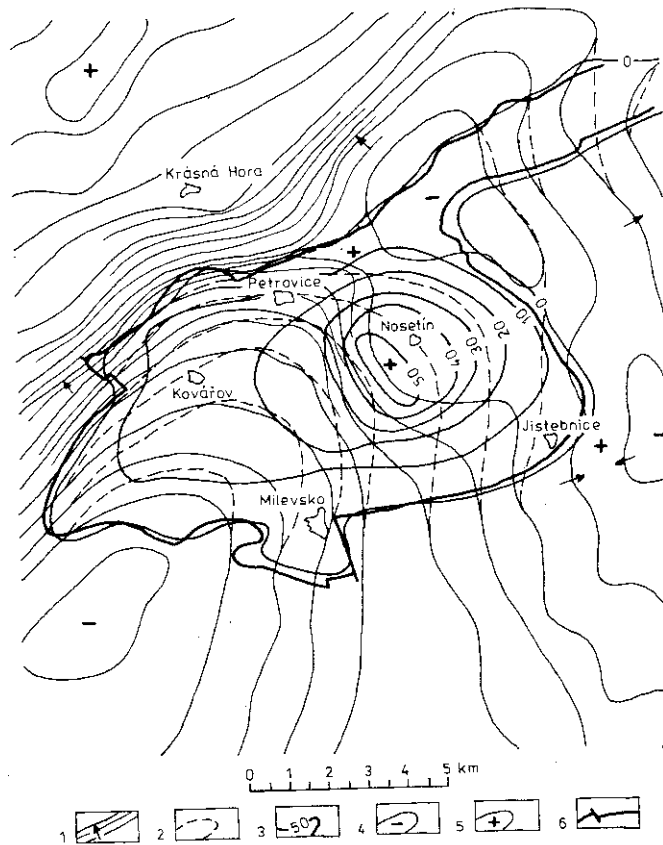
Z petrografického hlediska více než 95% z celkové rozlohy vymezené oblasti je tvořeno značně stejnorodým skalním masivem granitoidu (zde složením mírně kolísajícím mezi poněkud převládajícím **biotitickým monzogranitem** a o něco méně zastoupeným **biotitickým granodioritem**, jen místy obsahujícím podružný amfibol. Ten je prorážen poměrně četnými, objemově z celkové rozlohy asi 3% zaujímajícími žilnými horninami. Žíly však - přestože mají zřejmě většinou jiný zdrojový původ než blatenský granitoid - vytvářejí spolu s ním po geotechnické stránce v podstatě jednolitý celek. Příznivou okolností je i skutečnost, že struktura a textura granitoidu blatenského typu se tu vyznačuje stejnoměrností a nepatrnou anisometrií (usměrněním), a že rozpukání převládajícím primárním systémem tří na sobě zhruba kolmých puklin je značně pravidelné. Hornina je též minimálně kontaminována výskytem zcela podružných a drobných bazických pecek.

### 2.2.2 Lokalita Božejovice-Vlksice

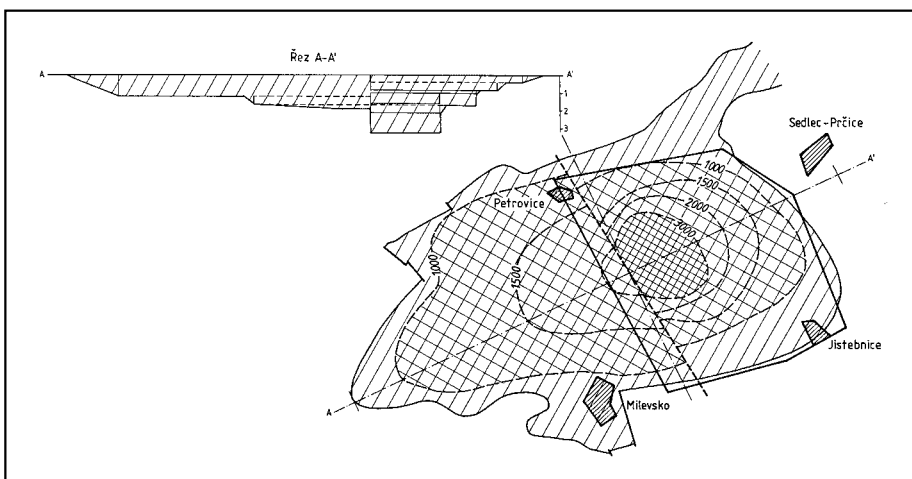
Horniny patří ke skupině Čertova břemene, jsou to amfibol-biotitické granodiority, monzodiority, syenity s hojnými vyrostlicemi draselného živce s vysokým obsahem draslíku.

Významnou strukturou blízko zájmového území je na Z tzv. petrovická linie, která mj. odděluje na povrchu lehčí durbachity na Z bez kyselejších granitoidů v podloží od těžších durbachitů na V, které lehčí horniny pod sebou pravděpodobně skrývají (Dobeš a Pokorný 1988, Obr. 9-10).

Obr. 1. Tíhové schéma, geologicky cílené regionální a reziduální pole, měř. 1 : 200 000  
 1 - tíhové izanomály s krokem 10 (tenčí čáry), resp. 20  $\mu\text{m s}^{-2}$  (silnější čáry, šipkou je označen směr stoupání tíže); 2 - izočára geologicky cíleného re-regionálního pole; 3 - izočára reziduálního pole s krokem 10  $\mu\text{m s}^{-2}$ ; 4 - relativní tíhové minimum; 5 - relativní tíhové maximum; 6 - okraj durbachitu



Obr. 9 Tíhové schéma, geologicky cílené regionální a reziduální pole tělesa Čertova břemene (Dobeš et al., 1986).

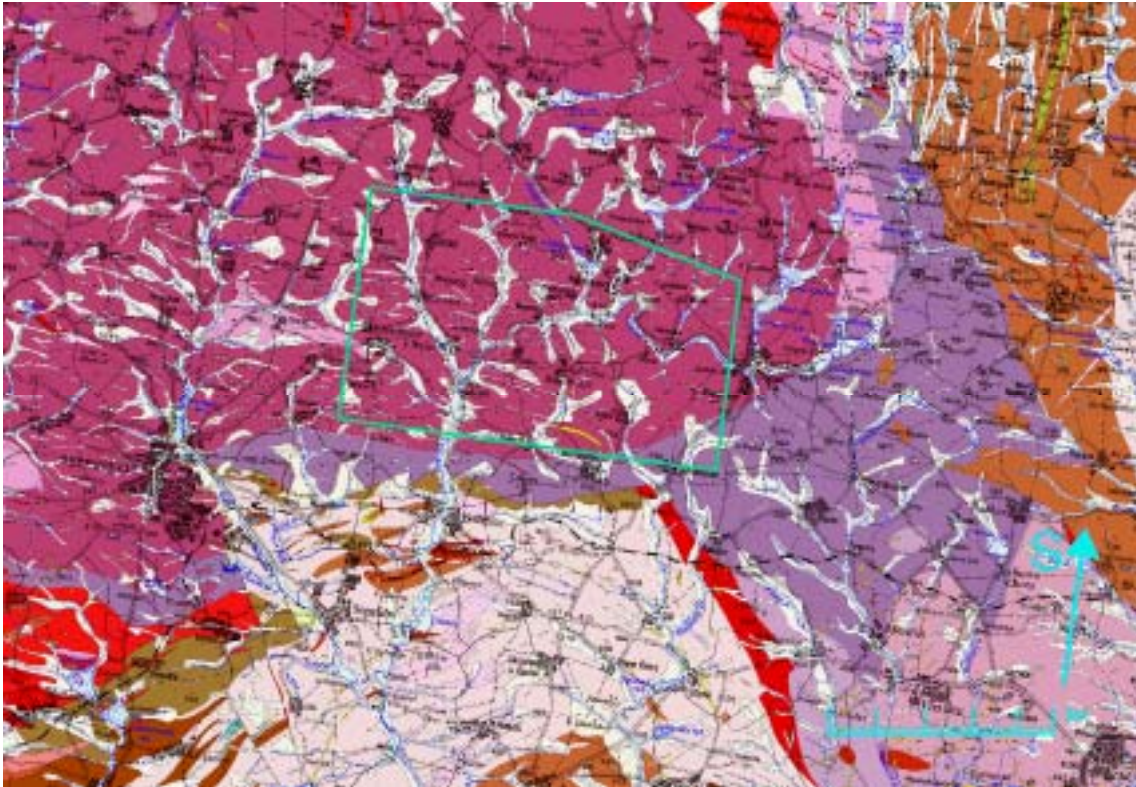


Obr. 10 Axonometrické zobrazení modelu tělesa durbachitu Čertova Břemene a příslušného tíhového pole (Dobeš et al., 1986).



Vymezená oblast je geologicky situována do nejpestřejšího a nejkomplikovanějšího plutonického tělesa Českého masívu označovaného jako středočeský pluton. Jde o těleso dosahující celkové rozlohy zhruba 3000 km<sup>2</sup>, které vychází na povrch ve tvaru trojúhelníku, v jehož vrcholech leží města Klatovy, Říčany a Tábor. Je vklíněno mezi barrandienské svrchní proterozoikum na SZ a moldanubikum na JV a na svém stropu nese hojně a rozlehlé denudační relikty pláště proterozoických až staropaleozoických hornin, tzv. metamorfované ostrovy. Jeho složení je značně heterogenní a zahrnuje horniny od kyselých granitů přes převládající granodiority a tonality až po gabra a ultramafity. Většině těchto hornin je přisuzováno a případně i prokázáno variské stáří. Vztah jednotlivých horninových typů zahrnuje případy jak plynulých vzájemných přechodů, tak v početné řadě případů i ostré styky samostatných intruzí. Jednotliví čelní autoři (Orlov 1935, Palivcová 1965, Svoboda a kol. 1983, mapy Českého geologického ústavu různých měřítek aj.) tu rozlišují 15 až 25 variet, označovaných lokálními geografickými názvy jako typy (sázavský, okrajový, říčanský atd.).

Těleso hornin Čertova břemene hraničí na S a SZ s nerozsáhlejším z tzv. metamorfovaných ostrovů středočeského plutonu - s ostrovem sedlčansko - krásnohorským, na Z se starosedelskými ortorulami, na J s granodiority blatenského a červenského typu a s moldanubickými rulami a migmatity pestré série sušicko-votické, na JV s tělesem tzv. tábořského syenitu a na V opět s moldanubickými krystalickými břidlicemi. Při své periférii má vyvinutou drobnozrnější facii, která bývá někdy označována samostatným jménem jako typ dehetník, i když je s většinovou centrální hrubší a obvykle výrazně porfyrickou facii spjata pozvolnými přechody. Západní polovina tělesa Čertova břemene se skládá z hornin v průměru světlejších než polovina východní, v níž je cele situována vybraná oblast. Celkově patří horniny tělesa k ultrakaliovým horninám tzv. durbachitové série.

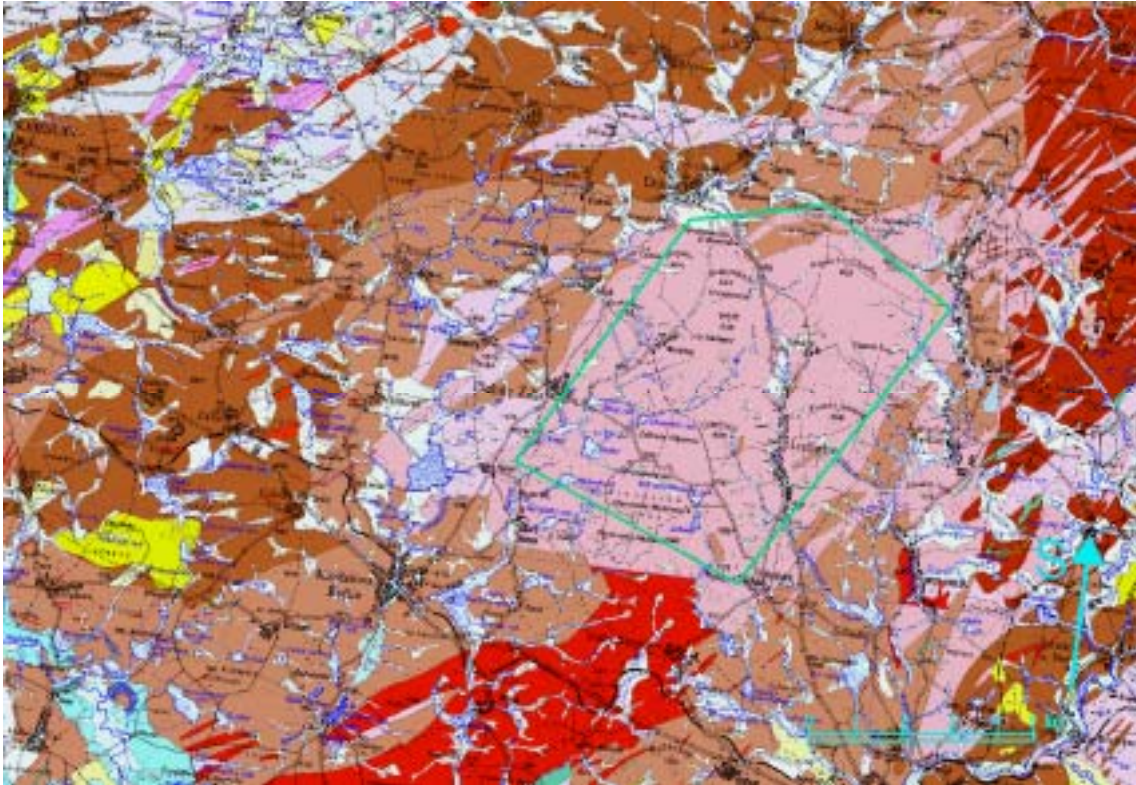


Obr. 11 Geologická situace lokality Božejovice (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003).

Pokud jde o stáří hornin Čertova břemene, lze přijmout závěry o jejich příslušnosti k *pozdně variskému* magmatismu a v rámci středočeského plutonu o příslušnosti k jeho nejmladším členům.

### 2.2.3 Lokalita Lodhěřov

Oblast Lodhěřov vymezuje z celkové rozlohy klenovského masívu zhruba 60% a to v jeho sv., morfologicky vyšší části, která je téměř ve své polovině diagonálně přeřata tzv. lodhěřovským zlomem směru cca 350°, zatímco na jv. je klenovský masív omezen poruchovým pásmem podélného směru 40° (Pletánek 1979). Masív při svém generálním protažení ve směru 40° prudce zapadá k SZ.

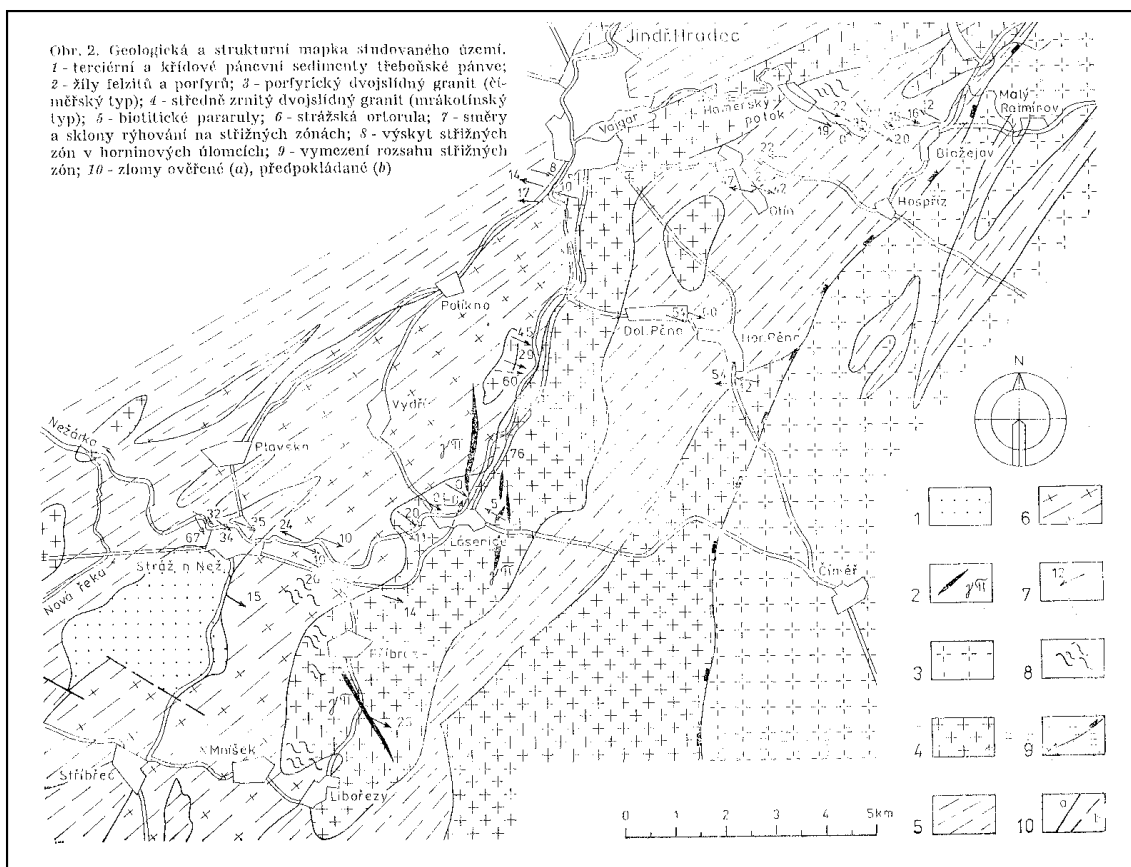


Obr. 12 Geologická situace lokality Lodhěřov (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003).

Stáří klenovského masívu je - stejně jako ekvivalentního granitu v centrálním moldanubickém plutonu - nepochybně variské, při čemž ve sledu jednotlivých intruziv plutonu (weinsberg > freistadt > eisgarn) patří zjevně k intruzím nejmladším. Bližší upřesnění tohoto stáří na základě radiometrického datování vychází u různých autorů a různými metodami (K/Ar, Rb/Sr) poněkud rozptýlově: Klomínský ed. (1994) uvádí rozpětí 321 až 298 mil. let, Solnický (1972) dokonce jen 247 až 223 mil. let, což lze ovšem pokládat za hodnoty zřejmě nereálné.

Ze studií Mrázka (1968, 1972) a Pletánka (1979, 1980), věnovaných širšímu okolí ložiska Okrouhlá Radouň zřetelně vyplývá, že granitoidy ložiska i granitoidy přilehlé části klenovského masívu jsou geologicky, petrograficky i geochemicky do značné míry identické.

Na lokalitě Lodhěřov (Obr. 12) je tedy převažující horninou muskovit-biotitický granit s místy porfyrickou texturou středně zrnitý, místy hrubozrný. Jedná se o tzv. eisgarnský granit, který je zcela nedeformován, granit S-typu. Klečka a Rajlich 1984 popisují střížné zóny vzniklé v části apofýzy mrákotínského typu centrálního masívu moldanubického plutonu, které vznikly při pronikání tělesa čiměřského granitu (Obr. 13).



Obr. 13 Geologická situace území, kterým se zabývali Klečka a Rajlich 1984.

**Klenovský masív** pojmenoval Zelenka (1923, 1924) podle obce Klenov, ležící 3 km sv. od Kardašovy Řečice na Jindřichohradecku. Je to granitoidní těleso, protažené ve směru JZ-SV na délce max. 25 km od Lomnice nad Luž. přes Kardašovu Řečici do jz. předpolí Kamenice nad Lipou a široké až 8 km (Rybařík a kol. 1964).

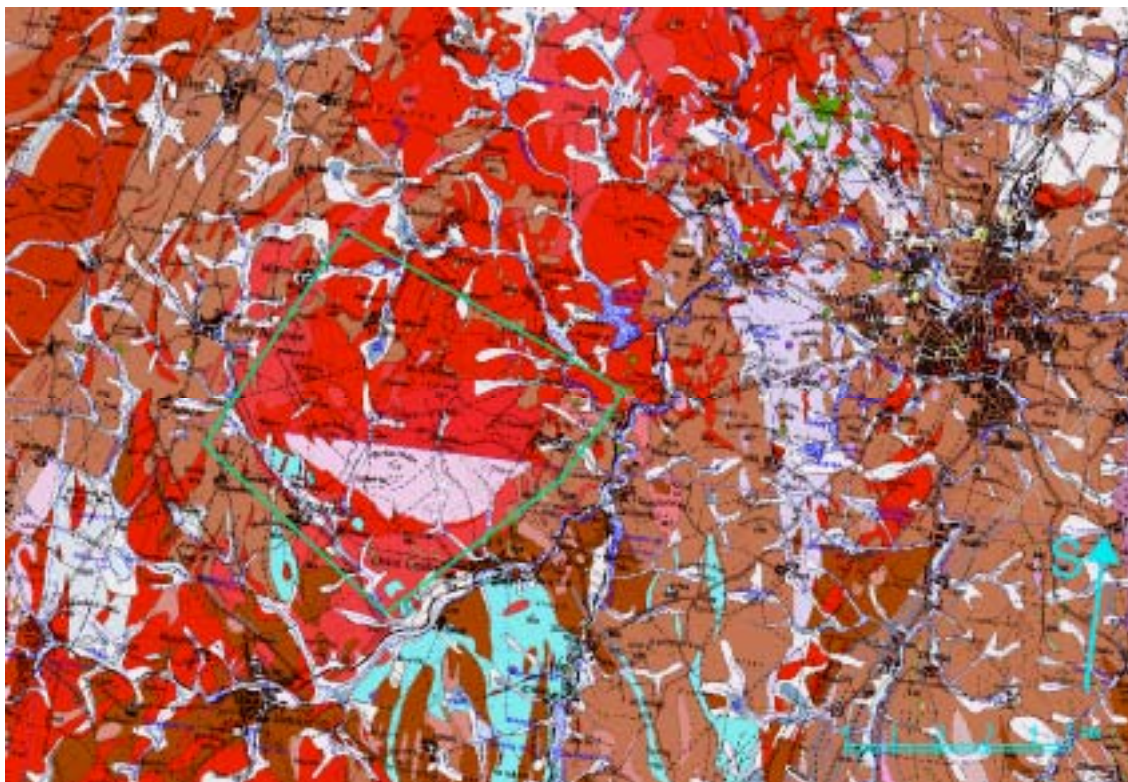
Na svém jz. konci je masív překryt svrchnokřídlovými a terciérními sedimenty sv. okraje **třeboňské pánve**, ale zhruba ze 4/5, jmenovitě při podélných kontaktech na SZ a JV i ve svém terminálním uzávěru na SV, je obklopen **moldanubickými metamorfity**, které se v podobě podružných ostrůvků a poloh objevují i uvnitř masívu. Celkově se však klenovský masív jeví jako značně homogenní těleso, tvořené v naprosté většině dvojslídny **mrákotínským** (ve smyslu Zoubka) čili **eisgarnským** (ve smyslu Waldmanna) **granitem**. Jeho žilný doprovod je relativně chudý (srov. např. Kratochvíl - Konta 1951). Přestože v denudační úrovni dnešního povrchu tvoří masív autonomní těleso, nejsou žádné pochybnosti o tom, že nehluboko pod povrchem splývají jeho granitoidy s úzce příbuznými granitoidy plutonické jednotky vyššího řádu, označované jako **centrální moldanubický pluton** (srov. Zelenka 1923, 1924, Čech a kol. 1962, Mottlová - Suk 1970 aj.). Samek - Kubíček (1978) dokonce výslovně charakterizují klenovský masív jako "rozsáhlý západní výběžek centrálního moldanubického plutonu", Mrázek (1968) mluví o "izolované části centrálního masívu", Rybařík a kol. (1964) o "dílčím intruzivním tělese centrálního plutonu".

#### 2.2.4 Lokalita Rohozná

Oblast Rohozná leží ve východní větvi plutonu označované jako *centrální masív*, a to v jeho s. úseku. Rozkládá se na J od dálnice Praha - Brno mezi Větrným Jeníkovem, Bílým Kamenem, Dvorci, Hojkovem a Ústím zhruba na polovině vzdálenosti mezi Humpolcem a Jihlavou v kopcovitě zvlněné krajině Českomoravské vrchoviny.

Jedním z hlavních důvodů zařazení oblasti *VJ* do souboru vybraných oblastí je jednoduchost její geologické stavby a petrografického složení: výrazný prim v ní totiž hrají značně kyselé granity velmi málo diferencované jak po mineralogické i chemické stránce, tak i z hlediska zrnitosti. Rovněž tektonika, promítající se do málo porušené strukturní izotropie a do pravidelného kvádrovitého rozpukání, signalizuje vysokou homogenitu skalního masívu. Jeho hloubkový dosah interpretují např. Dudek a kol. (1991), Mottlová - Suk (1970) či Ibrmajer - Suk (1989). Stejnorodost granitoidů je jen podružně dílčím způsobem narušována xenolity a krami metamorfitů zjevně patřících moldanubickým krystalickým břidlicím. Směrem k východnímu okraji oblasti těchto inhomogenit přibývá a zejména v okolí Výskytné nad Jihlavou se slévají do monolitního celku, který dále k V plynule komunikuje se souvislým komplexem moravské části moldanubika.

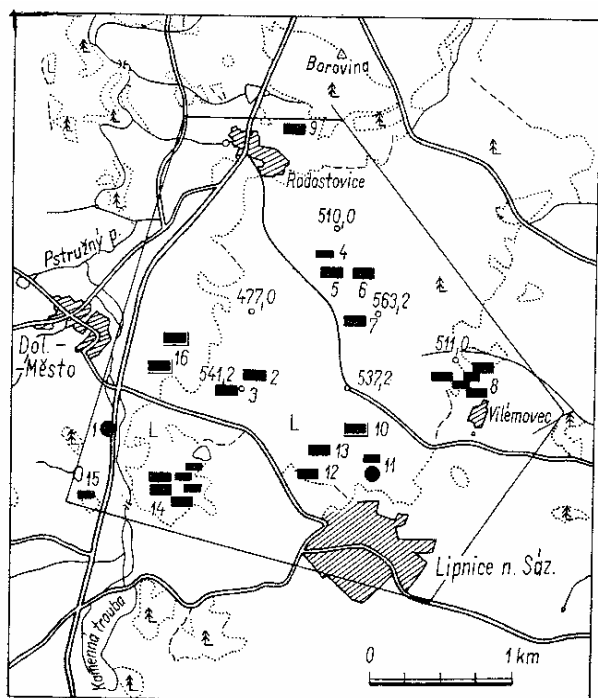
Nejnovější geologický obraz vybrané oblasti Rohozná je zachycen v geologické mapě Českého geologického ústavu 1 : 50000 list 23-23 Jihlava a list 23-41 Třešť (Obr. 14).



Obr. 14 Geologická situace lokality Rohozná (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003).

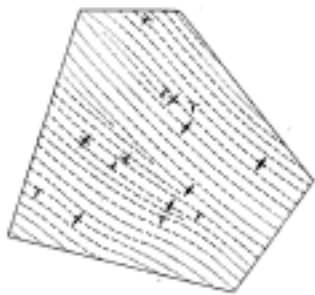
V. část území detailně zachycuje metamorfní komplex rul, amfibolitů, erlánů, granulitů a kvarcitů i řadu dílčích ker obdobných metamorfitů v j., jv. a sz. okolí Hlavkova (mimo obrázek).

Na lokalitě Rohozná je dominantní horninou muskovit - biotitický mrákotínský granit eisgarnského typu, s všesměrnou texturou, jemnozrný (Holub et al. 1995). Zhodnocením puklinové tektoniky v s. části moldanubického plutonu se zabýval Dovolil 1985 (Obr. 15-18).



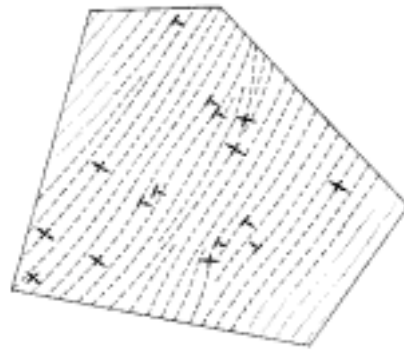
Obr. 1 — Topografická situace území s vyznačením lomů a skalních výchozů. Vysvětlivky: I = studované skalní výchozy a skalní zářezy; II = opuštěné stěnové lomy; III = opuštěné kombinované a jámové lomy (6 = lom Lipnice „Pětka“); IV = lomy v provozu (10 = lom Lipnice „Trojka“, 16 = skupina lomů Dolní Město: Březek a Kopaniny); V = zájmové území; VI = kontury zalesněných ploch.

Obr. 15 Topografická situace území, kterým se zabýval Dovolil 1985.



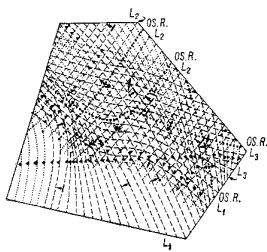
1 2 3 4

Obr. 2 — Plošná stavba systému Q-puklin. Vysvětlivky: 1 = směr a sklon puklin; 2 = skutečný a předpokládaný směrový průběh jednotlivých puklinových systémů; 3 = orientace sklonu systému L a D<sub>1</sub>-puklin; 4 = osa rampy změny sklonu systému L-puklin.

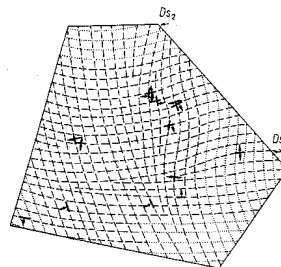


Obr. 3 — Plošná stavba systému S-puklin. Vysvětlivky viz obr. 2.

Obr. 16 Plošná stavba systémů Q-puklin vlevo a S-puklin vpravo (Dovolil 1985).

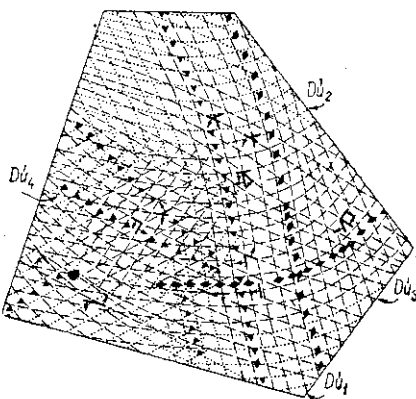


Obr. 4 — Plošná stavba systému L-puklin. Vysvětlivky viz obr. 2.



Obr. 5 — Plošná stavba systémů D<sub>s</sub>-puklin. Vysvětlivky viz obr. 2.

Obr. 17 Plošná stavba systémů L-puklin vlevo a systémů D<sub>s</sub> puklin vpravo (Dovolil 1985).



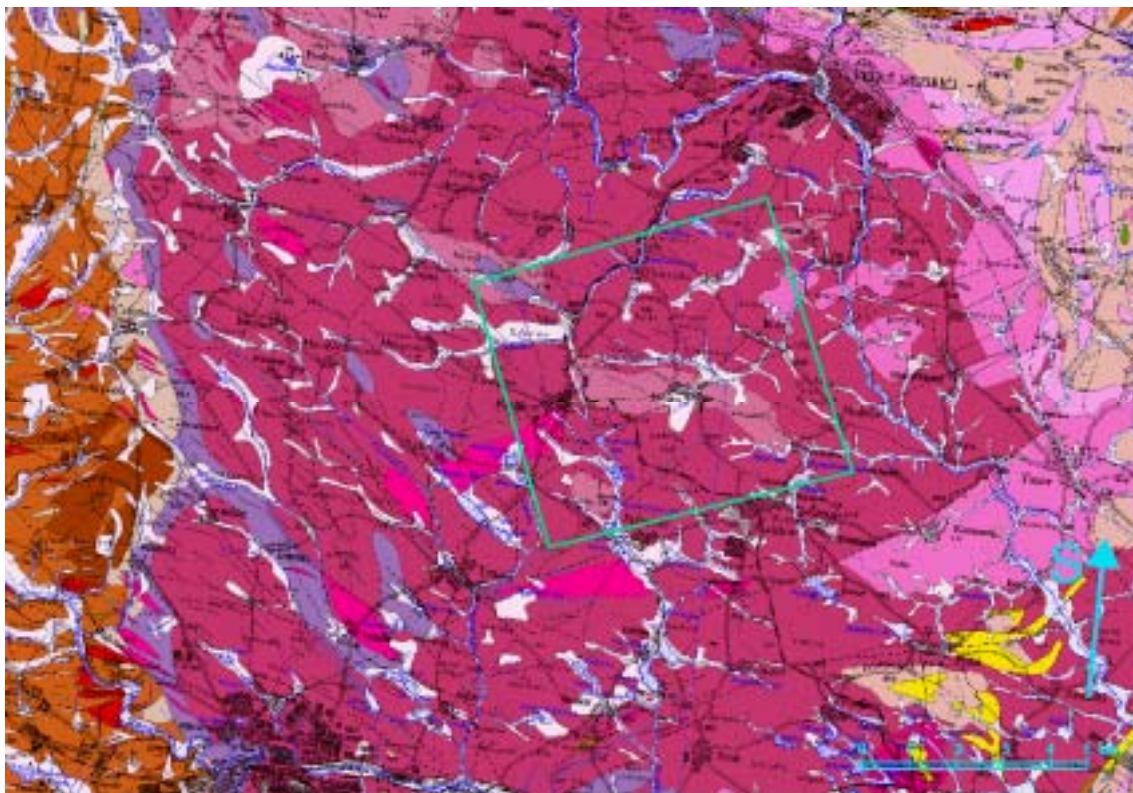
Obr. 6 — Plošná stavba systémů D<sub>u</sub>-puklin. Vysvětlivky viz obr. 2.

Obr. 18 Plošná stavba systémů Du Puklin (Dovolil 1985).

Vertikální puklinové systémy, které popsal Dovolil 1985, byly vytvořeny tahovými a stříhovými účinky silového pole orientovaného tlaku ve směru JV-SZ. L-pukliny mají komplexní vývoj a jsou podstatné jen do hloubky okolo 10 m. Pod touto hranicí jejich funkci přebírají Du pukliny. Hornina se rozpadá do tvaru složitých polygonů (Dovolil 1985).

### 2.2.5 Lokalita Budišov

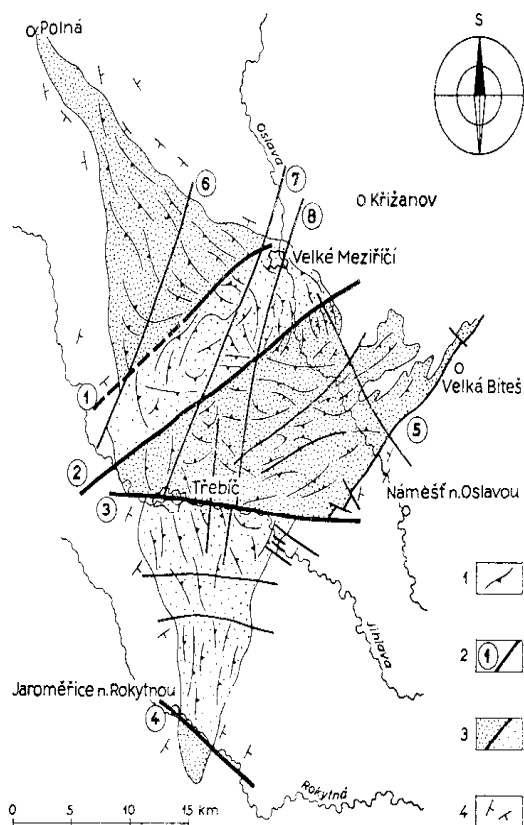
Lokalita Budišov celá spadá do prostoru Třebíčského masívu (Obr. 19) . Ten tvoří převážně horniny typu durbachit (melanokrání amfibol-biotitické granity až monzogranity, tzv. rastenberský typ). Horniny mají výraznou přednostní orientaci, paralelní se strukturami okolních hornin. Masív má výrazné tektonické omezení na V bítešským zlomem. Je rozdělen regionálními zlomy na tři části, které se liší minerálním složením i chemismem. Třebíčský zlom V-Z směru odděluje střední část od jižní, v které jsou zastoupeny ponejvíce usměrněné amfibol-biotitické porfyrické durbachity. Mají nižší obsah amfibolu, který místy zcela chybí. Střední část je od nejbazičtější sz. části oddělena bochovickým zlomem. Na tektonicky predisponované struktury jsou vázány žíly aplitů, pegmatitů, granodioritových porfyrů, granitových porfyrů a amfibolických aplasyenitů.



Obr. 19 Geologická situace lokality Budišov (Mapový server Geo ČR 50, ČGS, 2003).



V zájmovém území se vyskytují amfibol-porfyrický granit, porfyrický syenit-granit a hrubě porfyrický syenit-granit. Polygonem prochází ořechovský zlom směru JZ-SV (Misař 1986, Obr. 20).



35 Přehledná strukturální mapa třebíčského masívu (podle Bubeníčka 1968 a Zrůstka 1977 upravil Dudek); 1 plošná stavba durbachitu podle usměrnění vyrostlic, 2 hlavní zlomy (1 bochovický, 2 ořechovský, 3 třebíčský, 4 jaroměřický, 5 bitešský, 6 pavlínovský, 7 vlčatinský, 8 velkomeziříčský), 3 pozvednuté (husté tečky) a pokleslé kry plutonu, 4 směry a sklony foliace v krystalických břidlicích pláště masívu

Obr. 20 Přehledná strukturální mapa Třebíčského masívu s vyznačením hlavních zlomů (Misař 1986).

### 3 Regionální souvislosti

Před vlastním detailním zhodnocením území jednotlivých lokalit jsme, vzhledem malé prozkoumanosti těchto oblastí, provedli regionální zhodnocení dostupných geofyzikálních dat a shrnutí nejnovějších geologických poznatků. V této kapitole chceme upozornit na možnosti interpretace mnohem intenzivnější dynamiky Českého masívu v období terciéru.

Současné poznatky o neotektonických a seismotektonických poměrech v západní části české části Českého masívu možno čerpat z mnoha prací (Kopecký, 1986; Zeman et al.,

1984; Schenk et al., 1986 aj.). Částečně byla tato rešeršní data zahrnuta i do zprávy (Woller et al., 1998). Zatím však doposud nebyly uspokojivě vysvětleny některé diskrepance mezi současnými názory a geofyzikálními resp. DPZ údaji. Především pro jednoznačnější zdůvodnění a posouzení neotektonických procesů, za které považujeme především procesy z období terciéru (30 – 1 mil. roků), je třeba popsat a nalézt odpověď na tyto otázky:

- Jaké a jakou roli vlastně sehrály terciérní procesy při formování vulkanismu a otvírání terciérních pánví v podkrušnohoří, v sudetské a „šumavské“ okrajové části (Obr. 21 – 24)?
- Šlo o částečnou riftogenezi (Kopecký L., 1986) nebo formování procesů podél transkurentní zóny?
- Jakou roli sehrála lužicko-jílovická, jáchymovská tektonická pásma (a další); šlo o klasický strike-slip, nebo pouze o důsledek orogenních pohybů a deformací?
- Jsou svázána ohniska zemětřesení v západní části ČM pouze s mariánskolázeňským tektonickým systémem, nebo jde o určitý typ projevu „eschallonových“ nebo „Riedlových“ zlomů v rámci dozrívajících riftogenních, resp. transkurentních pohybů v této oblasti (Obr. 18)?
- Souvisí migrace neovulkanitů s riftogenezí (Kopecký L., 1986)? Pokud ano, muselo nutně být otevření ČM, související s V-Z resp. S-J kompresí, řízeno právě okrajovými zlomy (Lužicko-jílovické, jáchymovský, phalská linie, okrajový a hlavní sudetský zlom atd. – Obr. 22-25)? To by vysvětlovalo přítomnost dalších zlomů s dominantním sz.-jv. směrem.

Všechny vybrané lokality pro URO se nachází v prostoru tepelsko-barandienské jednotky (TBU) a zóně moldanubika (MZ). Současné poznatky o těchto dvou jednotkách byly zpřesněny v rámci projektů realizovaných pro situování vrtu KTB v Německu (Vrána a Štědrá Eds. 1997 – Obr. 25).

TBU je považovaná za část prevariské kůry, která se zachovala v její vnitřní části (centrální bohemicum). Za důkaz se považuje skutečnost zachování několika nemetamorfovaných sedimentárních jednotek, vzniklých od kambria do vrchní křídý a transpresivně uložených na vrchně proterozoickém podloží.

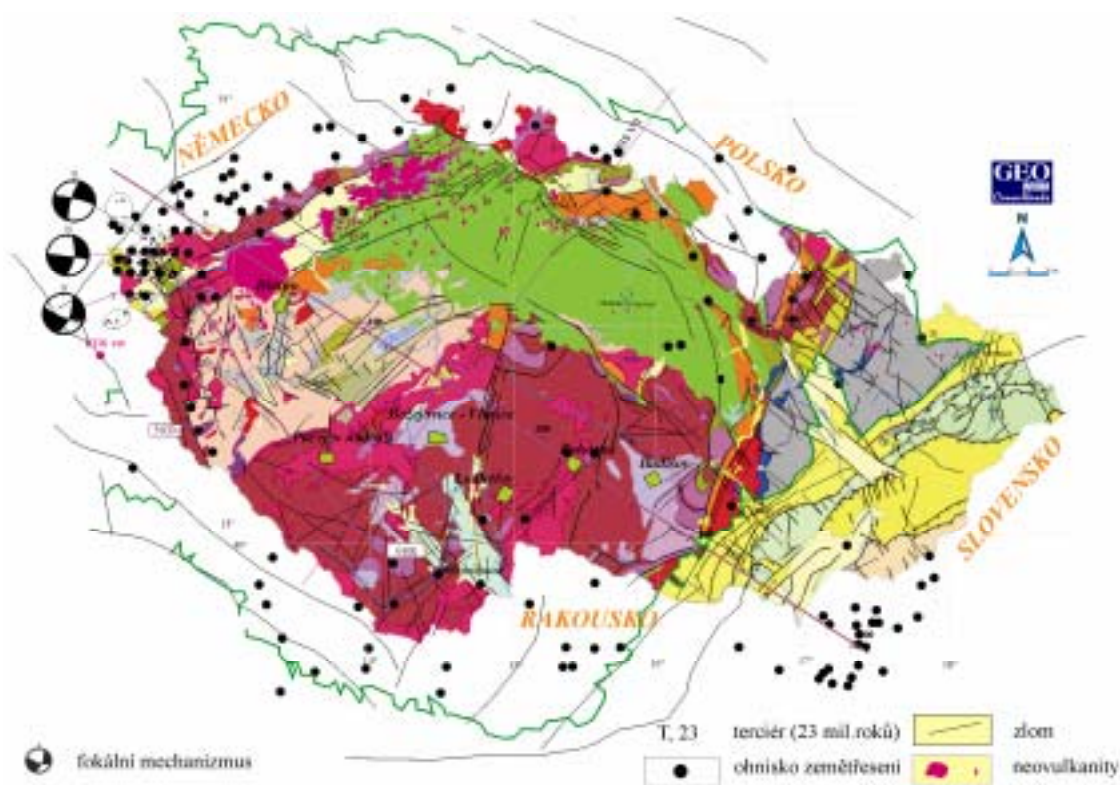
TBU je umístěna v centrální části Českého masívu. Šrámek a Mrlina, 1997, Pokorný et al., 1997, Polanský, 1973, uvádí na základě analýzy potenciálních polí a fyzikálních vlastností hornin, že TBU výrazně odlišuje od svého okolí (Obr. 22 – 28). V oblasti lokality Blatno ji ze SZ vymezuje výrazná transkurentní tektonická zóna označovaná jako litoměřické tektonické pásmo (Kopecký, 1986), nebo Central Bohemian fault zone, ale i západočeská „shear“ zóna. Tato zóna se považuje za přívodní systém nejen pro zde se nacházející variské granitoidní plutonity (Mísař, 1983), ale i pro terciérní bazický vulkanismus (Kopecký L., 1976).

Výjimečné postavení TBU je způsobené kombinací tektonické pozice a subdukčních účinků vyvolaných variskými deformacemi a metamorfismem (Vrána a Štědrá, 1997), které dominují v okolních jednotkách a ovlivňovaly budoucí TBU.

