

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZICKÉ GEOGRAFIE A GEOEKOLOGIE**

**GEOMORFOLOGICKÝ VÝVOJ SUBVULKANITŮ
RALSKO A LIPKA**

diplomová práce

Vratislav Konečný
Fyzická geografie a geoekologie

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Václav Přibyl, CSc.

Praha, srpen 2007

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Doc. RNDr. Václava Přibyla, CSc. s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Praze, dne 23. srpna 2007

.....

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Doc. RNDr. Václavu Přibylovi CSc. za jeho cenné rady a připomínky, které vedly ke konečné podobě této práce a Lucii Klimešové, která mi byla oporou během tohoto období.

Abstract

The aim of the thesis *Geomorphological evolution of Ralsko and Lipka hills* was to uncover historical evolution of the relief in the area of North Bohemia by the town of Mimoň and its current geomorphological situation and finally to create a geomorphological map of the given area. To reach those aims morphometrical, morphostructural and morphosculptural analyses and their resulting synthesis were used.

To evaluate qualitative characteristics and to find out relations between the relief and the bedrock structure in the morphometrical and the morphostructural analyses GIS programme was used. The same software was used while creating detailed geomorphological map of the given area in scale of 1:10 000, which is the appendix of this thesis. This map was created on the basis of observations detected during the field works. The evolution of this area from precambrium to present is summarized in the final chapter at the end of the thesis.

Obsah:

1	Úvod	7
1.1	Cíle práce	7
1.2	Vymezení zájmového území.....	7
1.3	Stav dosavadních geomorfologických výzkumů	9
1.4	Fyzickogeografické charakteristiky zájmového území	12
1.4.1	Geologický vývoj.....	12
1.4.2	Geologická stavba.....	14
1.4.3	Tektonický vývoj	16
1.4.4	Další fyzickogeografické charakteristiky	18
1.4.4.1	Klimatické poměry	18
1.4.4.2	Hydrologické poměry	18
1.4.4.3	Půdní poměry	19
1.4.4.4	Biogeografické poměry.....	19
1.4.4.5	Chráněná území	20
2	Metodika práce	21
2.1	Morfometrická analýza reliéfu	21
2.2	Morfostrukturální analýza reliéfu	22
2.2.1	Morfostrukturální analýza v prostředí GIS.....	22
2.2.1.1	Analýza údolní soustavy	22
2.2.1.2	Analýza orientace puklin	23
2.2.2	Geomorfologické mapování a výsledná geomorfologická mapa	24
2.2.2.1	Legenda podrobné geomorfologické mapy	24
3	Dosažené výsledky	25
3.1	Morfometrické charakteristiky zájmového území	25
3.1.1	Rozložení nadmořských výšek	25
3.1.2	Sklonitost svahů.....	27
3.1.3	Orientace svahů	29
3.2	Morfostrukturní analýza reliéfu	32
3.2.1	Analýza údolní soustavy.....	32
3.2.2	Analýza orientace puklin	34
3.3	Morfoskulturní analýza reliéfu	37
3.3.1	Tvary podmíněné endogenní dynamikou – strukturní tvary.....	37
3.3.1.1	Skalní suky.....	37
3.3.1.2	Zlomové svahy.....	39
3.3.1.3	Strukturně denudační plošiny	40
3.3.1.4	Strukturní hřbety	41
3.3.1.5	Skalní hřiby	42
3.3.2	Erozně-denudační tvary	43
3.3.2.1	Erozní rýhy	43
3.3.2.2	Erozní svahy	44
3.3.2.3	Vrcholové tory	45
3.3.2.4	Skalní věže	46
3.3.2.5	Formy detailní modelace pískovcových stěn.....	47
3.3.3	Akumulační tvary	51
3.3.3.1	Suťová pole.....	51
3.3.3.2	Osypy	53
3.3.3.3	Sesuvy	53
3.3.3.4	Terasy Ploučnice	53

3.3.3.5 Analýza vývoje údolí Ploučnice	55
3.3.4 Antropogenní tvary	58
4 Geomorfologický a geologický vývoj od prekambria po současnost.....	61
4.1 Prekambrum a starší paleozoikum.....	61
4.2 Mladší paleozoikum.....	61
4.3 Mezozoikum	62
4.4 Terciér	62
4.5 Kvartér	63
5 Závěr	67
6 Summary	70
Použitá literatura:.....	72

1 Úvod

Východní část Brnišťské vrchoviny patří k oblastem s výraznými tvary terciérního vulkanismu, které dominují mírně zvlněné krajině. Na konci 40. let minulého století byl armádou ČSSR zřízen VVP Ralsko, který zahrnoval velkou část tohoto území a znepřístupnil oblast dalším výzkumům. V 60. letech bylo navíc objeveno významné ložisko uranu a vědecké práce se pak orientovaly čistě na výzkum ložiska strategické suroviny. Práce geomorfologů zabývající se širším okolím, zaměřené především na křídové sedimentární horniny, tedy známe hlavně z 20. a 60. let minulého století. Studie z dalších desetiletí tyto práce spíše shrnují. Autor v této magisterské práci představuje výsledky dosavadních geomorfologických výzkumů a předkládá podrobnou geomorfologickou analýzu vývoje a stavu současného reliéfu.