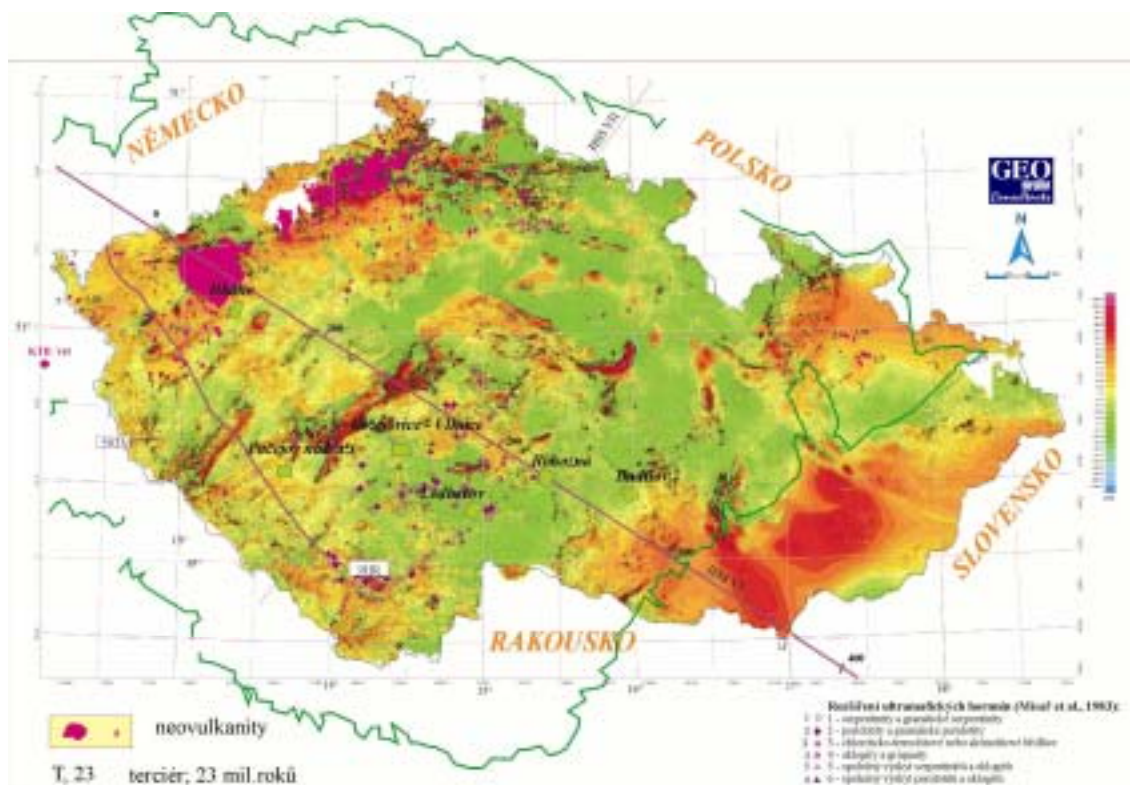
Zóna moldanubika, která je ohraničena z JZ a Z právě jednotkou TBU, je jednotkou litologicky zcela odlišnou a vyznačuje se i vyšší mocností kůry (Beránek et al., 1971, 1969, Obr. 24). Na východě je nasunuta na své kadomské předpolí tvořené většinou brunovistulikum. Zde se objevují další otázky, resp. spekulace – jak daleko až zasahuje brunovistulikum pod moldanubikum? Např. podle magnetometrie (Obr.22) by bylo možno spekulovat o dosahu až po úroveň Jindřichova Hradce. Nevyjasněnou zůstává přítomnost a distribuce zbytků ofiolitových komplexů, které lemují a pokrývají celou část moldanubika.

Seismické reflexní profily (Tomek et al., 1997), i některé modely stavby (Vrána a Štědrá, 1997) představují moldanubikum jako na obě strany se nasouvající strukturu (vějíř), který je v centru „amputován“ v místech středočeského švu a boskovické brázdy.

Sestava níže uvedených obrázků (Obr. 21-27) ukazuje současný stav informací o složení a stavbě svrchní částí litosféry. K doplnění údajů DPZ byly využity kromě dodaných geofyzikálních podkladů (pouze rastrový podklad) i výsledky na seismických řezech HSS VI (hustoty a rychlosti – Beránek et al., 1969, Polanský, 1973) a 9HR (Seismika, grav/mag data, magnetotelurika – Vrána – Štědrá Eds., 1997).



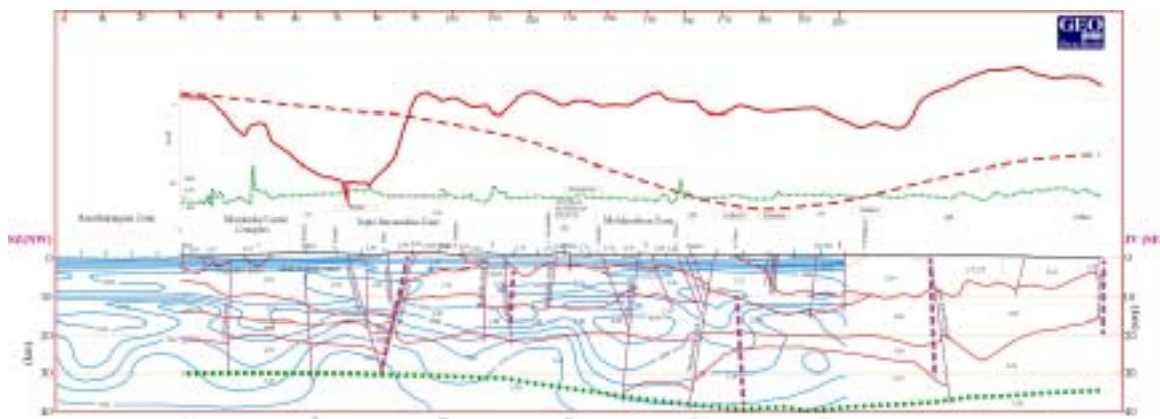
Obr. 21: Geologická mapa ČR doplněná o významná ohniska zemětřesení a hlavní zlomová pásma. Zelené polygony představují vybrané lokality URO. Tři fokální mechanismy sestrojené pro zemětřesení v prostoru Kraslic (Nehybka - Skácelová in Vrána - Štědrá Eds., 1998) jsou svázány se zlomem směru SSZ-JJV (linie N.Kostel - Počátky) a dokládají levostranný mírně přesmykový charakter pohybu. Z mapy je patrné, že neotektonicky aktivní zlomy uvedeného směru dominují až po území, kde se nachází lokalita Blatno.



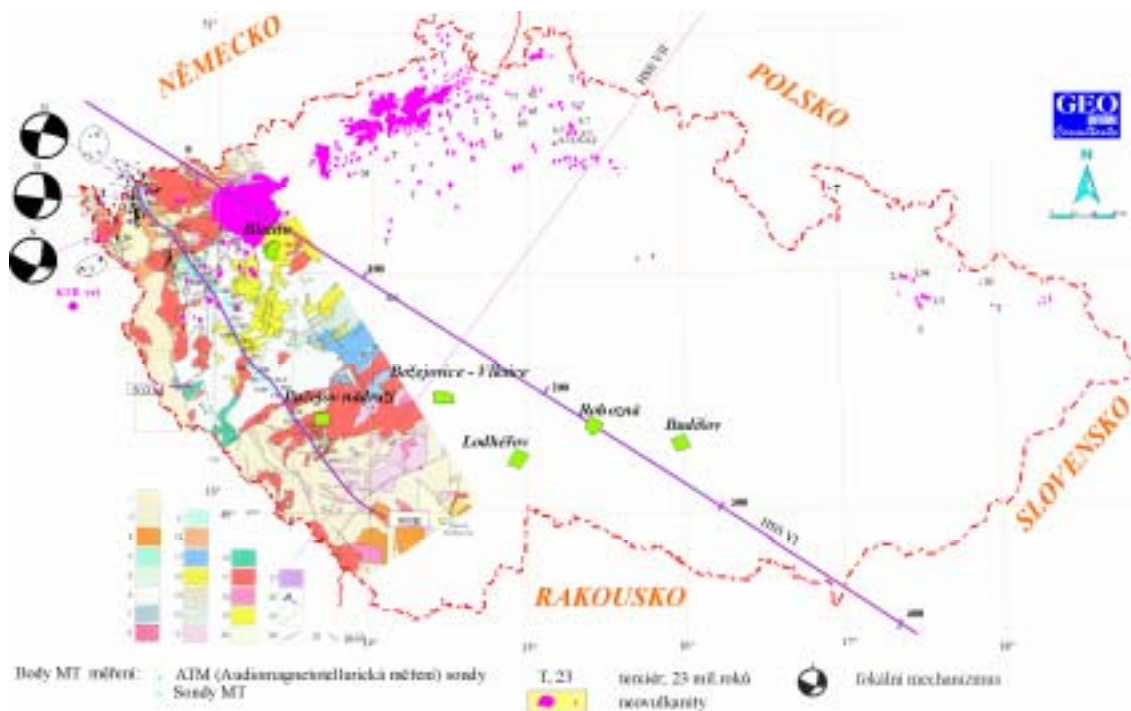
Obr. 22: Magnetická mapa ČR (Geofyzika a.s. Brno, 2002) doplněná o výskyty neovulkanitů (Vrána - Štědrá Eds., 1998) a zbytků ofiolitových komplexů (Misař et al., 1983).



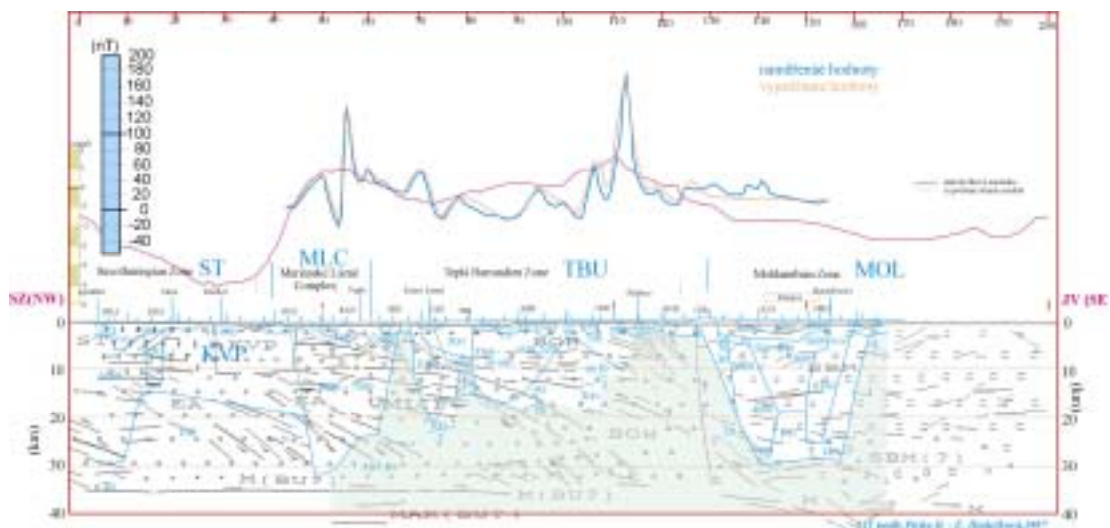
Obr. 23: Hlavní zlomová pásma v Českém masívu (Misař et al., 1983).



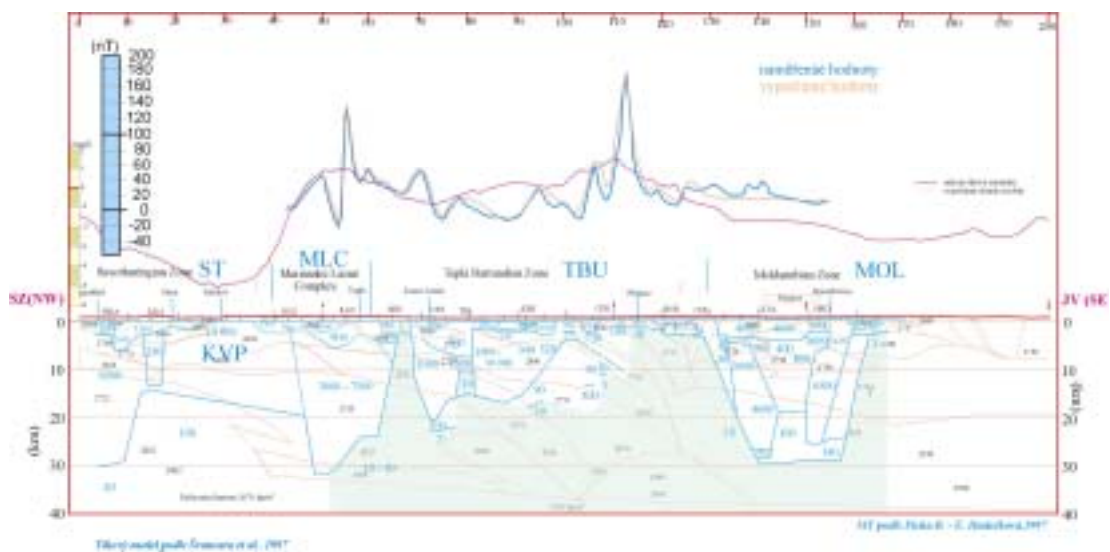
Obr. 24: Seismický profil HSS VI (Beránek, 1969, 1971) doplněný o rychlostní a hustotní model (Polanský 1973) vrchní částí litosféry. V blízkosti nebo přímo na profilu se nachází kromě lokality Blatno všechny ostatní vybrané lokality URO. Opět je zřetelná odlišnost stavby kůry v prostoru moldanubika a TB jednotky



Obr. 25: Situace seismických profilů HSS VI a 9HR a jejich vztah k pozici vybraných lokalit URO. Upravený geologický model (Vrána – Štědrá Eds. 1997) doplňují údaje o výskytu a věku neovulkanitů a výskytu zemětřesení a fokálních mechanismů analyzovaných v této oblasti (viz. obr. 21). Reambulovaná geologická mapa ještě lépe dokládá dominující tektonicky aktivní směry SSZ-JJV. Magnetotelurický profil 9HR s magnetikou (viz. obr. 26) poměrně dobře dokládá blokovou stavbu v této oblasti.



Obr. 26: Geologická interpretace seismického reflexního profilu 9HR (Tomek et al., 1997 in Vrána – Štědrá, 1997) dokumentuje vztah mezi teplesko-barandienskou jednotkou a moldanubikem. Seismická interpretace však nezohledňuje výsledky MT. V prostoru TB jednotky se projevují výrazně anomální zóny zvýšených vodivosti (Pícha – Hudečková, 1997 in Vrána – Štědrá Eds. 1997). Moldanubikum je zřetelně odporově vymezený blok.



Obr. 27: Výsledky MT doplněné o hustotní model (Švancara et al., 1997, in Vrána a Štědrá, 1997) vykazují rovněž některé prvky diskrepance. Profil však poskytuje vhodný obraz o hustotním a odporovém složení celého bloku vrchní části litosféry.

## 4 Metodika

### 4.1 Zpracování dat DPZ

Současná dostupnost obrazových dat dálkového průzkumu Země a moderní metody jejich zpracování dovolují posoudit různá hlediska tektonické predispozice vývoje reliéfu a provést analýzu jeho exodynamického vývoje.

#### 4.1.1 Výběr a pořízení dat

Jako hlavní podklad pro provedení morfotektonické analýzy a interpretace byly získány panchromatická, multispektrální a radarová data DPZ splňující všechny potřebné parametry podle zadání úkolu. Současně byly využity výšková data (vrstevnice) pro generaci rastrového DMT a přípravu stínovaného reliéfu.

Jako nejvýhodnější byly vybírány scény pořízené v době s minimálním vegetačním pokryvem (jaro nebo podzim).

##### 4.1.1.1 Optické družicové snímky

###### 4.1.1.1.1 Landsat 7 ETM+

Družicová data Landsat 7 ETM+ představují nejvýhodnější variantu pro účely interpretace v měřítku 1:50000.

Družice	Provozovatel (stát)	Popis dat		Rozlišení [m]	Rozměr scény [km]	V provozu	
		Počet pásem	Typ dat			Od	Do
Landsat 7 ETM+	USGS (USA)	7 MS 1 PAN	V, BIČ, SIČ, T	30 15	180 x 170	15.04.1999 9	Stále v provozu

#### Vysvětlivky:

MS – multispektrální data; PAN – panchromatická data; V – viditelné záření; BIČ – blízké infračervené záření; SIČ – střední infračervené záření; T – tepelné záření

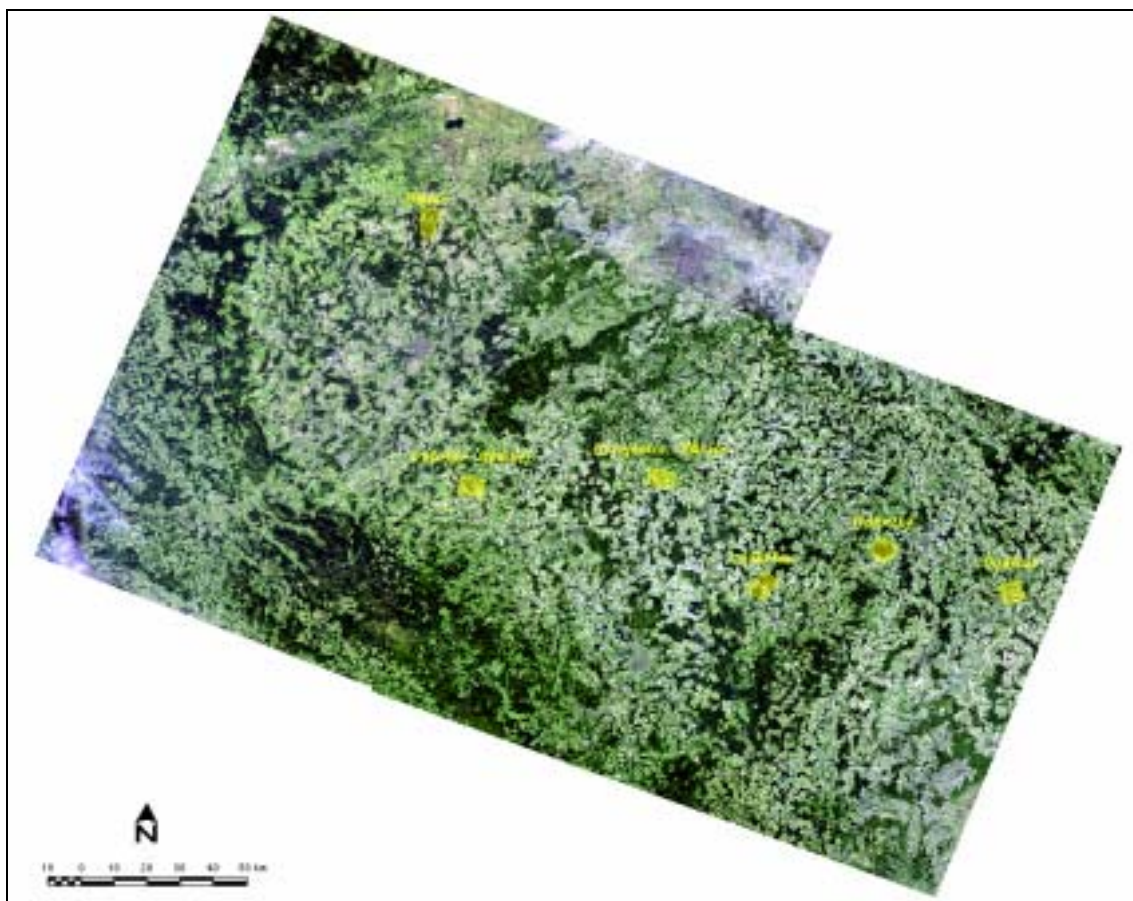
Tab. 1: Parametry družicových dat Landsat 7 ETM+

Pro účely projektu byly objednány dvě plovoucí scény Landsat 7 ETM+ o velikosti 185 x 185 km. Rozložení vymezených lokalit na družicových scénách je následující:

Lokalita č.	Název lokality	Scéna LANDSAT 7	Datum pořízení
7	Lodhéřov	191/25-26	15.09.1999
8	Budišov	191/25-26	15.09.1999
14	Blatno	192/25-26	13.10.2001
30	Božejovice – Vlksice	191/25-26	15.09.1999

Lokalita č.	Název lokality	Scéna LANDSAT 7	Datum pořízení
40	Pačejov	192/25-26	13.10.2001
41	Rohozná	191/25-26	15.09.1999

Tab. 2: Použité družicové scény Landsat 7 ETM+



Obr. 28: Družicové scény Landsat 7 ETM+ a umístění 6 vybraných lokalit.

#### 4.1.1.1.2 QuickBird

Pro území lokality Blatno bylo dodatečně navrženo pořízení družicových dat QuickBird. Jedná se o nejnovější typ dat s velmi vysokým (submetrovým) rozlišením, který umožňuje mapování a interpretaci v měřítku 1:10000 a větším. Hlavním záměrem bylo ověření možností a vypovídací schopnosti těchto dat, se kterými dosud nebyly větší zkušenosti.

Družice	Provozovatel (stát)	Popis dat		Rozlišení [m]	Rozměr scény [km]	V provozu	
		Počet pásem	Typ dat			Od	Do
QuickBird	DigitalGlob	4 MS	V, BIČ	2.4	64 km <sup>2</sup>	18.10.200	stále



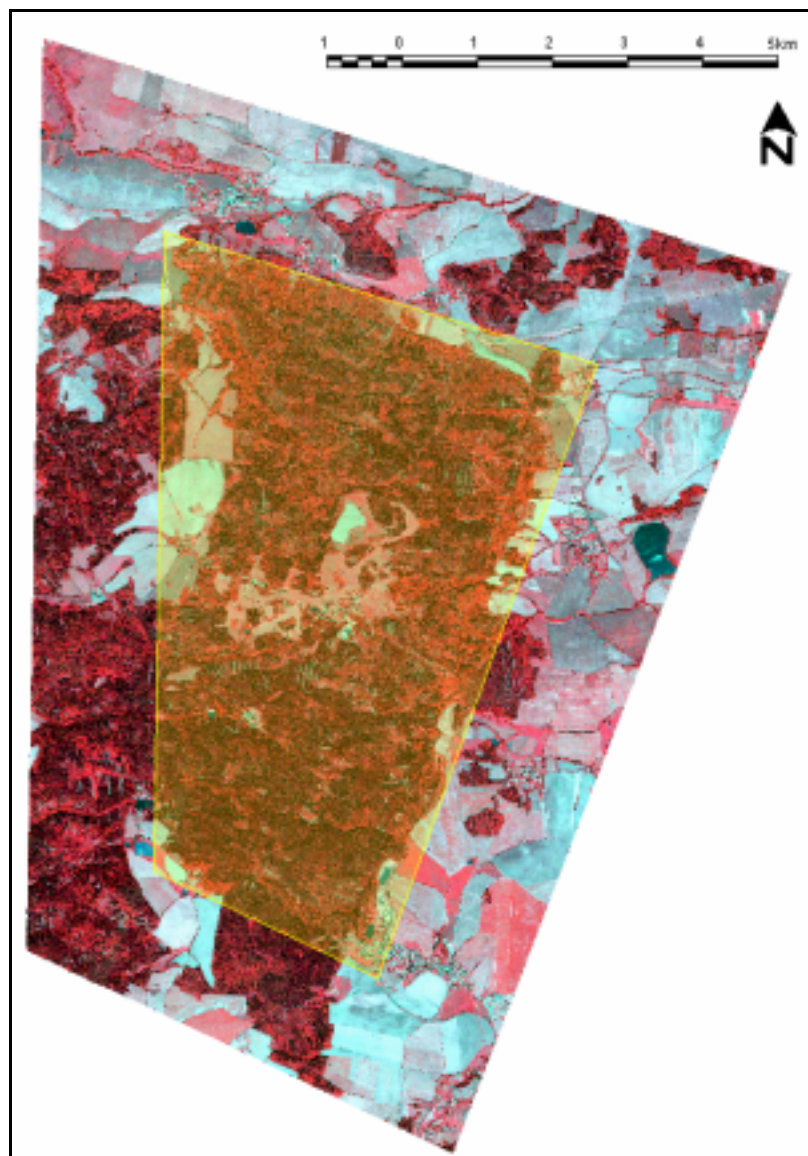
Družice	Provozovatel (stát)	Popis dat				V provozu	
		Počet pásem	Typ dat	Rozlišení [m]	Rozměr scény [km]	Od	Do
	e (USA)	1 PAN		0.6		1	v provozu

*Vysvětlivky:*

MS – multispektrální data; PAN – panchromatická data; V – viditelné záření; BIČ – blízké infračervené záření

*Tab. 3: Parametry družicových dat QuickBird*

Na základě programovací žádosti byl 8. září 2003 úspěšně pořízen snímek pro vybranou lokalitu Blatno.



*Obr. 29: Družicový snímek QuickBird pořízený pro lokalitu Blatno.*

#### 4.1.1.2 Radarové družicové snímky

Družicová data RADARSAT pořízená v modu Fine představují nejpodrobnější dnes dostupná radarová družicová data. Díky „výhodnému“ umístění vybraných lokalit (čtyři scény postačují k pokrytí všech šesti lokalit) tak bylo možné nahrazení původně navrhovaných dat ERS1/2.

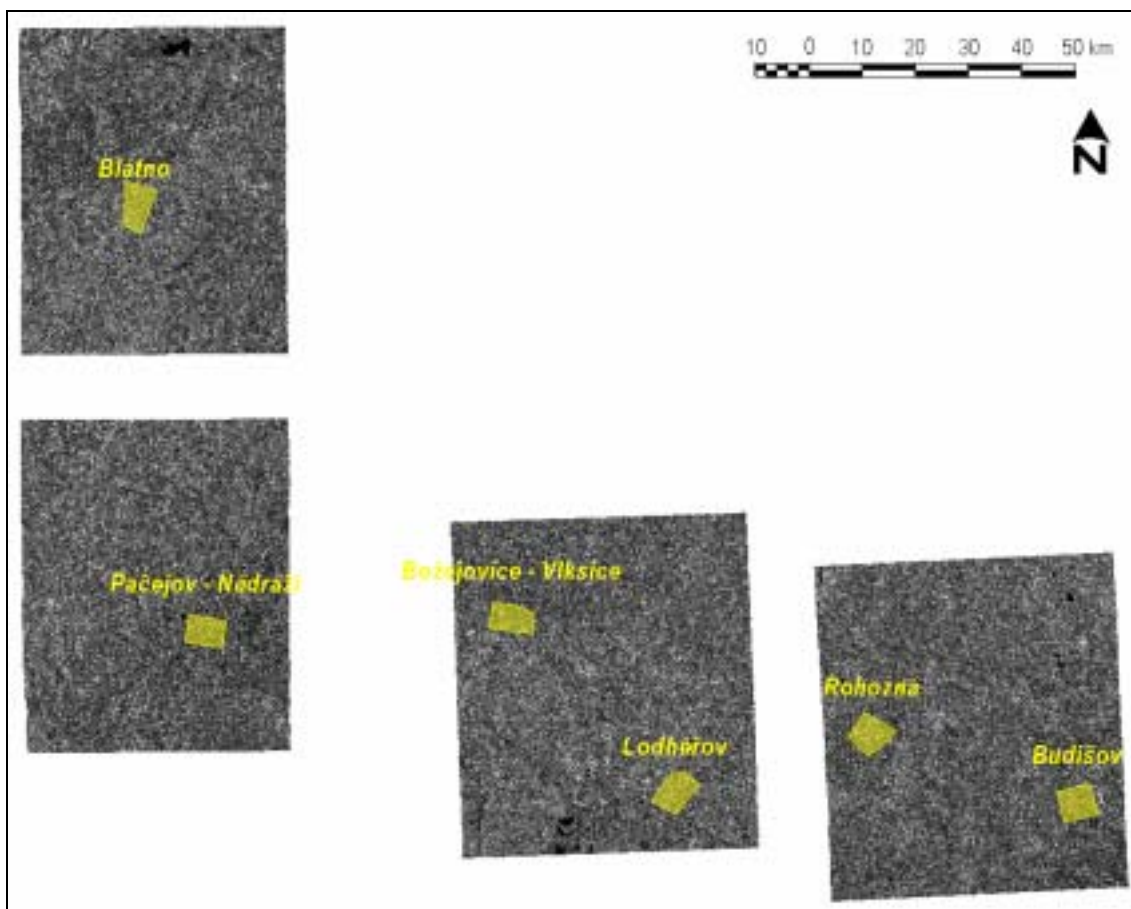
Družice	Provozovatel (stát)	Popis dat			V provozu	
		Frekvence [GHz]	Rozlišení [m]	Rozměr scény [km]	od	Do
RADARSAT-1	Radarsat Int. (Kanada)	5.3	8	50 x 50	04.11.1995	stále
			25	100 x 100		v provozu

Tab. 4: Parametry družicových dat RADARSAT

Na základě analýzy archivu pořízených dat RADARSAT byly vybrány čtyři scény o velikosti 50km x 50km (data RADARSAT Fine).

Lokalita č.	Název lokality	Scéna RADARSAT	Datum pořízení
7	Lodhěřov	204A F2	28.10.2000
8	Budišov	304A F2	19.08.2001
14	Blatno	4A F4N/1	14.10.2000
30	Božejovice – Vlksice	204A F2	28.10.2000
40	Pačejov Nádraží	4A F4N/2	14.10.2000
41	Rohozná	304A F2	19.08.2001

Tab. 5: Použité družicové scény RADARSAT



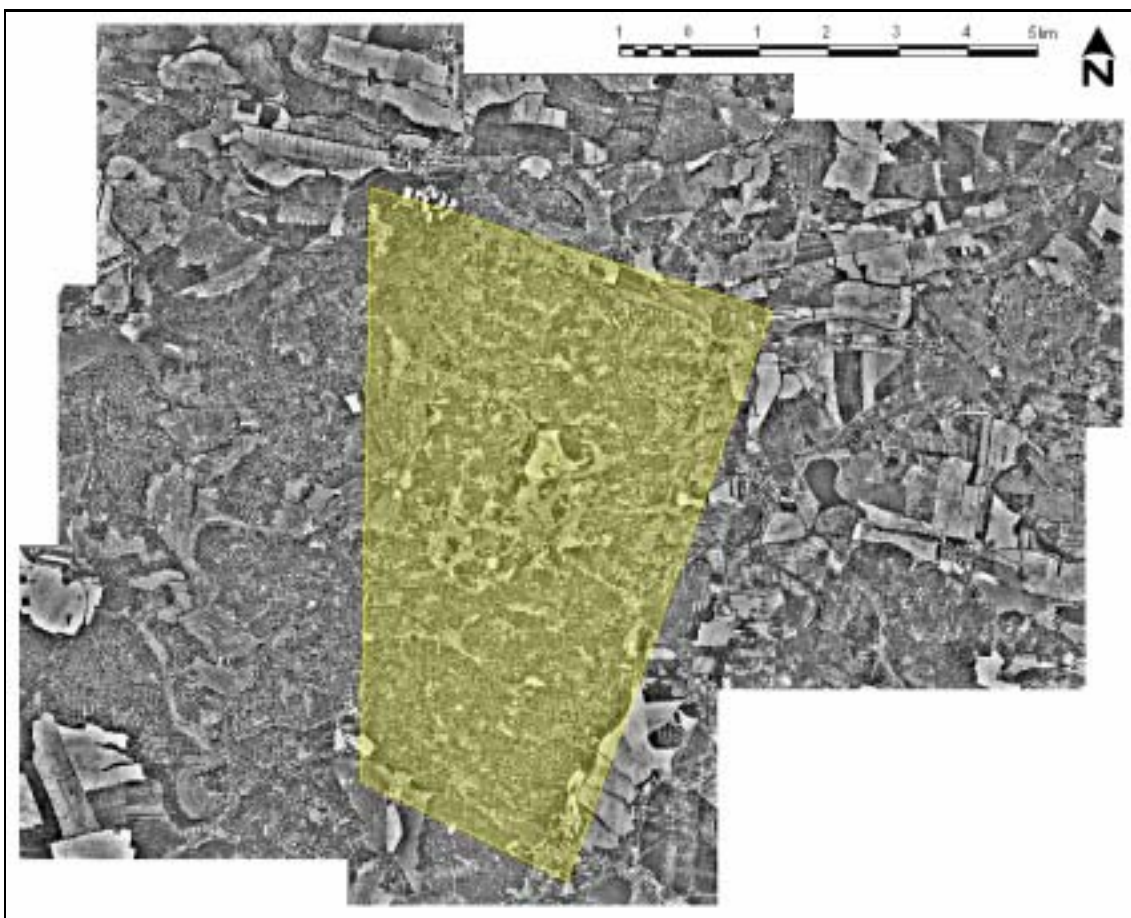
Obr. 30: Družicové scény RADARSAT a umístění 6 vybraných lokalit.

#### 4.1.1.3 Letecké snímky

Pro účely projektu byly využity černobílé digitální ortofotomapy, zpracované Zeměměřickým úřadem v rámci projektu ZABAGED. Celé území ČR pokrývá celkem 4572 ortofotomap v kladu listů Základní Mapy ČR 1:10000. Data byla pořízena v roce 1998 při měřítku snímkování 1:26 000 (10%, velikost pixelu ~ 0.6 m) a v letech 1999 – 2001 při měřítku snímkování 1:23 000 (90%, velikost pixelu ~ 0.5 m). Ortofotomapy jsou zpracovány v Křovákové zobrazení v souřadnicovém systému JTSK.

Digitální rastrové ortofotomapy byly pořízeny pro všechny kladu listů ZM 1:10000 zasahující do vymezených lokalit.

Dále byly použity analogové černobílé stereodvojice snímků z archívu VGHUR Dobruška pro stereoskopické vyhodnocení všech lokalit.



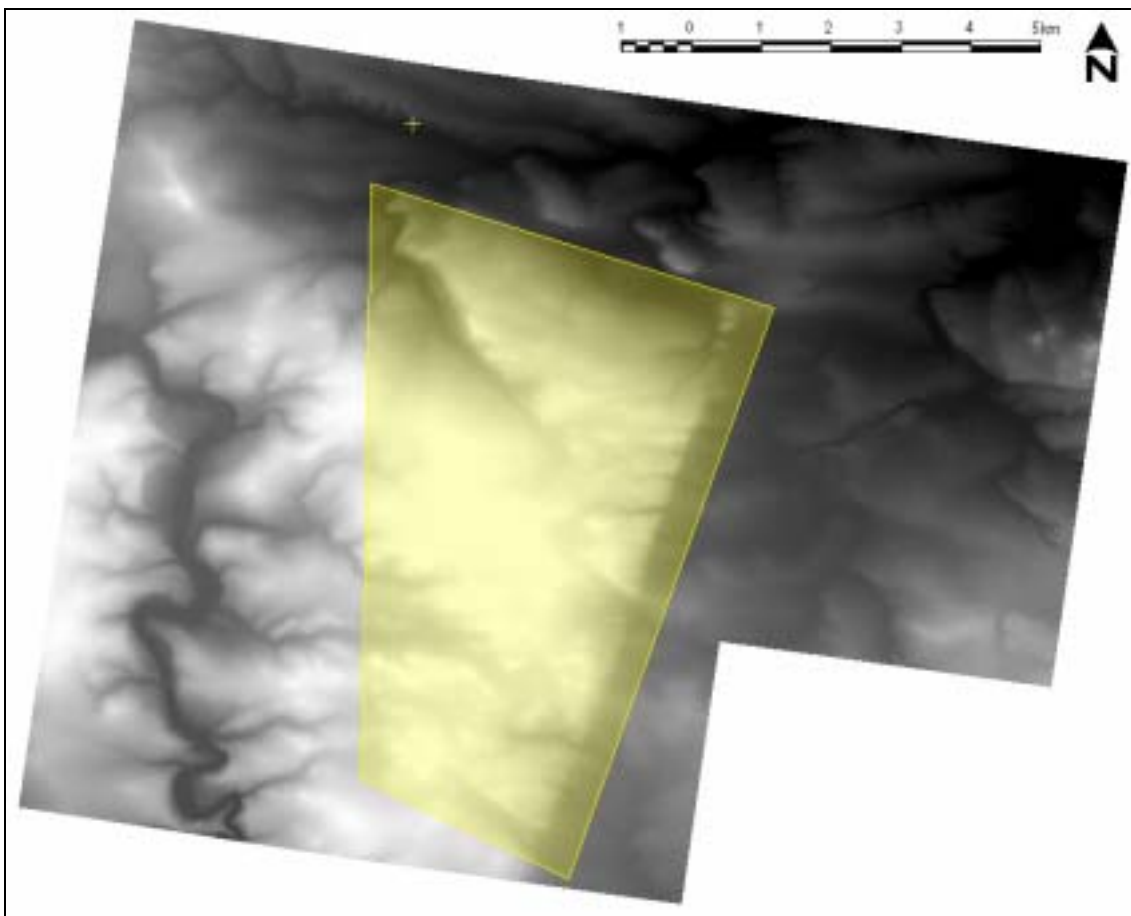
Obr. 31: Letecké ortofoto pro lokalitu Blatno.

#### 4.1.1.4 Digitální model terénu

##### 4.1.1.4.1 Vrstevnice 1:10000

Nejpřesnější datový zdroj elevačních dat, dostupný pro území celé České republiky, představují digitální výškopisná data zpracovávaná Zeměměřickým úřadem v rámci projektu ZABAGED. Jedná se o zdigitalizované vrstevnice Základní mapy ČR 1:10000. Vrstevnice jsou k dispozici v základním výškovém intervalu 2m v Křovákově zobrazení v souřadnicovém systému JTSK.

Digitální vektorové vrstevnice ZABAGED byly pořizeny pro všechny klady listů ZM 1:10000 zasahující do vymezených lokalit. Na základě těchto dat byl připraven pomocí interpolační metody „Finite Difference“ rastrový DMT s hustotou sítě 2.5m a výškovými hodnotami zaokrouhlenými na metry.

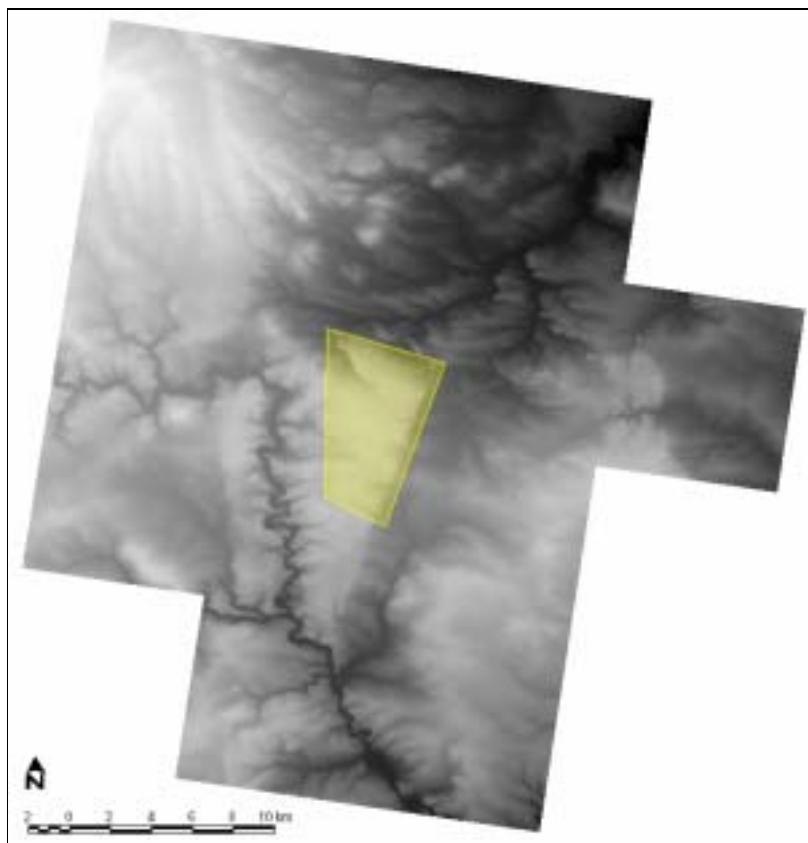


*Obr. 32: DMT generovaný na základě vrstevnic ZM10 pro lokalitu Blatno.*

#### **4.1.1.5 Vrstevnice 1:25000**

Během provádění morfotektonické interpretace vyvstala potřeba zajištění výškových dat z území zahrnující širší okolí vybraných lokalit. Vzhledem k požadované kvalitě a výškové přesnosti byly pořízeny digitální vrstevnice Topografické mapy ČR 1:25000 pro území obklopující každou lokalitu v dosahu do 10 km.

Na základě těchto dat byl připraven pomocí interpolační metody „Finite Difference“ rastrový DMT s hustotou sítě 5m a výškovými hodnotami zaokrouhlenými na metry.



*Obr. 33: DMT generovaný na základě vrstevnic 1:25000 pro lokalitu Blatno.*

#### **4.1.2 Ortorektifikace družicových dat**

Pro geometrické zpracování družicových dat (převod do Křovákova zobrazení) byla použita metoda ortorektifikace pomocí digitálního modelu terénu. Ortorektifikace představuje nejpřesnější způsob geometrické transformace a zaručuje maximální polohovou přesnost výsledných ortofotomap. Pouze ortorektifikovaná data splňují veškerá kritéria pro jejich využití v tomto typu projektu (přesné geometrické ztotožnění různých typů družicových dat, geometrický soulad s dalšími rastrovými nebo vektorovými tématickými daty).

Veškeré zpracování probíhalo pomocí software Geomatica OrthoEngine. Tento program představuje profesionální nástroj pro geokódování družicových dat a obsahuje ortorektifikační modely všech družic, jejichž data byla pořízena. Unikátní algoritmus, na kterém je založen, umožňuje vyrovnání všech zpracovávaných družicových scén v rámci jednoho bloku. Tento postup značně zefektivňuje a zpřesňuje celý zpracovatelský proces.

#### 4.1.2.1 Vlícovací body

Pro potřeby výběru vlícovacích bodů byly použity letecké ortofotomapy a výškopisná data ZM10 a TM25. Vlícovací body jsou nezbytné pro výpočet a vyladění celého transformačního ortorektifikačního modelu.

Pro ortorektifikaci družicových dat QuickBird bylo nutné provést zaměření vlícovacích a kontrolních bodů metodou GPS, neboť vysoké požadavky na přesnost (0.3m v poloze a 1m ve výšce) nemohly být s využitím ortofotomap a výškopisných dat ZM10 splněny.

#### 4.1.2.2 Digitální model terénu

Pro potřeby ortorektifikace byl připraven rastrový digitální model terénu na základě výškopisných dat ZM10 a TM25. Digitální model terénu je v průběhu ortorektifikace potřebný pro modelování a následné odstranění všech polohových posunů, které jsou způsobeny proměnlivými výškovými poměry v zobrazeném území.

#### 4.1.2.3 Výsledná polohová přesnost

Přesnost zpracovaných ortorektifikovaných dat byla testována na souboru kontrolních bodů, které byly získány s využitím leteckých ortofotomap ZABAGED. Tyto body nebyly použity při výpočtu ortorektifikace a představují tak nezávislou referenční datovou vrstvu pro analýzu přesnosti.

Typ dat	Družicová scéna	Vlícovací body			Kontrolní body			Maximální odchylka			
		Počet	Střední polohová chyba			Počet	Střední polohová chyba			X	Y
			X	Y	XY		X	Y	XY		
			[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Landsat 7 P	191_26	31	7,1	8,3	10,9	9	7,6	11,8	14,0	10,6	17,3
Landsat 7 MS	191_26	31	10,5	10,6	14,9	9	11,8	13,6	18,0	18,1	18,0
Landsat 7 P	192_26	30	7,1	7,2	10,1	9	7,1	9,9	12,2	14,1	21,5
Landsat 7 MS	192_26	30	10,8	8,9	14,0	9	6,8	10,2	12,3	11,4	13,6
RADARSAT	204A F2	33	8,9	7,9	11,9	9	9,7	9,3	13,4	13,8	16,2
RADARSAT	304A F2	31	10,5	9,5	14,2	9	14,2	8,4	16,5	21,6	15,7
RADARSAT	4A F4N/1	25	8,5	7,4	11,3	9	6,6	11,0	12,8	13,7	22,6
RADARSAT	4A F4N/2	24	10,	8,5	13,	10	12,0	11,4	16,6	28,6	21,8

Typ dat	Družicová scéna	Vlícovací body				Kontrolní body					
		Počet	Střední polohová chyba			Počet	Střední polohová chyba			Maximální odchylka	
			X	Y	XY		X	Y	XY	X	Y
			[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
			1		2						
QuickBird P	08.09.2003	8	0,2	0,1	0,2	12	0,5	0,7	0,9	1,3	1,0
QuickBird MS	08.09.2003	8	1,2	1,0	1,6	12	1,5	2,0	2,5	3,8	3,0

Tab. 6: Výsledná přesnost ortorektifikovaných dat.

Výsledná polohová přesnost dosahuje pro všechny scény velikosti řádu rozlišení odpovídajících družicových dat. Všechna družicová ortofota tak splňují veškeré nároky na potřebnou geometrickou kvalitu.

#### 4.1.3 Datové vrstvy pro analýzu a interpretaci

Veškeré datové vrstvy připravené jako podklad pro analýzu a interpretaci jsou dodávány objednateli v podobě obrazových vrstev kompatibilních s geografickým informačním systémem Arc/Info. To umožní jejich další využití při konfrontaci výsledků morfotektonické analýzy s dalšími údaji (např. výsledky letecké geofyziky). Současně mohou být tato data využita při tvorbě nejrůznějších tematických map jako obrazová referenční vrstva.

Všechna data jsou předávána na DVD. Podrobný popis je uveden v příloze C.

##### 4.1.3.1 Optické družicové snímky

###### Landsat 5 MSS

GISAT poskytl zdarma pro potřeby tohoto projektu obrazovou mozaiku v rozlišení 80m, vytvořenou na základě dat Landsat 5 MSS pořízených na začátku 70.let minulého století. Tato mozaika představuje jednu z nejstarších datově konzistentních a časově homogenních datových vrstev, které jsou k dispozici pro celé území České republiky. Tato data sloužila jako základní referenční vrstva při posuzování vývoje krajiny v regionu vybraných lokalit.

###### Landsat 7 ETM+

Pomocí specifického algoritmu bylo provedeno digitální „spojení“ multispektrálních a panchromatických dat (pan-sharpening), které vyústilo v produkt s prostorovým rozlišením 15m a tematickým rozlišením 7 spektrálních pásem. Tento algoritmus při zachování původní radiometrie multispektrálních dat přináší výhodu vyššího



prostorového rozlišení panchromatických dat. Výsledná data splňují veškeré požadavky pro interpretaci v měřítku 1:50000.

QuickBird

Podobným způsobem jako v předchozím případě byl připraven „pan-sharpened“ produkt s prostorovým rozlišením 0.6 m a tematickým rozlišením 4 pásem. Tato data splňují veškeré požadavky pro interpretaci v měřítku 1:10000.

#### **4.1.3.2 Radarové družicové snímky**

Radarové ortofotomapy RADARSAT prošly před jejich využitím pro interpretaci speciální filtrační úpravou, jejímž cílem je potlačení obrazového šumu, inherentnímu každému radarovému snímku. Vzhledem k tomu, že tento postup přináší částečné potlačení maximálního obrazového detailu, byly pro interpretaci k dispozici obě varianty, původní ortorektifikovaná data a data filtrovaná.

#### **4.1.3.3 Letecké snímky**

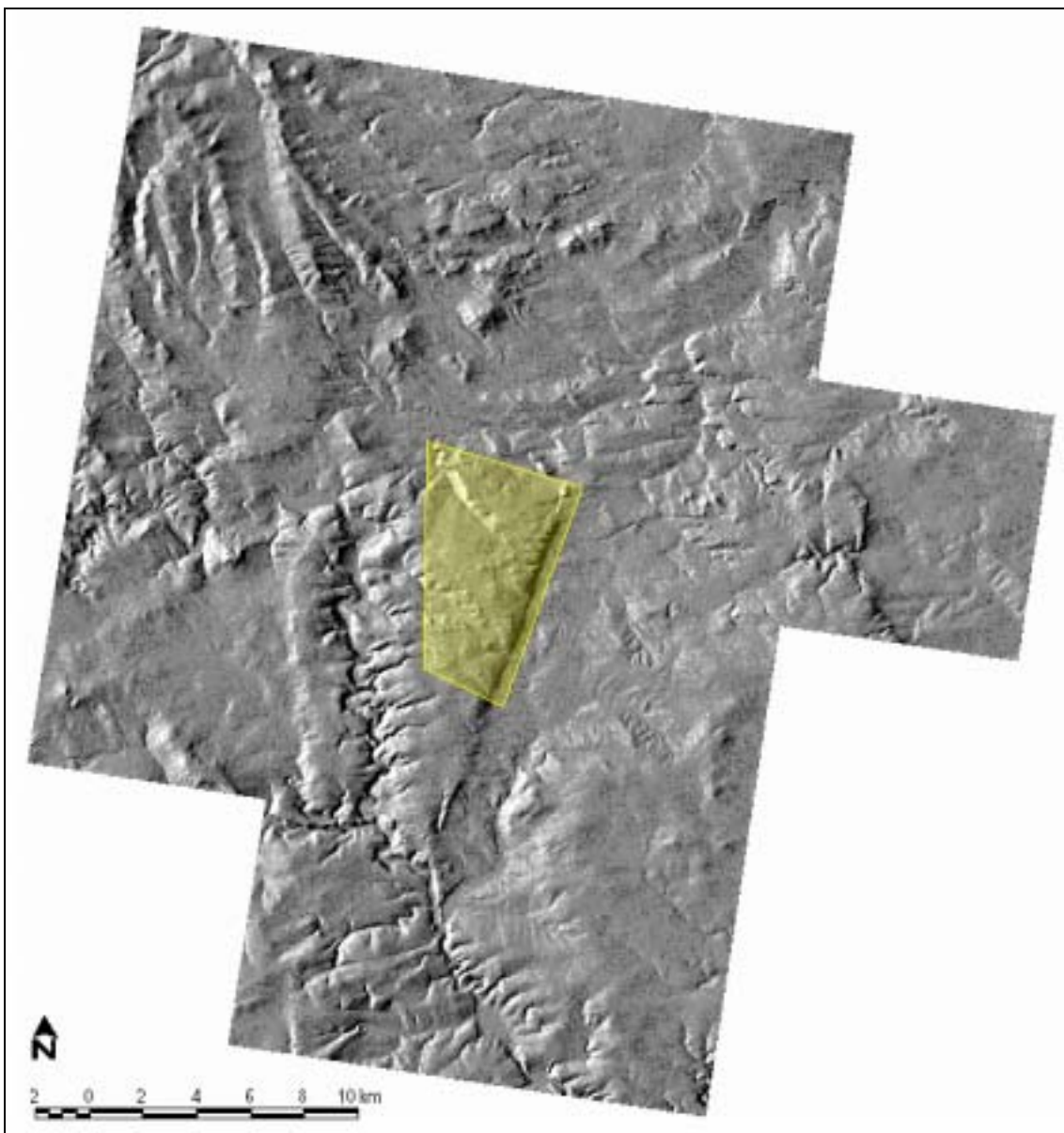
Pro všechny lokality byly připraveny digitální rastrové ortomozaiky, které představovaly základní obrazový podklad pro geologickou interpretaci v měřítku 1:10000. Opět byly připraveny dvě varianty, jedna s prostorovým rozlišením 1m a druhá s rozlišením 5m.

Klasická stereoskopická interpretace analogových stereosnímků byla využita zejména pro exogenní analýzu a kontrolu některých významných lineací.

#### **4.1.3.4 Digitální model terénu**

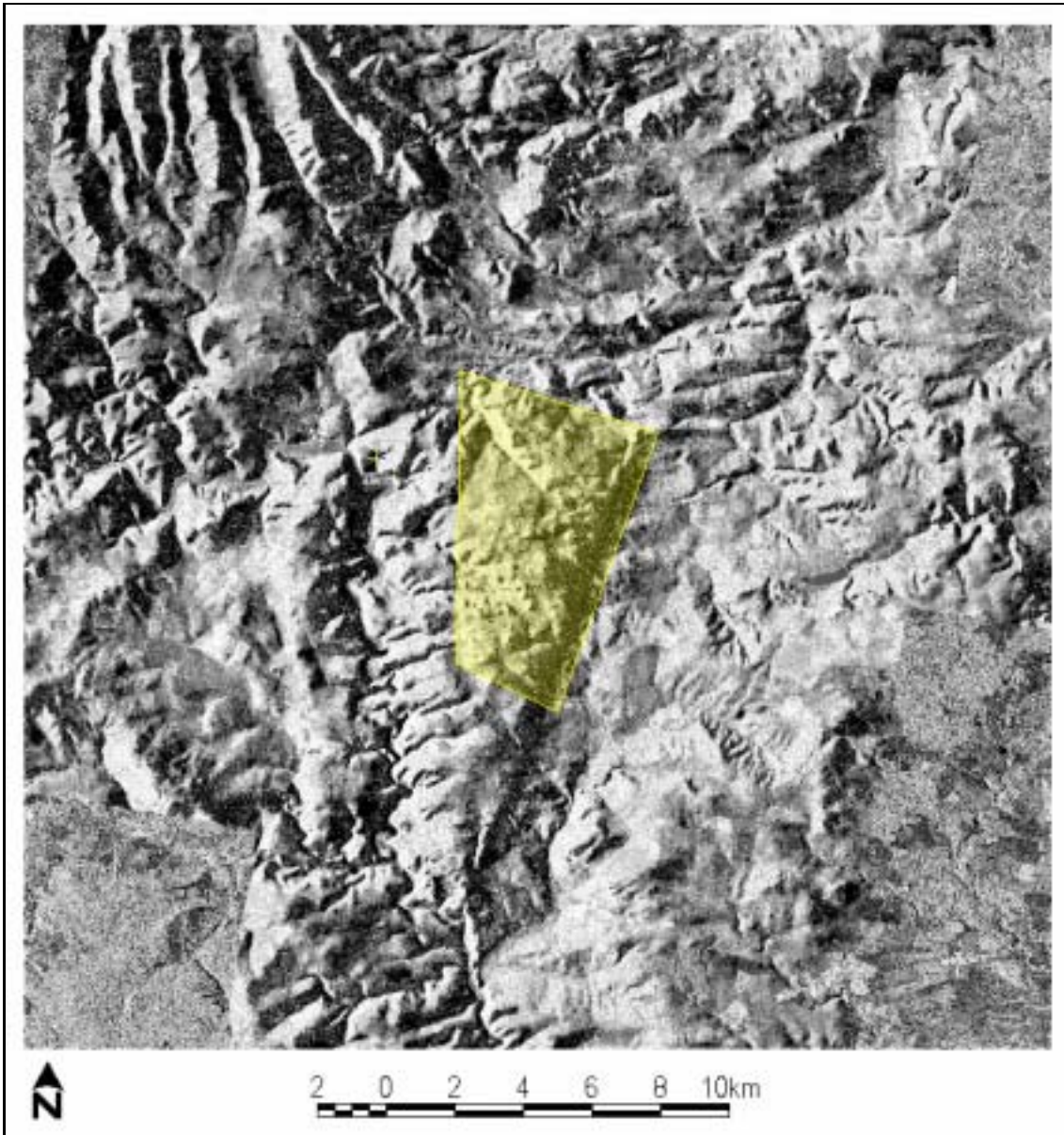
Na základě vrstevnic ZM10 byl pro každou lokalitu vygenerován rastrový digitální model terénu s krokem 2,5m. Na základě vrstevnic TM25 byl pro každou lokalitu vygenerován rastrový digitální model terénu s krokem 5m.

Na základě digitálního modelu terénu bylo připraveno několik variant stínovaného reliéfu, který představoval jeden z hlavních obrazových podkladů při morfotektonické interpretaci.



*Obr. 34: Stínovaný reliéf vytvořený na základě vrstevnic TM pro lokalitu Blatno.*

Pro účely přípravy mapových příloh byl připraven obrazový produkt, který kombinuje radarový snímek RADARSAT se stínovaným reliéfem připraveným na základě vrstevnic TM25.



*Obr. 35: Kombinace dat RADARSAT a stínovaného reliéfu pro lokalitu Blatno.*

#### **4.1.3.5 Geologické podklady**

Pro posouzení geologické situace jednotlivých lokalit a jejich širšího okolí a tvorbu různých barevných kompozic byly využívány různé druhy geologických mapových podkladů v měřítcích 1:50000, 1:500000 a 1:1.000000.

Digitální mapy 1:25000 dostupné na CD bohužel zájmová území nepokrývaly.

Mapové podklady v měřítku 1:50000 byly staženy z mapového serveru České geologické služby v digitální podobě. Vzhledem k tomu, že se legendy jednotlivých i vzájemně sousedících mapových listů mnohdy liší, nebylo možné vytvořit k příslušným mozaikám odpovídající legendy.

Ostatní typy geologických map byly k dispozici pouze v papírové podobě a bylo je tedy nezbytné nejprve naskenovat (400dpi) a následně georeferencovat.

#### 4.1.3.6 Geofyzikální podklady

Byly k dispozici geofyzikální data (Geofyzika a.s. Brno) poskytnutá podobě „obrázků“ bez možnosti použití některé z metod digitálního zpracování. Po jejich georeferencování byla tato data (letecká magnetometrie, gravimetrie a radiometrie), která pokrývají jen nejbližší okolí jednotlivých lokalit, využívána pouze jako jedna z vrstev vytvářených barevných kompozic.

## 4.2 Morfotektonická analýza

V souladu se zadáním úkolu byla pozornost při zpracování údajů DPZ koncentrována na následující témata:

1. Zhodnotit jednotlivé oblasti na základě geomorfologických kritérií. Pro tyto cíle byla provedena analýza exogenní dynamiky postavená na detailním zhodnocení leteckých snímků, zhodnocení říční sítě a základních forem povrchů.
2. Provedení morfotektonické analýzy lokalit včetně širšího okolí na základě snímků Landsat ETM+, Radarsat a digitálního modelu terénu (DMT). Vzhledem k stávajícím podmínkám (značný vegetační pokryv lokalit) jsme se zaměřili na vymezení těchto základních prvků:
  - a) Lineamenty, rozhraní a zlomy
    - o Za lineamenty považujeme všechny lineární prvky dosahující délky aspoň desítky kilometrů, které se projevují v morfologii a jejich těsná korelace s geofyzikálními indikacemi a prvky dává předpoklad existence tektonického rozhraní.
    - o Za rozhraní považujeme lineární nebo nelineární prvky, které se projevují morfologicky nebo tónovými změnami textury na snímku. Pro účely této práce používáme dělení na rozhraní a významné rozhraní. Za významné rozhraní považujeme takové linie, jejichž průběh lze sledovat na větší vzdálenost, mají výrazný morfologický projev ve všech typech snímků i případnou korelaci s geofyzikálními indikacemi. Taková rozhraní se mohou v interpretačních mapách objevovat i v místech známých zlomů nebo v jejich blízkosti. Pokud se však na snímcích neprojevují další znaky aktivní tektoniky nebo geofyzikálně zjištěné indikace (např. epicentra zemětřesení, paralelní lineární geofyzikální gradienty, jejich přerušování nebo posuny) charakterizující různé typy zlomů, neoznačujeme je jako zlomy, ale jen jako rozhraní, které je třeba v další etapě prací (terénní průzkum) ověřit, včetně jejich pozice nebo typu a charakteru.
    - o Za zlomy můžeme považovat rozhraní získaná ze stereoskopické analýzy dvojice leteckých snímků v rámci exogenní analýzy. Na základě zjištěných strukturních prvků (jako jsou např. fasety, zlomové plochy, sesuvy atd.) je už možné zlom definovat.

- b) V rámci projektu byla snaha také o stanovení typu tektoniky, případně o přiřazení kinematického a genetického resp. časového rozměru jednotlivým zlomům. Vzhledem k tomu, že se ukázalo, že vymezené oblasti patří k „nejméně“ nebo málo prozkoumaným oblastem v rámci Českého masívu, byla tato analýza doplněna o verifikaci s geofyzikálními podklady.

3. Jednotlivé prvky, mající regionální význam, jsme analyzovali z hlediska vazby na známou a popsanou síť regionálních zlomů (Vacek et al., 1983, Mísař et al., 1983 aj.).

Vzhledem k nízkému stupni prozkoumanosti byla DPZ analýza realizována na základě „multiexpertního“ posouzení, tzn. nezávisle na sobě několik expertních skupin zpracovávalo vstupní materiál z různých odborných hledisek a kritérií. Výsledek představuje co nejvíce objektivizovaný postup vycházející z maximální snahy zjistit z materiálů DPZ co nejvíce informací pro řešení tektoniky ve vybraných lokalitách.

Všechny výsledky morfotektonické analýzy jsou dodávány objednateli v podobě vektorových vrstev kompatibilních s geografickým informačním systémem Arc/Info. Jednotlivé tématické vrstvy mohou být společně se vstupními obrazovými daty použity při tvorbě nejrůznějších mapových kompozic a jsou připraveny pro využití v následujících etapách projektu.

Všechna data jsou předávána na DVD. Podrobný popis je uveden v příloze C.

#### **4.2.1 Exogenní dynamika**

Strukturní a tektonická predispozice vývoje reliéfu je předmětem výzkumu v rámci exodynamické analýzy. Tato metoda patří mezi jednu z pomocných metod pro geologické zhodnocení tektonické stavby vybraných lokalit.

Exodynamická analýza studuje vývoj reliéfu z pohledu dynamiky exogenních procesů, které se uplatnily nebo uplatňují při jeho vytváření. Vzhledem k tomu, že reliéf se vytváří na geologické struktuře, tak tím zákonitě vývoj reliéfu predisponuje. Obráceným způsobem to znamená, že naopak touto metodou lze přispět k dalšímu poznání této struktury a tektonické stavby, která se ve vývoji reliéfu uplatňuje.

Exodynamická analýza vývoje reliéfu využívá poznatků, jak z geologických oborů, tak i z geomorfologie a dalších geodynamických oborů. Analýza využívá znalosti endogenních i exogenních procesů, ale používá i dedukční metody pro vysvětlení jednotlivých dynamických vztahů, které se na zemském povrchu staly a nebo existují.

Zjednodušujícím způsobem lze charakterizovat exodynamickou analýzu vývoje reliéfu tak, že se snaží na zemském povrchu geneticky rozlišit jednotlivé tvary, formy a případně celky (jednotky), které se vztahují k jednotlivým etapám jeho vývoje a jak vznikaly. Analyzuje se, jak se uplatnila strukturní a tektonická (endogenní) predispozice, jaké exogenní procesy a v jaké době převažovaly, jaký to mělo zpětný dopad na geologickou stavbu, v jaké geomorfologické pozici se daný reliéf nachází a jaký má vztah k celkovému vývoji širšího regionu apod. Analyzuje se polycykličnost etap vývoje reliéfu a polygeneze případných uloženin, které při vývoji reliéfu vznikají.

Cílem analýzy je tudíž vymezit a vysvětlit genezi každé formy na zemském povrchu. Pro vytvoření určitého řádu v této práci se tyto formy studují podle hlavního genetického typu a dělí se na formy a jednotky:

- endogenního původu,
- denudačního původu
- akumulárního původu

Exogenní analýza tvoří základní páteř analýzy vybraných lokalit, neboť získané údaje je možno přirovnat úrovní a vypovídající hodnotou k informacím získaným klasickým geologickým mapováním.

Analýza ostatních materiálů DPZ (snímky Landsat ETM+, Radarsat, DMT) přinesla nové, cenné informace o tektonice, puklinových systémech, strukturních a tektonických rozhraních. Zjištěná data však ještě musí být verifikována terénním nebo geofyzikálním průzkumem. V mapách jsou jednotlivé výsledky použitých metod významově odlišeny barevně, silou a typem čáry. Ve výsledcích jsou zohledněny a korelovány i výsledky geofyzikálních metod poskytnutých před zahájením projektu (tíhová, magnetická a radiometrická data).

Vlastní pracovní postup zahrnoval:

- rešerše geologické a geomorfologické stávající literatury
- stereoskopická interpretace leteckých snímků a snímku QuickBird
- interpretaci snímků Landsat ETM+, radarových snímků RADARSAT a DMT
- zpracování výstupů do jednotlivých vrstev
- zhodnocení

V této etapě výzkumu byly na všech materiálech DPZ účelově sledovány strukturní a tektonické formy. Denudační a akumulární fenomény, které sice formu vývoje reliéfu silně ovlivnily, mají pro zadání úkolu méně podstatný význam. Jsou tedy zohledněny v menším rozsahu. V legendě mapových příloh, které zahrnují souhrnnou interpretaci, se vymezují tyto prvky:

#### A. Formy endogenně predisponovány

- **morfologicky zřejmý průběh zlomu** – Uplatňuje se zde jak celková geologická stavba většího celku, tak jeho detailní uspořádání a významně i jeho narušení mladší křehkou tektonikou. Podél zlomů jsou horniny obvykle více narušené a toho využívá jak zvětrávání, tak i eroze. Zlomové linie tvoří obvykle rovné úseky údolní sítě, rovné úpatí svahu, které nemají jiné exogenní vysvětlení a přitom navazují a nebo korespondují s ověřenými zlomy v geologii.
- **morfologicky předpokládaný zlom** – méně výrazné, ale pravděpodobné rovné úseky údolní sítě, seřazené do jednoho směru nebo do sítě zlomového systému, který je i geologicky dokázaný.

- **obnažená zlomová plocha** – svah, který navazuje na zlomy a jeho vznik není možno jinak vysvětlit (např. jako zlomový svah, ústupový svah, svah kvestoidu, erozní svah, strukturální svah apod.), obvykle je druhotně denudován, proto je vymezena ideální plocha, kde může plocha zlomu probíhat. Vznikla tím, že denudace obnažovala geologickou stavbu selektivně. Na zlomech jsou horniny obvykle méně rezistentní a tím podléhají rychleji erozi.
- **kvestoid (monoklina)** – asymetrická strukturálně predisponovaná forma, kdy je obnažena ukloněná (obvykle foliační nebo puklinová) plocha na relativně rezistentní poloze metamorfítů nebo granitoidů. Vzniká tzv. optimální denudační plocha (mírněji ukloněná) a prudký svah, kde eroze řeže strukturu kolmo – vyznačuje se vrcholová linie a je naznačena strana prudkého svahu. Vzhledem k tomu, že většina krystalinika českého masívu prošlo denudačním řezem, vznikl zde tzv. inverzní reliéf, při kterém jsou vypreparovány jednotlivé polohy, které pak tvoří monokliny (kvestoidy). Tyto se tvoří i na případných dílčích vrásových strukturách, které vznikaly uvnitř větších struktur.
- **vypreparovaná poloha rezistentní horniny** – skalní výchozy velmi rezistentních žil, které mají obvykle lineární průběh (křemenné, porfyrové, aplity apod.)
- **optimální denudační plocha** – obnažená ukloněná foliační plocha na relativně rezistentní poloze metamorfítů (část kvestoidu)
- **tektono-gravitační bloky** – obnažené různě ukloněné tektonické kry, které vznikaly při hlavních tektonických liniích. Obvykle mají poklesovou tendenci. Vyskytují se hlavně u větších – regionálních zlomů a lze je očekávat též na okrajových zlomech moldanubika, kde mohou být oživeny neotektonicky.

## B. Formy denudační

- **relikt planačního reliéfu** (zarovnaný povrch) – planační reliéf jednotlivých lokalit je zřejmý na přílohách z každé lokality (viz pracovní legendu)
- **erozní hrana** – ostré svahové rozhraní, změna sklonu svahu mezi plošinatými nebo mírně ukloněnými svahy a strmými svahy erozního údolí.
- **erozní koryto** - koryto, kde eroze stále působí a nevzniká údolní akumulace. Obvykle je to v místě, kde erozní údolí, vznikající hloubkovou erozí proráží rezistentnější polohu (např. žílu).
- **erozní svah** - prudké svahy erozních údolí, kde může vystupovat erozí obnažené podloží. Svahy jsou místy více či méně pokryté koluviem. Ve vyšší nadmořské výšce bývají podél erozní hrany mrazové sruby, které produkovaly velké množství bloků a úlomků, které nyní leží na svazích a při jejich úpatí. Jde především o erozní údolí Otavy, Vltavy, Volyňky, Blanice a jejich přítoky.
- **smyková plocha svahových poruch** - výjimečně na erozních svazích vlivem vysokého nasycení spodní vodou dochází k přívalovým proudům ze

zvodnělého koluvia. Odučné plochy nejsou rozsáhlé, obvykle několik čtverečních metrů. Znamé jsou např. z údolí Otavy nad Rejštejnem.

Skupina akumuláčního původu, která má značný význam při studium kvartérních uloženin a případné jejich mapování, nebyla do legendy zahrnuta vzhledem k zadání úkolu. V budoucnu je možno ze vstupních dat tuto vrstvu kdykoliv doplnit.

V legendě mapových příloh pro jednotlivé lokality se tedy objevují tyto základní prvky: morfologicky zřejmý a předpokládaný zlom, tektonická kra (diastrofické bloky), obnažená zlomová plocha, monoklinální forma (kvestoid), erozní hrana, relikt plošinatého paleoreliéfu a erozní svahy.

#### **4.2.2 Interpretace DMT a družicových snímků**

Pro morfostrukturní interpretaci byly jako hlavní datový zdroj použity stínované reliéfy digitálního modelu terénu (DMT), grid 5 m, osvit SV, S, SZ, úhel od horizontály 30-40°), menší část interpretace je založena na radarových snímcích RADARSAT a snímcích Landsat ETM+ (barevné syntézy 321, 531 nebo 753, rozlišení 15 m). Byly interpretovány lineární strukturní prvky, v tomto textu nazývané rozhraní, které se projevují v DMT a datech DPZ. Jedná se pravděpodobně o výraznější zlomové a puklinové systémy, které mohly být reaktivovány v kenozoiku. Tam, kde se průběh lineárního rozhraní shodoval nebo byl podobný s průběhem zlomů (zjištěných, předpokládaných i zakrytých) nebo mylonitových zón v geologických mapách (1:500000, 1:200000 a 1:50000), je v interpretaci ponecháno označení rozhraní. Důvodem je skutečnost, že terénním průzkumem nebyly zatím tyto prvky ověřeny. Zlomy vyznačené v základní geologické mapě (často nemají výrazné projevy v morfologii ani ve snímcích) lze najít v samostatné vrstvě (na mapách černá plná resp. přerušovaná linie). Výraznější lineární morfologické prvky, které souvisí především s litologií (kvesty, žíly), a pravděpodobně nesouvisí s křehkou tektonikou, nejsou v interpretaci uvedeny. Směry některých lineárních rozhraní nemusí být paralelní s puklinovými nebo zlomovými systémy, ale mohou být projevem říční eroze v místech intersekce dvou puklinových/zlomových systémů, a tudíž k nim mohou být kosé. Tam, kde to bylo možné rozpoznat z DMT a snímků, je to vyznačeno v interpretaci, v ostatních případech je nutný terénní strukturní výzkum. U každé lokality je uveden jednak obrázek a stručný popis interpretovaných rozhraní a pak je uveden hypotetický kinematický model, který má však, vzhledem k absenci terénních strukturních dat, spíše spekulativní charakter. Problematická je zejména korelace struktur, která je klíčová pro určení velikosti přemístění a kinematiky. Pro spolehlivější rozpoznání puklinových a zlomových systémů, jejich kinematiky a významnosti, je nezbytný terénní strukturní výzkum.

Některé významnější zlomové zóny mohou být široké stovky metrů a mohou být tvořeny velkým počtem menších zlomů, neřídka dvou zlomových systémů kosých ke směru hlavní zlomové zóny. V takovém případě nemusí být průběh hlavní zlomové zóny pozorován v mapě, ale je naznačen v obrázcích ukazujících kinematiku (viz. např. severojižní zlomová zóna v západní části Pačejeva nebo Božejevic s.l.).

Definice pojmů a terminologie:



Zájmovým územím s.s. je v textu míněno území vymezené polygonem SÚRAO, zájmové území s.l. zahrnuje i okolí cca 4-9 km vně polygonu.

**Poznámka:** *Interpretované lineární struktury navrhuje Drury (1997) a Campbell (1996) nazývat lineamenty, pokud se jedná o velmi dlouhé struktury regionálního charakteru. U kratších struktur používá např. Drury (1997) termín lineární jev (linear feature). V mapových přílohách jsou tyto lineární struktury uváděny jako lineární rozhraní, bez rozlišení. V textu se mluví většinou o lineárních strukturách nebo tam, kde je doloženo nebo předpokládáno přemístění, o zlomech.*

*Princip a terminologie Riedlových stříhů a konjugovaných zlomů na horizontálních posunech je podle Davise et al. (1999); dextrální – pravostranný, sinistrální – levostranný.*

*Při interpretaci byly použity i některé principy a pojmy z Burbanka a Andersona (2001).*

## 5 Interpretace a výsledky

### 5.1 Neotektonika

Mladé a současné pohyby, projevující se na zemském povrchu, mohou být studovány, změřeny a datovány mnohem přesněji než podobné procesy geologické minulosti, a na rozdíl od nich nejsou zkresleny pozdějšími deformacemi. Rovněž seismická a geofyzikální pole umožňují porovnat neotektoniku zemského povrchu se současnou stavbou. V naší literatuře je termín „neotektonika“ chápán jednotlivými autory různě. Jednotlivé názory uvádí Kopecký, 1989. V našich hodnoceních se budeme přidržovat stejného pojetí představující strukturní formy jako důsledek tektonických procesů probíhajících v období paleogén/neogénu až kvartéru. Tyto procesy určily i hlavní rysy současného reliéfu.

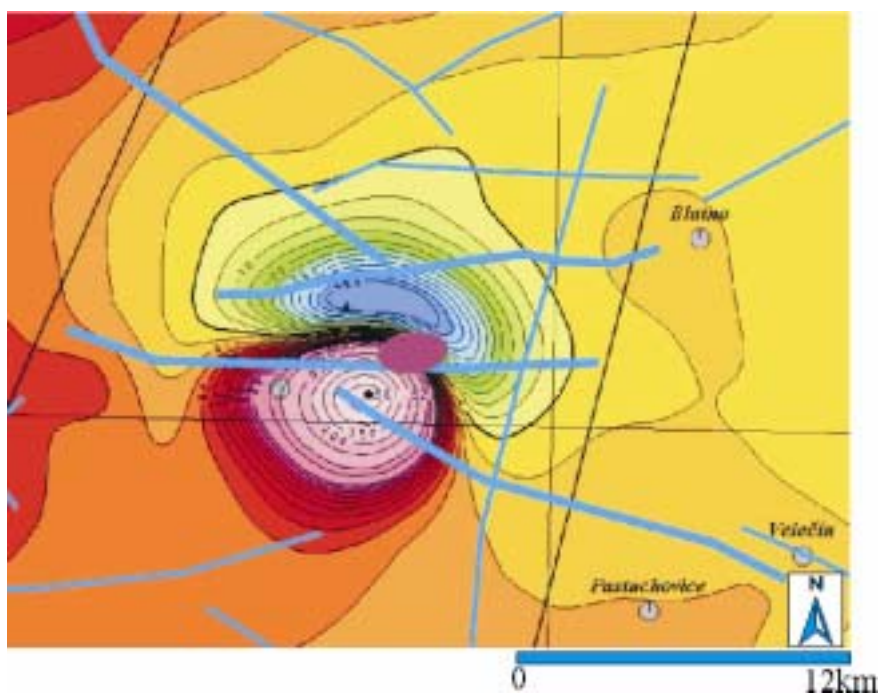
V tomto období začíná rozpad peneplánu (Kopecký 1972) a začíná se utvářet neostruktura masívu. V tomto období začíná vzrůstat rychlost pohybů, jejich diferenciací, neovulkanické projevy a z monotónního nízkého peneplánu se stává orograficky silně členěné území s řadou úseků středohorského reliéfu. V tomto období dochází k výrazné změně v tektonickém režimu oproti mezozoiku a paleogénu a z tohoto důvodu je neogén-kvartérní období vyčleňováno jako víceméně samostatná vývojová etapa - neotektonická etapa - v Českém masívu. V oligocénu se už projevoval intenzivní mladý vulkanismus.

Jedna ze základních metod výzkumu neotektoniky je studium deformací zemské kůry podle charakteru reliéfu.

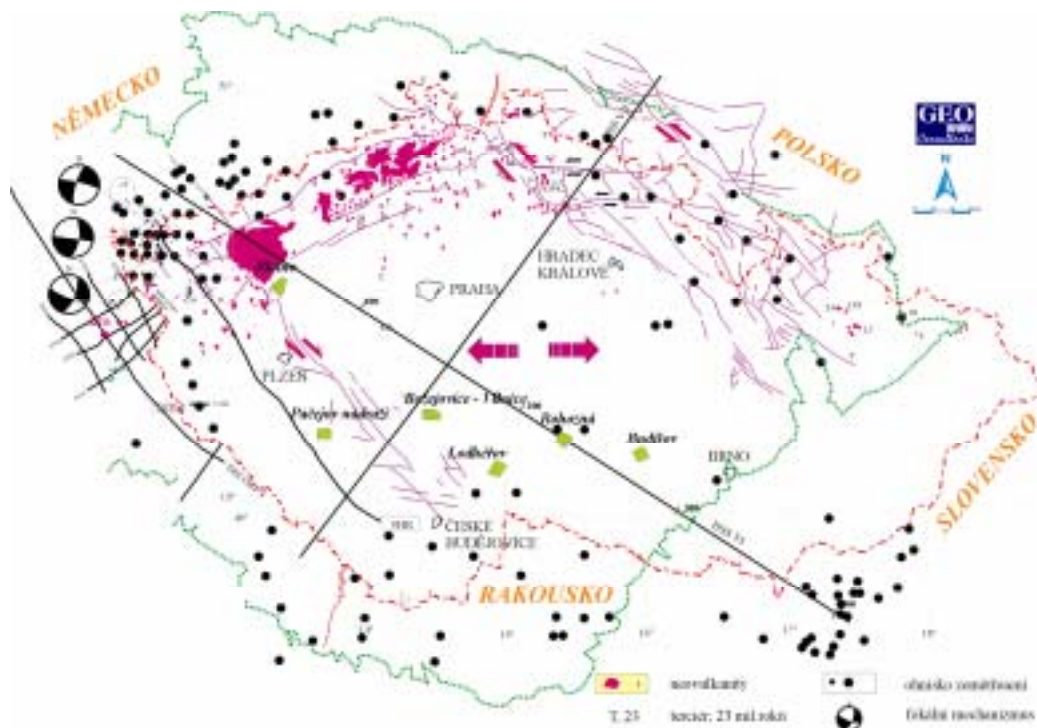
Počáteční stadium neotektonické etapy se vyznačuje v Českém masívu převahou poklesů nad zdvihů a tendencí k tvorbě záporných struktur. Dochází k poklesu značné části Českého masívu na V a J, tj. k snížení peneplánu až na nulové, popř. záporné hodnoty a k transgresi moře z alpsko-karpatské předhlubně. Nezaplavená část zůstávala

nízkou souší a uchovala si, zřejmě, původní výšky penepfénu, tj. 100-200 m a značně zarovnaný povrch.

Kopecký (1989) uvádí, že na rozhraní neogénu a kvartéru (místa snad již koncem pliocénu) dochází v Českém masívu k výraznému zintenzivnění tektonických pohybů téměř výlučně zdvihového charakteru. Domníváme se však, že okrajové části ČM byly silně ovlivněny střížnými pohyby odehrávajícími se na hraničních zlomech jednotlivých bloků (Zeman A. et al., 1984; zlomové systémy sudetské, podkrušnohorské i phalské zóny – Obr. 37). Svědčí o tom stovky metrů hluboké, kose orientované grábenové struktury v Polsku i Rakousku (Schenk et al., 1986). Tento pohyb a deformace se objevují na jedné z lokalit – Blatno. Tyto systémy pravděpodobně využily při svém výstupu hojné bazické neovulkanity (Obr. 36).



*Obr. 37 Obr. 36: Vztah interpretovaných rozhraní (modré linie) k výchozům vulkanitů: lokalita Blatno. Dominující sz.-jv. rozhraní je roztrženo kosými (pravděpodobně extenzními) puklinovými systémy, které umožnily výstup bazických dajek.*



: Na obrázku jsou znázorněné zlomy mající prvky transkurentních systémů a které je možno identifikovat ze snímků Landsat (Schenk et al., 1986). Ohniska zemětřesení a jejich plošný rozptyl v ČM se koncentrují právě na uvedená rozhraní. Popis prezentovaných fokálních mechanismů viz. obr. 21.

Tektonické pohyby kvartérního období se odlišují od předcházejících stádií i kvalitativně. V tomto období dochází k výrazné diferenciaci pohybů a struktur. Mírné deprese a elevace dlouhodobě se vyvíjející v neogénu se v kvartéru změnila v orogenní struktury. Ve směru převládajícího plošného smyvu přichází aktivní hloubková eroze řek, která nestačila kompenzovat růst lokálních struktur. Začínají se morfologicky vymezovat brachyantiklinály, brachysynklinály a vráso-zlomové struktury, které vytvářejí členitý reliéf. Na místě někdejší jemnozrnné akumulace sedimentují hrubozrnné molasy. Kopecký (1989) je považuje za typický orogenní komplex, odpovídající hlavnímu neotektonickému stadiu utváření neostruktury Českého masívu.

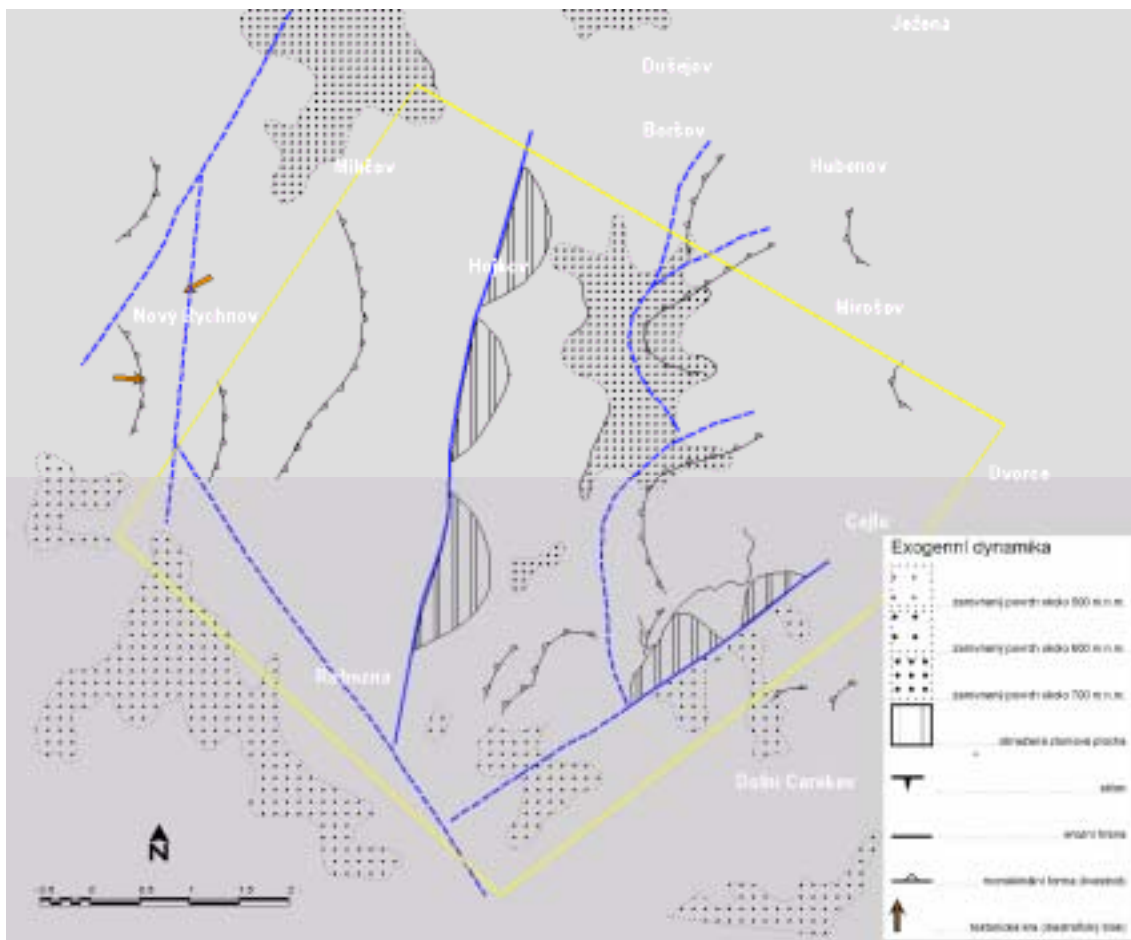
Neotektonická aktivizace vystřídala v Českém masívu platformní režim /mezozoikum - paleogén/. Morfologicky tomuto režimu odpovídal peneplén - nízký a rovinný povrch, pokrytý téměř souvisle formací fosilních zvětralin /Kopecký 1972/. Vznik neotektonických struktur zde probíhal cestou deformace tohoto peneplénu, který je důležitým kritériem k stanovení intenzity a charakteru tektonických pohybů.

V současném reliéfu si peneplén uchovává jen vzácně svůj původní, téměř horizontální povrch. Setkáváme se s ním obvykle ve značně deformovaném stavu, nejčastěji v podobě vlnových deformací - ohybů a prohybů. Nicméně kontury výchozího peneplénu lze rekonstruovat s velkou přesností. Na jednotlivých lokalitách je vyznačen obarvenými plochami s úrovněmi – 500m, 600m a 700m (např. lokalita Rohozná - Obr. 38). Analýza reliktního peneplénu má prvořadý význam pro poznání stáří a hlavních

zákonitostí neostruktury. V konkrétních případech údaje o úklonech a deformacích paleogenního povrchu vykreslují formy porušení způsobené mladou tektonikou. Tvary deformací penepfénu, absolutní výšky, na kterých se dnes nacházejí jeho rozsáhlé plochy, umožňují usuzovat na morfologii a morfometrii mladších struktur pohoří. Povrch penepfénu s fosilními zvětralinami tak v konkrétních strukturách vytváří klenbu - hřbet s různým úklonem křídel ~ a je dobře zachován v prostoru celé struktury.

Nelze však předpokládat, že složitá stavba krystalinického fundamentu se mohla ohýbat bez zlomů. Proto na řadě míst můžeme pozorovat četné zlomy, většinou s velmi malou amplitudou. Tyto jsou převážně funkcí ohybu a mají tudíž podřízený význam a pouze komplikují konfiguraci forem struktur, vytvořených vrásovým procesem.

Vybrané lokality se odlišují intenzitou a kontrastností mladších pohybů, morfologií strukturních forem, charakterem reliéfu, některými geofyzikálními charakteristikami /seismicitou, geofyzikálním polem/, neovulkanismem. Tyto oblasti se nacházejí v určitém vztahu k struktuře fundamentu Českého masívu a dostatečně přesně souhlasí svými konturami s plánem jejich rozmístění. Zatímco lokalita Blatno představuje neotektonicky dominantní prvek, s výrazným tektonickým vymezením, ostatní lokality představují různou úroveň zarovnaného povrchu porušeného erozí v místech výskytu starých zlomových resp. puklinových systémů. Zřejmě bude třeba přehodnotit, po terénním ověření, funkci zlomů na lokalitě Budišov (Obr. 20), kde se objevují morfologicky významná rozhraní, jejichž terciérní pohyb lze odvozovat od jednoznačné korelace jižního omezení s třebíčským zlomem.



Obr. 38: Zarovnané povrchy na lokalitě Rohozná. Ve střední části je zřetelně vystupující obnažená zlomová plocha vymezující granitoidní intruzivní těleso. Detailní legenda je součástí mapových příloh zprávy. Modře jsou zobrazeny interpretované zlomy (plně – morfologicky zřejmý zlom, čárkovaně – morfologicky předpokládaný zlom). Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

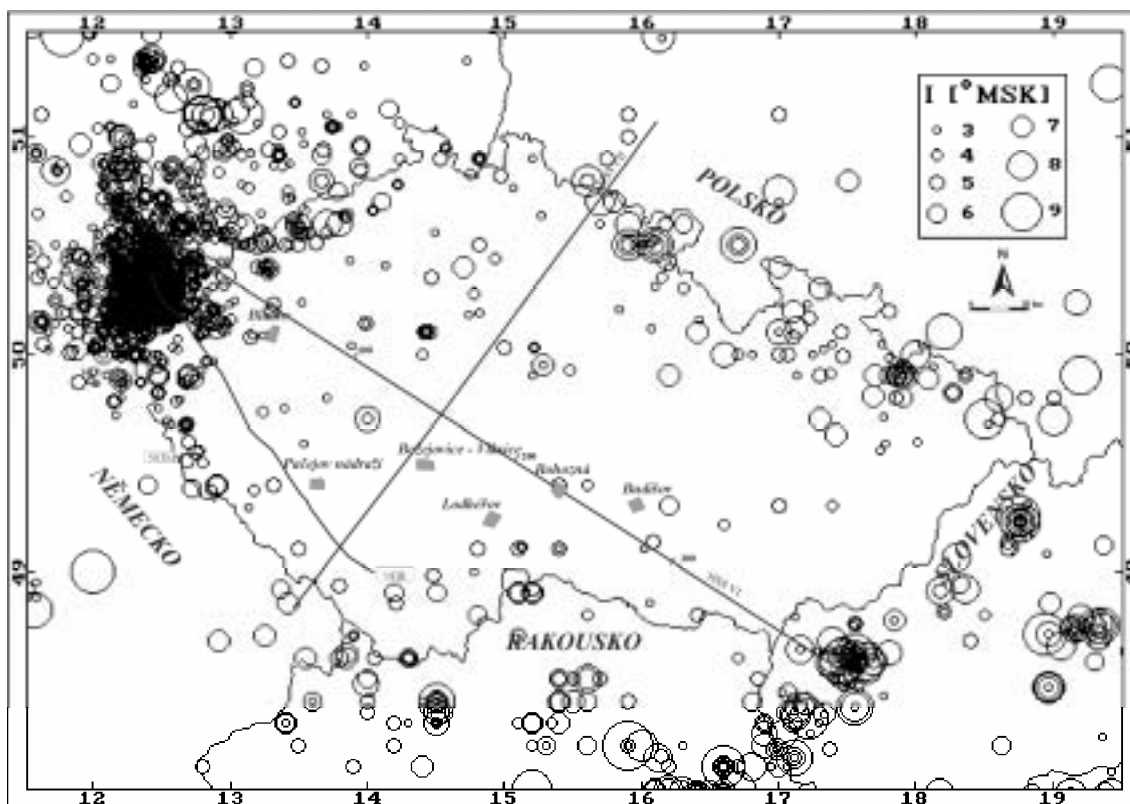
## 5.2 Seismotektonika

Z obrázků 37 a 39 je patrné, že jednotlivé lokality se nachází mimo oblasti se zvýšenou seismicitou. Ani při detailním studiu se nám nepodařilo nalézt výskyty epicenter zemětřesení, které by měly vztah k některé struktuře.