1.1 Cíle práce

Hlavními cíli práce je:

- zjistit současné geomorfologické poměry reliéfu
- zjistit a vysvětlit jeho paleogeografický vývoj
- vytvořit podrobnou geomorfologickou mapu území

1.2 Vymezení zájmového území

Studovaná část Brnišťské vrchoviny leží v severní části České vysočiny, je součástí české křídové tabule. Tvoří střed podcelku Zákupské pahorkatiny, která je severní součástí pahorkatiny Ralské. Na západě a jihu hraničí Ralsko s pertoltickou a ploužnickou částí (VIA-1B-2b-1 a 2b-2) Mimoňské kotliny (okrsek Českolipská kotlina), na východě s jelenovršskou částí (VIA-1B-4c-2) Děvínské pahorkatiny (okrsek Kotelská vrchovina) a na severovýchodě s Hamerskou kotlinou (VIA-1B-3d-1), tvořící část Strážské kotliny (okrsek Podještědská pahorkatina). Regionalizace vychází z BALATKY a KALVODY (2006). Tabulka č. 1.1 naznačuje geomorfologickou regionalizaci území.

Území vrchů Lipka na severu a Ralsko na jihu tedy náleží dvěma částem Brnišťské vrchoviny. Hranici mezi těmito dvěma částmi tvoří řeka Ploučnice. Pro tuto práci bylo vymezeno území přesahující hranice částí Brnišťské vrchoviny s ohledem na genezi reliéfu v souvislosti s fluviální činností.

Tab. č. 1.1: Geomorfologická regionalizace zájmového území

	provincie	Česká vysočina
VI	subprovincie	Česká tabule
VI A	oblast	Severočeská tabule
VI A 1	celek	Ralská pahorkatina
VI A 1 B	podcelek	Zákupská pahorkatina
VI A 1 B 1	okrsek	<i>Cvikovská pahorkatina</i>
VI A 1 B 1 c	podokrsek	<i>Brništěská vrchovina</i>
VI A 1 B 1 c 2, 3	část	tlustecká, Ralsko

Podle Geomorfologického členění reliéfu Čech (BALATKA, KALVODA, 2006)

Proto byla k masívům obou vrchů přičleněna i část povodí Ploučnice, hranicí na západě je její rozvodnice. Zájmové území tedy postihuje okrajově rovněž část území **pertoltické a ploužnické části Mimoňské kotliny** (okrsek *Českolipská kotlina*). Kolem vrchu Lipka na západě sleduje hranice území vrstevnici 300 m n. m. Na severu odděluje studované území od zbylého území tlustecké části areál průmyslového komplexu s odkalištěm vázaným na vyluhovací pole uranových dolů a tímto areálem také hranice pokračuje k jihu přes řeku Ploučnici. Odtud byla vymezena hranice po hřebenici přes několik vrcholků na východ od těžebního areálu Velké Ralsko (ležícího na východním úpatí masívu Ralska) - na vrchy Doubek a Zaječí vrch (oba 336 m n. m.) - a opět po hřebenici klesá na JZ k Mlýnskému rybníku. Tím bylo do zájmového území zařazeno i údolí Ralského potoka, oddělujícího samotný masív Ralska od Velkého Jeleního vrchu na východě. Toto okrajové území již spadá do **jelenovršské části Děvinské pahorkatiny** (okrsek *Kotelská vrchovina*). Od Mlýnského rybníka je hranice vedena přes vrcholky několika terénních vyvýšenin ve výšce okolo 296 m n. m. na západ do města Mimoň zpět k soutoku s Panenským potokem.

Obr. č. 1.1: Vrchy Ralsko a Lipka, pohled od Stráže p. R.

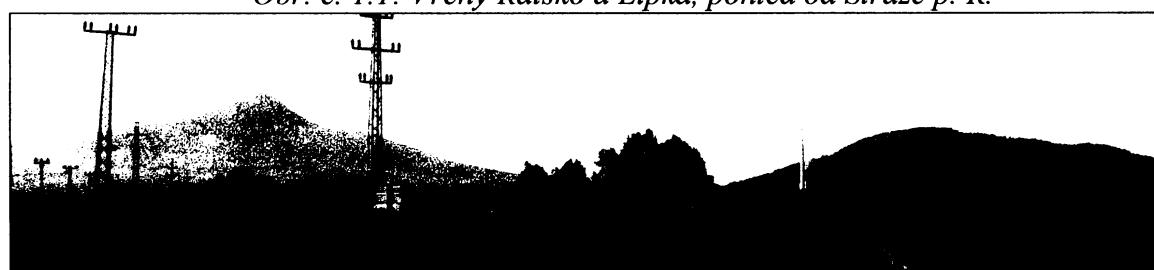


Foto: autor (X/2006)

1.3 Stav dosavadních geomorfologických výzkumů

Ralsko se svým okolím je geomorfologicky pestrým územím, kde se setkáváme se skalním městem i výraznými čedičovými elevacemi, stejně jako s kaňonovitým říčním údolím. Leží v blízkosti mnohokrát popisovaných a zkoumaných Polomených hor, na kterých různí autoři dokazují tektonické pochody i mikroformy utvářené exogenními silami. O vývoji území se dovídáme ze starších prací, věnovaných neovulkanitům či skalním městům v širším okolí. Výčet této literatury je uveden dále v této kapitole. Jde většinou o práce geologické nebo hydrogeologické. Několik prací je věnováno tektonice širší oblasti, důležité jsou práce o vývoji říčních teras. Souborné práce o vrších Ralsko a Lipka však chybí, informace jsou spíše útržkovité. Nejkomplexnějšími jsou díla z průzkumů týkajících se blízké těžby uranu a možnosti sanací.

K tomuto faktu přispívá i návaznost území na areál bývalého VVP Ralsko, což značně znemožňovalo práci geomorfologickému i jinému bádání a práce se orientovaly po několik desetiletí jen na možnosti těžby strategické suroviny.

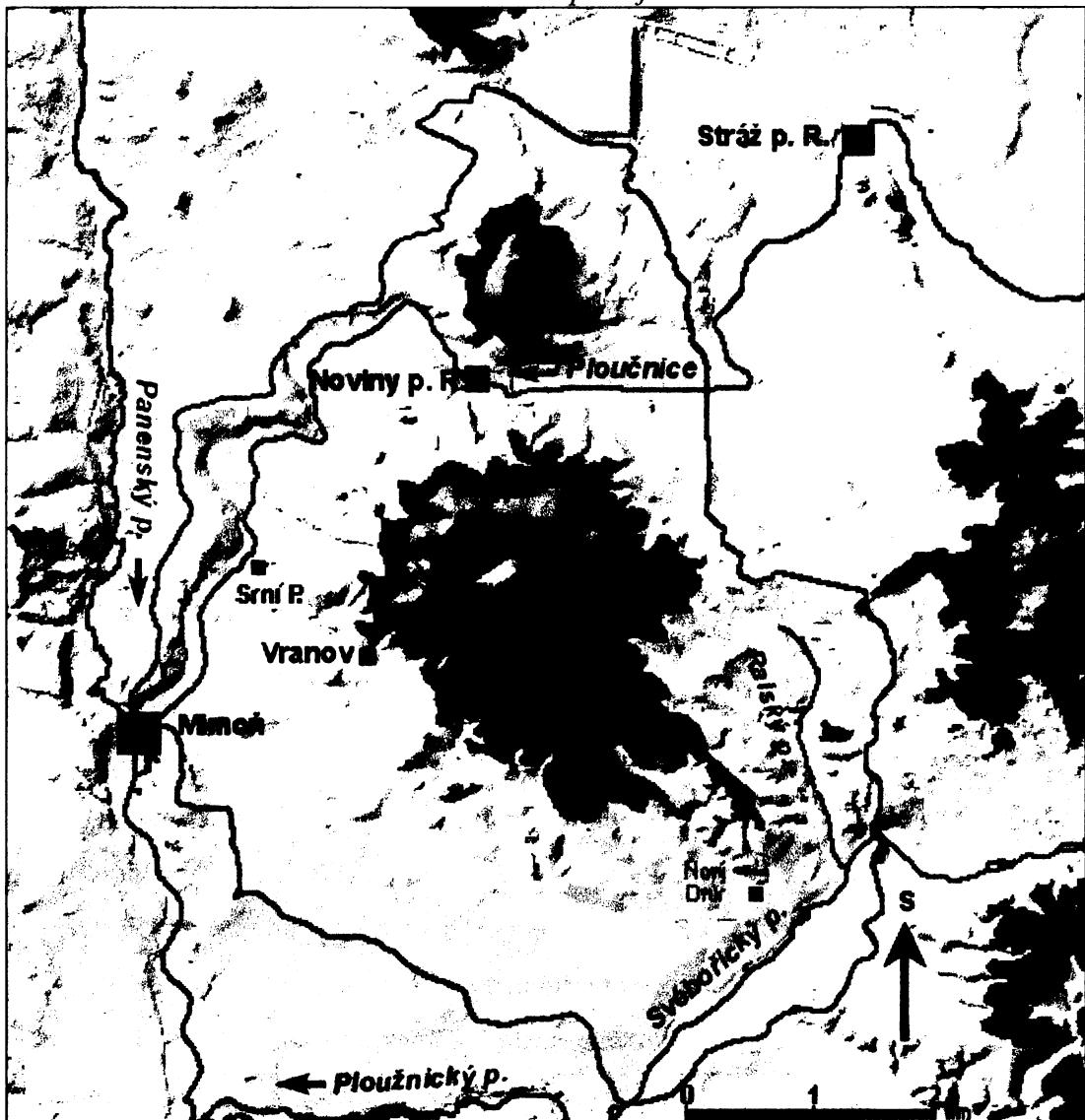
DĚDINA (1914, 1916, 1917) se zabývá základními tektonickými procesy české křídové pánve, vysvětluje rozpad pískovcové hmoty a průnik vyvřelin. Popisuje subvulkanická tělesa kolem Ploučnice jako tzv. vulkanické embryony, zabývá se průniky vyvřelin do křídových hornin. Snaží se naznačit zákonitosti rozmístění těchto průniků magmatu na současný povrch. Dědina uvažuje výšku oligocenní paroviny v úrovni dnešních 750 m n. m., odkazuje na formy na Kozákově a Ještědu. Z exogenních procesů se věnuje spíše denudační činnosti na obecnější úrovni. Masív Ralska ve své práci řadí ke Cvikovské vrchovině.

Geologické práce MÜLLERA (1924) uvádějí autorovy teorie o vývoji území především v terciéru a kvartéru, z jeho prací jsou důležité poznatky o vzniku říčních teras a kvartérních pokryvech v nivě i mimo ni (viz též KRUTSKÝ, 1992). Některé jeho teorie (počet terasových stupňů, průběhy zlomů a vertikální posuny na nich) však byly dalšími autory zpochybňeny.