Oblasti našeho zájmu jsou situovány v granitoidních horninách moldanubika, které se projevují jako tlumící prvek. Je tedy zřejmé, že tato skutečnost způsobuje i sníženou četnost přímých makroseismických pozorování.

Podle **revidovaného parametrického katalogu zemětřesení České republiky** (Schenkova Z. et al., 1996) odpovídá převážná většina údajů obsažených v katalogu klasifikačnímu stupni "2", pouze údaje popisující historická zemětřesení odpovídají stupni "3" a naopak některá data z posledních 10 let (monitorování zemětřesných otřesů v západních Čechách sítí seismických stanic či 5leté sledování zemětřesné

aktivity v okolí JE Temelín) byla ohodnocena klasifikačním stupněm "1". Obraz výskytu zemětřesení v České republice a jejím blízkém okolí dává následující Obr. 39 (Schenk et al., 1998).



Obr. 39: Mapa epicenter zemětřesení nalézající se na území České republiky a v jejím blízkém okolí (Schenk et al. 1996).

Jednotlivé seismické oblasti jsou chápány ve smyslu dříve navržené seismologické regionalizace Českého masívu (Schenk et al. 1986). I z mapy maximálních pozorovaných rozdělání maximálních makroseismických dat v jednotlivých sídelních jednotkách, (ne vždy se však musí maximální makroseismická pozorování korelovat s výskytem zemětřesných ohnisek), je zřejmé, že vymezené lokality se nachází v seismicky pasivních oblastech. Místy se objevuje relativní zvýšení, které je spojeno s přítomností tektonické zóny, podél níž se účinky tlumí méně a může dojít k jejich relativnímu zvýšení (Obr. 37 a 39).

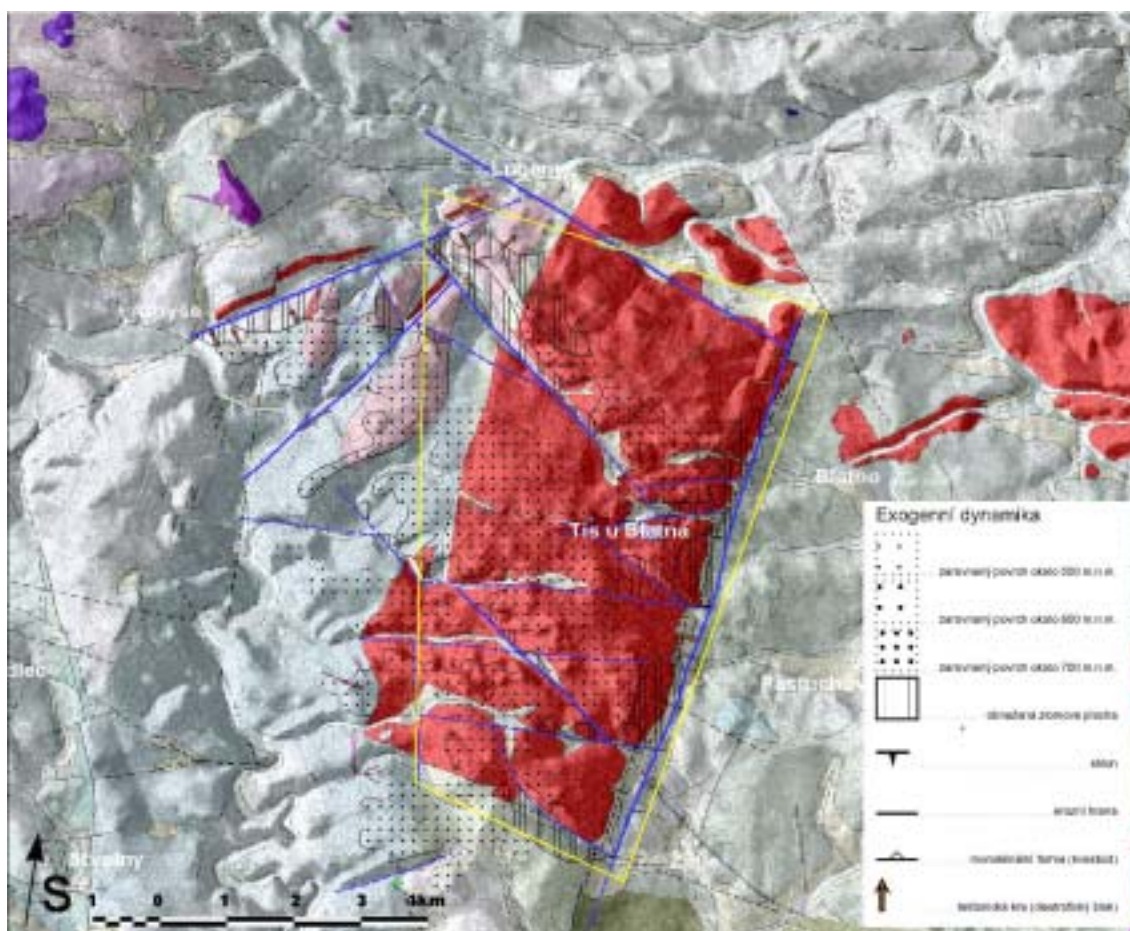
Zesílení účinků často vyvolává přítomnost málo zpevněných či nekonsolidovaných přípovrchových sedimentů, aluviálních, koluviálních či eluviálních usazenin a přítomnost vyššího zvodnění těchto pokryvných sedimentů (Schenk et al., 1998).

### 5.3 Lokalita Blatno

(tiská žula – čistecko-jesenický masív)

### 5.3.1 Geomorfologie

Lokalita se nachází v Rabštejnské pahorkatině, která je součástí Žihelské pahorkatiny, ležící v Rakovnické pahorkatině. Je budována biotitickými žulami tiského masivu a algonkickými fylity. Povrch lze charakterizovat jako plochý parovinný reliéf s mělkými úvalovitými depresemi, nad který se zdvihají nevýrazné strukturální hřbety a vulkanické suky (Demek a kol., 1965, Obr. 40).



Obr. 40: Exogenní dynamika v prostoru lokality Blatno s výraznými zlomovými svahy ve východní části lokality. Modře jsou zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

Z morfologického hlediska se jedná se o klínovitou hrást'ovou kru, plynule se sklánějící od S (600m.n.m) k J (500 – 550 m.n.m). Reliéf tvoří mírně destruovaný zarovnaný povrch typu etachplén, oživený nízkými žulovými exfoliačními klenbami a vulkanickými suky. Západně od oblasti zájmu se nachází hluboké antecedentní údolí Střely se zaklesnutými meandry. Na S a V je kra omezena výraznými zlomovými až strukturálními svahy. V oblasti se nacházejí četné tvary zvětrávání a odnosu žul – vrcholové skály, mrazové sruby, nivační kary, izolované balvany a bloky. Na V bezprostředně navazuje jednotka Žihelská brázda, tektonická sníženina probíhající

v délce 18 km zhruba severojižním směrem, o šířce 2-3 km, vyplněná karbonskými sedimenty (arkózy, prachovce, pískovce a jílovce - Demek ed., 1987).

Zájmové území je ohraničeno výraznými zlomovými svahy proti strukturní sníženině v povodí Blšanky na S a proti Žihelské brázdě na V (Obr. 40).

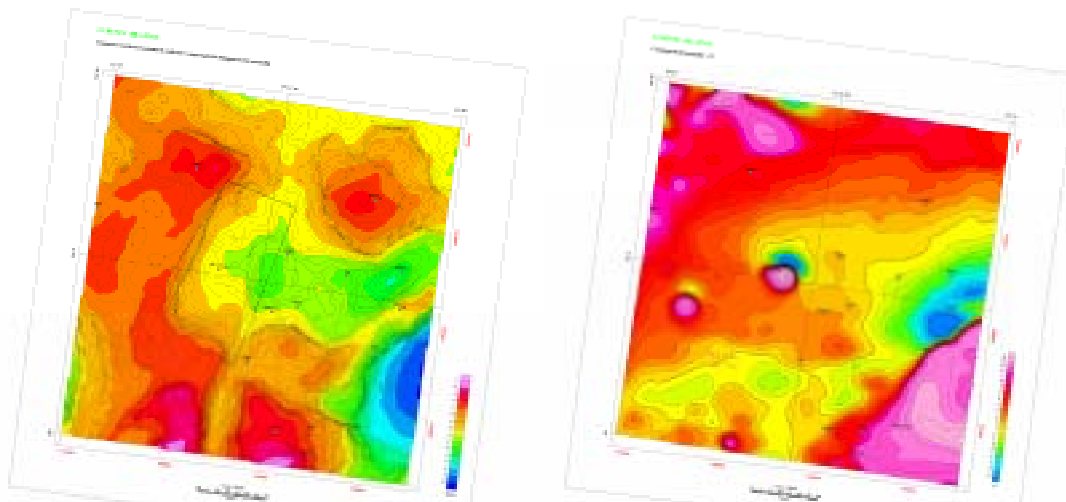
Západní omezení proti permokarbonu žihelské kotliny je přímočaré, zlomové a morfologicky výrazné. Východní permokarbonská kra je proti kře granitové pokleslá o 150 až 250 m (Špaček a kol. 1972), dnešní morfologická výška eskarpementu je kolem 100 m. Na S se granitoidy pod transgresivní permokarbon ostrůvkovitě noří. Styk s proterozoikem je intruzivní v podobě bohatě členitých proniků, které popsal Smetana (1927).

Území je odvodňováno pouze krátkými toky, které při sestupu do okolních sníženin vytvářejí ostře zařezaná sevřená údolí. Nejvýznamnějším tokem je Struhařský potok, který v délce cca 6 km odvádí vodu ze severní části zájmového území do Blšanky. Jeho výrazně asymetrické údolí je na středním toku pravostranně lemováno strmými skalními srázy. Sledované území je na řadě míst zamokřeno.

### **5.3.2 Geofyzikální zhodnocení**

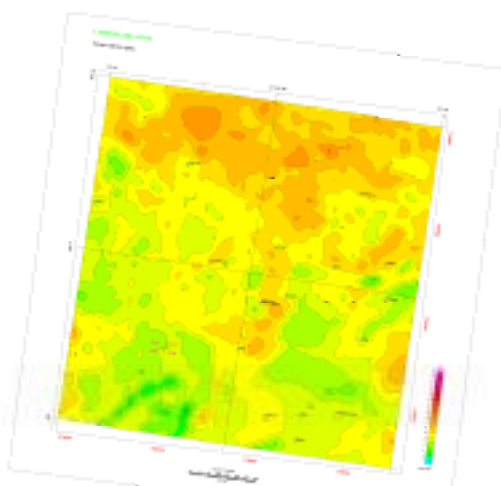
Lokalita Blatno se nachází v oblasti, která v minulosti nebyla předmětem rozsáhlejších výzkumů. K dispozici jsou především základní mapy geofyzikálního mapování 1:25000 – tíhová, magnetometrická a úhrnné gamma-radioaktivity (archív Geofyzika a.s. Brno, 2003, Obr. 41-42).





*Obr. 41: Tíhový (vlevo) a magnetický (vpravo) obraz lokality Blatno. Zřetelná je korelace tíhového i magnetické gradientu ve východní části, který může odpovídat hloubkovému pokračování granitového tělesa (Geofyzika a.s. Brno).*

Tiský úsek se projevuje podobně jako čistecký lokální tíhovou zápornou anomálií, způsobenou nižšími hustotami granitoidních hornin. Tiská a čistecká tíhová deprese je propojena slabým kanálkem snížených hodnot tíže. Je možné, ale z tíhových dat to není zcela jednoznačně průkazné, že obě tělesa jsou v hloubce propojena, jak to naznačují korelace výrazných gradientů v obou mapách ve východní části mapového listu (Obr. 41). Propojení obou těles může naznačovat i osa gravitační anomálie II. řádu směru v - z. Tiská žula asi tvoří směrem k V rozsáhlé a v hloubce spojitě těleso, které vystupuje na současný povrch v několika místech. Čistecký granodiorit je však pravděpodobně mladší a tvoří podle některých autorů samostatný diskordantní peň, který prostupuje deskovitým tělesem tiské žuly.



Obr. 42: Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

Je zajímavé, že tiským tělesem vede kose (směr ssz. - jjv.) výrazná gravimetrická diskontinuita II. řádu, která je v jižním pokračování potvrzena magnetickou anomálií s osou sz. - jv. směru. Regionální tíhové pole ovlivňuje průběh jáchymovského zlomu, který v prostoru žihelské kotliny odděluje čistecko-jesenický masív od spilitů stříbrsko-plaského pruhu. Granitoidní intruze je omezena obloukovitým tvarem tíhových izolinií. Tiská žula se na rozdíl od čisteckého granodioritu však neprojevuje v magnetickém poli a rovněž v mapě radiometrické výraznějšími anomáliemi. Doporučujeme tyto závěry prověřit dalšími modely.

### 5.3.3 Strukturně-tektonická analýza

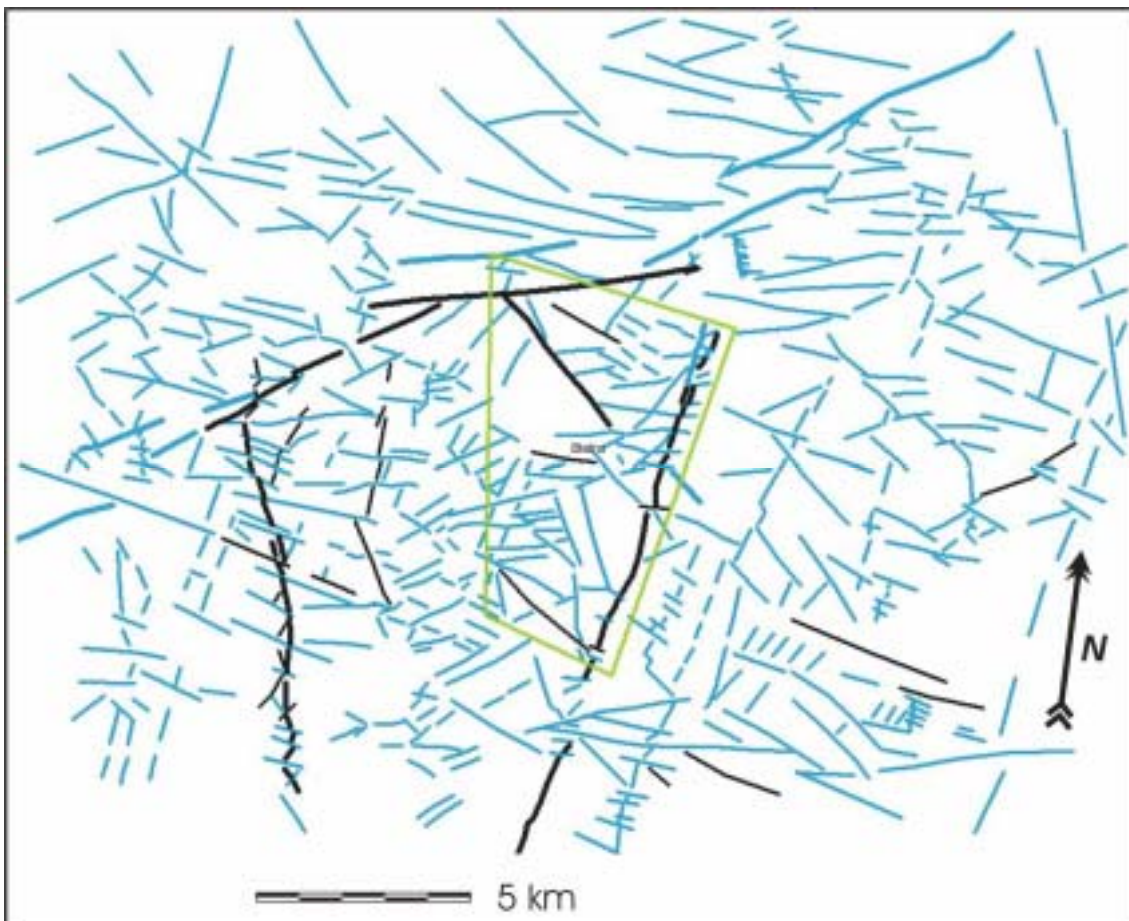
Mezi hlavní struktury na zájmovém území patří:

- ssv. orientovaný výrazný systém rozhraní totožný s okrajovým zlomem na v. okraji zájmového území s.s. + paralelní struktury
- sz. orientované rozhraní spojované s přítomností tzv. jáchymovského zlomu, které tvoří pásmo široké cca 10km.
- v s. části území s.l. je dominantní sv. systém rozhraní, na kterém leží jeden z větších bazaltových center.
- Celé území protínají v.-z. až vsv.-zjz. lineární rozhraní (Obr. 43 – 45).

#### 5.3.3.1 Hypotetický kinematický model

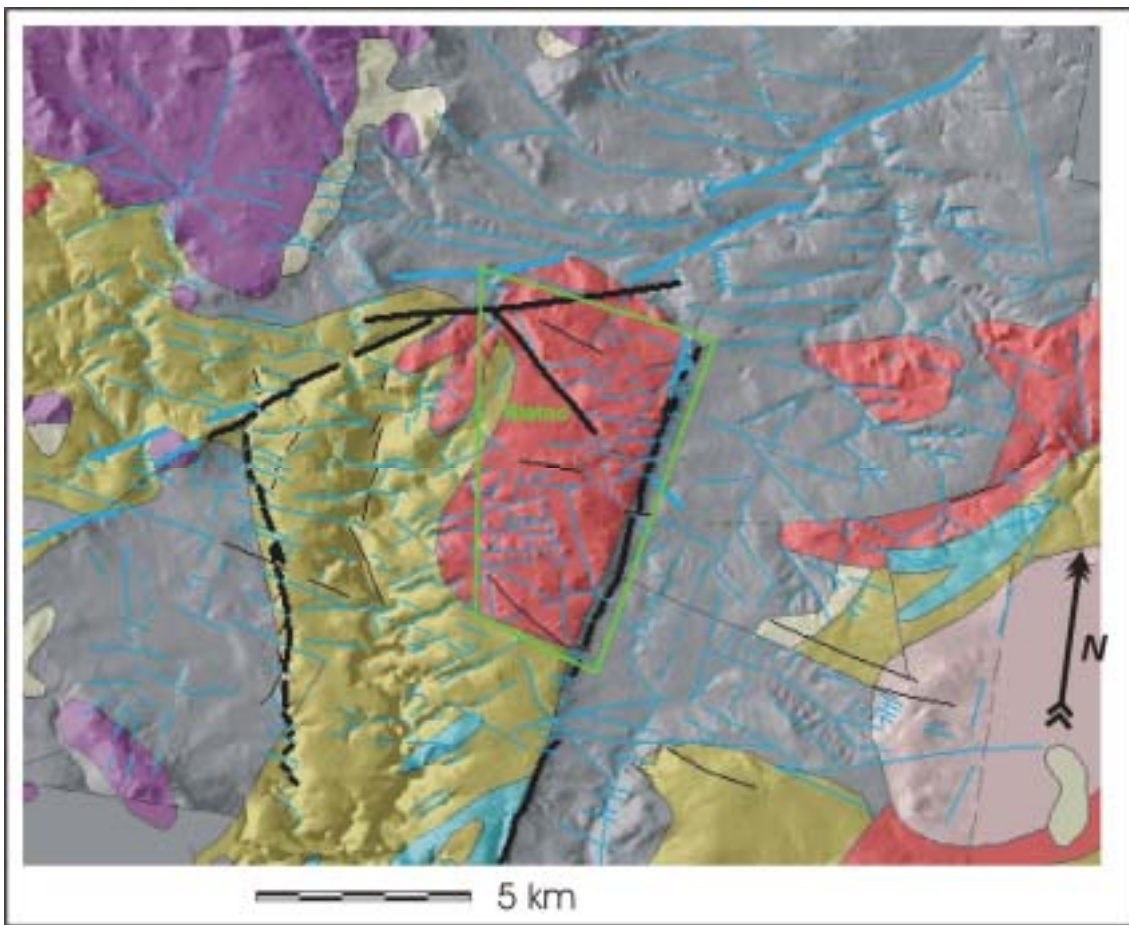
Hlavní zlomový systém směru SSV má převážně poklesový charakter (pokles v. bloku). Podle tíhových dat by se dal připustit, vzhledem k ostrosti gradientů vymežující vlastní granitový masív, i přesmykový charakter. K němu konjugovaný systém sz. směru je opět poklesový s poklesem jz. bloku (Obr. 45). Výsledkem tohoto konjugovaného systému jsou dílčí hrást'ové struktury. Sv. zlomový systém, který je dominantní

v severní části území s.l., souvisí pravděpodobně se zlomovým systémem hranice bohemika a saxoturingika. Mladší systém V-Z až VSV-ZJZ postihuje celé území, vertikální složka není patrná, lokálně se jeví jako pravostranné posuny, místy má však i levostranný charakter, většinou však k výraznějšímu přemístění nedochází. Vzhledem k absenci žil v tiské žule se jedná patrně převážně o puklinové systémy.

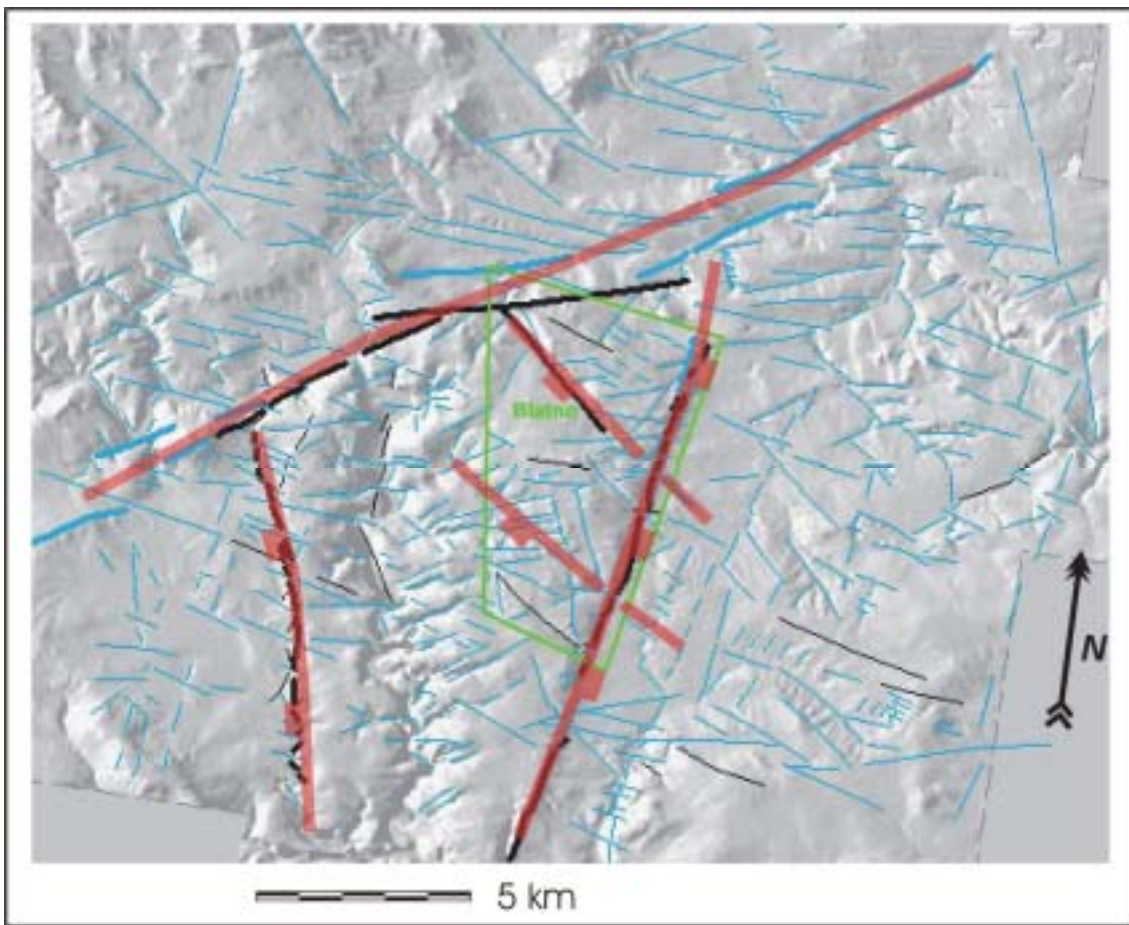


Obr. 43: Lineární strukturní prvky na lokalitě Blatno. Legenda: zeleně polygon zájmového území s.s. (SÚRAO); modře lineární rozhraní, silně – významné, tenčí – méně významné; černě zlomy, silně – významné, tenčí – méně významné.

Podle dat Venery et al. (2000) jsou směry magmatické a metamorfní foliace v tiském granitu v zájmovém území paralelní s hlavním ssv. zlomovým systémem, podél kterého docházelo k vmístění tiského granitu. Naproti tomu interpretace geofyzikálních dat Dobeše a Polanského (1967) předpokládá mocnost tělesa tiského lakolitu max. 1 km.



Obr. 44: Lineární strukturní prvky na lokalitě Blatno, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (červená – tiský granit čistěcko-jesenického masívu, hnědožlutá – proterozoikum, šedá – karbonské sedimenty, fialová – terciární vulkanity, růžová – čistěcký granit variského stáří). Legenda: viz obr. 43.



Obr. 45: Hypotetický kinematický model na lokalitě Blatno, podrobnosti viz text. Legenda: viz obr. 43.

Vzhledem k vysokému stupni porušení ssv. a sz. systémy rozhraní (na jejichž intersekcii došlo v zájmovém území k výlevu terciárního bazaltu) a k nejasnostem ohledně mocnosti granitu doporučujeme provést další doplňující výzkumné práce.

## 5.4 Lokalita Pačejov

(středočeský pluton, blatenský granodiorit)

### 5.4.1 Geomorfologie

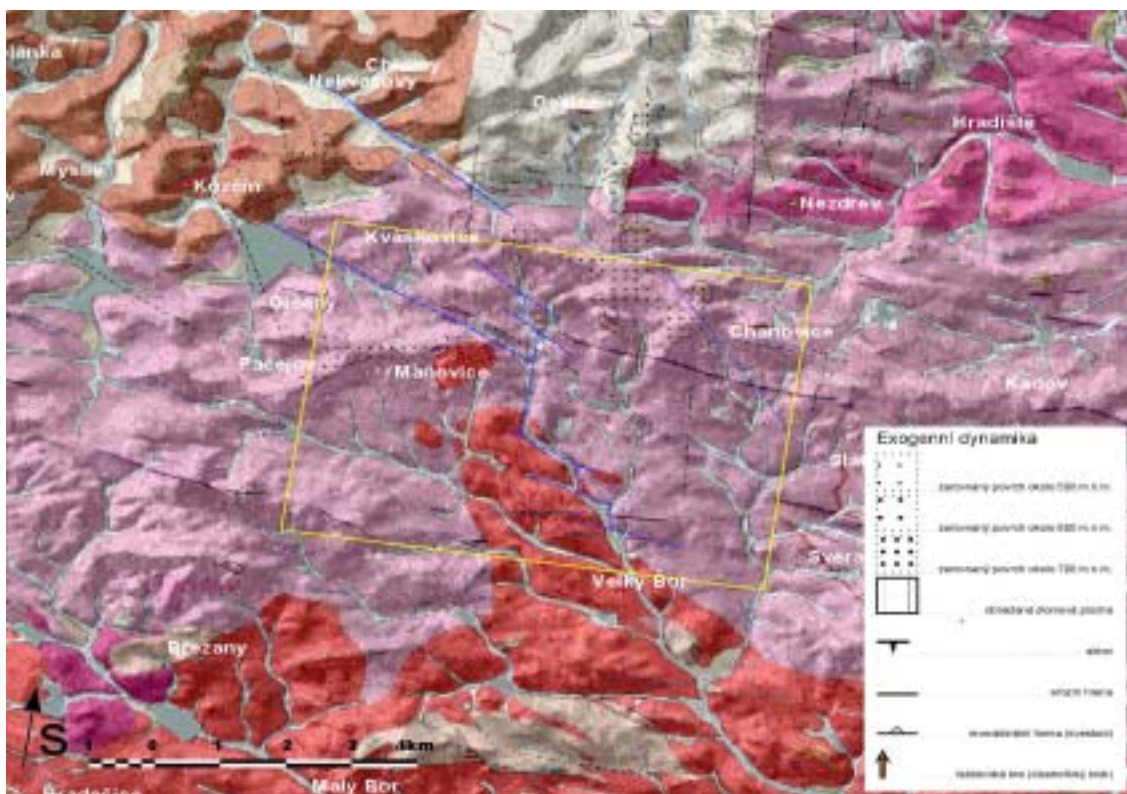
Lokalita se nachází severně od Horažďovic, v jihozápadní části Středočeské pahorkatiny. Vyznačuje se jednotvárným pahorkatinným reliéfem, mírně zvlněným. Prakticky celá lokalita (s výjimkou sz. a sv. cípu) je odvodňována k jihovýchodu až jihu jako součást povodí Březového a Svěradického potoka.

Parovinný reliéf Středočeské pahorkatiny je výsledkem denudační činnosti v paleozoiku až terciéru, vytvářející staré zarovnané povrchy. Po výzdvihu České vysočiny dochází

k jejich rozrušování a zbytky paroviny se v současnosti zachovaly jen na rozvodích. (Demek a kol., 1965).

Pačejovská pahorkatina tvoří jihovýchodní část Nepomucké vrchoviny. Jedná se o členitou pahorkatinu na rozvodí Úslavy a Otavy, která je budována granitoidy střeodočeského plutonu blatenského typu. Z morfologického hlediska se jedná o erozně denudační reliéf se strukturálními hřbety a suky (vrch Ostrý 612 m.n.m.).

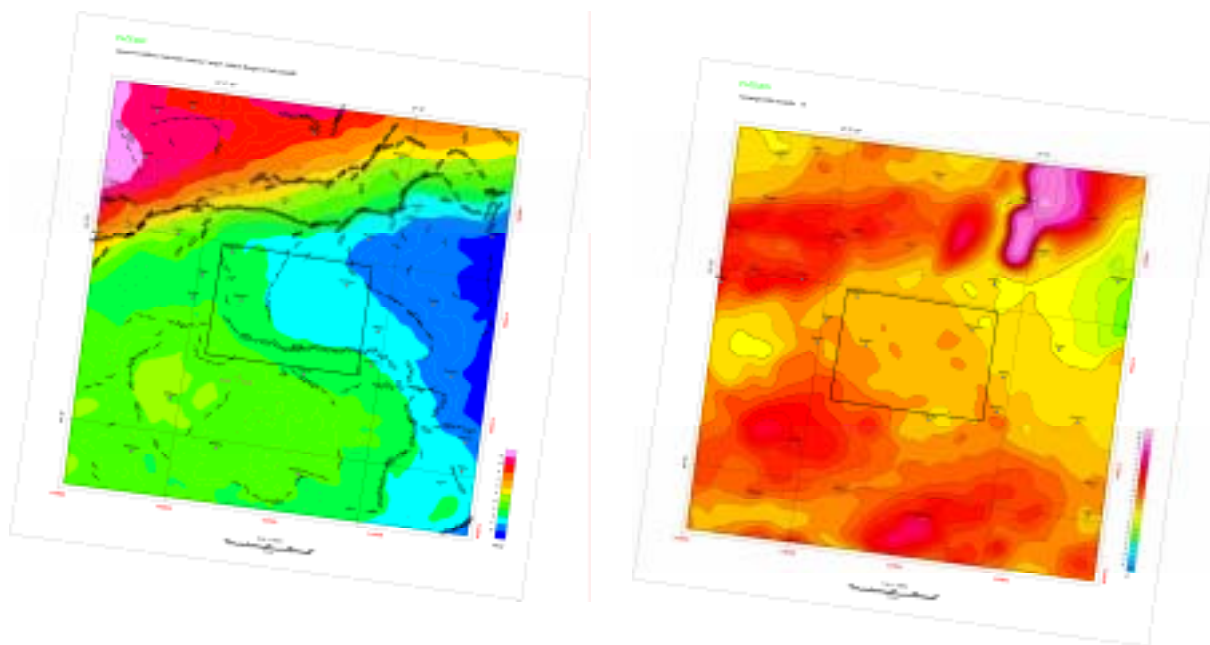
Hydrografická síť je poměrně hustá, má stromovitý tvar a vodní toky se vyznačují širokými mělkými údolími.



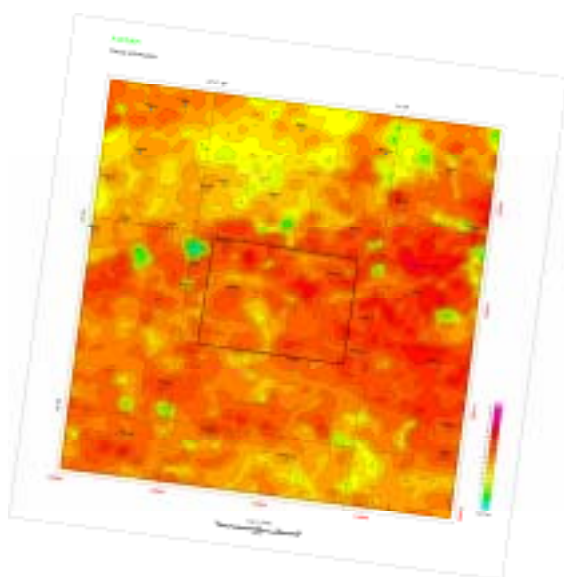
Obr. 46: Exogenní analýza lokality Pačejov. Monotónní charakter povrchu je v severní části výrazně narušen zlomovými strukturami sz. – jv. směru. Modře jsou zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

#### 5.4.2 Geofyzikální zhodnocení

Konfrontace jednotlivých geofyzikálních map (mapa tíhová, magnetická a gammaspektrometrická, Obr. 47-48) ukazuje, že dominantní strukturou je blok granitoidů na východním okraji listu, který se projevuje tíhovým minimem, negativní magnetickou anomálií a úhrnnou radioaktivitou území. Na všech mapách je patrný ostrý kontakt se sz. blokem, který je kolmý na systém lineárních rozhraní DPZ. Z materiálů DPZ je patrné morfologicky výrazné vystupování odolnějšího granitoidního komplexu na východě. V této části se mění i trend a průběh lineací.



Obr. 47: Tíhový (vlevo) a magnetický (vpravo) obraz lokality Pačejov (Geofyzika a.s. Brno).



Obr. 48: Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

### 5.4.3 Strukturně-tektonická analýza

Lokalita Pačejov se nachází v prostoru granitoidů blatenského typu. Vybraný úsek je petrograficky nejkldnější a jeho modální i chemické parametry, zejména mírně vyšší alkalita a acidita horniny proti průměru, vede k závěru, že právě zde jde o centrální a zároveň nejvyrovnanější a periferními vlivy neporušenou část daného magmatického tělesa. Ta by v hlubších partiích kolem 1 km také neměla přinášet po petrografické stránce žádná dramatická překvapení.

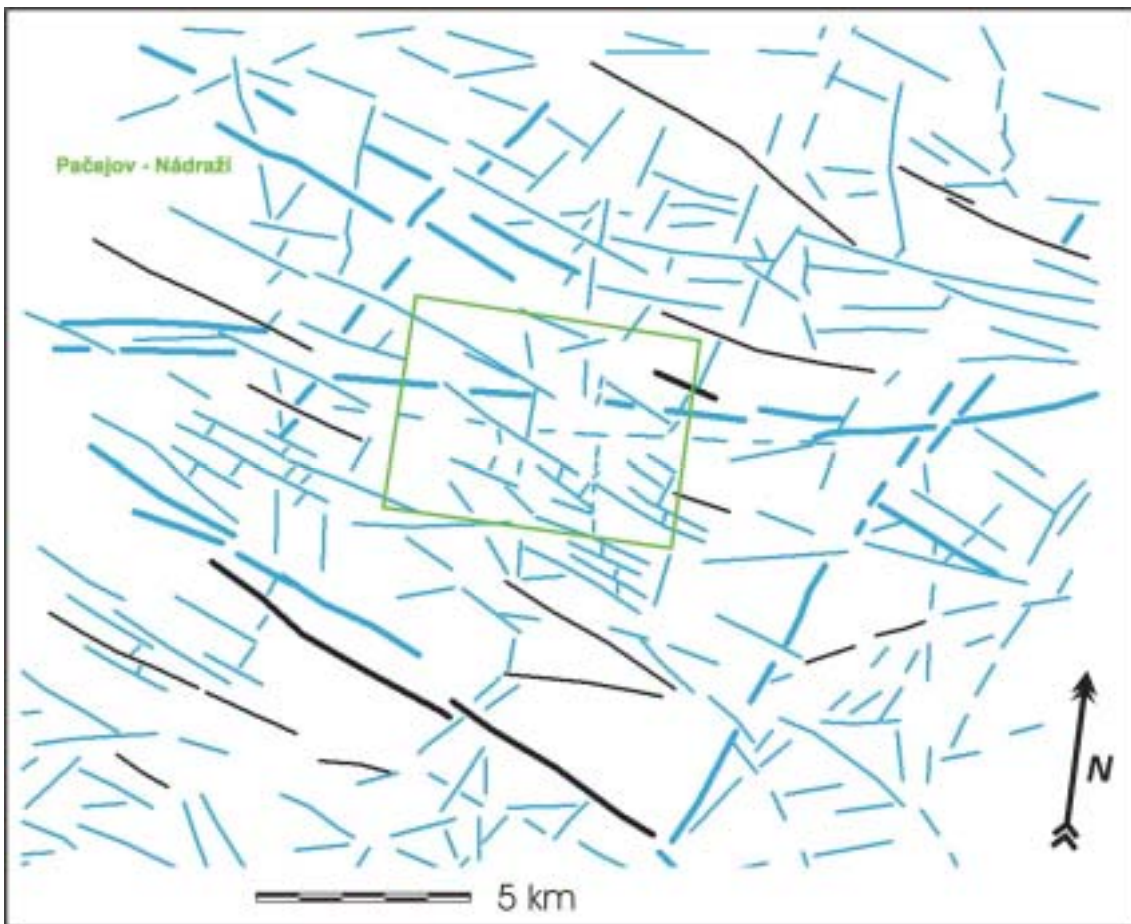
Výše zdůrazněná petrografická homogenita skalního masívu oblasti Blatná je však závažným způsobem porušena hydrotermálně alterovanými zónami, převážně v.-z. směru. V tomto trendu se objevují i systémy lineárních rozhraní, které by mohly odpovídat puklinový systémům. V těchto místech se popisuje i přítomnost puklinových silikátů jako je laumontit, epidot, chlorit aj., místy i sirníků (pyritu, chalkopyritu, arzenopyritu a molybdenitu – Woller et al., 1998). Dále pronikají do granitoidu nejprve v podobě jeho zčervenání (hematitizace), pak jako albitizace, sericitizace a dalších hydrotermálních přeměn, v jejichž důsledku vznikají zvětralinové hluboko sahající zóny. Ty se promítají i do morfologie krajiny a do značné míry dirigují orientaci sítě vodotečí. V nejpokročilejším stavu vedou zmíněné hydrotermální alterace i k ložiskové významné mobilizaci takových prvků jako je uran za vzniku mineralizace coffinitového typu (úsek Nahošín – Mečichov – Woller et al., 1998).

Dominantní systém rozhraní sz. směru je paralelní s jáchymovskou zlomovou zónou. Dále jsou významné i struktury ssv. – paralelní s blanicko-rodlskou linií a okrajovým zlomem tiské žuly. Zvláštní postavení mají struktury a rozhraní vsv. – paralelní s okrajem jižní části středočeského plutonu (Obr. 49 – 51).

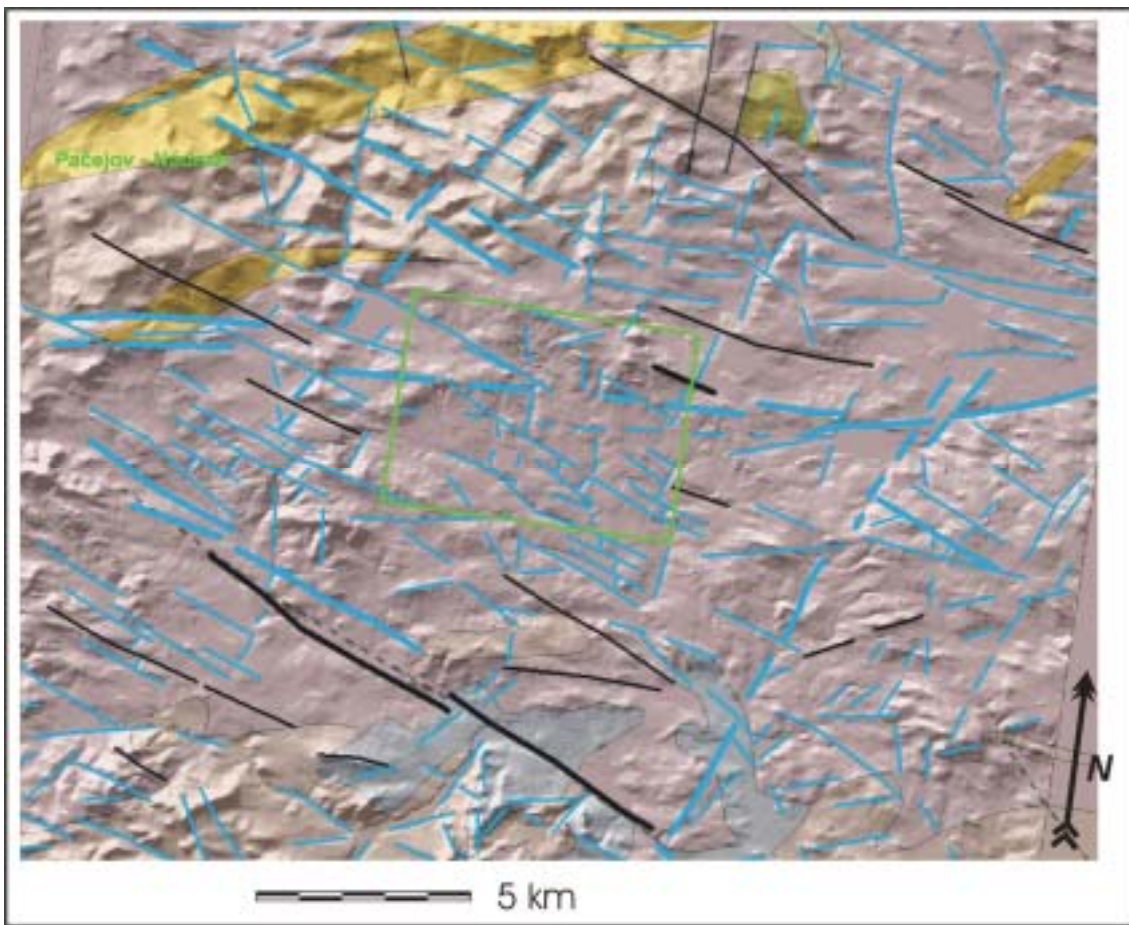
#### 5.4.3.1 Hypotetický kinematický model

Sz. rozhraní se na severu jeví spíše pravostranné, ve střední a jižní části území s.l. lze připustit i levostranný charakter horizontálních posunů, pokračování této zóny dále do jihočeských pánví zde ukazuje také levostrannou kinematiku. Tento dominantní systém významných rozhraní je zde identický se sz. systémem v durbachitu Čertovo břemeno (viz lokalita Božejovice), kde se však jedná o syntetické, podřízené zlomy k hlavnímu ssv. zlomovému systému. Takovýto strukturní obraz je konzistentní v rámci středočeského plutonu. Vsv. rozhraní ukazuje mírné pravostranné přemístění (Obr. 49-51), ale zvláště ve východní části území s.l. by mohl mít i významnou poklesovou složku (pokles s. bloku), což koinciduje s pozdně variskou poklesovou kinematikou v červenském typu granodioritu na jv. okraji středočeského plutonu severně od zájmového území zjištěnou Žákem et al. (2003 - Obr. 52). Vsv. struktury a rozhraní jsou také paralelní s žilnými roji, což komplikuje interpretaci. ssz. až ssv. struktury – paralelní s blanicko-rodlskou linií a okrajovým zlomem tiské žuly – jsou nejasného původu, ale jsou starší než sz. a vsv. zlomy, které je pravostranně deformují. Strukturní měření Žáka et al. (2003) v oblasti severně od zájmového území s.l. ukazují však na dominanci sv. struktur. Stejně tak v moldanubiku jižně od zájmového území s.l. (Lobkowicz et al. 1996) nebo při kontaktu středočeského plutonu a bohemika severně od zájmového území s.l. (Pitra et al. 1999, Rajlich 1988) jsou dominantní sv. orientované struktury.

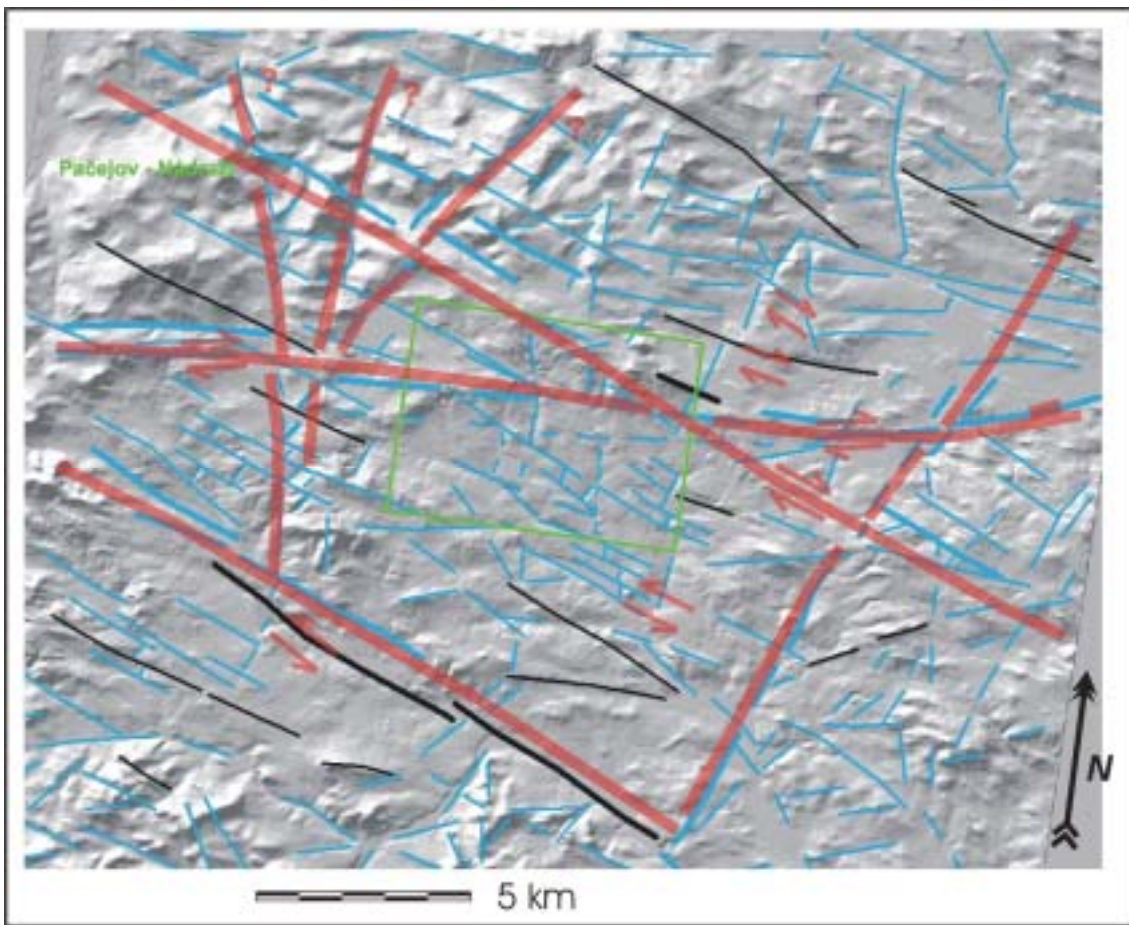




Obr. 49: Lineární strukturní prvky na lokalitě Pačejov. Legenda: viz obr. 38.

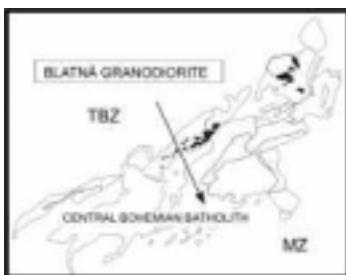


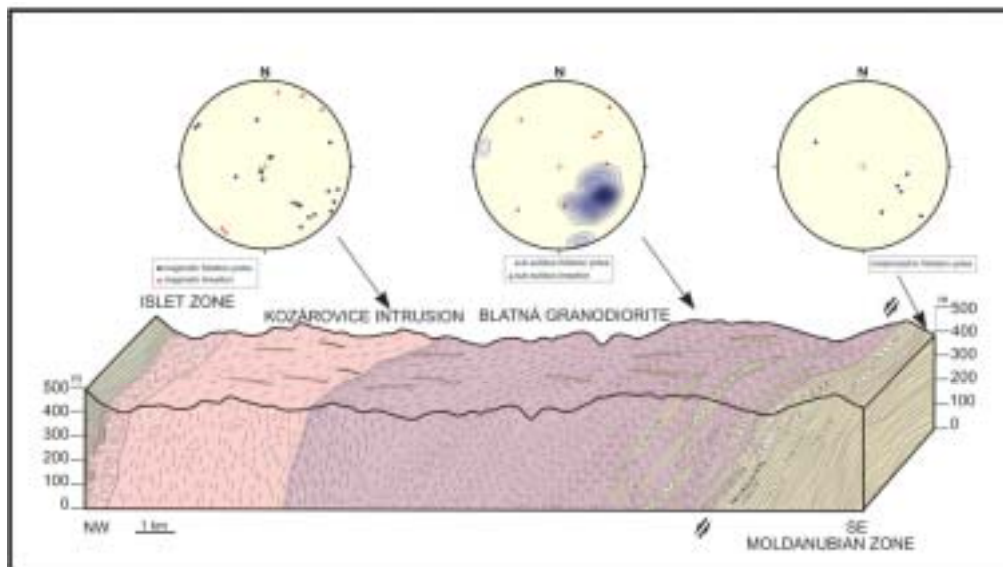
Obr. 50: Lineární strukturní prvky na lokalitě Pačejov, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (růžová – blatenský granodiorit, žlutá – jednotvárná série moldanubika, světle růžověžlutá – pestrá série moldanubika, hnědozelená – proterozoikum, šedá – kvartér). Zřetelný je dominantní směr rozhraní sz. – jv. směru, který je doložen i přítomností geologických zlomů. Legenda: viz obr. 43.



Obr. 51: Hypotetický kinematický model na lokalitě Pačejov, podrobnosti viz text. Legenda: viz obr. 43. Směry sz. –jv. mohou mít pravostranný charakter pohybu.

Zájmové území s.s. se zdá být z hlediska morfostrukturního méně deformované. Doporučujeme pokračovat ve výzkumu lokality. Na základě porovnání s geofyzikálními daty by stálo za zvážení posunout lokalitu trochu k východu – do prostoru Kadov – Lažánky.





Obr. 52: Strukturální blokdigram ukazuje kromě průběhu magmatických, metamorfických a subsolidových staveb v sz.-jv. orientovaném řezu také výraznou poklesovou zónu na jv. okraji blatenského granodioritu (Žák et al. 2003).

## 5.5 Lokalita Božejovice – Vlksice

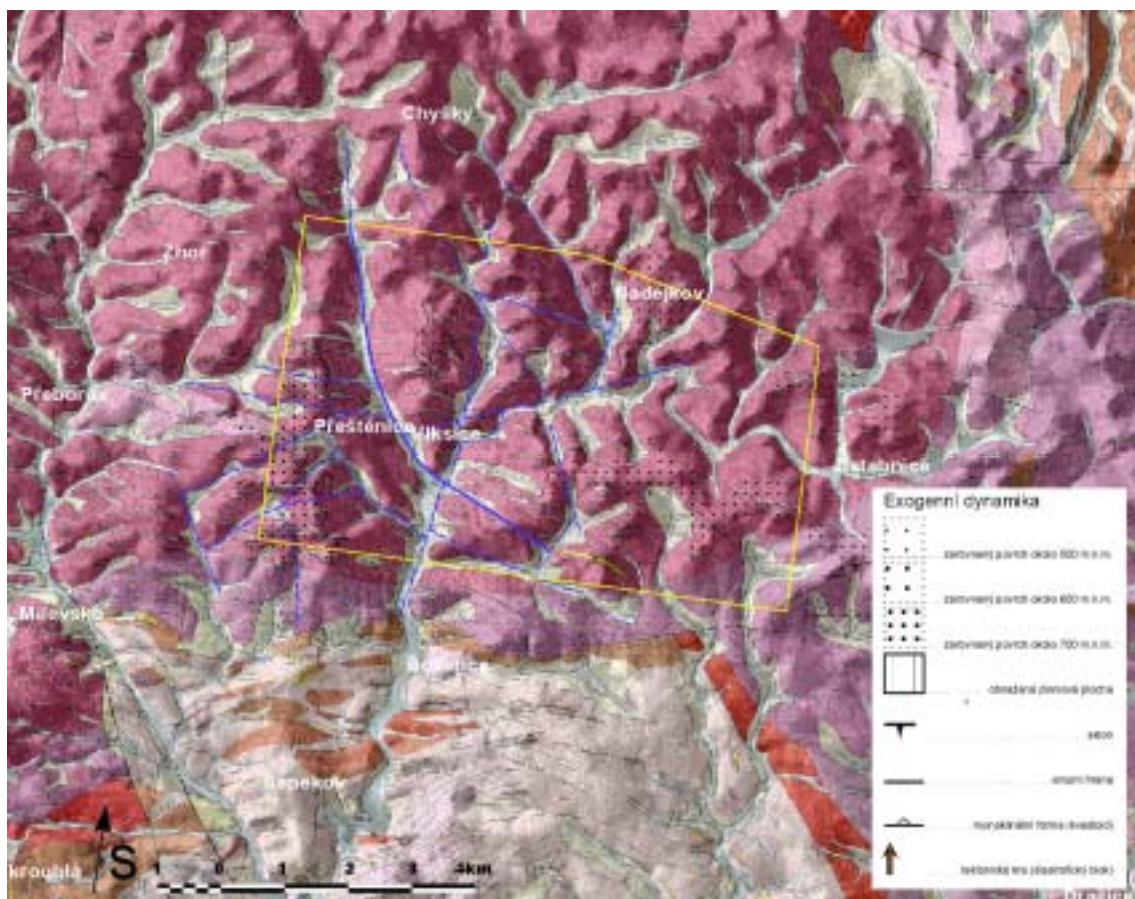
(středočeský pluton, durbachyt, typ Čertovo břemeno)

### 5.5.1 Geomorfologie

Podle regionálního členění ČSR (Czudek et al. 1976) náleží území oblasti do provincie Česká vrchovina, soustavy Česko-moravské a podsoustav Středočeská pahorkatina, Vlašimská pahorkatina a Votická vrchovina.

Lokalita se nachází severovýchodně od Milevska, v Jistebnické vrchovině. Jistebnická vrchovina je geomorfologickým okrskem Votické vrchoviny a jejího vyššího celku Vlašimské pahorkatiny. Jedná se o členitou vrchovinu na rozvodí Lužnice a Vltavy. Podloží je budováno granitoidy středočeského plutonu.

Z geomorfologického hlediska se jedná o rozčleněný erozně denudační reliéf v oblasti tektonické klenby. Místy se vyskytují strukturální hřbety (Obr. 53).



Obr. 53: Exogenní analýza lokality Božejovice – Vlksice. Změna úrovně zarovnaných povrchů se projevuje v místě křížení dvou tektonických systémů směru SZ-JV a VSV-ZJZ. Modře jsou zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

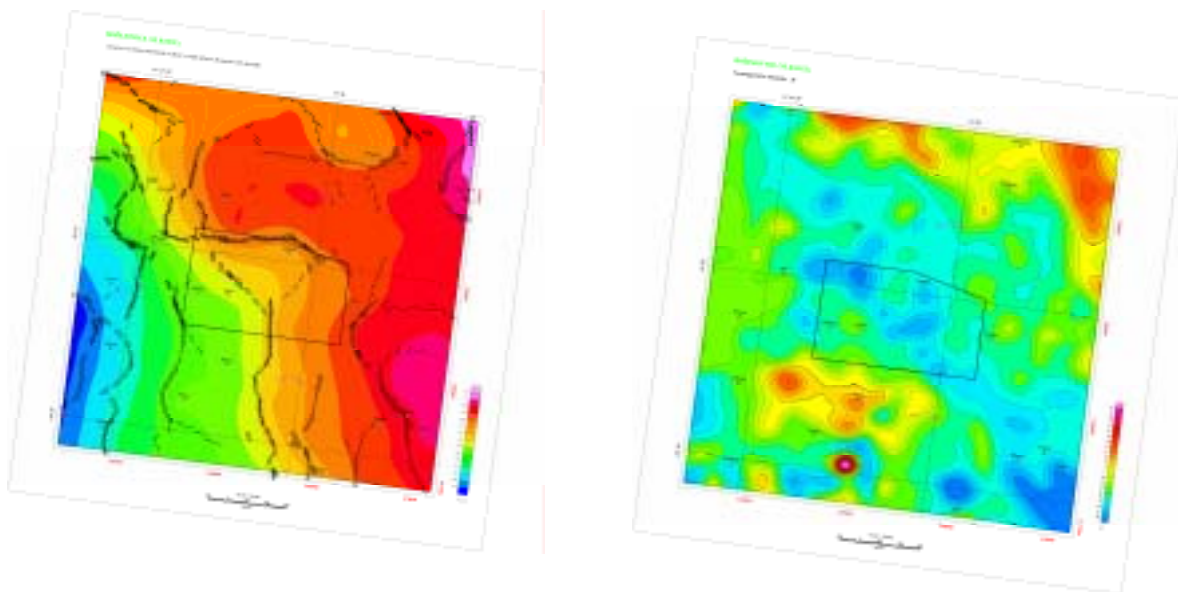
Nadmořské výšky na severu a východě přesahují 600 m.n.m. (nejvyšší bod 635,5 m.n.m. u Jistebnice a 635,2 m.n.m. u Klokočova), nejmenší výšky se vyskytují na jihu ve sníženinách údolí vodních toků (okolo 440 m.n.m.).

Údolí vodních toků (jak Smutné, tak jejich přítoků) jsou poměrně značně zahloubena, tvaru široce rozevřeného písmene V, s úzkou nivou v dolní části toků. Výškový rozdíl mezi dnem údolí a jeho horní hranou (=hloubka údolí) dosahuje v severní části zájmového území 50 až 100 m. Tvar říční sítě toku Smutná je výrazně asymetrický, prakticky bez přítoků z levé strany.

### 5.5.2 Geofyzikální zhodnocení

Vztahem tektoniky a objemové aktivity radonu v okolí Milevska se zabývali již I. Barnet a J. Procházka (1991). Prokázali, že granitoidy durbachitového typu patří svojí vysokou hodnotou objemové aktivity radonu (až 92 kBq.m<sup>-3</sup>) mezi horniny s nejvyšší mírou radonového rizika. Durbachity mají vysoké poměrové číslo K/Na, ale zároveň mimořádně vysoké podíly Mg (při nízkých podílech kalcia) a spolu s ním i

petrochemicky příbuzných stopových prvků Cr a Ni. Dalším typickým rysem je vysoká přirozená radioaktivita kontrastující s velmi nízkou magnetickou susceptibilitou (Obr. 54-55), vysoké celkové podíly REE a vysoký poměr LREE: HREE.

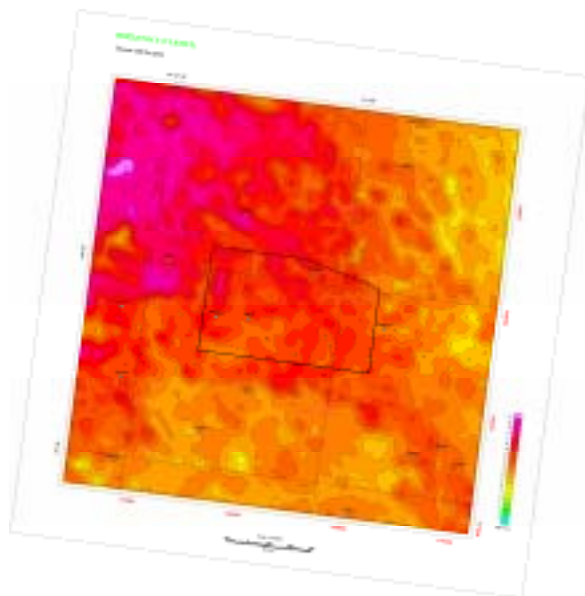


Obr. 54: Geofyzikální obraz lokality Božejovice – Vlksice. Vlevo – tíhová mapa s vyznačením vertikálních horizontálních rozhraní pro  $h=1\text{km}$ , vpravo – magnetická mapa (Geofyzika a.s. Brno).

K. Šalanský a M. Mannová (1991) předpokládají, že horniny typu Čertovo břemeno tvoří podle gravimetrie desku mocnou 1 500 m s prudkým zahloubením do 3 km ve formě vertikálního válce o průměru 5 km. Titíž autoři ve své práci z roku 1978 konstatují u typu Čertovo břemeno obsahy uranu až 4,5 krát vyšší než v „normálních“ kyselých plutonitech.

Granitoidy typu Čertova břemene mají poměrně vysokou hustotu ( $2.71\text{ g/cm}^3$ ). Okolní biotitické pararuly moldanubika mají obdobné hustoty, takže pro vznik výraznějších tíhových anomálií z povrchové stavby nejsou dostatečné hustotní diference. U durbachitu byly zjištěny poměrně vysoké rozptyly v hustotách (Dobeš et al. 1986), které jsou způsobeny různým stupněm alterace a navětrání. Tíhové pole je v této lokalitě generelně ovlivněno hlubinnou stavbou. Lokalita by si zasloužila detailní geofyzikální analýzu.

Poměrně klidné aeromagnetické pole potvrzuje magnetickou homogenitu a sterilitu granitoidního tělesa. Oblast durbachitů typu Čertova břemene je charakteristická nepřítomností magnetických anomálií.



Obr. 55: Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

Ojedinéliniové magnetické anomálie malých amplitud, které byly zjištěny východně a severně od zájmové lokality, mohou indikovat kontaminaci granitoidů pláštěm nebo linie hydrotermální aktivity. Magnetické anomálie se rovněž objevují na kontaktu s horninami ostrovní zóny. V magnetickém obraze převažují směry sz.-jv. a kolmé, odpovídající generelnímu směru velkých geologických celků.

V aeroradiometrické mapě se granitoidní těleso durbachitů typu Čertovo břemeno projevuje vysokými a proměnnými hodnotami radioaktivity. Tento typ granitoidů vykazuje nejvyšší radioaktivitu z celého Českého masívu (a je anomální i z hlediska světového – Woller et al., 1998). Obsah U je téměř 4x vyšší, Th a K asi 2x vyšší než je průměrný obsah v kyselých magmatitech.

### 5.5.3 Strukturně-tektonická analýza

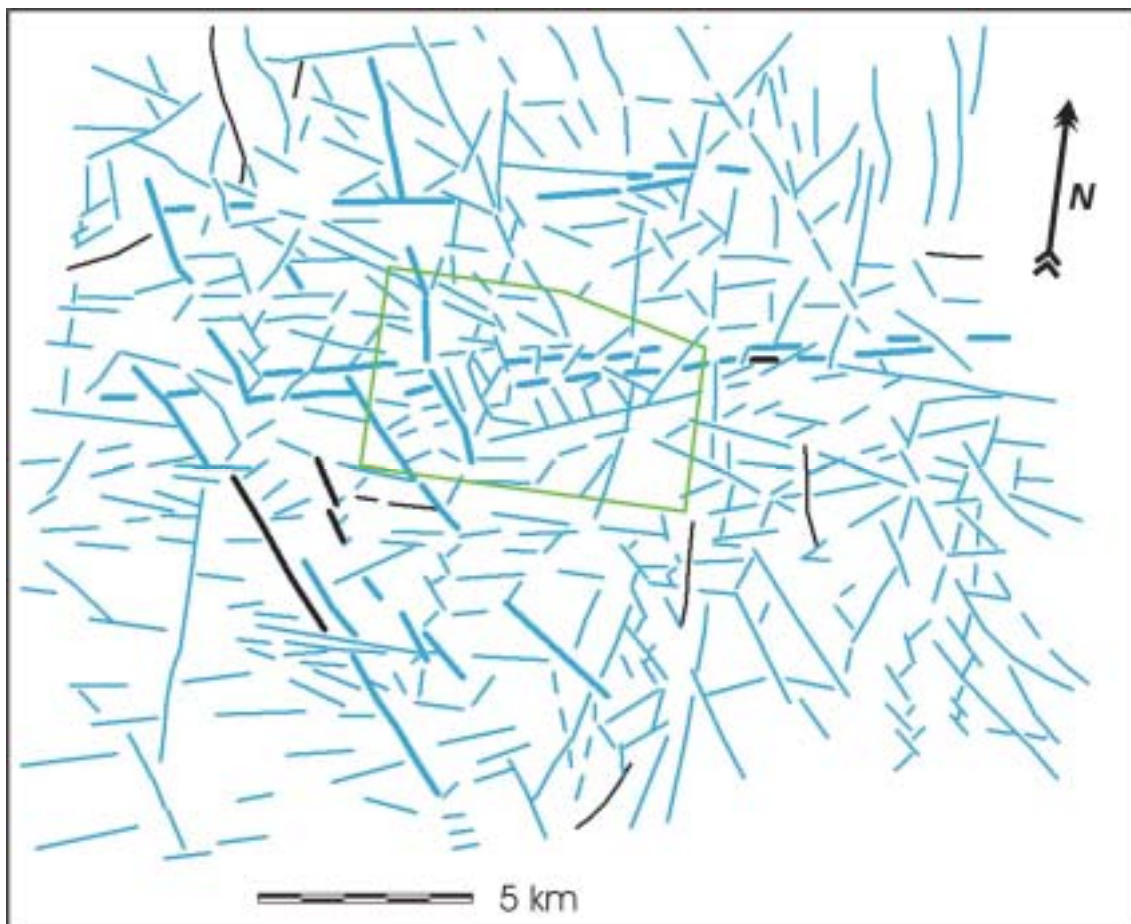
Hlavní zlomový rozhraní sz. směru, dominantní ve střední, severní a sv. části území s.l., je paralelní s tzv. jáchymovským zlomem. Především rozhraní procházející Milevskem a spojnící obcí Nechvalice – Nadějkov má výrazný morfotektonický projev.

Další významný systém rozhraní ssv.-jjz. až s.-j. směru je paralelní s blanicko-rodlskou linií. Přítomny jsou také struktury a rozhraní v.-z. až vsv.-zjz. směru paralelní s jižním okrajem durbachytu a leukogranitovými žilami (Obr. 56 až 58).

#### 5.5.3.1 Hypotetický kinematický model

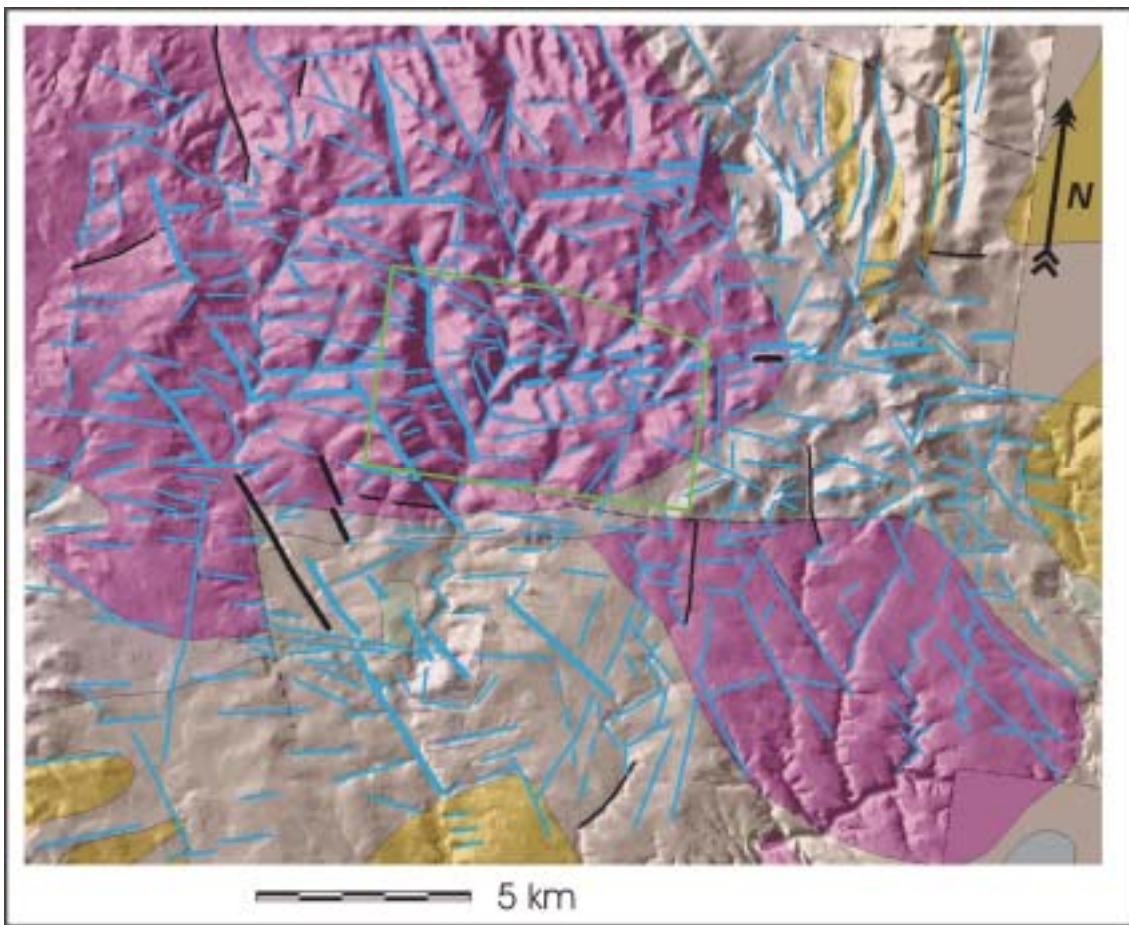
Jedná se pravděpodobně o konjugovaný zlomový systém. Hlavní zlomy sz. směru mají znaky opodstatňující předpokládat výraznou sinistrální složku. Například odlišný typ erozního postihu na sousedních blocích může svědčit o odlišné kinematice rozhraní. Na vedlejších zlomech ssv.-jjz. až s.-j. směru převažuje pravděpodobně složka tenze.

Struktury v.-z. až vsv.-zjz. směru by mohly být syntetické k hlavním sz. zlomům, lokálně je patrná i sinistrální složka posunu (viz obr. 56), nelze vyloučit, že se jedná o puklinové systémy. V.-z. struktury odpovídají také průběhu leukogranitových žil v erozním řezu. Strukturální výzkum Žáka et al. (2003) v severní části durbachytu asi 5 km severně od zájmového území s.l. ukazuje, že sz. zlomy jsou paralelní s magmatickou foliací, zatímco vsv. struktury jsou paralelní s metamorfní foliací a foliací subsolidu (Obr. 59-60). Může se tedy jednat o reaktivace variských a pozdně variských struktur. Geometrie zlomů může odpovídat rozložení napětí při pravostranné rotaci této části elastické kůry (Edel et al. 2003).

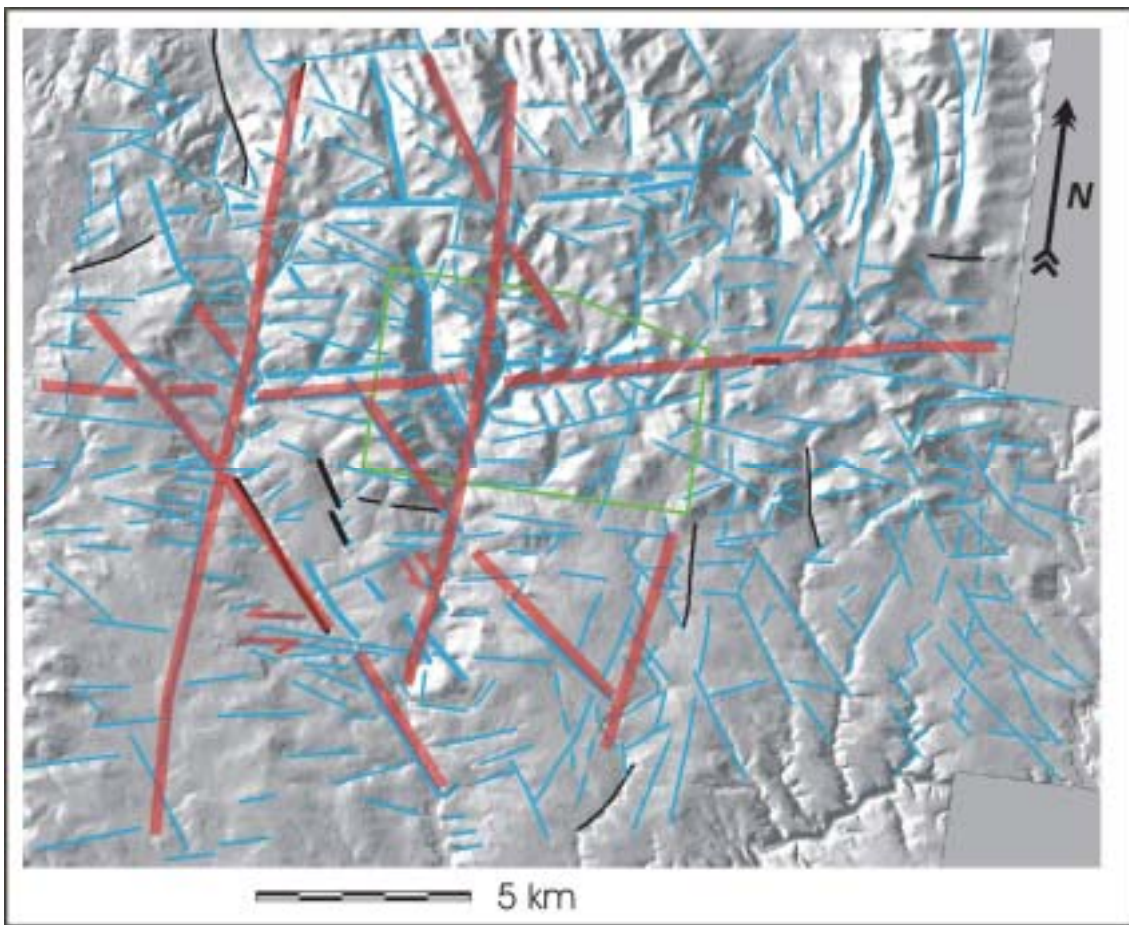


Obr. 56: Lineární strukturální prvky na lokalitě Božejovice. Legenda: viz obr. 43.



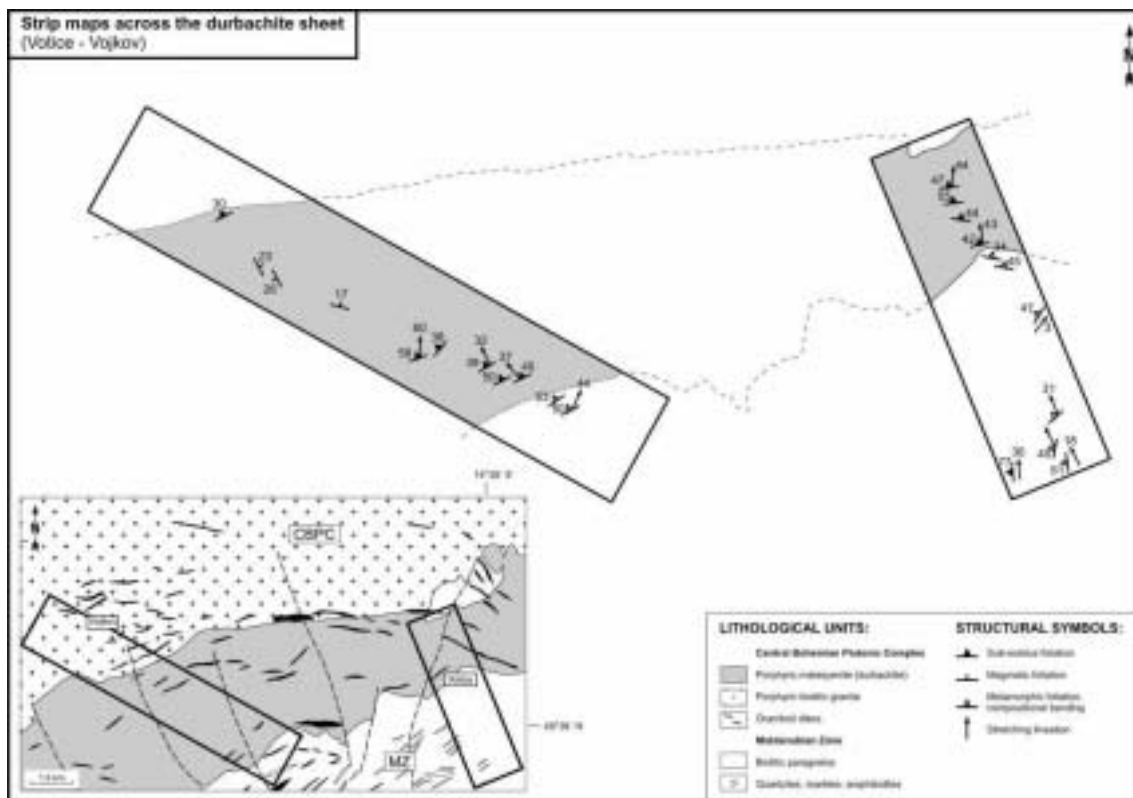


Obr. 57: Lineární strukturální prvky na lokalitě Božejovice, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (fialová – durbachity typ čertovo břemeno, růžová – granodiority, žlutá – jednotvárná série moldanubika, světle růžověžlutá – pestrá série moldanubika). Legenda: viz obr. 43.

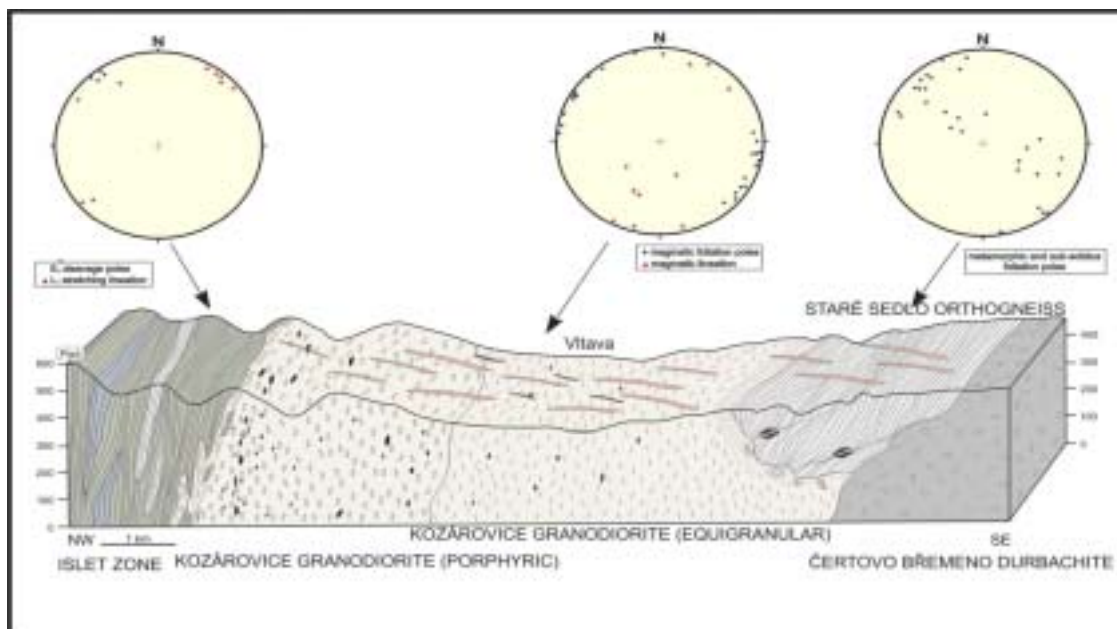


Obr. 58: Hypotetický kinematický model na lokalitě Božejovice, podrobnosti viz text.  
 Legenda: viz obr. 43.

Zájmové území s.s. je z hlediska morfostrukturního středně až výše deformované ve srovnání s ostatními lokalitami. Pokud by se prokázaly původní střížní deformace, může se jednat o masív značně porušený, i když už dnes s vyhojenými puklinami a zlomovými systémy. Navrhujeme proto pokračovat ve výzkumu lokality. Při verifikaci stávajících výsledků, kromě geofyzikálních dat, by mohla být pro zpřesnění využita interpretace stereodvojice snímků QuickBird.



Obr. 59: Strukturní mapa ukazující směry magmatických, metamorfních a sub-solidových staveb v severním výběžku durbachytu Čertovo břemeno u Votic (Žák et al., 2003).



Obr. 60: Strukturní blokdiagram ukazuje průběh magmatických, metamorfních a sub-solidových staveb v kozárovickém granodioritu v okolí durbachytu Čertovo břemeno (Žák et al., 2003).

## 5.6 Lokalita Lodhéřov

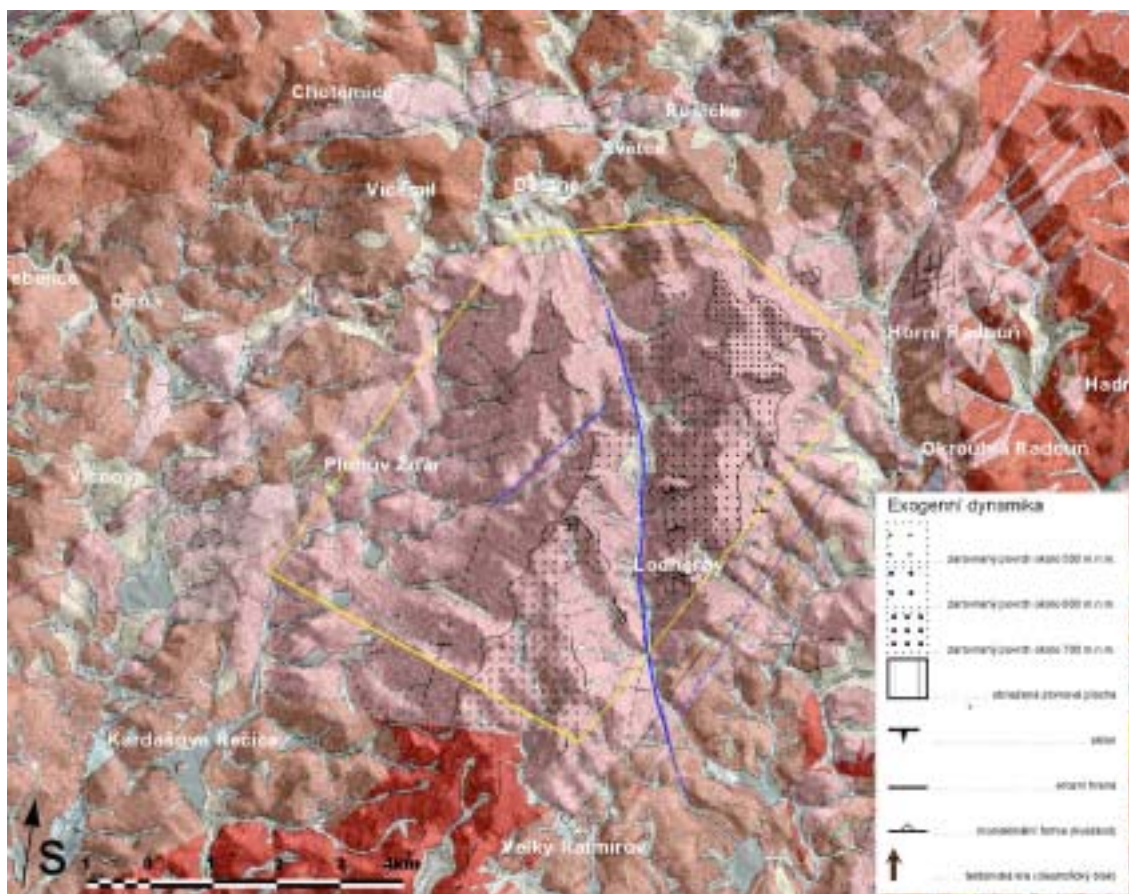
(centrální moldanubický pluton, z.část)

### 5.6.1 Geomorfologie

Lokalita se nachází severoseverozápadně od Jindřichova Hradce v Jindřichohradecké pahorkatině, která je součástí Křemešnické vrchoviny v rámci Českomoravské vrchoviny. Reliéf má v severní a východní části převládající pahorkatinný charakter a je tvořen žulami centrálního moldanubického plutonu. Na jihozápadě se otevírá do sníženin Jindřichohradecké kotliny.

Nadmořské výšky se v zájmovém území pohybují od 470 m.n.m. v nejnižším místě na jihozápadě u Klenova po 690 m.n.m. v severní části (nejvyšší bod - Nejdecké Čihadlo 692,2 m.n.m.).

Zájmové území je z naprosté většiny odvodňováno hydrografickým systémem Lodhéřovského potoka, s výjimkou severního, severovýchodního a jihozápadního okraje. Údolí vodních toků jsou plochá a široká.



Obr. 61 Exogenní analýza lokality Lodhéřov. Pomocí leteckých snímků se podařilo vymežit tzv. lodhéřovský zlom. Okolní část území je porušena v menší míře. Modře jsou

*zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.*

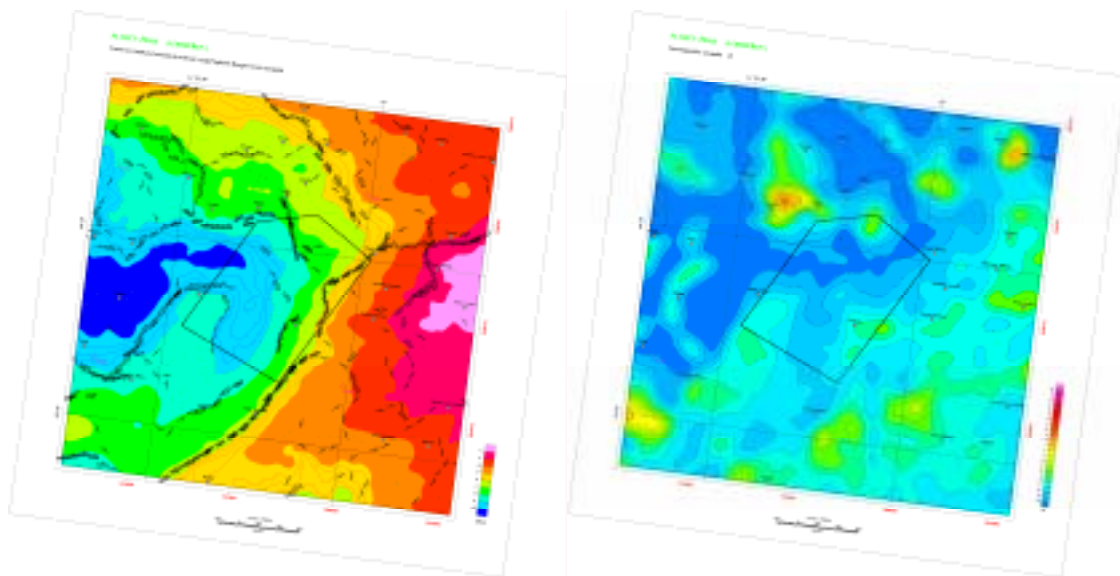
Na stavbě zájmového území se uplatňují hlubinné vyvřeliny centrálního moldanubického plutonu. Reliéf je tvořen dvěma paralelními hřbety přibližně severojižního směru oddělenými údolím Lodhěřovského potoka (Obr. 61). V literatuře je uváděn zlomový svah pod vrchem Čertův kámen 658,8 m.n.m. (východně od Lodhěřova).

Výsledky exogenní analýzy prokázaly přítomnost zlomu v údolí Lodhěřovského potoka. Tento se však ne zcela projevuje v ostatních materiálech DPZ.