Ve sborníku prací Tektonický vývoj Československa (BUDAY et al., 1961), je celá Ralská pahorkatina řazena k Železnobrodsko-západosudetské tektonické oblasti. Práce se však týká pouze hlavních zlomových linií, nalézáme zde jen kusé informace o peneplenizaci širší oblasti.

V Říčních terasách v Českých zemích (BALATKA, SLÁDEK, 1962) jsou popsány jednotlivé terasové stupně na soutoku s Panenským potokem, doplněné o jejich datování a teorie, které časové zařazení teras potvrzují. Práce přibližuje také tektonické pochody v pramenné oblasti, které mohly být příčinou různých fází transportu materiálu.

Obr. č. 1.2: Situační mapa zájmového území



Zdroj: vlastní zpracování

V knize Geomorfologie Českých zemí DEMEK a kol. (1965) věnuje kapitolu Zákupské pahorkatině a zmiňuje se o 6 terasách Ploučnice v okolí Mimoně, nejstarší je datována obdobím halštrovským, tedy obdobím maximálního zalednění. Hovoří se o počedičové denudační úrovni, dnes vlivem neotektonických pohybů snížené na 400 – 450 m n. m.

MALKOVSKÝ et al. (1974) popisuje vývoj české křídové pánve jako sedimentačního prostoru, podává informace o zvrstvení sedimentů z různých údobí. Kapitoly o tektonice však postrádají detailnější informace o zlomech a nacházíme zde jen popis nejdůležitějších ker. Píše o denudaci stabilní křídové paroviny a o významu především neogenních a pleistocenních pochodů pro dnešní reliéf.

KUNSKÝ (1974) popisuje v knize Československo fyzicky zeměpisně křídovou pánev jako celek, píše o vyvřelinách, které zpevňují vyšší úrovně měkčích pískovců. Doplňuje též charakteristiku krajiny o zhlazení navátymi sprašemi a písky. O Ralské pahorkatině najdeme jen zmínku při popisu čedičových kup.

BALATKA a SLÁDEK (1984) vymezují Ralsko jako část Brnišťské vrchoviny. Popsány jsou základní morfografické a geologické charakteristiky.

RŮŽIČKA a RŮŽIČKOVÁ (1984) studovali terasy v okolí Mimoně, zaznamenali pět úrovní teras, shodujících se s terasami, které popisují BALATKA a SLÁDEK (1984). Jsou zde předkládány teorie o větvení Ploučnice v závislosti na tektonických pohybech. Studie popisuje jednotlivé vrstvy dle zrnitostních frakcí a určuje podrobně jejich stáří.

MYSLIL (1992) píše o planační úrovni na jih od masívu Ralska ve výšce 300 m n. m. Další relikt planační úrovně určil ve výšce 550 m n. m.

Jedinečným je článek KÜHNA (1994), věnující se konkrétním morfoskulpturám – skalním hřibům na JV Ralska. Věnuje se jejich rozměrům, erozi a geologickým vrstvám.

Nejpřesnějšími pracemi jsou zprávy podniku DIAMO s. p. z devadesátých let 20. stol. (ADAMOVIČ et al., 1996) vyhotovené pro těžební a sanační práce v oblasti ložiska Stráž p. R. Autoři popisují tektonické linie podle leteckého snímkování a na základě infračervených záběrů geologickou stavbu. Dobře popsán je průběh strážského zlomu a jeho zlomových pásem, podle četných vrtů jsou doloženy i hodnoty vertikálních skoků podél zlomové linie. V souboru výzkumných prací je rovněž popsán terasový systém Ploučnice v okolí Mimoně. Kolektiv autorů shrnuje poznatky o tektonické a geologické stavbě území, věnuje se rovněž výstupům jednotlivých souvrství pískovců na povrch.

ADAMOVIČ (1997) podává shrnutí dosavadních geologických výzkumů území, popisuje však také pravděpodobné tektonické pochody, naznačuje zlomové linie a přiřazuje jednotlivé skalní výchozy zlomovým svahům. Důležité jsou pak údaje o stáří křídových souvrství jednotlivých výchozů a jejich výšek v terénu.

HAVLÍČEK, NÝVLT a TYRÁČEK (1998) ve své zprávě shrnují dosavadní geologické poznatky o kvartérních sedimentech. Připomínají teorii, podle které ledovec v elsteru dosáhl téměř severní hranice odkaliště u Lipky. Rozlišují původ sedimentů, gravitační sedimenty na Ralsku řadí do pleistocénu. Uvádějí však, že dodnes nebyla zjištěna mocnost svahovin pod vrcholem masívu a připomínají také, že nejsou zdokumentovány svahové sesovy na Ralsku.

CHLUPÁČ et al. (2002) popisuje především geologickou stavbu širšího území a vlastnosti jednotlivých křídových souvrství. Autoři poukazují na tektonické pohyby v terciéru,

které mohou dosahovat vertikálních hodnot až 1000 m. Takové pohyby se projeví nejen ve tvarech přímo souvisejících s tektonikou, ale také v transportu a sedimentaci materiálu.

1.4 Fyzickogeografické charakteristiky zájmového území

1.4.1 Geologický vývoj

Zákupskou pahorkatinu, do které náleží studované části Brnišťské vrchoviny, řadíme v geologické regionalizaci do české křídové pánev Českého masivu (BALATKA, SLÁDEK, 1984).