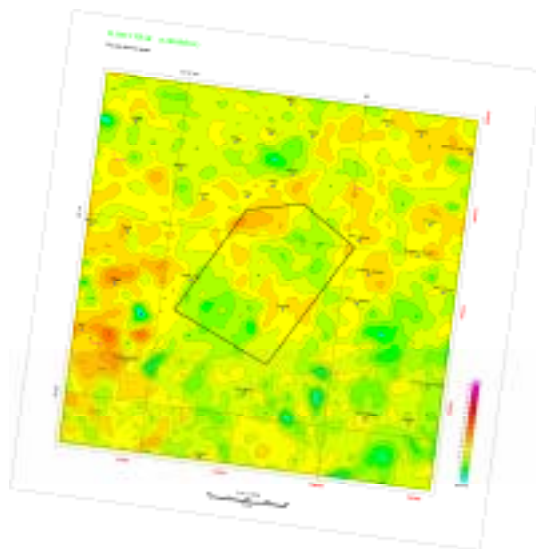
### 5.6.2 Geofyzikální zhodnocení

Z prostoru lokality Lodhěřov jsou k dispozici mapové podklady z tíhového a leteckého mapování ČR v měřítku 1:25 000. V tíhovém obraze (Obr. 62) dominuje systém negativních anomálií v západní části mapového listu prokazujících přítomnost rozsáhlého granitoidního plutonu. Jeho východní část segmentují sj. orientované tíhové gradienty, které vymezují jednotlivé dílčí bloky. Nejvýchodnější okraj můžeme spojovat s funkcí lodhěřovského zlomu.

Podobný obraz můžeme nalézt i v magnetickém poli. Nevýrazné magnetické pole kopíruje v celku dobře tíhový obraz i pokud se týče severního z.-v. omezení centrálního tíhového minima (Obr. 62).



*Obr. 62: Tíhový (vlevo) a magnetický (vpravo) obraz lokality Lodhěřov (Geofyzika a.s. Brno).*



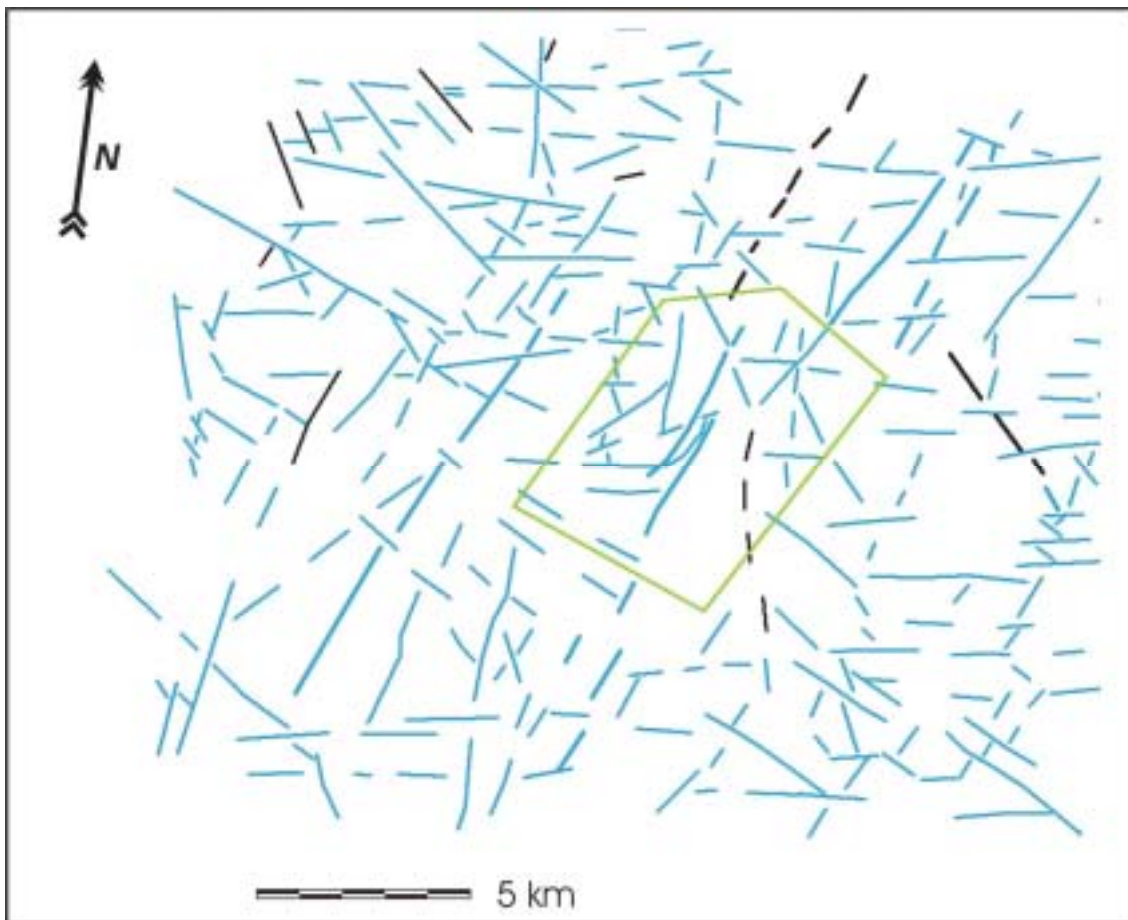
Obr. 63: Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

Na co je třeba upozornit je inverzní reliéf v místech s nejmocnějším rozsahem granitoidního plutonu (tíhové a magnetické minimum) – v prostoru Pluhův Žďár – Kardašova Řečice. Tento záznam by bylo vhodné detailněji analyzovat. Mohlo by jít např. o projev mladších plutonitů v této oblasti.

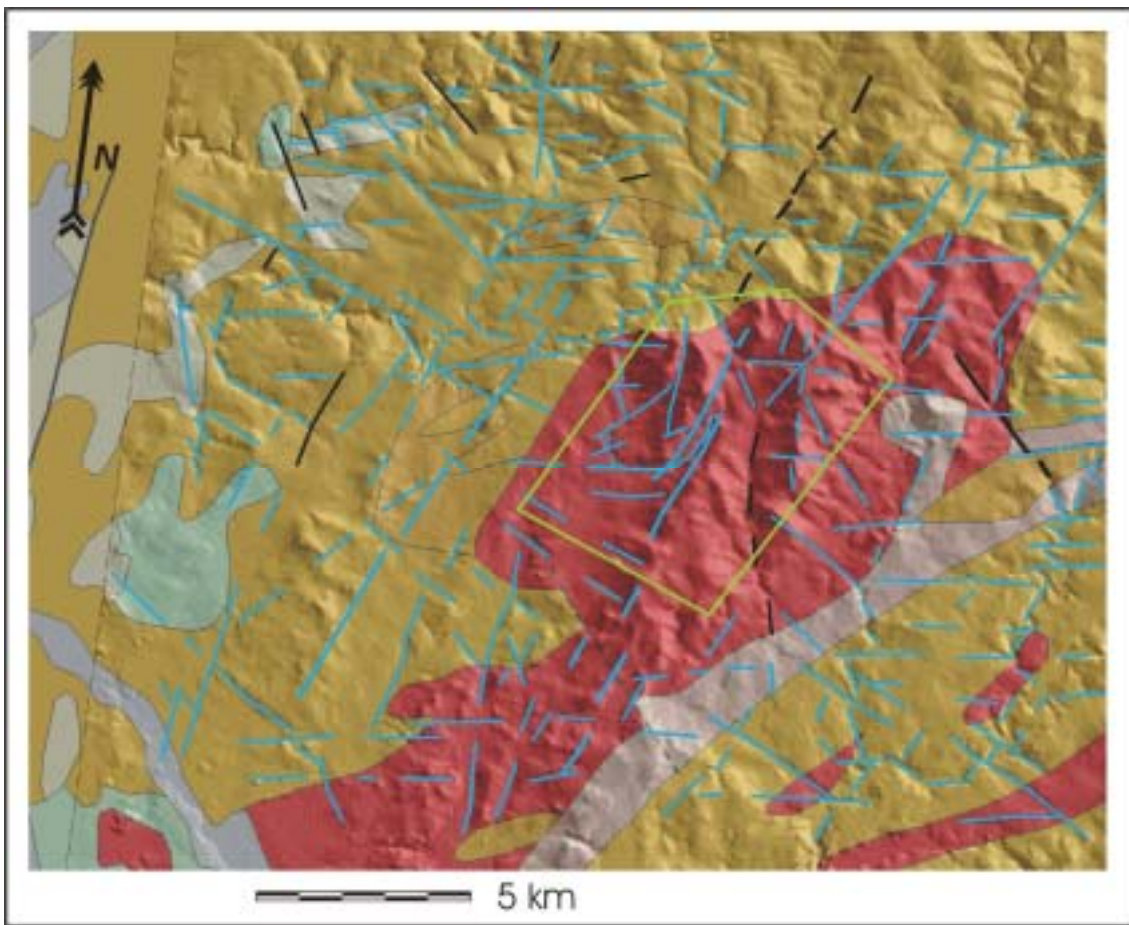
### 5.6.3 Strukturně-tektonická analýza

V celé oblasti se projevuje síť nevýrazných, poměrně krátkých lineárních rozhraní různého směru. Výrazná poruchová tektonika a na ni navazující zóny alterace sousedního rudního (uranového) pole Okrouhlá Radouň zasahují do řešeršní oblasti již nevýrazně a homogenitu jejího skalního masívu patrně podstatně neovlivňují.

Naprosto dominantní jsou ssv. až sv. rozhraní paralelní s blanicko-rodlskou linií, přibyslavskou mylonitovou zónou a jihlavskou brázdou. Méně výrazné jsou sz. a vsv. směry lineárních rozhraní. Celkově by se dalo konstatovat, že morfostrukturní struktury mají, s výjimkou „lodhěřovského bloku“ – nevýrazné projevy v morfologii (Obr. 64-65).



Obr. 64: Lineární strukturální prvky na lokalitě Lodhěrov. Legenda: viz obr. 43.



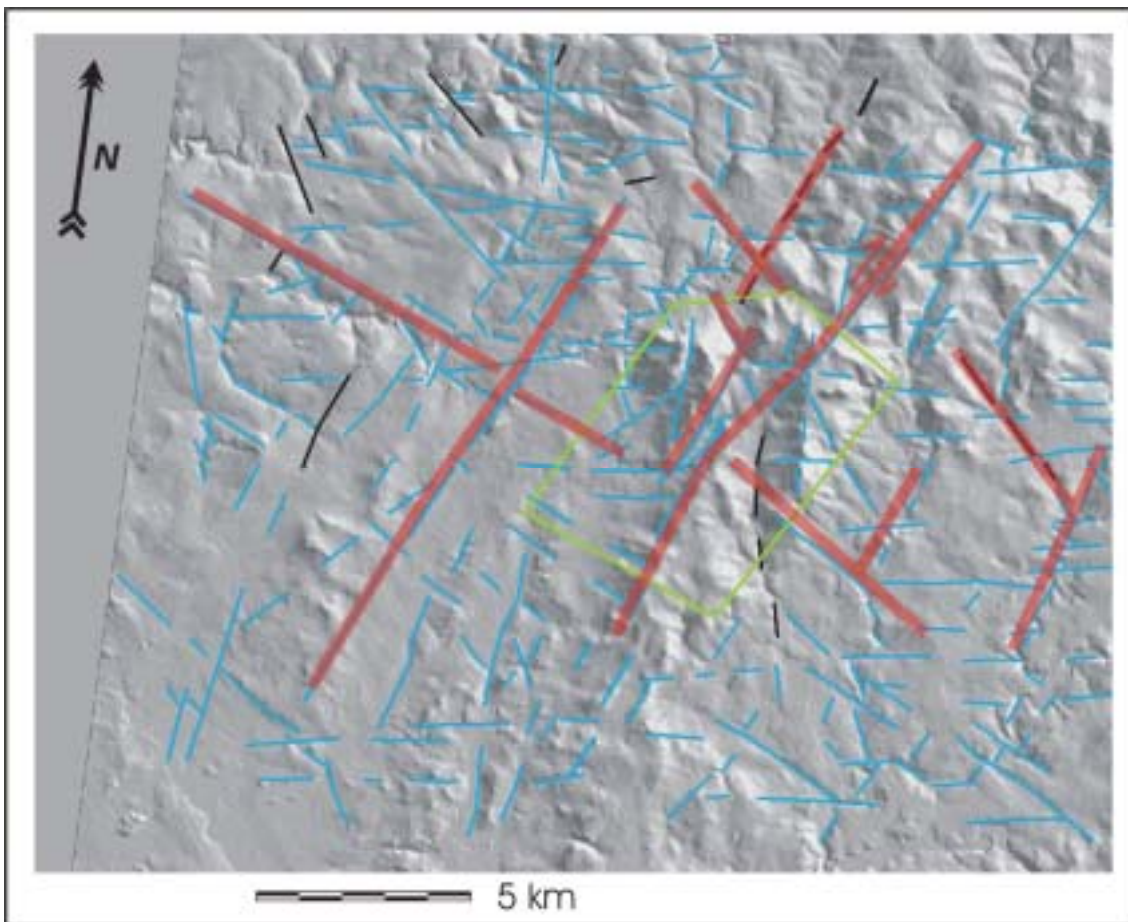
Obr. 65: Lineární strukturní prvky na lokalitě Lodhéřov, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (červená – granit centrálního moldanubického plutonu, žlutá – jednotvárná série moldanubika, světle růžověžlutá – pestrá série moldanubika, tmavožlutá – ortoruly a granulity, světlezelená – mesozoické sedimenty, světležlutá – terciérní sedimenty). Legenda: viz obr. 43.

### 5.6.3.1 Hypotetický kinematický model

I přesto, že nejsou zcela přesvědčivé argumenty, bychom mohli ssv. až sv. zlomy považovat za pravostranné poklesy (viz obr. 66) podobně jako struktury nedaleké jihlavské brázdy (Rajlich, 1988). Tento předpoklad se opírá především o výše uvedené geofyzikální mapy, kde především v tíhové a magnetické mapě můžeme pozorovat s.-j. orientované uspořádání gradientů segmentujících anomální pole. Tento předpoklad by mohl potvrdit fakt, že v prostoru lodhéřovského zlomu jsou obnaženy hlubší ekvivalenty granitoidních plutonů.

U konjugovaného systému méně výrazných sz. zlomů předpokládáme možné drobné pravostranné pohyby. V tomto případě může však jít o vliv údajů pozorovatelných na příslušném „mapovém listu“, než o ověřenou skutečnost. Rovněž kinematika vsv. struktur je nejasná. V tomto případě se jedná pravděpodobně o puklinové systémy.





Obr. 66: Hypotetický kinematický model na lokalitě Lodhéřov, podrobnosti viz text. Legenda: viz obr. 43.

Z morfolotektonického i geofyzikálního hlediska by mohlo jít o nejméně tektonicky postižené a stabilní území. Doporučujeme pokračovat ve výzkumu lokality.

## 5.7 Lokalita Rohozná

(centrální moldanubický pluton, peň – eisgarn, varieta melechov)

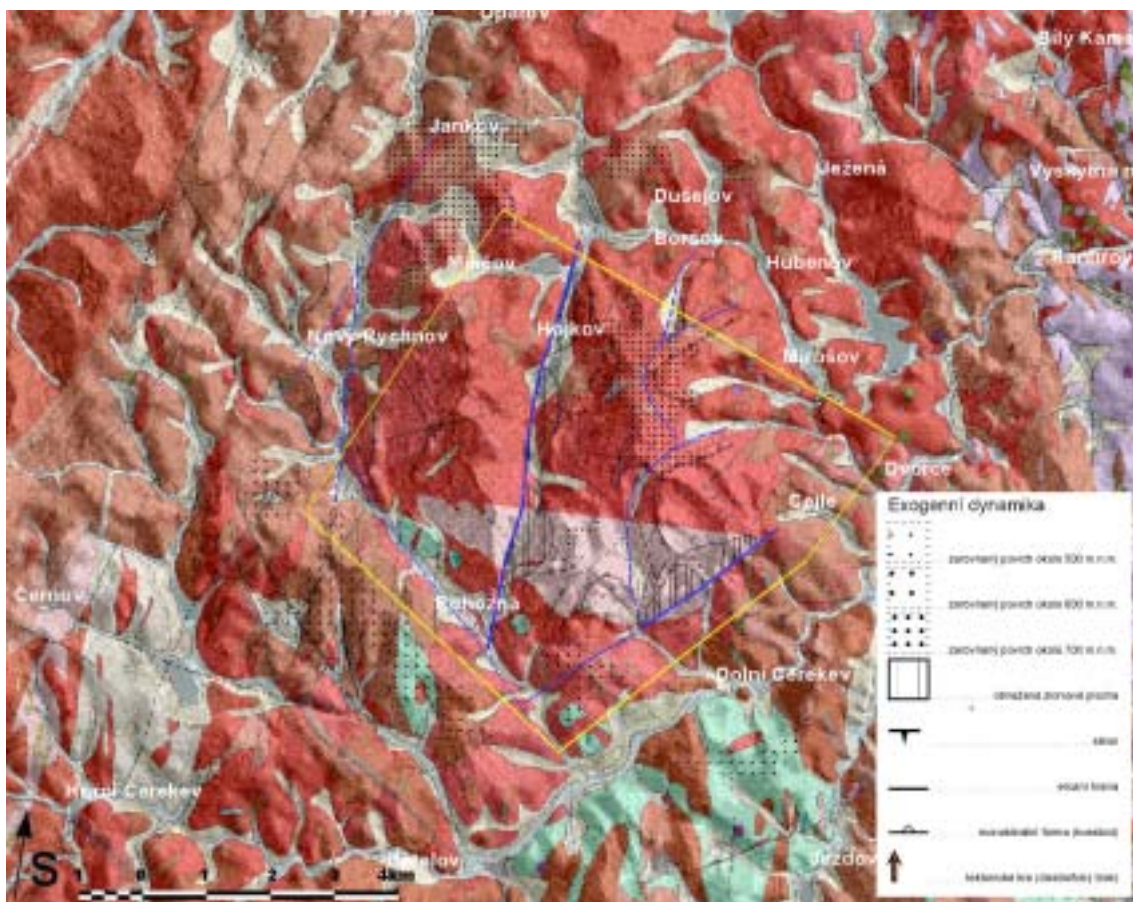
### 5.7.1 Geomorfologie

Podle regionálního členění ČSR (Czudek T. et al. 1976) náleží oblast do provincie České vysočiny, soustavy Česko - moravské, podsoustavy Českomoravské vrchoviny. Severní část je pak tvořena jednotkami nižšího řádu Křemešnickou a Humpoleckou vrchovinou. Jižní část pak tvoří Křižanovská a Brtnická vrchovina.

Lokalita se nachází v Humpolecké vrchovině, která je součástí Křemešnické vrchoviny, vyšší geomorfologický celek Českomoravská vrchovina. Zájmové území je situováno

v masivu Čeříнку a na jihovýchodě se dotýká mělce zařezaného údolí horního toku Jihlavy. Je budováno žulami.

Zájmové území je na všech stranách omezeno svahy proti okolnímu území. Výrazné svahy jsou orientovány zejména jihovýchodu a jihozápadu. Rozdíl výšek zde dosahuje 100 a více metrů (Obr. 67).



Obr. 67: Exogenní analýza lokality Rohozná. V mapě dominuje centrální blok – masív Čeříнку, s výrazným tektonickým vymezením zlomy směru SV-JZ a SZ-JV. Modře jsou zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

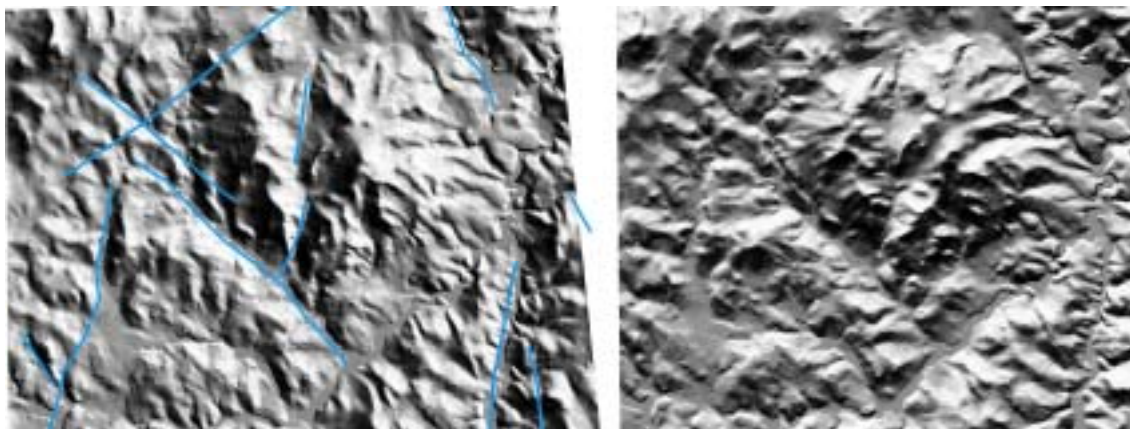
Nejvyšším místem je kóta Čeřínek, která dosahuje výšky 761,2 m n.m. Nadmořskou výšku přes 700 m má řada dalších vrcholů v zájmovém území. Nejnížší polohy vymezeného zájmového území se nacházejí na jižním okraji u Dolní Cerekev v údolí potoka Rohozná před vyústěním do Jihlavy (cca 530 m.n.n.).

Zájmové území má velmi řídkou hydrografickou síť. Je odvodňováno pouze krátkými toky, které při sestupu do okolních sníženin vytvářejí nevýrazná údolí. Celé sledované území patří do povodí Jihlavy.

Z geomorfologického hlediska se jedná o kvádrovitou vyvýšeninu pravidelného pravoúhlého tvaru s plochým vrcholem. Nad zbytky plochého reliéfu vrcholové plošiny

vyčnívají vypreparované žulové skalky a balvany. V osvíceném DMT lze pozorovat, že masív Čeřínku tvoří zcela dominantní – dómatickou strukturu, typickou pro mladé plutonické granitické tělesa (Obr. 63). Těsná korelace s tíhovým minimem tuto skutečnost zvyrazňuje.

Z výsledků analýzy exogenní dynamiky se podařilo vymapovat několik dominantních zlomů směru SSV, SZ a SV. Tyto systémy lze najít systému hustotních rozhraní, které segmentují celou lokalitu na téměř symetrické s.-j. orientované bloky (Obr. 69).

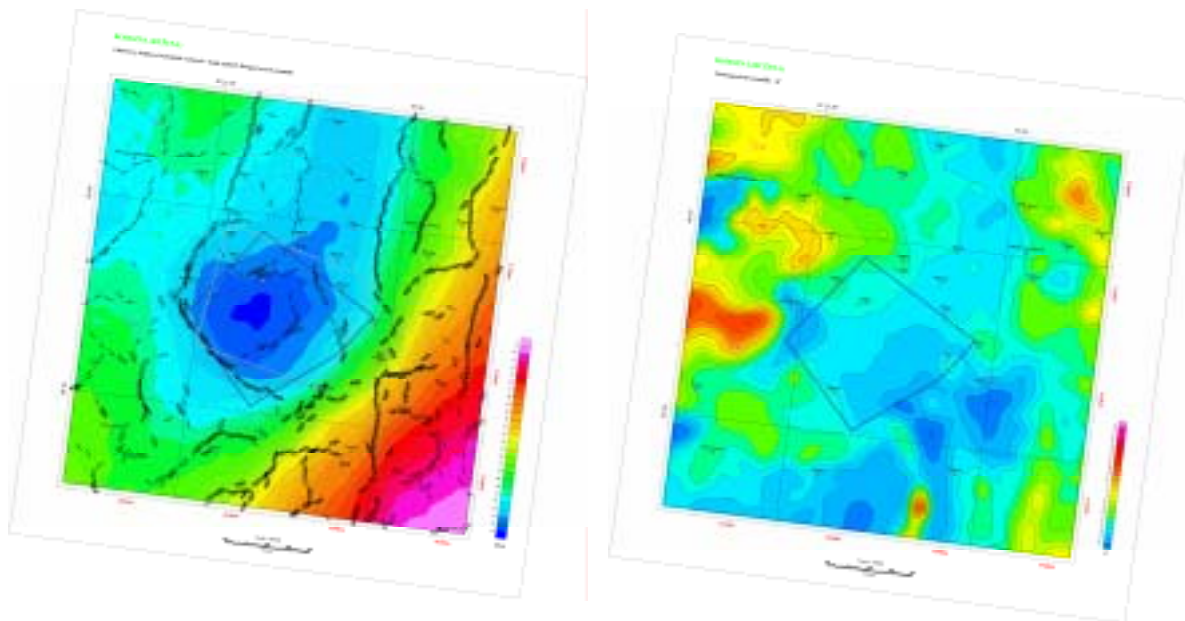


Obr. 68: Osvícený digitální model reliéfu (60°-40°vlevo; 360°-40° - vpravo) zachycující prorážející mladší (variský?) granitoidní intruzivní komplex.

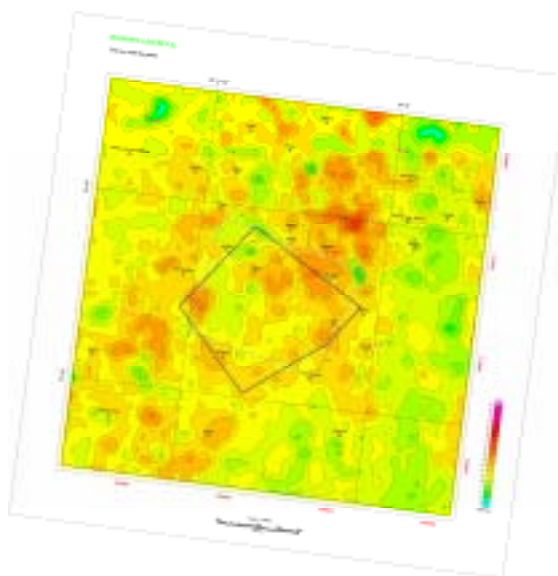
### 5.7.2 Geofyzikální zhodnocení

Lokalita Rohozná je umístěna přímo do prostoru granitoidního plutonu, který se projevuje v tíhových mapách výrazným tíhovým minimem (Obr. 69 vlevo). Podobný obraz je i v magnetické mapě, kde se na západním okraji objevují zajímavé kruhové anomálie (Obr. 69 vpravo). Pro obě mapy je zřetelné s.-j. usměrnění gradientů, které celý masív vymezují. Celá struktura se jeví jako mladší než je její okolí.

Gammaspektrometrické údaje vykazují zvýšené pozadí nad granitoidním pásmem, pouze v prostoru lokality Rohozná tvoří téměř kruhové minimum (Obr. 70), korelující s tíhovým minimem. Dá se předpokládat, že tato korelace geofyzikálních dat by měla být podrobena detailnějšímu zhodnocení.



Obr. 69: Tíhový (vlevo) a magnetický (vpravo) obraz lokality Rohozná (Geofyzika a.s. Brno).



Obr. 70: Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

### 5.7.3 Strukturně-tektonická analýza

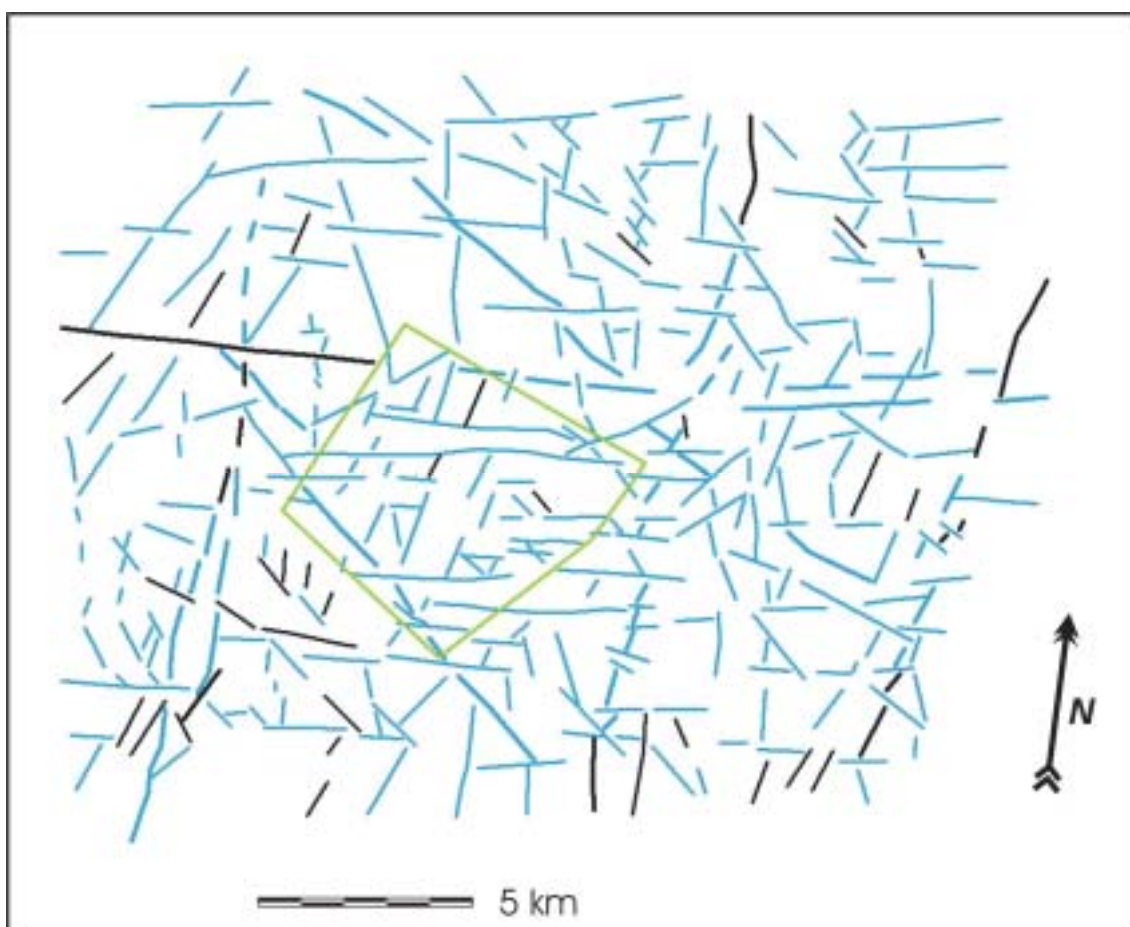
Lokalita Rohozná leží ve východní větvi plutonu označované jako *centrální masív*, a to v jeho s. úseku.

Jedním z hlavních důvodů zařazení této oblasti do souboru vybraných lokalit byla jednoduchost její geologické stavby a petrografického složení: výrazný prim v ní totiž

hrají značně kyselé granity velmi málo diferencované jak po mineralogické i chemické stránce, tak i z hlediska zrnitostního (Woller et al., 1998). Rovněž tektonika, promítající se do málo porušené strukturní izotropie a do pravidelného kvádrotitého rozpukání, signalizuje vysokou homogenitu skalního masívu. Stejnorodost granitoidů je jen podružně dílčím způsobem narušována xenolity a krami metamorfítů zjevně patřících moldanubickým krystalickým břidlicím. Směrem k východnímu okraji oblasti těchto inhomogenit přibývá a zejména v okolí Výskytné nad Jihlavou se slévají do monolitního celku, který dále k V plynule komunikuje se souvislým komplexem moravské části moldanubika. Pokud by v. hranice oblasti byla posunuta o jeden až dva km dále k Z, petrografická stejnorodost rešeršní oblasti **VJ** a tím i její vhodnost pro sledované účely by se výrazně zvýšila.

Nejnovější geologický obraz je zachycen v geologické mapě Českého geologického ústavu 1:50000 list 23-23 Jihlava (Obr. 14). Na lokalitě Rohozná budovanou centrálním moldanubickým plutonem, peň – eisgarn, varieta melechov, se projevuje dominantní zlomový systém ssv.-jjz. až s.-j. směru, paralelní s přibyslavskou mylonitovou zónou a jihlavskou brázdou.

Výrazné jsou také sz. zlomové systémy. V.-z. až vsv.-zjz. struktury mají méně výrazné projevy v morfologii a snímcích (Obr. 71-72).



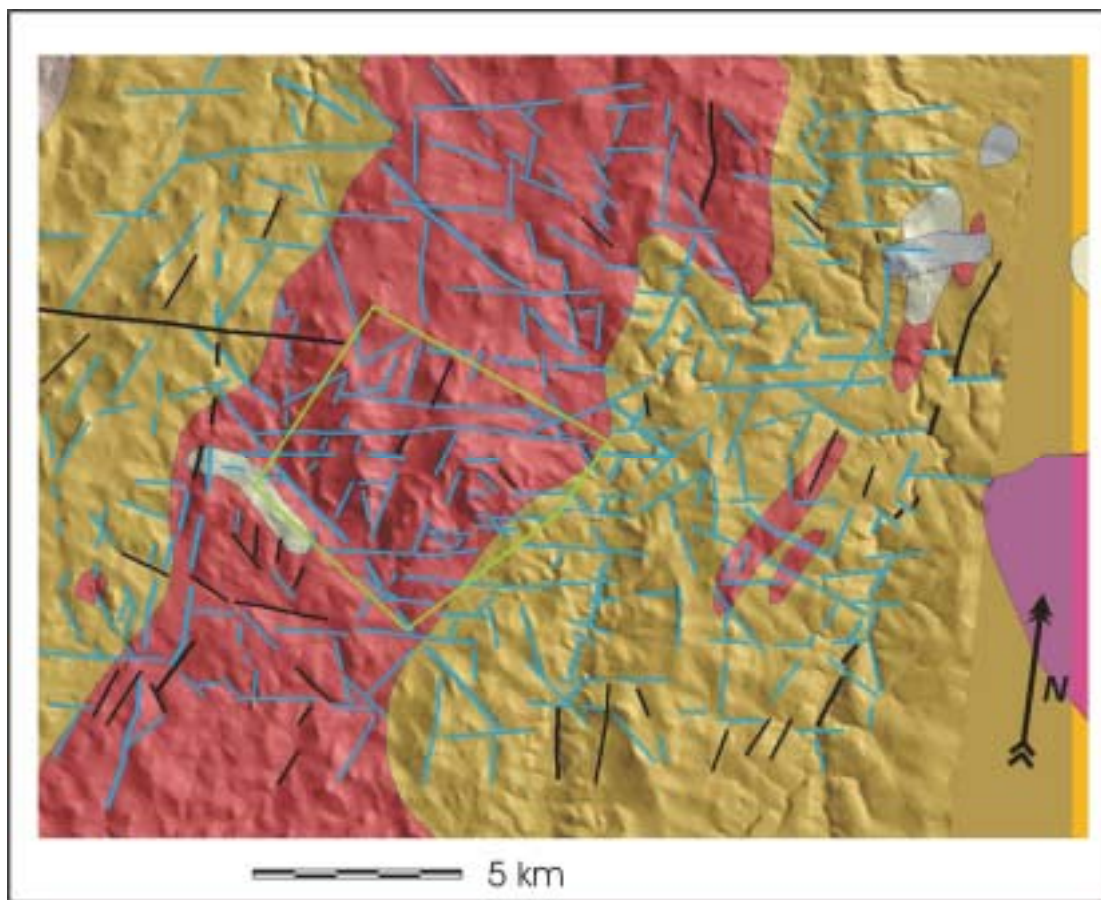
Obr. 71. Lineární strukturní prvky na lokalitě Rohozná. Legenda: viz obr. 43.

### 5.7.3.1 Hypotetický kinematický model

V zájmovém území lze sledovat konjugovaný systém zlomů analogický s jihlavskou brázdou. Ssv.-jjz. řídicí zlomové struktury s pravostranným stříhem mají výraznou složku strmého poklesu k JV. Na základě analogie s nedalekou jihlavskou brázdou lze předpokládat 3D geometrii - strmý až střední úklon k VJV (Verner 2003). Sz. sekundární konjugované rozhraní jsou buď strmého poklesového charakteru (při orientaci plochy k SSV) nebo násunového (při orientaci plochy k JJZ).

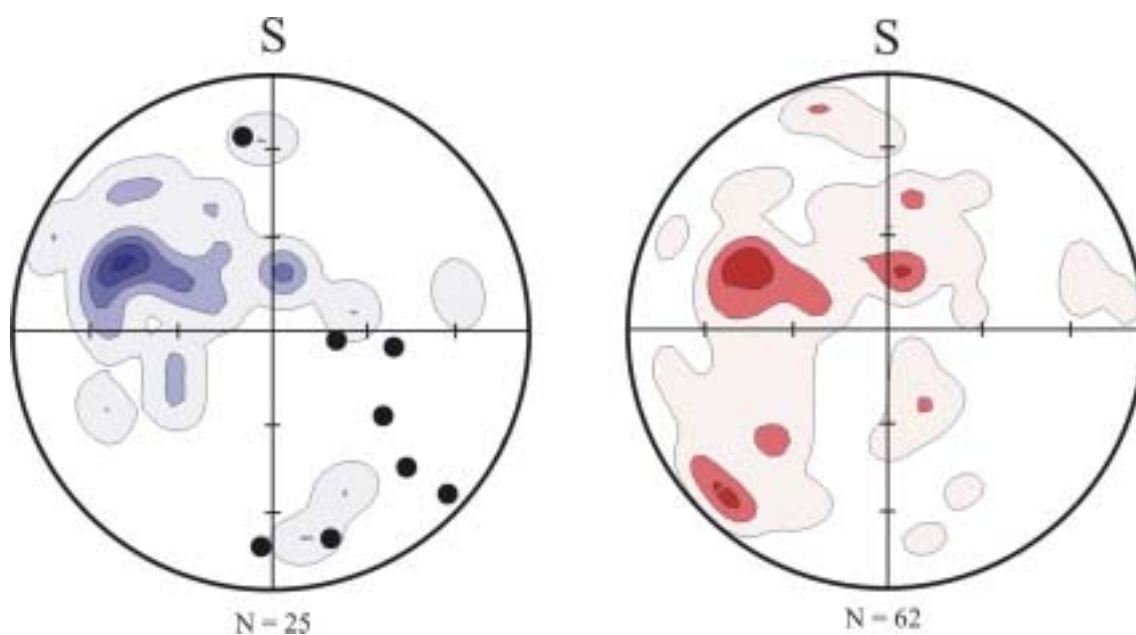
Nelze vyloučit slabou komponentu pravostranného posunu. V.-z. struktury mohou být projevy lokální tenze v tektonicky aktivních zónách. V.-z. žilné roje zde oproti středočeskému plutonu téměř nejsou zastoupeny, nejčastěji se tedy asi jedná o mladé puklinové systémy procházející napříč vyvřelinami i metamorfity (Obr. 72-74).

Geometrie zlomů, zejména ve východních částech zájmového území s.l., je obrazem tektonické aktivity (strmý pravostranný pokles) na jihlavské brázdě (křehký projev přibyslavské mylonitové zóny). Zlomové struktury jsou soustředěny do více anizotropních a polymetamorfovaných hornin moldanubika. Granitoidy jsou porušeny méně (Verner 2003).

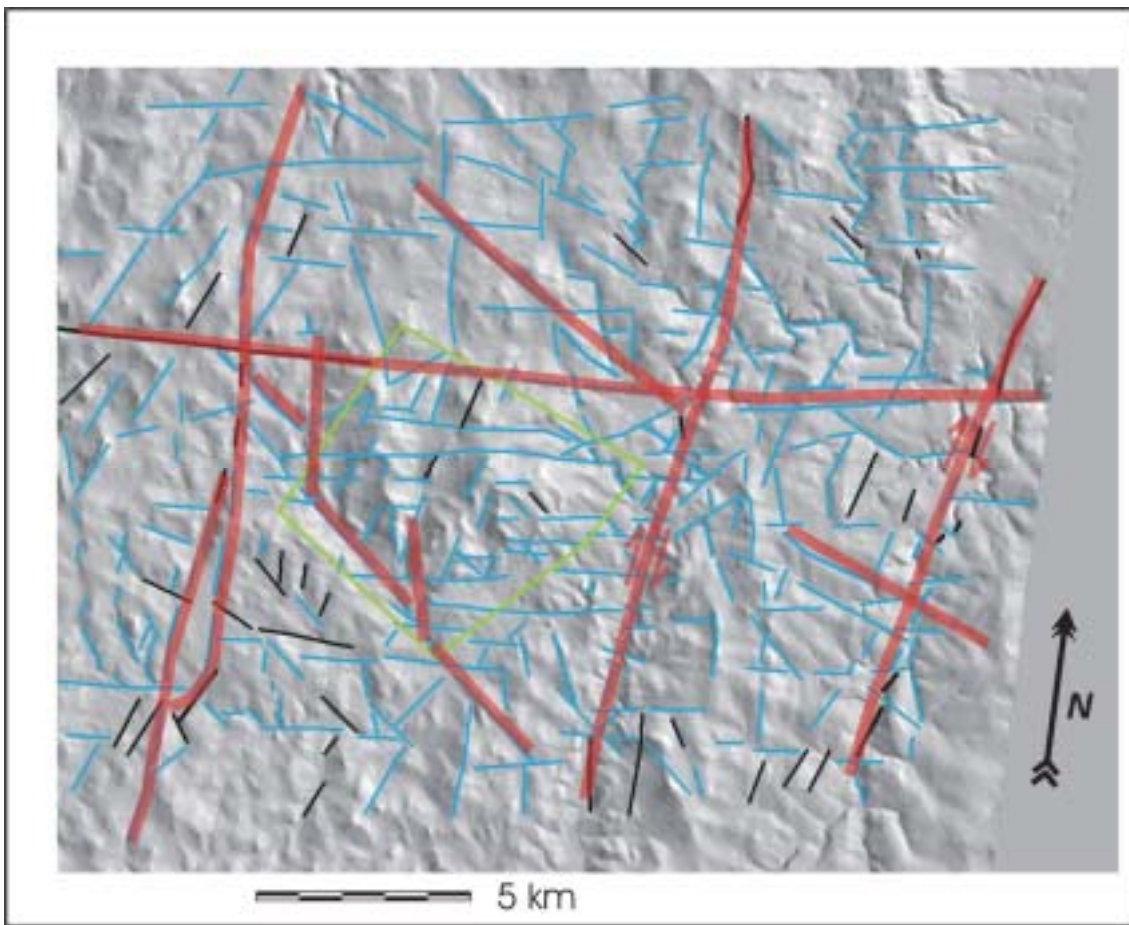


Obr. 72: Lineární strukturální prvky na lokalitě Rohozná, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (červená – granit centrálního moldanubického

plutonu, žlutá – jednotvárná série moldanubika, fialová – durbachity jihlavského masívu, světlóžlutá – terciérní sedimenty, šedá - kvartér). Legenda: viz obr. 43.



Obr. 73: Planární struktury (převážně zlomy) křehce duktilních až kataklastických střížných zón. Levý diagram zobrazuje struktury z východní části zájmového území s.l. (modře), tečky jsou lineace – striace/ohlazy na zlomových plochách. Diagram vpravo (červený) shrnuje všechna data z jihlavské brázdy včetně lokalit východně od zájmového území (Verner 2003, deformační stádium D4B).



Obr. 74: Hypotetický kinematický model na lokalitě Rohozná, podrobnosti viz text. Legenda: viz obr. 43.

Z morfologického i geofyzikálního hlediska by mohlo jít o poměrně stabilní lokalitu, z tektonického hlediska hrozí, že zjištěné zlomy, které protínají a vymezují masív Čerínku, zasahují do značné hloubky. Doporučujeme další výzkum. V tomto případě by mohla přispět k řešení hlubších úrovní i vysokofrekvenční reflexní seismika.