Jak prvotní vývoj širší oblasti popisuje např. KUNSKÝ (1974), oblast Českého masívu byla v algonkuu (rozhraní prahor a prvhore) zalita mořem, docházelo k mocné sedimentaci. Usazeniny byly na našem území vrásněny assyntským, starokaledonským a mladokaledonským vrásněním, kdy docházelo střídavě k mořské transgresi a regresi a metamorfózám sedimentů až do devonu. Koncem devonu se rozvinulo mohutné variské vrásnění spolu s přeměnou hornin a výlevy hlubinných žulových těles. Tehdy se vytvořil jediný rozsáhlý kerný blok Českého masívu. Na konci druhohor byl Český masív souší, od severu Čech na jih Moravy se vytvářel slabý pokles zality mořem (KRAFT, 1996). Nad moře vynořená část Českého masívu byla stále kompaktním blokem hercynského (variského) původu, na jehož povrchu byl vyvinut převážně peneplén se silným pláštěm regolitů (BALATKA, KALVODA, 2006). Takto morfostrukturálně jednotný a denudačními procesy zarovnaný povrch měl výšky přibližně 200 m nad křídovým mořem. (BALATKA, KALVODA, 2006).

Začátkem alpsko-karpatského vrásnění došlo k lužicko-labskému poklesu a od sv. Čech postupně vznikala svrchnokřídová pánev v mělkém moři (MALKOVSKÝ et al., 1974). 300 km dlouhá a 100 kilometrů široká pánev se stala sedimentačním prostorem v cenomanu (před 97 mil. let) až coniaku (88-87 mil. let), z uloženého materiálu se vytvářely hlavně kvádrové pískovce, opuky, jílovce a slíny (MALKOVSKÝ et al., 1974). Zdrojovou oblastí klastických křídových sedimentů byla především sudetská pohoří, jež byla souší. Největší rozsah zaplavované oblasti v křídě se připisuje období turonu (92-88 mil. let; BALATKA, KALVODA, 2006). Zdrojem materiálu byly zvětralé granitoidy lužického plutonu (v oblasti s. a sz. od Lužických hor). Jihovýchodními proudy byl tento materiál transportován dále na Českolipsko a Mimoňsko (ADAMOVIČ, 1997).

Celková mocnost křídových usazenin je asi 700 m, na některých místech jsou denudovány na pouhých 200 m tloušťky (KUNSKÝ, 1974). Pod těmito sedimenty leží permokarbonáská sedimentární formace, pod níž jsou pohřbeny horniny krystalinika Českého masívu, včetně granitoidů. Důležitou horotvornou fází je potom saxonská tektonika, kdy se obnovily nebo vytvořily zlomové pohyby směru krušnohorského, sudetského a jizerského (MALKOVSKÝ et al., 1974). Docházelo pak ke kerným poklesům a výzdvihům. Od začátku mladších třetihor – akvitánu – byla saxonská tektonika provázena sopečnou činností; vytvořilo se mj. i České středohoří (BALATKA, KALVODA, 2006).

Na počátku terciéru bylo v Českém masívu humidní tropické podnebí, začátkem oligocénu savanové a ve středním oligocénu velmi suché podnebí. Svrchní oligocén byl opět velice vlhkým a teplým obdobím. Současné povrchové tvary georeliéfu se vyvíjely v neogénu a kvartéru, tedy v posledních 20-25 mil. let (BALATKA, KALVODA, 2006).

Rozsah denudace sedimentů české křídové pánve od počátku miocénu do současnosti je doložen morfosturkturními rysy vulkanických masivů. Z vyhodnocení morfologické pozice reliktů sedimentárních hornin (např. pískovců) a vulkanických těles je odhadována denudace oblasti Českého středohoří v neogénu na 500-600 m (BALATKA, KALVODA, 2006). Z třetihor známe v oblasti české křídové pánve množství rozptýlených výskytů neovulkanitů. Na tomto území utuhly ultrabazické alkalické horniny melilitické skupiny (obd. 80-50 Ma), později byly obnaženy díky terciérní a kvartérní denudaci (CHLUPÁČ et al., 2002).

V terciéru pokračovala peneplenieza s. části Českého masívu. Byla doprovázena jen málo intenzívním kerným rozpadem, proto také všechny vrásnitivé fáze z konce křídy až po konec eocénu nemají v Českém masívu doklady (MALKOVSKÝ et al., 1974).

V kvartéru, charakteristickém střídáním glaciálů a interglaciálů, se nacházela většina křídové pánve v denudační oblasti (řazeno podle převládajících procesů; TYRÁČEK, RŮŽIČKA, 1992, in: CHLUPÁČ et al., 2002). Přesto se v glaciálech uplatňovaly exogenní procesy mechanického zvětrávání, které modelovaly ostré tvary reliéfu. Zhlazené tvary reliéfu naopak přičítáme akumulaci gravitací vzniklých uloženin i eolických a fluviálních sedimentů (CHLUPÁČ et al., 2002). V periglaciální zóně docházelo k převážně mechanickému rozrušování skalních výchozů, jejich rozpukání, rozpadu a řícení či odnosu sedimentů. Dnes nacházíme pod svahy mocné vrstvy sutí různých velikostí. Jemnozrnný materiál byl přinášen vodními toky, řeka Ploučnice a na západě vně studovaného území i Panenský potok transportovaly a ukládaly materiál z lužické oblasti a z jizerského podhůří. Kvartérní sedimenty tedy nacházíme od nejnižších poloh v nivě řeky a jejích teras až po vrcholové části neovulkanických suků.