## 5.8 Lokalita Budišov

(třebíčský masív)

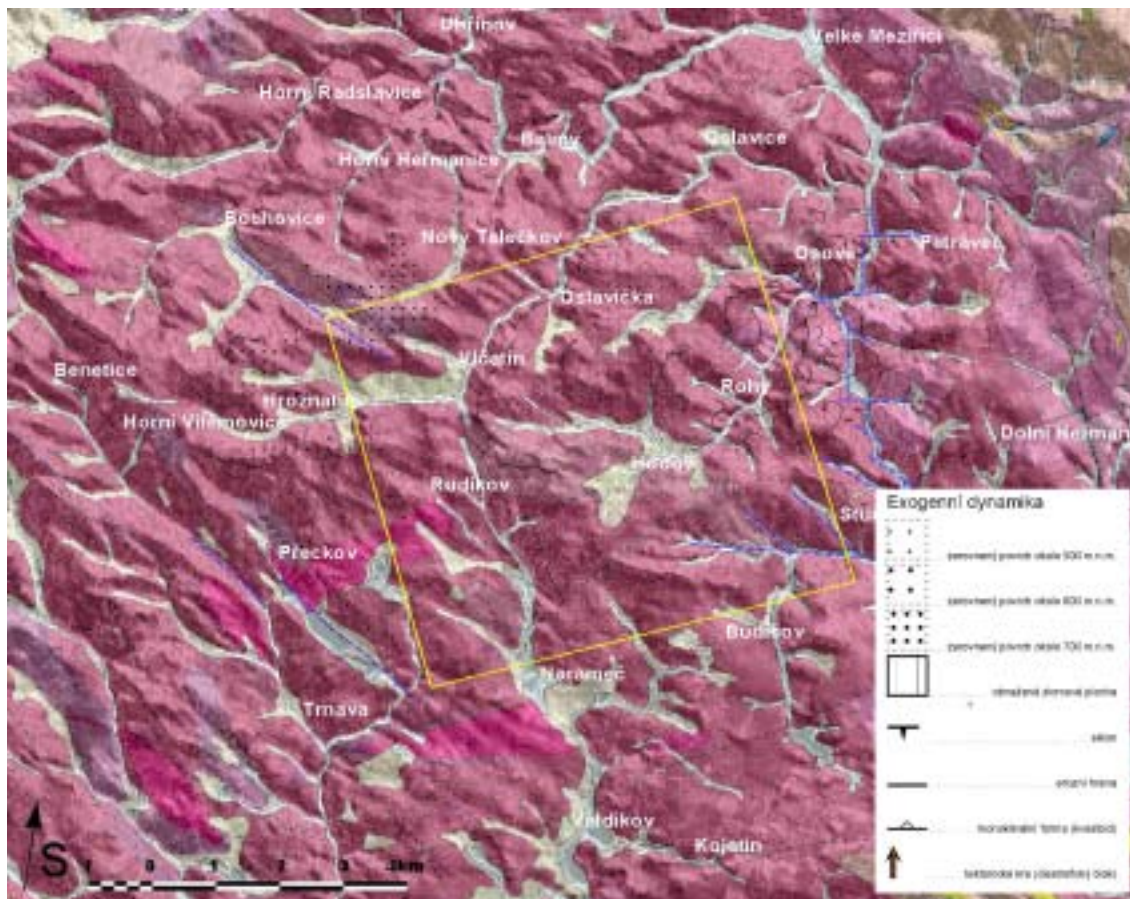
### 5.8.1 Geomorfologie

Podle regionálního členění ČSR (Czudek T. et al., 1976) náleží oblast do provincie Česká vysočina, soustavy Česko - moravské, podsoustavy Českomoravské vrchoviny. Severní část oblasti spadá do Křižanovské vrchoviny a jejích podcelků, jižní část do Jevišovické pahorkatiny a jejích podcelků.



Rozsah nadmořských výšek se v zájmovém území pohybuje převážně mezi 500 až 600 m.n.m. Menší část území se nachází ve výškách od 450 do 500 m.n.m.

Zájmové území má přiměřeně hustou hydrografickou síť. Skoro celé sledované území patří do povodí Oslavy kromě jihozápadního cípu, který je odvodňován do Jihlavy.



Obr. 75: Exogenní analýza lokality Budišov. Paradoxně na Č/B leteckých snímcích nebylo možno nalézt v centrální části lokality žádné výraznější zlomy. Území s výrazně zarovnanými plošinami se jeví jako konsolidovaný blok s tektonickým omezením na jižní a východní straně. Modře jsou zobrazeny interpretované lineární rozhraní a zlomy. Žlutou barvou je vymezeno zájmové území.

Lokalita se nachází v Bítešské vrchovině, která je součástí Křižanovské vrchoviny, vyšší geomorfologický celek Českomoravská vrchovina. Zájmové území je situováno v jižní části Velkomeziříčské pahorkatiny. Východně se nachází hluboce zaříznuté údolí Oslavy. Kupovitý reliéf daného území je budován žulami a durbachity (syenodiority) třebíčského masivu.

Z geomorfologického hlediska se jedná o území s nepravidelným střídáním sníženin a vyvýšenin bez zjevné vazby na tektonické predispozice (Obr. 75). Výsledný dojem je poněkud chaotický. Z analýzy leteckých snímků i sestavené ortofotomapy bylo velmi nesnadné nalézt výraznější zlom nebo puklinový systém.

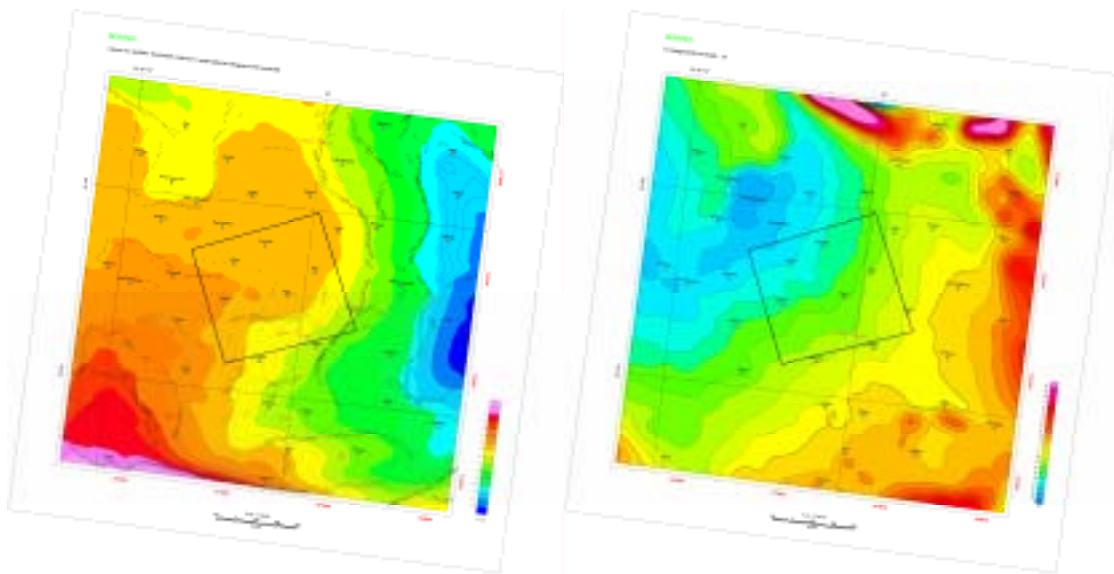
Výsledky exogenní analýzy ukázaly, že se jedná o zarovnaný reliéf narušený starými zlomy sz.-jv. směru, které se zachytily v okrajových částech snímků. Daleko lépe byly patrné v snímcích LANDSAT a osvětlených DMT (Obr. 79).

### 5.8.2 Geofyzikální zhodnocení

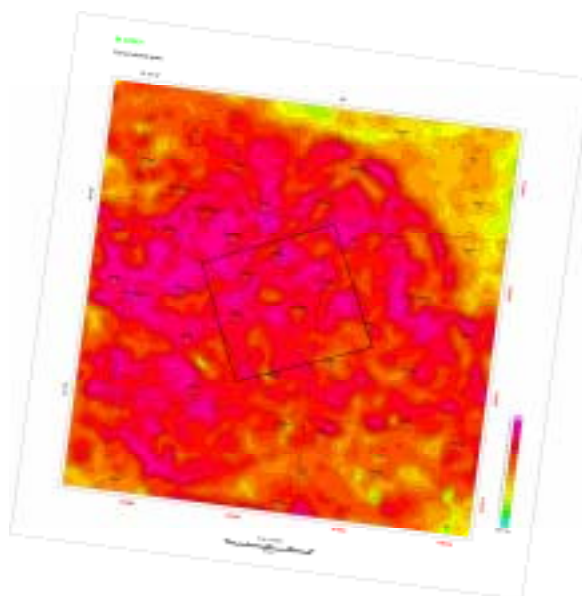
Na základě prostudovaných archivních podkladů je možno Třebíčský masív charakterizovat jako nejrozsáhlejší těleso durbachitové série v Českém masívu. Masív je rozdělen regionálními zlomy na tři části lišící se minerálním složením i chemizmem. Zájmové území se týká pouze střední části trebičského masívu severně od trebičského zlomu (v.-z. směru). Třebíčský masív se projevuje v magnetickém poli (Obr. 76) jako nemagnetické těleso, zato se zvýšenou radioaktivitou (Obr. 77). Dá se souhlasit, že trebičský syenitový masív se uklání k Z a do hloubky se zužuje (Mísař et al. 1983). Nejednoznačné řešení je však v jižní části, v prostoru trebičského zlomu. Zde, i když tíhové pole vykazuje vyšší hodnoty, může jít o výraznou redukci (až amputaci) a k výraznému snížení mocnosti.

Nejnovější komplexní přehled je prezentovaný ve studii Jelínka a kol. (1993), jehož výsledky byly zjevně i doporučením pro zařazení území mezi vybrané oblasti. V této studii je v souladu s vývody in Mísař a kol. (1983) upřesněna resp. korigována přes půl století tradovaná představa o tvaru TM. Namísto koncepce trychtýřovitě se zužujícího *etmolitu* s výstupní drahou umístěnou v podstatě centrálně je předložen názor o nevelkých mocnostech řádově do 10 km (podle některých měření - Sedlák a kol. 1985 - dokonce méně než 2 km) a excentricky položené kořenové zóně při z. okraji tělesa. V tomtéž přehledu, sestaveném osmi autory různých zaměření a koncepcí, je reflektována názorová rozpornost, když na jedné straně se konstatuje ostrý, diskordantně intruzivní styk s pláštěm, na druhé straně jsou zdůrazňovány rozpaky, s nimiž se mapující geolog musí potýkat při subjektivním vymezení hranice TM s okolními perlovými rulami, a absence kontaktně metamorfních projevů. Chaloupského předpoklad kadomského stáří TM nenašel oporu ani v radiometrickém datování (pro hlavní horninu masívu uvádí Klomínský, ed. 1994 hodnotu K/Ar 376 mil. let) ani ve skutečnostech o vzájemném pronikání vyvřelin.

K markantním charakteristikám TM patří jeho vysoká *přirozená radioaktivita* (Fiala a kol. 1983 – Obr. 70), kontrastující naopak s praktickou nepřítomností *uranových ložisek* (Stárková - Zrůstek 1977), dále pak jeho nízká *magnetická susceptibilita* (Obr. 76). Geologická pozice a hlavní strukturální linie porušující trebičský masív jsou patrné z obr. 19-20 a 78-79.



Obr. 76: Tíhový (vlevo) a magnetický (vpravo) obraz lokality Budišov (Geofyzika a.s. Brno).



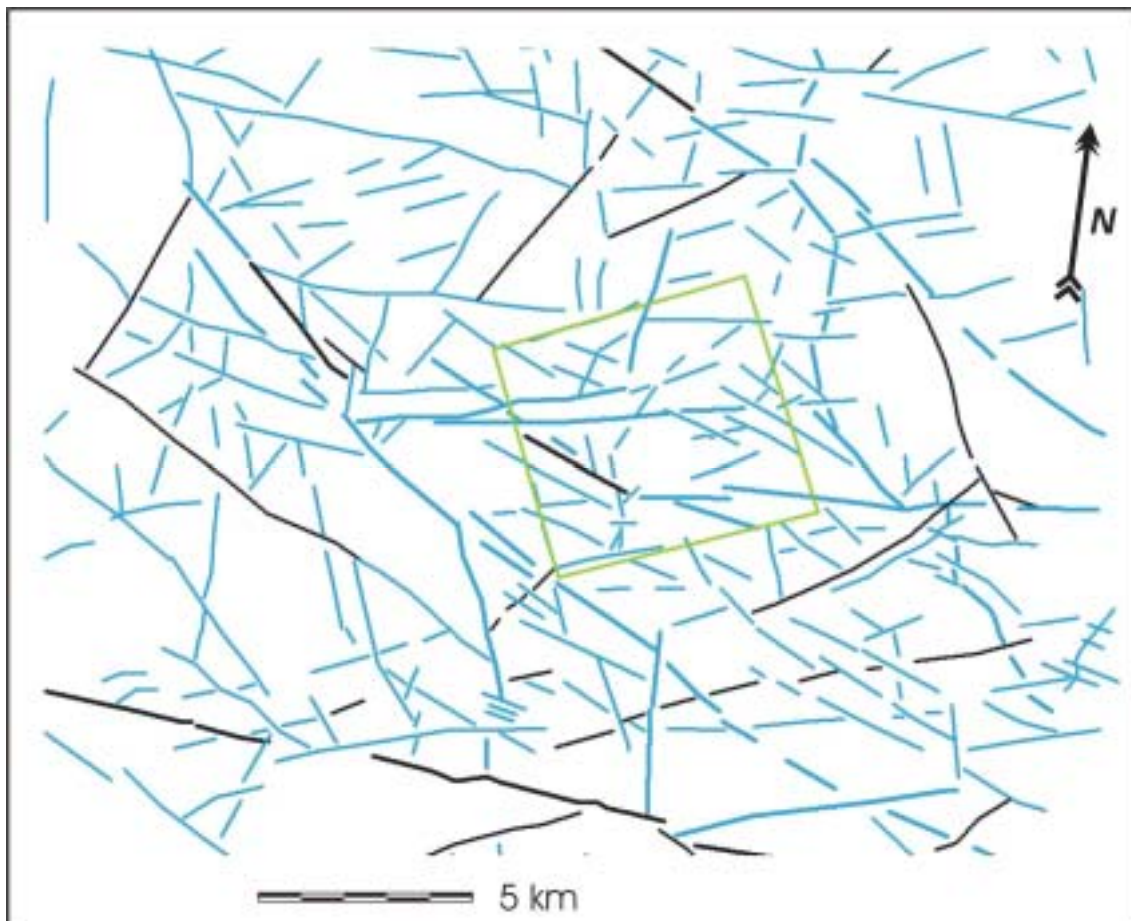
Obr. 77. Radiometrická mapa úhrnné gamma-aktivity (Geofyzika a.s. Brno).

### 5.8.3 Strukturně-tektonická analýza

Lokalita Budišov zaujímá podstatnou část severní poloviny plutonického tělesa známého pod označením třebíčský masív - TM, dříve často uváděného pod názvem třebíčsko-meziříčský masív příp. pluton. V přehledných geologických mapách vystupuje toto těleso jako nápadný útvar trojúhelníkového půdorysu s vrcholy u Polné na SZ, Velkou Bíteší na V a Jaroměřicemi na J., vklíněný mezi žďársko-strážecké

moldanubikum na S, pestrou skupinu moravského moldanubika na Z a gřohlskou jednotku moravského moldanubikum na V (Obr. 20 a 70).

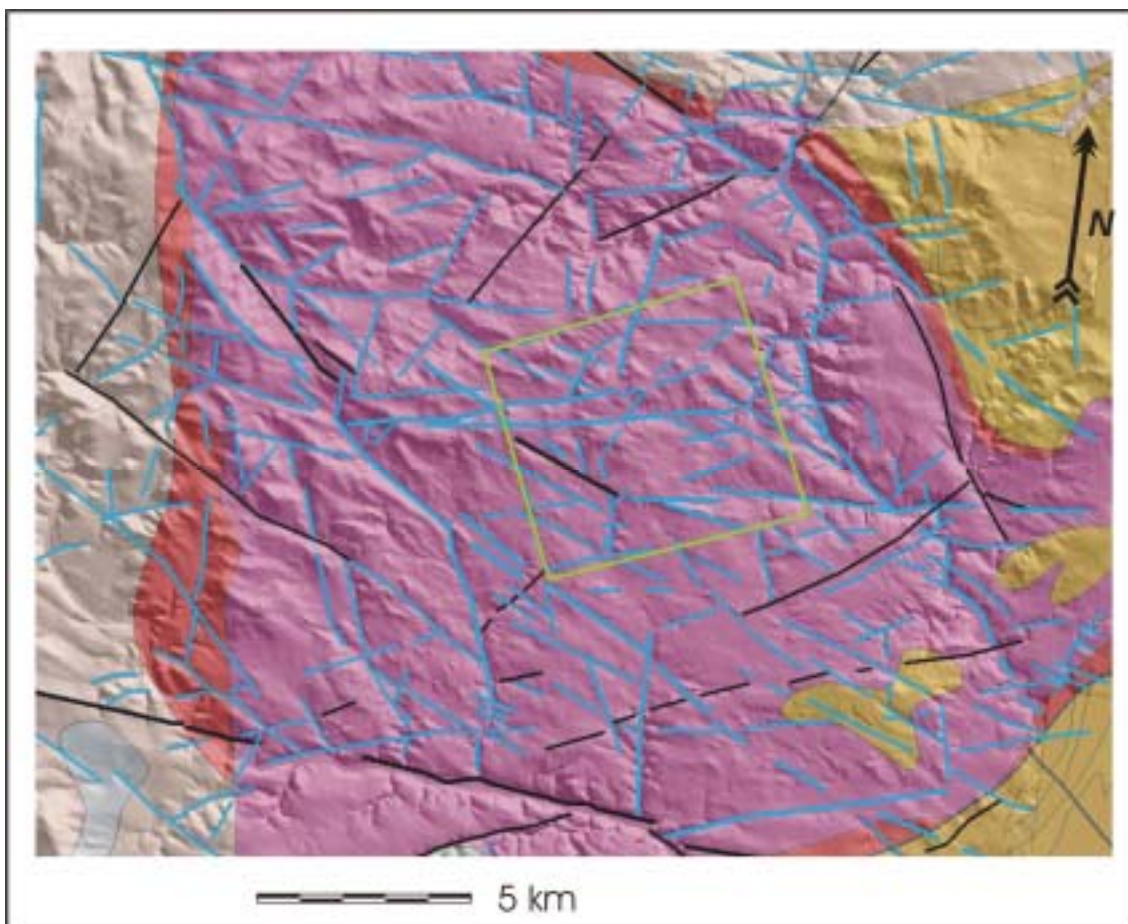
Při severním omezení TM probíhá tzv. hlubinný sázavský zlom, který se mimo jiné projevuje i přípovrchovou hydrotermální a metalogenetickou aktivitou (Chmelař 1986). Tento systém je patrný ve všech snímcích DPZ.



Obr. 78: Lineární strukturní prvky na lokalitě Budišov. Legenda: viz obr. 43.

Významný zlom v.-z. směru (třebíčský) dělí **TM** na menší j. část a větší část s. (Obr. 21). Mezi oběma částmi lze konstatovat signifikantní rozdíly jak z hlediska petrografického, tak strukturního (Mrázek a kol. 1978). Severní část je chápána jako vyšší patro, vyznačující se klidnější tektonikou, vyšší průměrnou bazicitou hornin, nízkou triklinitou K-živců a bohatším žilným doprovodem.

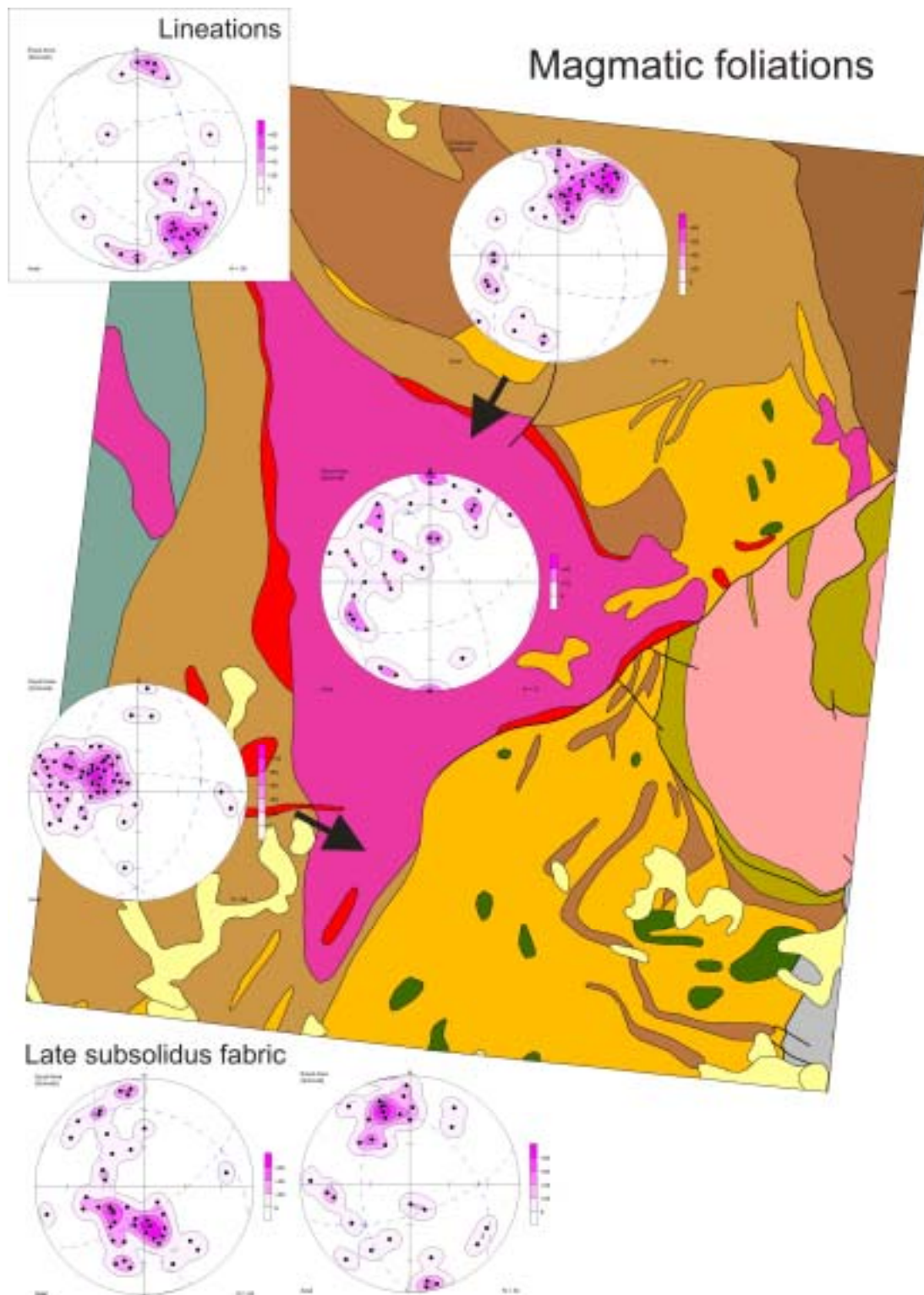
Většina lineárních rozhraní a struktur je málo výrazná, významnější morfologické projevy má jen několik struktur. Výrazné rozhraní v jižní části území lze jednoznačně ztotožnit se zlomem s.l., procházejícím městem Třebíč, jedná se o zmíněný třebíčský zlom. Další výraznější struktury sz. směru jsou paralelní se sv. okrajem třebíčského masívu. Přítomny jsou také v.-z. struktury (Obr. 78-79).



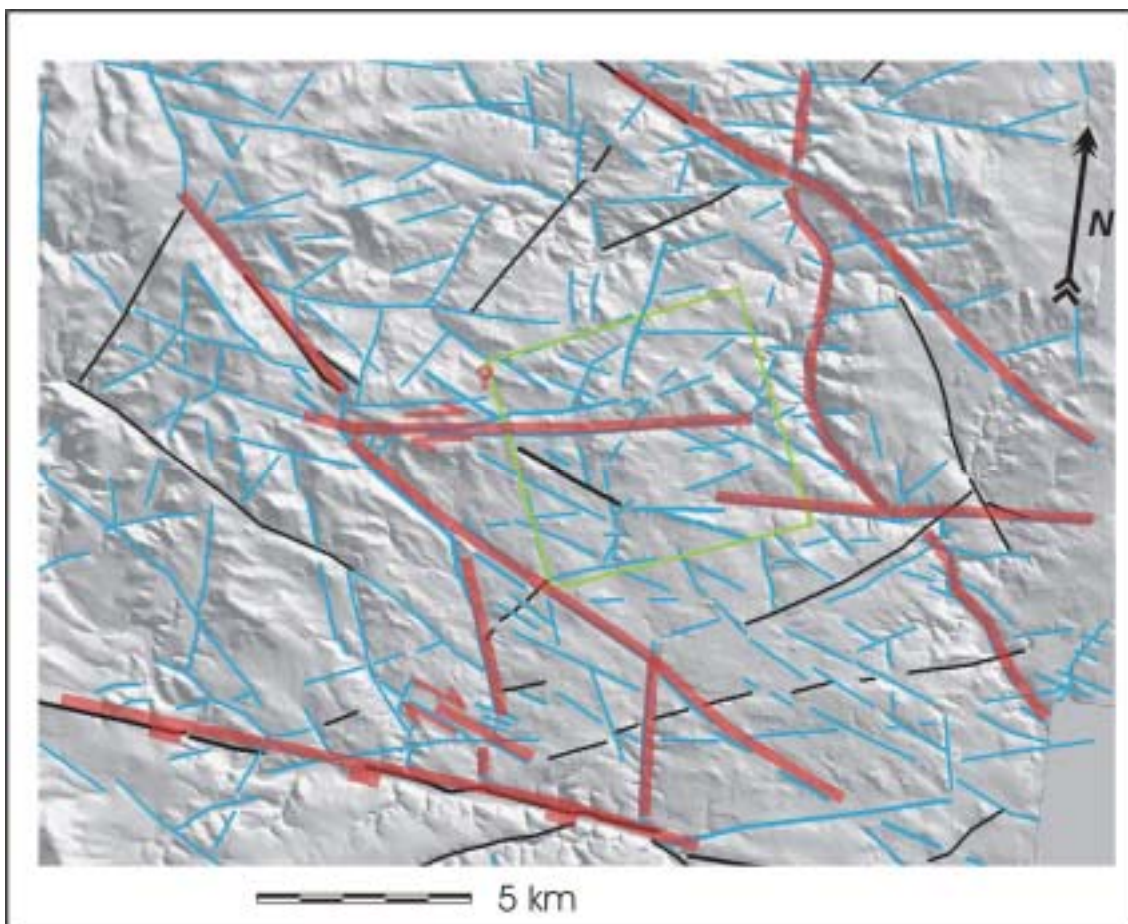
Obr. 79: Lineární strukturní prvky na lokalitě Budišov, podkladem je stínovaný reliéf a přehledná geologická mapa 1 : 500 000 (fialová – durbachity třebíčského masívu, žlutá – jednotvárná série moldanubika, tmavožlutá – ortoruly a granulty, světle růžověžlutá – pestrá série moldanubika). Legenda: viz obr. 43.

### 5.8.3.1 Hypotetický kinematický model

Nejvýraznější je konjugovaný systém sz. a s.-j. zlomů, jedná se pravděpodobně o poklesy. Z.-v. zlomy jsou převážně poklesové, pravděpodobně nejmladší. Nejvýznamnějším zlomem je zlom třebíčský na jihu a zlom vymezující severní hranici masívu na S (probíhá V. Meziříčím). Nejmenší napětí je v s.-j. směru, v.-z. je vyšší, ale maximální je vertikální složka napětí. Horizontální stříh se téměř nevyskytuje. Výjimkou může být pravostranné přemístění na sz. zlomu v jižní části území s.l. (Obr. 79, 81). Strukturní měření v centrální části třebíčského masívu ukazují na dominanci sv. struktur (Obr. 80).



Obr. 80: Mapa ukazuje magmatické a subsolidové stavby v severní, střední a jižní části třebíčského masívu (nepublikovaná data UPSG, PřFUK, Praha, 2004).



Obr. 81: Hypotetický kinematický model na lokalitě Budišov, podrobnosti viz text. Legenda: viz obr. 43.

Zájmové území s.s. patří mezi tektonicky relativně klidné oblasti nacházející se mezi dvěma ze S a J vymezujícími regionálními systémy rozhraní, které je možno označit za regionální tektonická pásma. Problémem při řešení umístění úložiště by mohla být menší mocnost durbachitu. Zájmové území s.s. patří z hlediska morfostrukturního mezi středně deformované. Doporučujeme k dalšímu výzkumu, s využitím podobných metod jako u lokality Rohozná.

## 6 Doporučení a závěr

Použití metod DPZ pro studium tektonických podmínek v územích vybraných pro úložiště radioaktivního odpadu (URO) je založeno na studiu dat DPZ různorodého charakteru, které umožňují analyzovat prvky a struktury velikostí a šířky od několika metrů až po délky řádově desítek kilometrů. Mezi jednu z důležitých podmínek úspěšnosti aplikace metod DPZ se uvádí následující postup zpracování: na geologických znalostech a poznatcích nezávislé zpracování všech dostupných snímků a

fotomap, následná verifikace s geofyzikálními a geologickými poznatky a souběžné zpracování resp. konfrontace s mapujícím geologem.

V této části projektu byl proveden první krok - interpretace DPZ. Druhý a třetí krok – verifikace a konfrontace výsledků získaných z různých metod bude realizován v pozdějších etapách. Proto doporučujeme následující postup verifikace výsledků interpretace DPZ pro jednotlivé lokality:

**A. Lokalita Blatno:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality.
- b. Provést verifikaci charakteru a typu hlavních rozhraní (zlomů) vymežujících neotektonicky aktivní hrást' pomocí geofyzikálních metod, na příčných protínajících liniích.
- c. Provést modelování granitových intruzí podílejících se na účincích tíhových minim v této lokalitě.
- d. Provéřit vztah bazaltového vulkanismu k příslušným zlomovým systémům.

**B. Lokalita Pačejov:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality, především sz. a jv. směru.
- b. Provést verifikaci charakteru a typu hlavních rozhraní (zlomů) pomocí geofyzikálních metod na příčných protínajících liniích.
- c. Realizovat analytický model poskytující představu o rozložení susceptibility a hustot v horninách dané lokality.

**C. Lokalita Božejovice – Vlksice:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality. Výsledky doplnit o interpretaci stereoskopické dvojice snímků QuickBird, které by mohly zpřesnit tektonický model lokality.
- b. Provést verifikaci charakteru a typu hlavních rozhraní (zlomů) pomocí geofyzikálních metod na příčných protínajících liniích.
- c. Realizovat analytický model poskytující představu o rozložení susceptibility a hustot v horninách dané lokality.

**D. Lokalita Lodhéřov:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality.
- b. Provést verifikaci rozhraní (zlomů) pomocí geofyzikálních metod v severní části inverzního reliéfu, v prostoru Pluhův Žďár, která by mohla zásadně přispět k poznání heterogenity vystupujícího granitoidního plutonu.
- c. Realizovat analytický model poskytující představu o rozložení susceptibility a hustot v horninách dané lokality.
- d. Provéřit pozici a charakter „lodhéřovského zlomu“.



#### **E. Lokalita Rohozná:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality.
- b. Provést verifikaci rozhraní (zlomů) pomocí geofyzikálních metod.
- c. Realizovat analytický model poskytující představu o rozložení susceptibility a hustot v horninách dané lokality.
- d. Detailně geofyzikálně zmapovat domatickou intruzi masívu Čeřínek, především kontaktní zóny masívu. Doporučujeme použít i netradiční metody, jako např. vysokofrekvenční reflexní seismiku kombinovanou s GPR (pozemní radar).

#### **F. Lokalita Budišov:**

- a. Ověřit kinematický model pomocí strukturních měření na vybraných místech lokality.
- b. Pomocí geofyzikálních měření ověřit charakter zlomových pásem v prostoru V. Meziříčí (rozhraní sz.-jv. směru), Telečkov – Osové (směr Z-V), Trnava - Hodov – Rohy – Jabložov (směr SV-JZ), který je v mapách, ale nebyl zachycen v leteckých snímcích. Použít podobnou metodiku v případě lokality Rohozná.
- c. Realizovat analytický model poskytující představu o rozložení hustot v durbachitu dané lokality.

#### Zhodnocení přínosu použitých dat

V rámci morfostrukturní interpretace byly jako hlavní datový zdroj použity stínované reliéfy digitálního modelu terénu, radarové družicové snímky RADARSAT a družicové snímky Landsat ETM+. Největší počet struktur byl získán z DMT, nicméně snímky RADARSAT a Landsat umožnily interpretovat i velmi významné struktury, které se v DMT neprojevují. Letecké snímky a družicová data QuickBird byly použity při interpretaci v měřítku 1 : 10 000, jejich hlavní využití spočívá zejména ve zpřesnění a editaci průběhu interpretovaných lineárních struktur.

V rámci morfodynamické analýzy byly využívány zejména letecké snímky (analogové stereodvojice, digitální ortofoto v rozlišení 1m) a družicová data QuickBird a Landsat ETM+.

Ukázalo se, že vzhledem k typu pokryvu krajiny v ČR nelze vždy plně využít veškerá dostupná data. V tomto směru se zcela nenaplnily představy o možnostech snímků QuickBird. Jejich vysoké rozlišení by více vyniklo při speciální stereoskopické analýze než při detailním geologickém mapování. V druhém případě však se kvalita výrazně zlepšila podsvícením iluminovaným reliéfem (DMT). Jednalo se však o pouze jednu scény z lokality Blatno.

Snímky Landsat mají všeobecně velkou informační kapacitu a interpretační možnosti. Poskytují velmi dobrý a vhodný podklad pro zhodnocení regionálních souvislostí. Pro interpretaci území většího rozsahu vyžadují větší časový prostor. Dalším požadavkem interpretace takového podkladu je bezprostřední spolupráce s mapujícím geologem.

Významně k řešení úkolu přispěly kombinace různých typů dat (např. Landsat/RADARSAT, RADARSAT/DMT nebo QuickBird PAN/MS), která umožňují přípravu speciálních obrazových podkladů zvyrazňujících vybrané krajinné a terénní prvky a struktury.

Letecké ortofoto a snímky Landsat a Quick Bird sehrávají významnou roli při tvorbě vhodné podkladové vrstvy, využívané pro sjednocení a dokumentaci výsledků.

Pro budoucí detailní monitoring vybrané lokality se nabízí jako řešení využití leteckých snímků nebo družicových dat s „metrovým“ rozlišením.

Z finančního hlediska se jako nejvýhodnější jeví využití archivních leteckých snímků (např. archiv ZÚ nebo VGHUR). V případě požadavku na aktuální data je možné pořídit nové letecké nebo družicovými snímky. Pořizovací cena družicových dat (v současné době se pohybuje okolo 900 Kč za 1km<sup>2</sup>) je zatím stále vyšší než cena leteckého snímkování. Vzhledem k odlišnému charakteru obou typů dat je však třeba vzít v úvahu vyšší náklady na zpracování leteckých snímků (skenování, náročnější ortorektifikace a mozaikování). Družicová data jsou pořizována již v digitální podobě a příprava digitálního ortofota je jednodušší. Díky širšímu spektrálnímu rozsahu zasahují i do oblasti blízkého infračerveného záření a umožňují provádět velmi podrobnou a detailní analýzu vývoje území. V neposlední řadě je třeba také zdůraznit, že pořizování družicových dat není na rozdíl od leteckého snímkování citlivé na aktuální společenskou situaci v dané lokalitě.

#### Mapové přílohy

Součástí této zprávy je 12 mapových příloh zachycující výsledky morfotektonického posouzení vždy v měřítku 1:50 000 a 1:25 000.

Geologické mapy prezentované v mapových přílohách v měřítku 1:50 000 byly získány z mapového serveru České geologické služby. Vzhledem k tomu, že se legendy jednotlivých i vzájemně sousedících mapových listů liší, nebylo možné připravit pro mapovaná území každé lokality jednotnou legendu. Většina lokalit se totiž nachází na hranici několika mapových listů. Další problém při interpretaci takové legendy by byl způsobem formou prezentace geologické mapy v mapových přílohách. Geologická mapa je zobrazena průsvitně na podkladu obrazové vrstvy, vzniklé kombinací stínovaného reliéfu a dat RADARSAT. Díky proměnné intenzitě této vrstvy v rámci jednoho polygonu geologické mapy tak dochází k barevným posunům, které by komplikovaly interpretaci takových ploch vůči plnobarevné legendě. Proto bylo zvoleno řešení odkázat v rámci každé mapové přílohy na odpovídající mapové listy ZGM 1:50000, kde může být potřebná legenda vždy dohledána. Prezentace geologických dat v této podobě poskytuje zejména vhodný verifikační doplněk a informaci o litologických rozhraních a jejich vztahu k interpretovaným zlomům a rozhraním.

## 7 Příloha A Literatura

BALATKA B., ROTH Z., SLÁDEK J., ZEMAN A., 1983, Český masív : diskuze o jeho vymezení a tektonickém členění. Věstník ÚÚG Praha 58, 369-387.

BARNET I. A J. PROCHÁZKA, 1991. Výzkumná práce pro zjištění vlivu tektoniky na objemovou aktivitu radonu. Metodika byla ověřována náhodně na petrovické poruše v okolí Milevska.

BEHR H.J, W., ENGEL, J., W. FRANKE, P.GIESE AND K. WEBER, 1984. The Variscan Belt in Central Europe: Main structures, geodynamic implications, open questions. Tectonophysics, 109, 15-40.

BENDL, J. AND K. VOKURKA, 1992: The origin of Blatná granodiorite. - Proceed. 1st Inter. Conf. Bohemian Massif. 13-14, Prague.

BENDL, K., VOKURKA, 1989. Strontium isotope model of formation of Blatná granodiorite, geologica Carpatica, 40, 5, 655-664. Bratislava.

BERÁNEK B., 1969. Results of Deep Seismic Sounding on Profiles V and VI (in Czech), Ann. Report, Inst. Applied Geoph., MS Geofyzika Brno, 237p.

BERÁNEK B., 1971. Study of the Velocity Conditions in the Earth's Crust in the Regions of the Bohemian Massif and the Carpathian Systems along International Profiles VI and VII. Studia geoph. Et geod., 15, 316.

BOWES, D. R. AND J. KOŠLER, (1993): Geochemical comparison of the subvolcanic appinite suite of the British Caledonides and the durbachite suite of Central European Hercynides: evidence for associated soshonitic and granitic magmatism. - Mineral. Petrol., 48, 47-63.

BURBANK W.D. AND ANDERSON R.S., 2001. Tectonic geomorphology. Blackwell, London, pp.1-274.

CAMPBELL J.B., 1996. Introduction to remote sensing. 2<sup>nd</sup> ed., Taylor&Francis, London, pp. 1-622.

CZUDEK, T., (1972). Geomorfologické členění CSR 1972. Geografický ústav ČSAV, Brno.

CZUDEK T. a kol., 1973. regionální členění reliéfu ČSR - 1:500000, Geografický ústav ČSAV, Brno.

ČECH, V. a kol. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200000 M-33-XVII České Budějovice, M-33-XXXIII Vyšší Brod. - Nakl. ČSAV, Praha.

DAVIS G.H., BUMP A.P., GARCÍA P.E. AND AHLGREN S.G., 1999. Conjugate Riedel deformation band shear zone. J. Struct. Geol, vol. 22, pp. 169-170.

DEMEK a kol., 1965, Geomorfologie Českých zemí, Nakl. ČSAV Praha, 1965, 335 s.

DEMEK, J. (ed.) a kol. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR, Hory a nížiny, Academia, Praha, 1987, 584 s.

DOBEŠ M. A POLANSKÝ J., 1967. Kladensko-rakovnická pánev. Přehodnocení geofyzikálních prací. Geofyzika n.p., Praha.

DOBEŠ, M., L. POKORNÝ, B. ČEJCHANOVÁ, 1986. Geofyzikální výzkumné a průzkumné práce byly vedeny pro ocenění oblastí Moldanubika z hlediska perspektivnosti na wolframové rudy. Využití gravimetrie pro regionální studii přineslo některé nové poznatky o stavbě durbachitového tělesa, i když se může jednat jen o jeden z možných modelů. MS-archiv Geofyzika a.s. Brno, 131s.

DOBEŠ, M., POKORNÝ, L., 1988. Použití gravimetrie k řešení morfologie durbachitového tělesa Čertova břemene ve středočeském plutonu, Věstník Ústř. Ústavu Geologického, vol. 63, 129-135.

DOVOLIL, M., 1985. Puklinová tektonika severní části moldanubického plutonu, Geologický průzkum, 7, 204-207.

DRURY, S.A., 1997. Image Interpretation in Geology. 2<sup>nd</sup> ed.m, Allen & Unwin, Boston, 243pp.

Dudek, A. a kol. (1991): Hloubka intruze hercynských granitoidních plutonů Českého masívu. - Acta Univ. Carol. Geol., 3-4, 249-256, Praha.

EDEL J.B., SCHULMANN K. AND HOLUB F.V., 2003. Anticlockwise and clockwise rotations of the Eastern Variscides accommodated by dextral lithospheric wrenching: paleomagnetic and structural evidence. J. Geol. Soc., London, vol. 160, pp. 209-218.

FIALA, J. - VAŇKOVÁ, V. - WEMPLOVÁ, M. (1983): Radioactivity of selected durbachites and syenites of the Bohemian Massif. - Čas. Mineral. Geol., 28/1, Praha.

FIALA, J., FUCHS, G., WENDT, J.I., 1995. Moldanubian Zone-Stratigraphy. In Dallmayer, R.D., Franke, W., Weber, K. (Eds): Pre-Permian geology of Central and Eastern Europe, Springer.

FUSÁN O., IBRMAJER J., PLANČÁR J., 1979, Neotectonic Blocks of the West Carpathians. Geodynamic Investigations in Czechoslovakia, Veda Bratislava, 187-192.

GERNER AT AL., 1999. Recent tectonic stress and crustal deformation in and around the Pannonian basin: Data and models, in the Mediterranean Basin: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen, edited by Durand B., L.Jolivet, F. Horváth, and M. Séranne, Geol. Soc. London Spec. Publ., 156,269-294.

GRŮNTHAL G., SCHENK V., SCHENKOVÁ Z., 1990, Seismotectonic Model for the Earthquake Swarm 1985/86 in the Vogtland / West Bohemia Focal Area. Tectonophysics 174, 369-383.

HAFNER W., 1951, Stress Distribution and Faulting. Geol. Soc. Am. Bull. 62, 373-398.

HAMTILOVÁ, M., 1969. Plošná a hloubková variace ve východní polovině hlavního tělesa komplexu hornin typu Čertovo břemeno ve středočeském plutonu (s použitím statistických metod) - MS Geol. Úst. ČSAV Praha, Geofond P 21020.

HAMTILOVÁ, M., 1971. Petrographic study of plutonic rocks using statistical methods. - Acta Univ. Carol. - Geol., 1, 63-77, Praha.

- HEJTMAN, B., 1984. Petrografie vyvřelých hornin Českého masívu, část I. Intruzivní vyvřelé horniny z. a sz. Čech, Universita Karlova, Praha.
- HOLUB, F., 1974. Uzavřeniny v durbachitických horninách území ČSR. - MS Přír. Fak. Univ. Karlovy, Praha.
- HOLUB, F. V., 1990. Petrogenetická interpretace chemismu kaliových lamproidů evropských hercynid. - MS Přírod. Fak. Univ. Karlovy, Praha.
- HOLUB, F. V. a kol. 1995. Granites - guide book. - European network for laboratories. Prague.
- HOLUB, F.V. 1977. Petrology and inclusions as a key to petrogenesis of the durbachitic rocks from Czechoslovakia. - Tscherma's Mineral. Petrogr. Mitt., 24, Wien.
- HOLUB, F.V., KLEČKA, M., MATĚJKA, D. (1995): Moldanubian Zone- Igneous activity. In Dallmayer, R.D., Franke, W., Weber, K. (Eds): Pre-Permian geology of Central and Eastern Europe, Springer.
- HUBBERT M.K., 1951, Mechanical Basis for Certain Familiar Geologic Structures. Geol. Soc. Am. Bull. 62, 355-372.
- CHALOUPSKÝ, J., 1975. Notes on the age of the granitoid rocks in the Bohemian Massif. - Věst. Ústř. Úst. geol., 50, 317-320, Praha.
- CHALOUPSKÝ, J., CHLUPÁČ, I., MAŠEK, J., ET AL. (1995): Teplá-Barrandian zone-Stratigraphy, 379-411. In Dallmayer, R.D., Franke, W., Weber, K. (Eds): Pre-Permian geology of Central and Eastern Europe, Springer.
- Chmelař, J., 1986. Geologická interpretace geofyzikálních a geochemických profilů v okolí Velkého Meziříčí. - MSA Přír. Fak. Univ. Karlovy, Praha, Geofond P 54097.
- IBRMAJER, J. - SUK, M et al., 1989. Geofyzikální obraz ČSSR. - Nakl. ČSAV Praha.
- KALVODA J., STENBERK J., VILÍMEK V., ZVELEBIL J., 1988. Geomorfologická expertíza na lokalitě jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice. Výzk. zpr. ÚGG ČSAV Praha, 128 str.
- KÁRNÍK, V. ET AL. (1980): Macroseismic effects of the North-Italian earthquakes of May and September 1976 on the territory of Czechoslovakia, Geofyz. Sbor., 1977, 483, 131-160. Praha.
- KETTNER, R. (1930): Geologie českého žulového masívu. - Příroda, 23, 431-437, Praha.
- KLEČKA, M., RAJLICH, P. (1984): Subhorizontální střížné zóny v plášti a západním okraji centrálního masívu moldanubického plutonu.
- KLOMÍNSKÝ, J., ed. (1994): Geologický atlas České republiky, stratigrafie. - Čes. geol. Úst., Praha.
- KODYM, O. jr. a kol. (1963) Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200000 M-33-XXI Tábor. - Nakl. ČSAV Praha.
- KOPECKÝ A., 1972: Hlavní rysy neotektoniky Československa. - Sbor. geol. Věd, Antrop-ozoikum, 6, 77-155. Praha.

- KOPECKÝ A., 1973. Neotektonická mapa československa 1:1 000 000. Praha.
- KOPECKÝ A., 1986. Neotektonika Hrubého Jeseníku a východní části Orlických hor. - čas. Slez. Muz., Sér. A, 35-117. Opava.
- KOPECKÝ L., 1978. Neoidic taphrogenic evolution and young alkaline volcanism of the Bohemian Massif. *Journal of Geological Sciences, Geology*, 31, 91-107.
- KOPECKÝ, A., 1989. Mapa mladších tektonických struktur Českého masívu. 1 : 500 000, UÚG Praha.
- KOPECKÝ, L., CHLUPÁČOVÁ, M., KLOMÍNSKÝ, J., SOKOL, A. (1994): The Čistá-Jesenice pluton in western Bohemia: geochemistry, geology, petrophysics and ore potential. *Sbor. geol. Věd, ložisk. geol. Mineral.*, 31, 97-127. Praha.
- KOSTELECKÝ J., NOVÁK P., ŠIMEK J., 1994, On the Long-term Behaviour of Longer Baselines Determined by GPS, Initial Stage of Analysis. Proc. of the 1st CERGOP Working Conference.
- KRATOCHVÍL, J. - KONTA, J. (1951): Dioritový porfyrit u Dívčích Kop, okres Kamenice nad Lipou. - *Sbor. Ústř. Úst. geol.*, 18, 585-598, Praha.
- LOBKOWICZ M., ŠTĚDRÁ V. AND SCHULMANN K. (1996): Late-Variscan Extensional collapse of the thickened crust in the southern Bohemia. *J. Czech Geol. Soc.*, vol. 41, no. 3-4.
- LYSENKO V., BATÍK P., ŠEBESTA J., 1992, Mapa fotolineamentů České republiky v měřítku 1:500000. Výzk. zpr. ČGÚ Praha.
- MÜLLER B., ZOBACK M.L., FUCHS K., MASTIN L., GREGERSEN S., PAVONI N., STEPHANSSON O., LJUNGGREN Ch., 1992, Regional Patterns of Tectonic Stress in Europe. *J. Geoph. Res.* 97 (B8), 11.783-11.803.
- MATTE, P. - MALUSKI, H. - RALICH, P. - FRANKE, W. (1990): Tarrane boundaries in the Bohemian Massif: result of large-scale Variscan shearing. - *Tectonophysics*, 177, 151-170.
- MÍSAŘ, Z., DUDEK, A., HAVLENA, V., WEISS, J. (1983): *Geologie ČSSR I.- Český Masív*, SPN. Praha.
- MÍSAŘ Z. et al. (1986): Souborné zpracování geologických a strukturních podkladů z východní části Českého masívu. MS Geofond.
- MOODY J.D., HILL M.J., 1956, Wrench-Fault Tectonics. *Geol. Soc. Am. Bull.* 67, 1207-1246.
- MOTTLOVÁ, L. - SUK, M. (1970): K rozšíření granitických hornin v hlubší stavbě moldanubika. - *Čas. Mineral. Geol.*, 15/4, 383-392, Praha.
- MOTTLOVÁ, L. (1984): Interpretace tíhového pole východního okraje čs. části centrálního masívu moldanubického plutonu, *Věstník Ústř. Ústavu Geologického*, vol 59, 2, 85-93.
- MRÁZEK, P. (1968): Zpráva o geologickém mapování oblasti mezi Starým Bezděkovem, Okrouhlou Radouňí a Kostelní Radouňí u Jindřichova Hradce. - MS UP Příbram, Geofond P 22206.

- MRÁZEK P. 1972: Revizní geologický průzkum výskytu U rud mezi Kosobody a Sosní. MS Geofond.
- MRÁZEK, I. a kol. (1978): Závěrečná zpráva úkolu Třebíčsko - Žďársko 512 0340 008, surovina - drahokamové variety křemene. - MS Geoindustria Praha, Geofond P 35115.
- ORLOV, A. (1935): Zur Kenntnis der Petrochemie des mittelböhmischen Putons. - Min. petr. Mitt., 46, 416-446.
- PALIVCOVÁ, M. (1965): The Central Bohemian Pluton - a petrographic review and an attempt at a new genetic interpretation. - Krystalinikum, 3, 99-131, Praha.
- PITRA P., BURG J.-P. AND GUIRAUD M. (1999): Late Variscan strike-slip tectonics between the Teplá-Barrandian and Moldanubian terranes (Czech Bohemian Massif): petrostructural evidence. J. Geol. Soc., London, vol. 156, pp. 1003-1020.
- PLETÁNEK, Z. (1979): Geologické poměry širšího okolí ložiska Okrouhlá Radouň. - MS UP Liberec, Geofond P 30770.
- PLETÁNEK, Z. (1980): Geologicko-ložiskové poměry širšího okolí ložiska Okrouhlá.
- POLANSKÝ J., 1973. Hloubkové řezy Českým masívem. Geologický průzkum, Roč. XV, 6, 161-167.
- RAJLICH P., 1988. Tektonika sz. okraje středočeského plutonu a variská transprese v bloku bohemia. Sbor. geol. věd, Geologie, vol. 43, pp. 9-81.
- RENÉ M., 1998. Petrogenesis of granitoids in the Blatná area. Acta Montana, series A, 12, 107, 141-152. Praha
- Rybařík, V. a kol. (1964): Deštná 514 331 168. Surovina: kámen. - MS Geol. Průzk. Praha, Geofond P 16766.
- SAMEK, J. - KUBÍČEK, Č. a kol. (1978): Závěrečná zpráva o úkolu Jindřichohradecko. Surovina: kámen. - MS Geoindustria Praha, Geofond P 28559.
- SEDLÁK P., SKORKOVSKÁ M., 1995, Final Report for the Measuring Period between September 1, 1991, and August 31, 1994. Zpráva IFZ MU Brno č. 17, Brno.
- Sedlák, J. a kol. (1985): Souhrnné zpracování geofyzikálních podkladů z oblast Jidřichův Hradec - Brno. - MS Geofyzika Brno, Geofond P 53617.
- SCHENK ET AL., 2002. The GPS Geodynamic Network East Sudeten. Five Annual Campaigns (1997-2001), Data Processing and Results. Proc. Of the EGS G10 Symposium " Geodetic and Geodynamic Programmes of the CEI (Central European initiative)", Nice, France, 21-26 April 2002, Reports on Geodesy, Warschaw University of Technology, IGGA, Warsaw, 69-72.
- SCHENK V., KOTTNAUER P., SCHENKOVÁ Z., 1996, Geographic Information System Technology and Seismotectonic Analysis of the Bohemian Massif. Journées Luxembourgeoises de Géodynamique.
- SCHENK V., POSPÍŠIL L., SCHENKOVÁ Z., 1989, Fault System Dynamics and Seismic Activity - Examples from the Bohemian Massif and the Western Carpathians, Geophysical Transactions 35, 101-116.

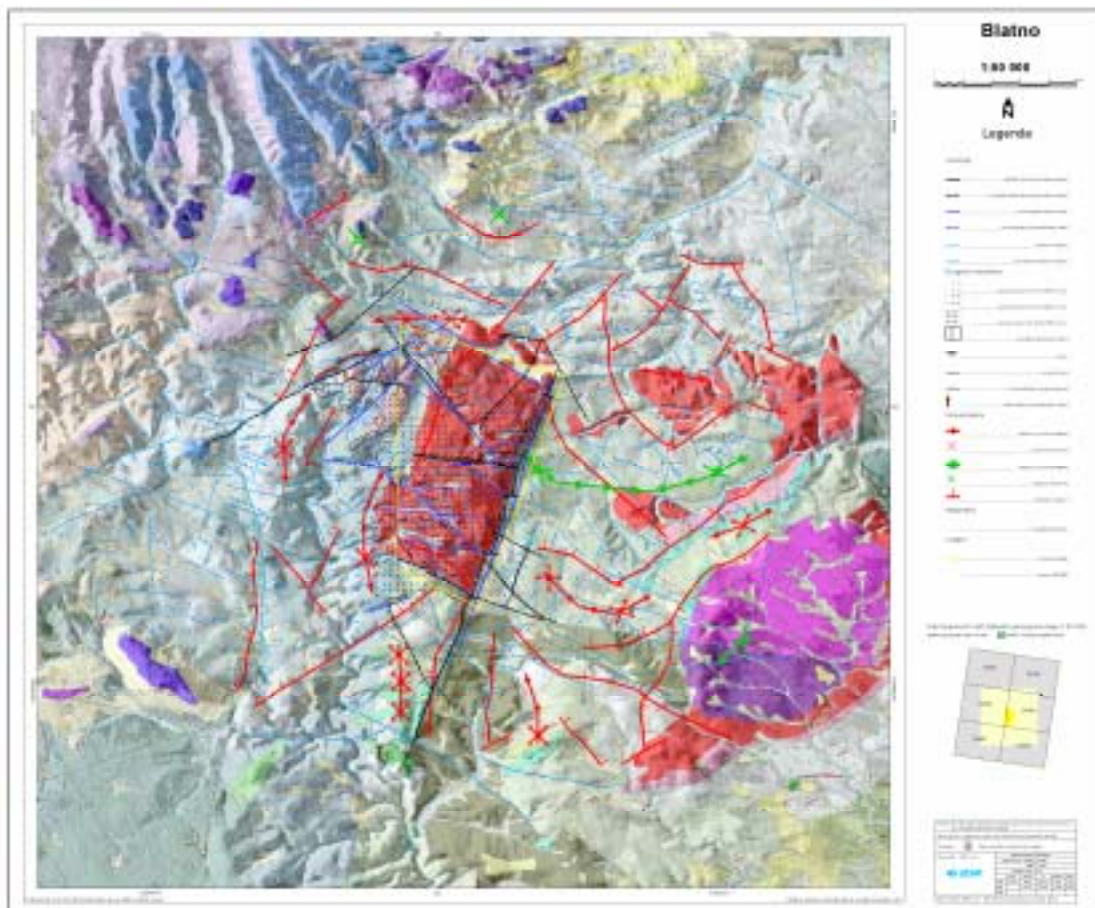
- SCHENK V., SCHENKOVÁ Z., POSPÍŠIL L., ZEMAN A., 1986, Seismotectonic Model of the Upper Part of the Earth's Crust of Czechoslovakia. Stud. geoph. et geod. 30, 321-330.
- SCHENK, V., Z. SCHENKOVÁ A P. KOTTNAUER, 1998. - Geodynamika, seismologie a dálkový průzkum země- kritická rešerše“ číslo úkolu: 59 94 0001, in F. Woller Kritická rešerše archivovaných geologických informací, ÚJV Řež 1998.
- SCHENKOVÁ Z., KOTTNAUER P., SCHENK V., 1994, Maximum Observed Intensity Point Map for the Czech Republic - Version 1993. Proc. and Activity Rept. of the 25th Gen. Ass. European Seismological Commission 3, 1716-1717.
- SCHENKOVÁ Z., SCHENK V., KOTTNAUER P., LABÁK P., 1996, Earthquake Catalogue for Czech Republic, Poland and Slovakia. Acta Montana.
- SMETANA V. (1927): Zpráva o mapování listu Podbořany - Rakovník v r. 1927 - okolí Žihle. - Sbor. Stát. geol. Úst., 7, 429-449, Praha.
- SOLNICKÝ, J. (1972): Mineralogické a geologické poměry uranového ložiska Okrouhlá Radouň. - MS Přír. Fak. Univ. Karlovy Praha.
- Stárková, I. - Zrůstek, V. (1977): Prognózní ocenění ČSSR na uran, oblast č. 25 třebešický masív. - MS Uran. Průzk. Liberec, Geofond P 29354.
- SVOBODA, J. (1932): Příspěvek k výzkumu středočeského masívu žulového. - Věst. Stát. geol. Úst., 8, 302-309, Praha.
- SVOBODA, J. A KOL. (1983): Encyklopedický slovník geologických věd. - Academia Praha.
- ŠALANSKÝ, K., MANOVÁ, M., (1991): Vysvětlivky ke geofyzikální mapě 1 : 25 000 listu Číměř. MS Geofond.
- ŠIMEK J., VYSKOČIL P., ZEMAN A., 1977, Současné výsledky výzkumu recentních pohybů zemské kůry na styku Karpat a Českého masívu. Výzk. zpr. VÚGTK č. 624, Zdíby.
- ŠPAČEK, K. a kol. (1972): Čistecko-jesenický masív 512 0331 153. Surovina: kámen. - MS Geoindustria Praha, Geofond P 23108.
- VACEK, J., 1983, Přehledné prognózní ocenění rudonosnosti Českého masívu.
- VENERA Z., SCHULMANN K. AND KRÖNER A. (2000): Intrusion within a transtensional tectonic domein: the Čistá granodiorite (Bohemian Massif) – structure and rheological modelling. J. Struct. Geol., vol. 22, pp. 1437-1454.
- VERNER K. (2003): Strukturní analýza a podmínky vmístění jihlavského masívu. Diplomová práce, PřFUK, Praha.
- VYSKOČIL P., ZEMAN A., 1979, Pohyby zemského povrchu v některých lokalitách styku Karpat a Českého masívu. Výzk.zpr. VÚGTK č.666, Zdíby.
- VYSKOČIL P., ZEMAN A., 1980, Rajonizace ČSR z hlediska recentních pohybů zemského povrchu. Výzk.zpr. VÚGTK č.679, Zdíby.
- VYSKOČIL P., ZEMAN A., 1983, Základní tendence recentních pohybů na styku Českého masívu a Karpat. Výzk.zpr. VÚGTK č.745, Zdíby.



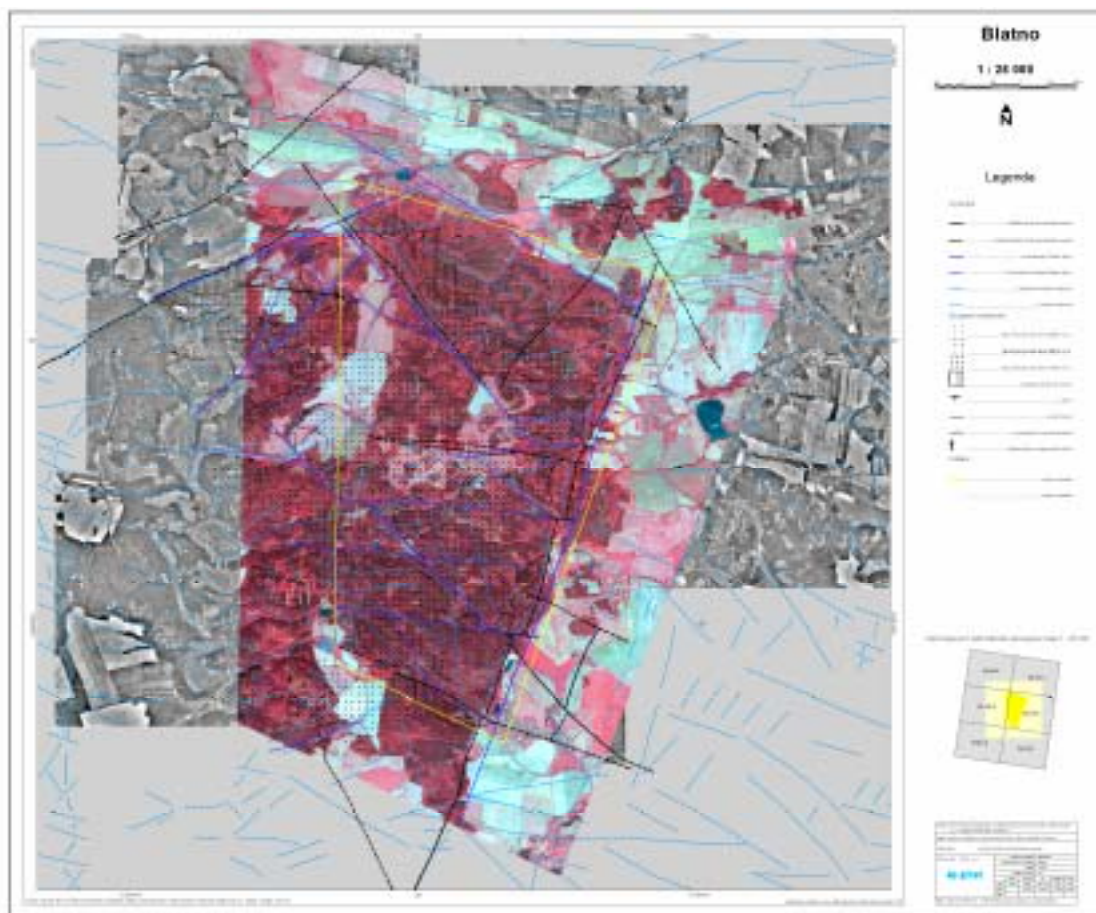
- VYSKOČIL, P. (1984): Results of recent crustal movement studies. Rozpravy ČSAV, 94, seš. 8. Academia Praha, 109 p.
- VYSKOČIL, P. (1993): Recentní tektonika v oblasti České republiky v souvislostech dynamiky střední Evropy. Collection of publications. Dr.-habil. disertation. Praha, VŠB Ostrava.
- VYSKOČIL, P. (1996): Recent crustal movements, their properties and results of studies at the territory of Czech Republic. Sb. VÚGTK 42 (15), 74-118.
- WOLLER F. et al., 1998. Kritická rešerše archivovaných geologických informací - úkol číslo: 59 94 0001, závěrečné zhodnocení. Ústav jaderného výzkumu, Řež, 1998.
- ZELENKA, L. (1923): O tvaru žulových intrusí u Jindřichova Hradce. - Sbor. Klubu přírodověd. 1921-22, 103-108, Praha.
- ZELENKA, L. (1924): O žulových intrusích u Jindřichova Hradce. - Čas. Nár. Mus., 98, 72-77, Praha.
- ZEMAN A., 1988, General Trends of Normal Height Changes in Czechoslovakia for a Period of Approximately 33 Years. Journal of Geodynamics 10, 167-174.
- ZEMAN A., VYSKOČIL P., BALATKA B., BATÍK P., DORNIČ J., LYSENKO V., SLÁDEK J., 1984, Souhrnná studie o tektonických a blokových poměrech Českého masívu z hlediska zájmových oblastí jaderných elektráren Archiv ČGÚ Praha, manuscript.
- ZEMAN J., KUMPERA O., (Eds.), 1989, Tektonická mapa ČSR, 1:500000,
- ŽÁK J., SCHULMANN K. AND HROUDA F. (2003): Multiple fabric patterns and emplacement mechanisms of a composite batholith: a result of polyphase tectonic evolution of continental magmatic arc (Central Bohemian Batholith, Bohemian Massif). Proceedings of the 8th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group, Hrubá Skála Chateau, April 24-27, Geolines, vol. 16, pp. 112-113.

## 8 Příloha B Mapové přílohy

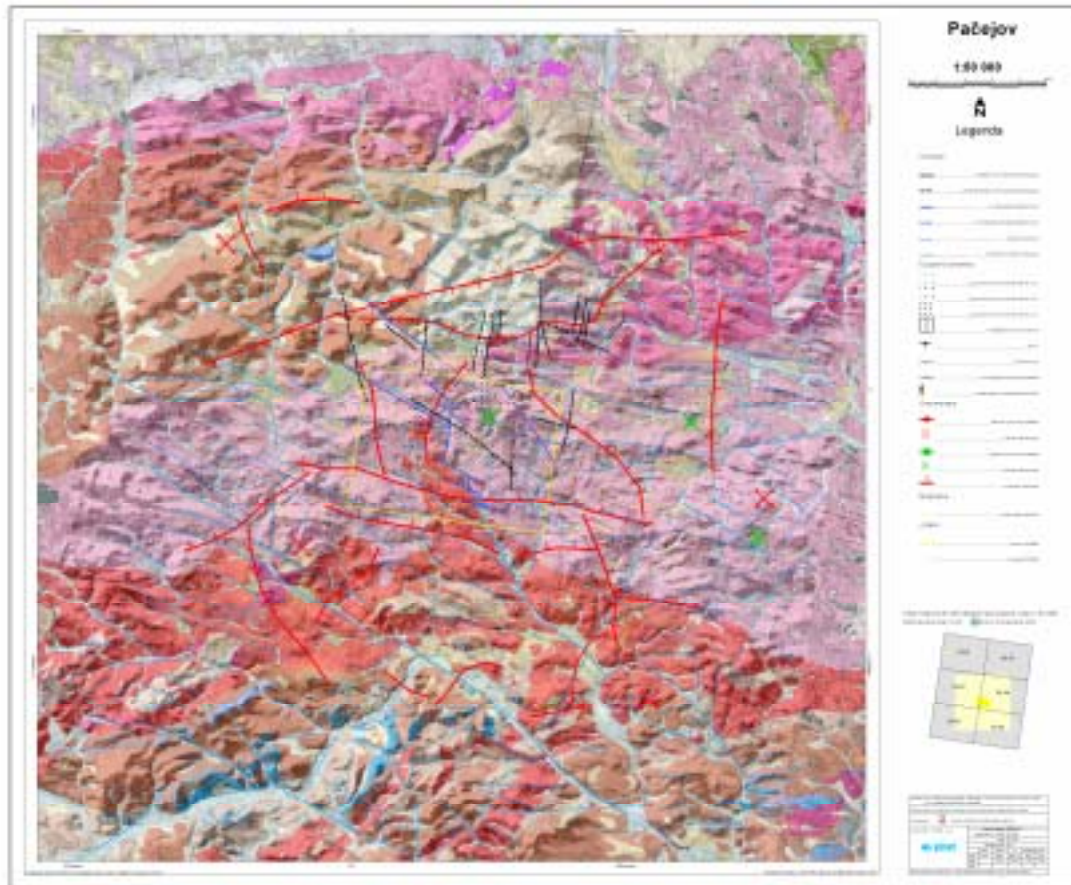
Součástí závěrečné zprávy je 12 samostatných mapových příloh, které zachycují výsledky morfotektonické analýzy pro všechny lokality vždy v měřítku 1:25000 a 1:50000. Náhledy na tyto mapové přílohy jsou uvedeny níže.



*Příloha č. 1 Morfotektonická analýza pro lokalitu Blatno*

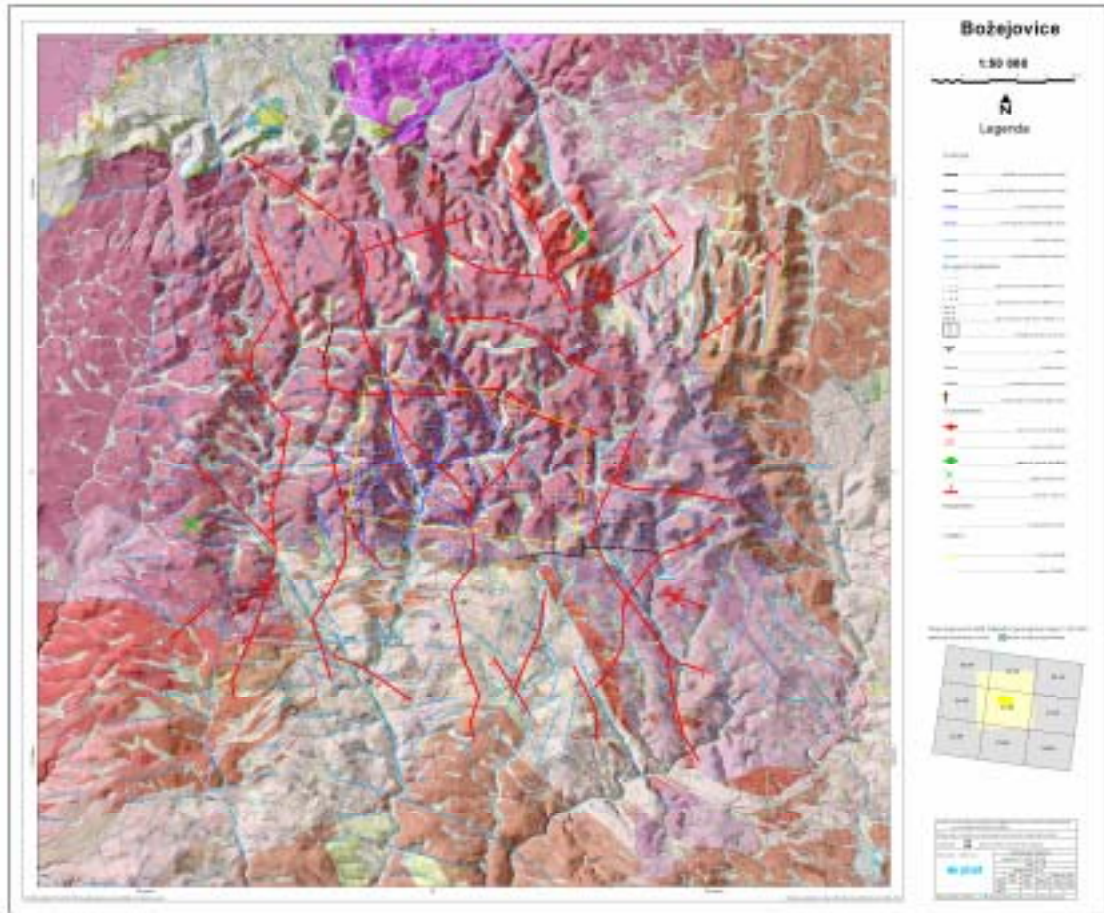


*Příloha č. 2 Morfotektonická analýza pro lokalitu Blatno*

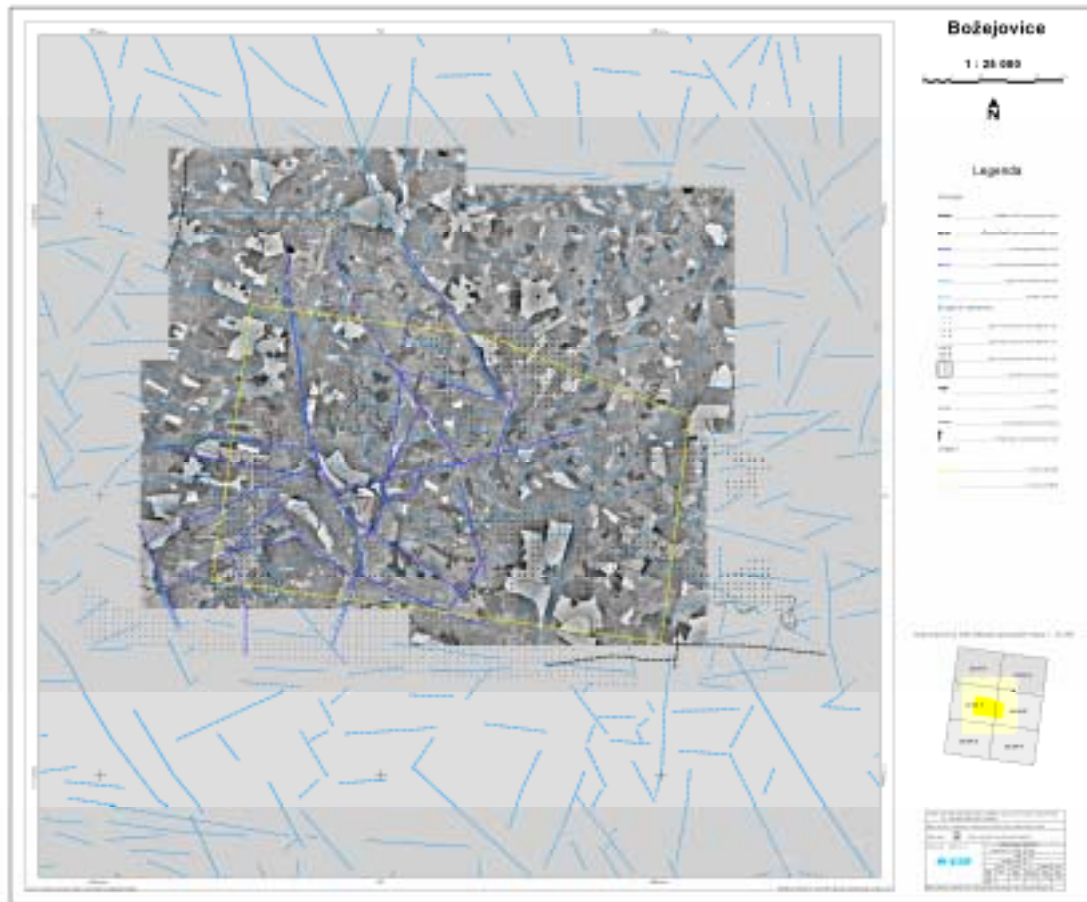


*Příloha č. 3 Morfotektonická analýza pro lokalitu Pačejov*

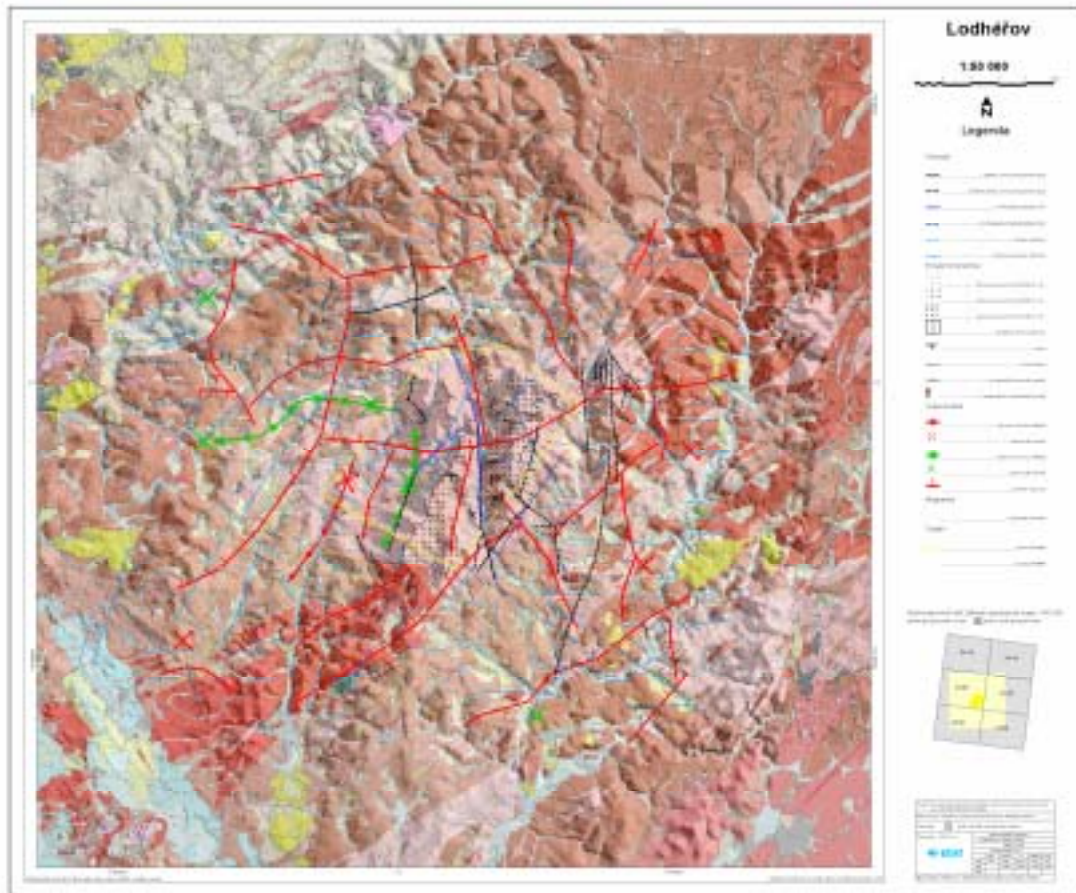




*Příloha č. 5 Morfotektonická analýza pro lokalitu Božejovice*

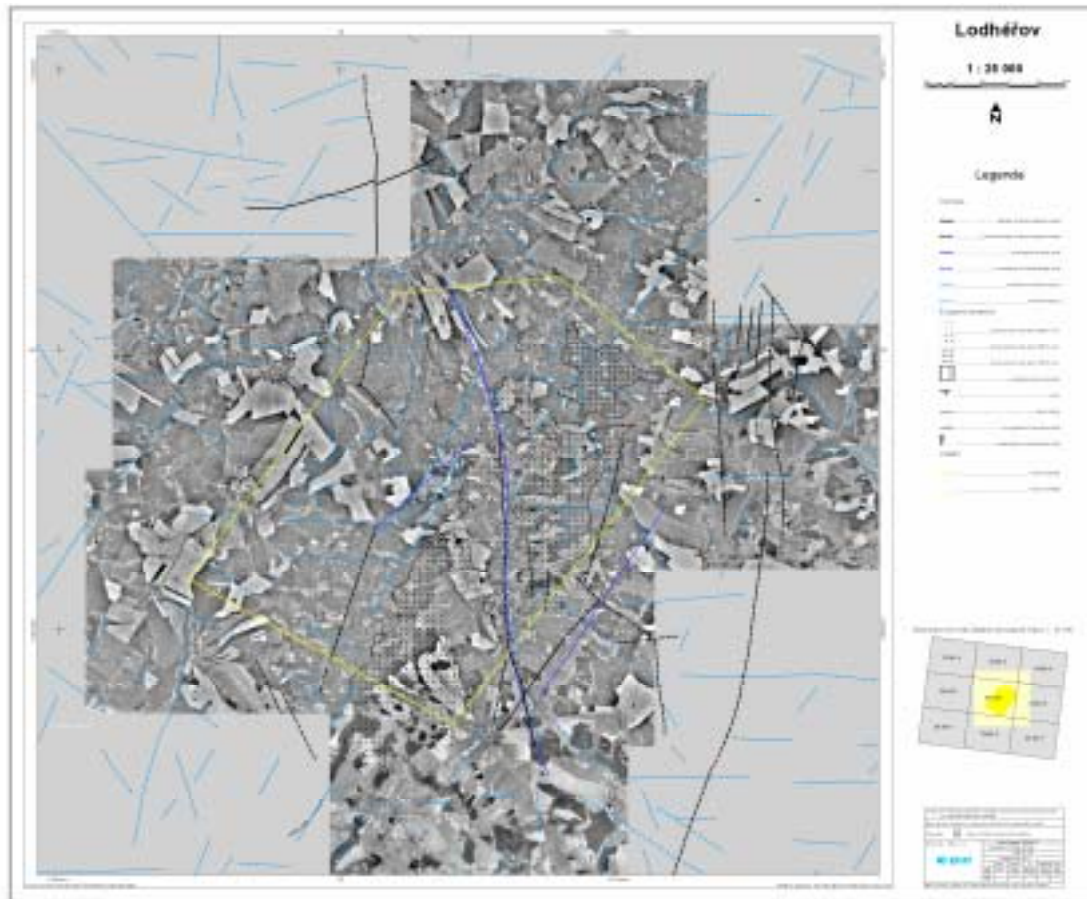


*Příloha č. 6 Morfotektonická analýza pro lokalitu Božejovice*

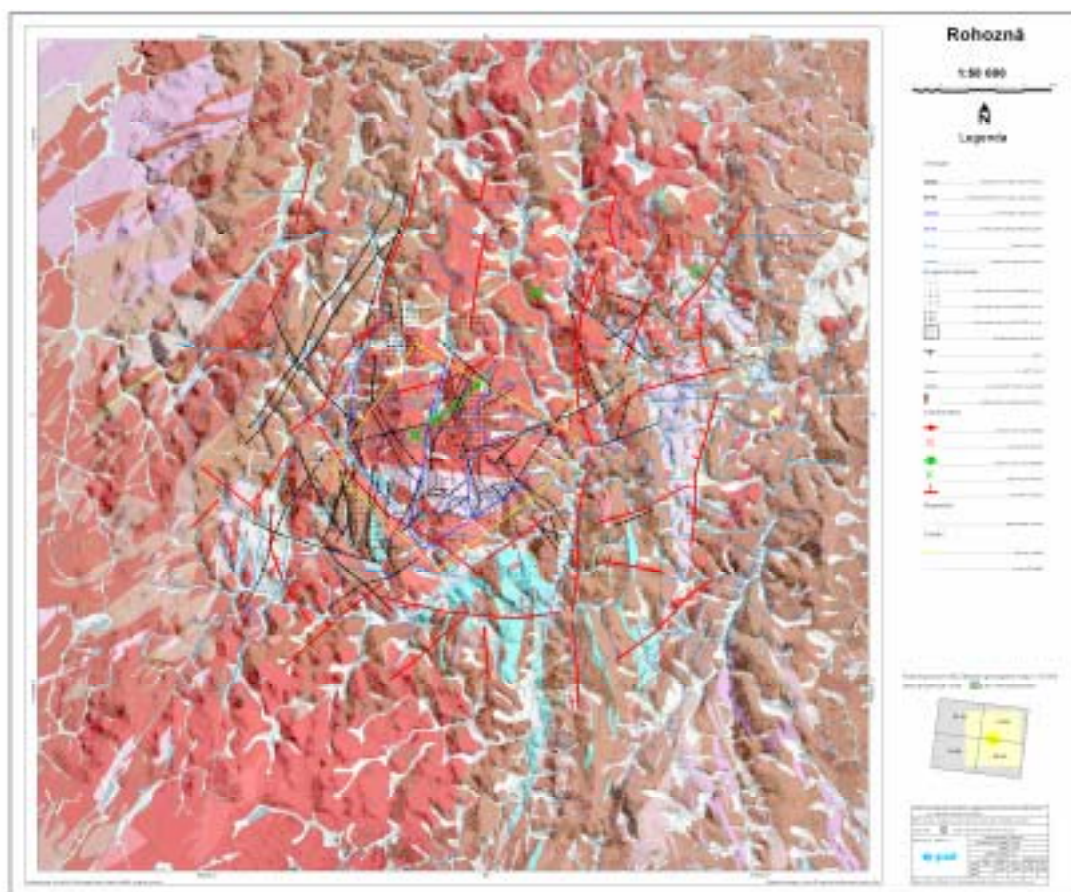


*Příloha č. 7 Morfotektonická analýza pro lokalitu Lodhéřov*

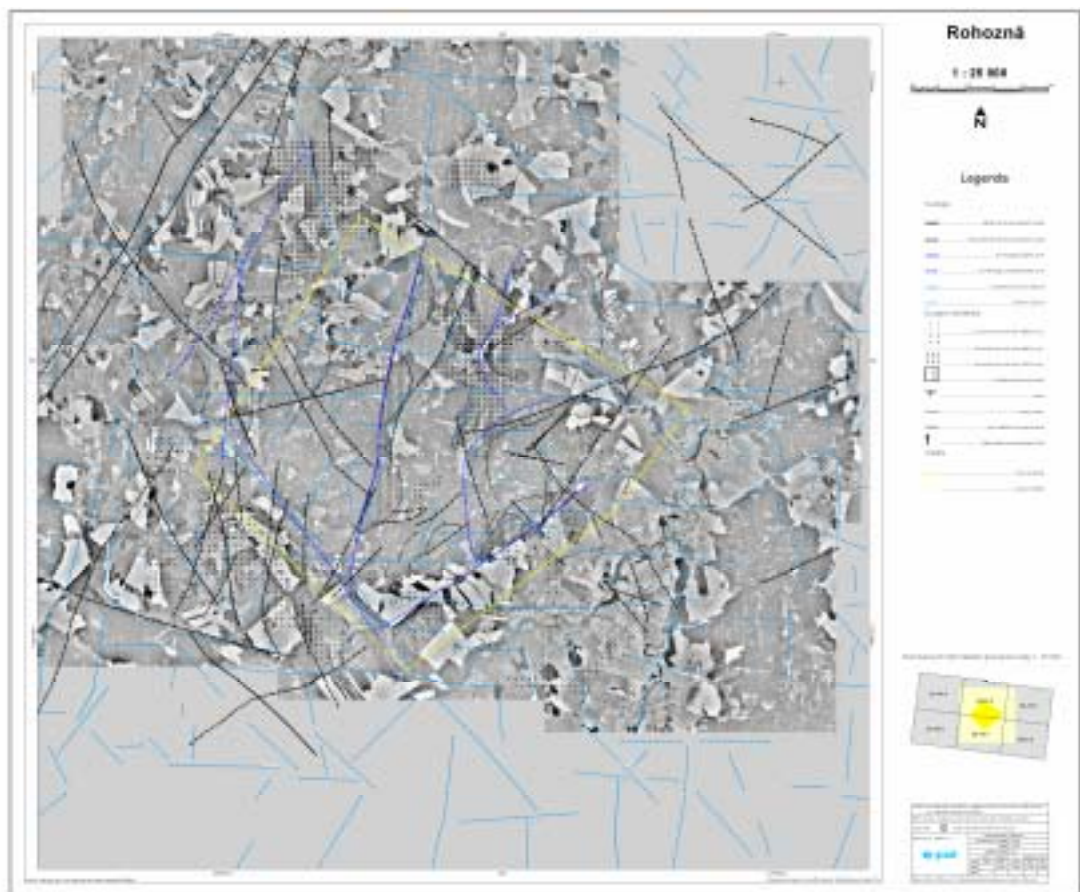




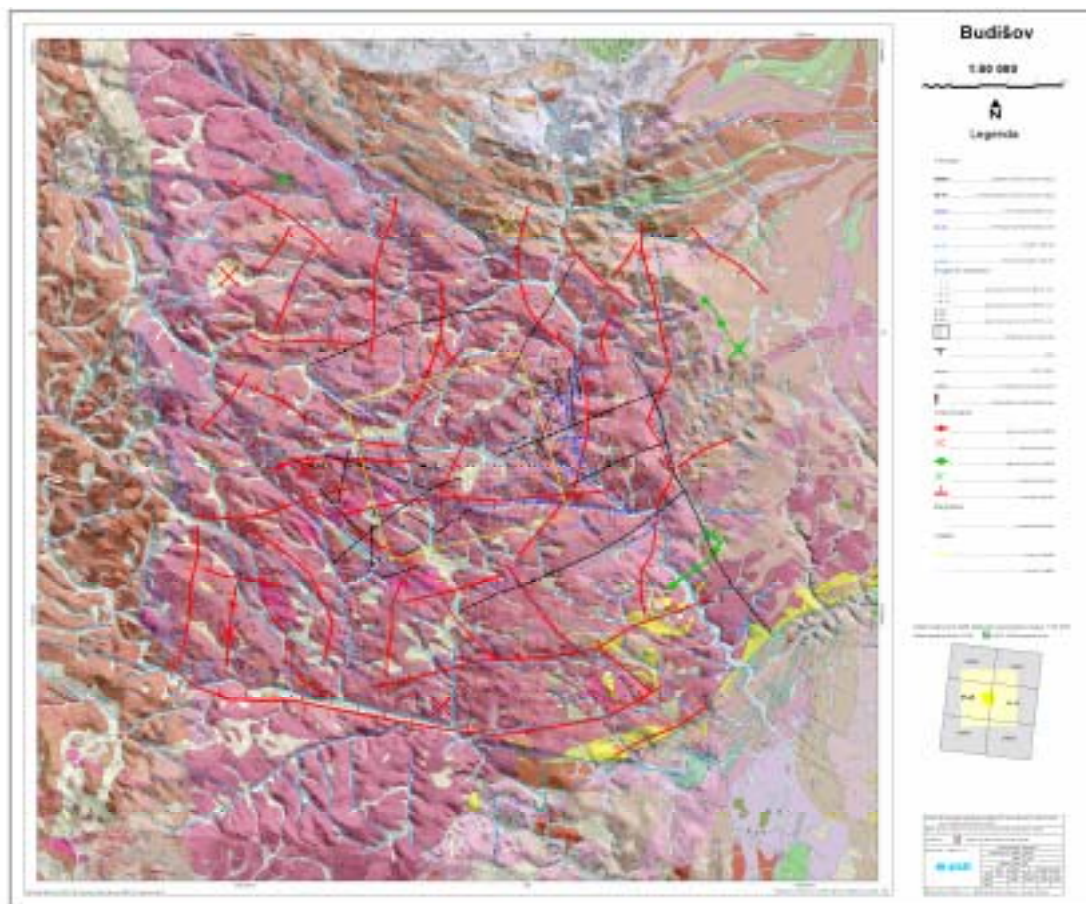
*Příloha č. 8 Morfotektonická analýza pro lokalitu Lodhéřov*



*Příloha č. 9 Morfotektonická analýza pro lokalitu Rohozná*



*Příloha č. 10 Morfotektonická analýza pro lokalitu Rohozná*



*Příloha č. 11 Morfotektonická analýza pro lokalitu Budišov*









Správa úložišť radioaktivních odpadů  
Dlážděná 6, 110 00 Praha 1  
Tel. 221 421 511  
E-mail: [info@rawra.cz](mailto:info@rawra.cz)  
[www.surao.cz](http://www.surao.cz)