1.4.2 Geologická stavba

Zájmové území charakterizují z velké části svrchnokřídové zpevněné sedimenty prostoupené třetihorními vyvřelými horninami (viz obr. č. 1.4). Zejména v nižších polohách se pak uplatňují pleistocenní a holocenní nezpevněné sedimenty (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994).

Sedimentární (většinou metamorfované) komplexy v podloží křídy i jejím okolí byly klasifikovány jako spodně proterozoické rulové horniny, dále granulty a granite. Svrchně proterozoický komplex tvoří břidlice, droby a fylity (MALKOVSKÝ et al., 1974) Podloží křídy v širším okolí Mimoně a Ralska je tvořené chloritsericitickými a grafitickými fylity, označovanými již za paleozoické. Předkřídové metamorfované a vyvřelé horninové vrstvy známe pouze z vrtů - nikde nevycházejí na povrch (ADAMOVIČ et al., 1996).

Perucko-korycanské souvrství je nejnižší lithostratigrafickou jednotkou křídového stáří. Nevychází na povrch, je rovněž známé z vrtů. Jeho nižší část, perucké vrstvy, jsou někdy označovány jako „sladkovodní cenoman.“ Souvislý výskyt peruckého souvrství se rozkládá vých. od vrchu Ralsko s mocností do 9 m (ADAMOVIČ et al., 1996). Hrubozrnné pískovce a slepence, často s úlomky podložních hornin, se střídají s polohami jílovců a někdy tvoří několik nahoru se zjemňujících cyklů. Patří sem sedimenty na bázi křídy v prahu začínajícím sz. od Mimoně a pokračujícím k VJV až do severního okolí Hvězdova. Korycanské vrstvy představují mělkomořské písčité sedimenty – hrubozrnné pískovce, výše pak jemnozrnné pískovce s jílovito-prachovými laminami. V okolí Ralska se pohybuje jejich mocnost kolem 45 – 55 m. Mocnost bělohorského souvrství dosahuje při úpatí Ralska až 60 m (ADAMOVIČ, 1997).

S výjimkou santonského a merboltického souvrství jsou v zájmové oblasti zastoupeny všechny lithostratigrafické jednotky: perucké a korycanské vrstvy, bělohorské souvrství, jizerské souvrství, teplické souvrství a březenské souvrství. Svrchnokřídový komplex byl zastižen v největší mocnosti přes 800 m na Lipce. Průměrná mocnost je však okolo 200 m (ADAMOVIČ, 1997).

Nejstaršími horninami při povrchu většiny území jsou křemenné pískovce jizerského souvrství svrchního až středního turonu. Převažují v levobřežní části studovaného území, tedy ve stavbě masivu Ralska a shora jsou limitovány vrstevnicí přibližně 500 metrů nadmořské výšky. V četných případech jsou zcela obnažené, především na úpatí tohoto masivu. Tyto pískovce mají různou velikost zrna, převládají však středně zrnité. Na východě zasahuje jizerské souvrství i mimo území ralského masivu, na jihu končí zlomem subekvatoriálního zlomového pásma při silnici z Mimoně na Nový Dvůr. Zjednodušenou geologickou mapu

znázorňuje obr. č. 1.4. Hranicí na severu a západě je údolní niva řeky Ploučnice. Mocnost svrchní části jiz. souvrství na Ralsku dosahuje až 170 m (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994, ADAMOVIČ, 1997).

Všechny výchozy křídových pískovců v Mimoni, vyjma odkryvů kolem koupaliště směrem na Vranov, zastihují vrcholovou část spodního jizerského souvrství. Jde o červené, středně až hrubě zrnité pískovce, místy s dokonale vyvinutým šikmým zvrstvením. Nejlepší ukázkou jsou skály na pravém břehu Ploučnice za gymnáziem (ADAMOVIČ, 1997).

Střední část jizerského souvrství začíná sekvencí jemnozrnných prachovitých pískovců, jejíž mocnost na Ralsku činí 10 m. Hrubost také směrem nahoru stoupá. V okolí vrcholu Ralska dosahuje celková mocnost střední vrstvy jizerského souvrství 170 – 200 m. Zde jsou vyvinuty dva velké nahoru hrubnoucí cykly – nižší 70 m a vyšší 120 m (ADAMOVIČ, 1997).

Relikt teplického souvrství lze předpokládat pod sutěmi ve vrcholové části Ralska (od cca 610 m n. m.; ADAMOVIČ, 1997), zde už však nebyly prováděny geologické vrty.

Coniackého stáří, kam také patří březenské souvrství, je masiv vrchu Lipka. Toto souvrství se vyznačuje jemně až středně zrnitými, zčásti křemennými pískovci. Pískovce březenského souvrství mohou mít také vložky jílovitých a prachovojílovitých hornin (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994).

Terciér je v podstatě reprezentován pouze neovulkanity (subvulkanity), zde v podobě proniků masivních vyvřelin a komínových brekcií, jež náležejí k periferní oblasti Českého středohoří. Souvislé výskyty terciérních sedimentů se nezachovaly, jen místy se vyskytují ojedinělé balvany až bloky silicifikovaných pískovců oligocenního až miocenního stáří (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994). Vrchy Ralsko a Lipka jsou přitom patrně rozdílného vulkanického stáří, kdy kužel Ralska řadíme k I. fázi (87 – 50 mil. let s převládajícími nefelinity, polzenity, melilitity a melilitolity) a Lipku k fázi druhé (42 – 17 mil. let), ve které převládají bazaltoidy a jejich brekcie nad trachytoidy (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994). Jako důkazy doznívání vulkanické činnosti v zájmovém území byly popsány na několika lokalitách sv. úbočí Ralska vystupující žíly fonolitu (www.kpufo.cz/wcl/uvod_soubory/pro7.htm). Fonolit (znělec) je přitom hornina s více než 90% foidů zastoupených mezi živci, nefelín mezi nimi převažuje. Nefelinit je horninou, kde je živec zastoupen foidy (především nefelínem) zcela (DUDEK, MALKOVSKÝ, SUK, 1984).

Z kvartérních uloženin mají největší zastoupení hlavně pleistocenní sedimenty vyvinuté v podobě eolických, fluviálních, proluviálních a deluviálních sedimentů. Holocenního stáří jsou povodňové a svahové hlíny, sedimenty deluviální a deluvioproluviální

(KLÍCHA, 1992). Nejstarší jsou středněpleistocenní proluviální a fluviální štěrky a písksy, které tvoří, podobně jako svrchnopleistocenní eolické sedimenty širšího okolí Ralska, místy rozsáhlé pokryvy (ADAMOVIČ et al., 1996). Především fluviální sedimenty jsou vázány na údolí: například ve městě Mimoň byly vytvořeny až 15 m mocné terasy. Terasové štěrkopísky v Mimoni jsou risského a würmského stáří (ADAMOVIČ, 1997).

Obr. č. 1.3: Pískovce jizerského souvrství s páskováním vápenců nalezené na j. úbočí Ralska ve výšce kolem 360 m n. m.

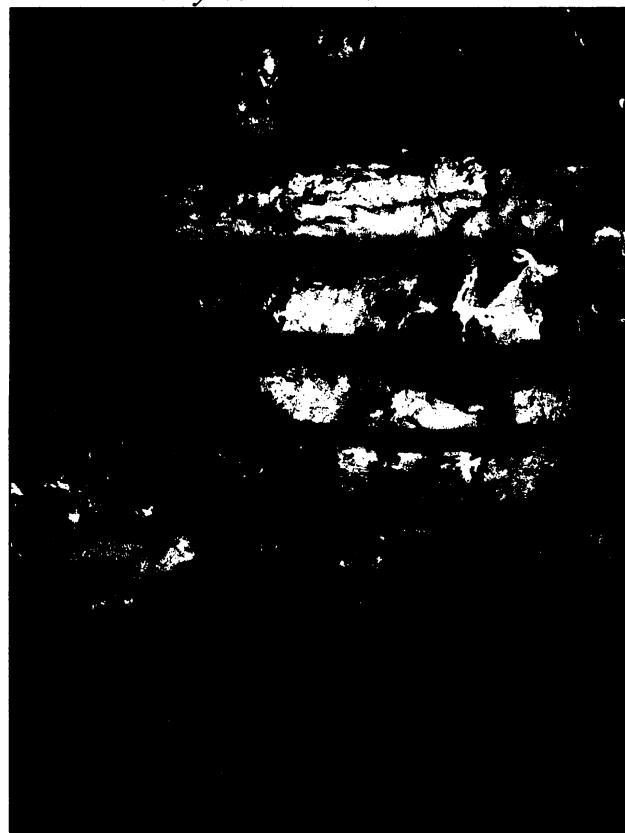
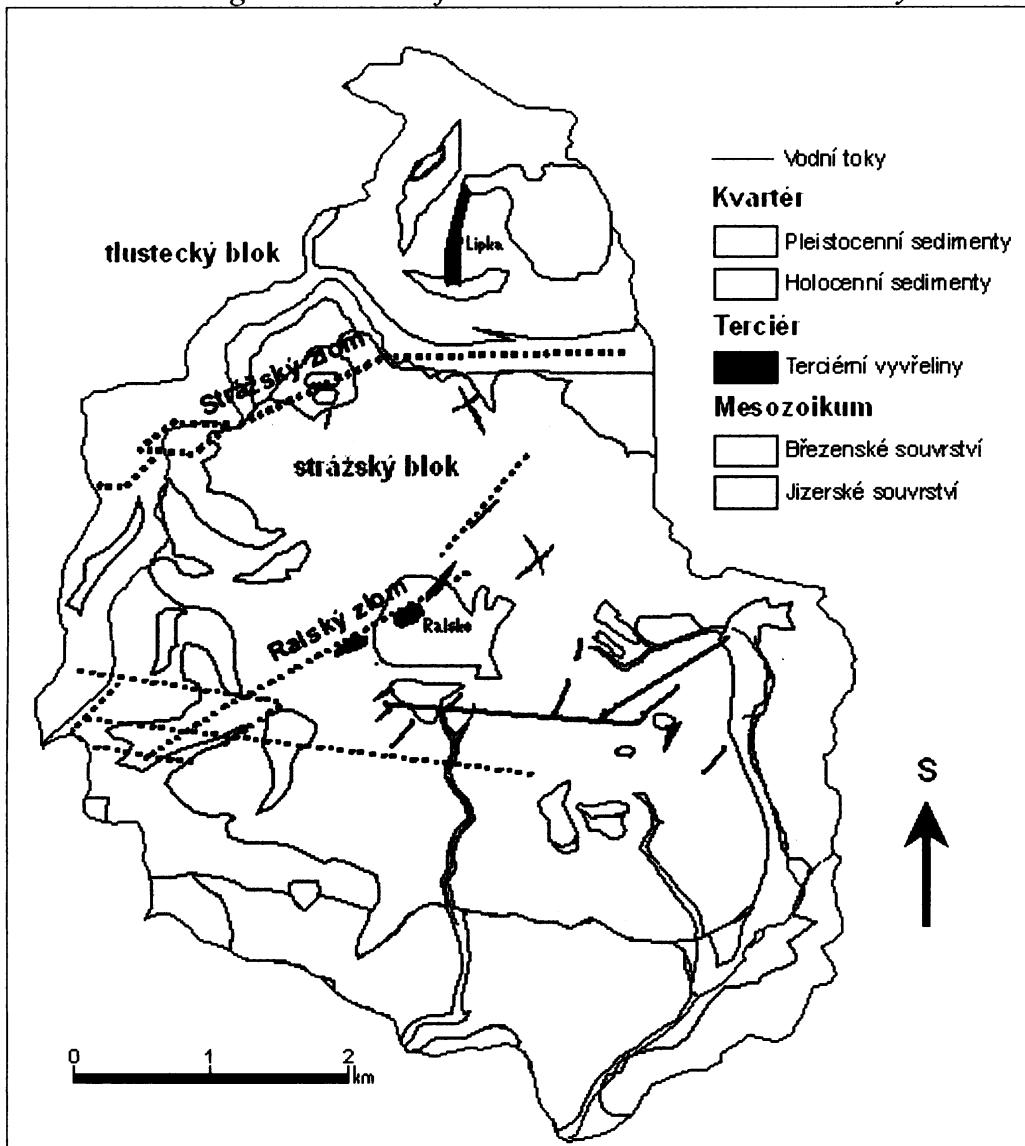


Foto: autor (X/2006)

1.4.3 Tektonický vývoj

Ke konci křídy (před 85 mil. let) byl český masív kompaktním geologickým tělesem (CHLUPÁČ et al., 2002). Česká křídová tabule byla pánví s velikým plochým dnem pokrytým svrchnokřídovými mořskými sedimenty. Moře z česko-moravské oblasti ustoupilo ve spodním senonu. Jako reakce na tlaky vyvolané nastupující alpinskou orogenezí na jihu začal se český masiv a jeho zpevněné sedimenty lámat, zdvihat či poklesávat. Soubor těchto horotvorných fází, důležitých pro pochopení současného reliéfu nejen české křídové pánve, se nazývá saxonská tektonika. Ta obnovila a nově vytvořila zlomové pohyby směru krušnohorského, sudetského a jizerského, které s celkovým zdvihem Českého masívu a

Obr. č. 1.4: Geologická situace zájmového území s hlavními tektonickými liniemi



Zdroj: vlastní zpracování dle Geologické mapy ČR 1: 50 000 03-31 Mimoň. (KLEIN, 1998).

dílčími kernými zdvihy a poklesy, příkopy, přesmyky a plochými vrásami vytvořily kerné deformace různého horopisného druhu a velkosti (KUNSKÝ, 1974).

Důležitou třetihorní tektonickou linií probíhající zájmovým územím je strážský zlom (viz obr. č. 1.4). Začíná asi 3 km severozápadně od města Mimoň u obce Bohatice složitou poruchovou oblastí, kde se stýká okřešický zlom ze západu se severní větví úštěckého zlomu vedoucí z jihozápadu. Strážský zlom na tyto linie navazuje a pokračuje dále k městu Stráž pod Ralskem. Má většinou průběh JZ – SV s četnými posuny Z – V. Strážský zlom odděluje na J až JV kru zvanou strážský blok, na S až SZ od něj se nachází pokleslý tlustecký blok. V prostoru Novin p. R. činí hodnota poklesu 660 m (ADAMOVIČ, 1997). Úklon zlomu je většinou 60 – 70° k SZ, v úsecích s jednoduchým průběhem až 80°. Zlom

vstupuje do zájmového území v Pertolticích pod Ralskem, 1 km severně od Mimoně, odsud má až na západ Novin p. R. směr JZ – SV, dále až na východ obce směr Z – V a právě zde je také tvořen jedinou zlomovou linií. Naopak na sever od města Mimoň bylo zjištěno zlomové pásmo s krami až 1 km dlouhými a 200 m širokými, sledujícími směr strážského zlomu. Hodnota vertikálních skoků na těchto drobných zlomech je okolo 200 m (ADAMOVIČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994).

Na východ od Mimoně od soutoku s Panenským potokem leží několik menších ker většinou ukloněných k jihu. Jsou často jen 100 m široké, protažené ve směru JZ – SV, omezené zlomy směru V – Z. Ukloněné jsou k ZSZ nebo JJZ. Sledují tak na malé ploše směr strážského zlomu (ADAMOVIČ, 1997). Skoky v řádech pouhých několika desítek metrů jsou pravděpodobně mladotřetihorního až čtvrtohorního stáří, označujeme je tedy jako neotektonické (KOPECKÝ, 1972).

Samotným vrcholem Ralska probíhá tzv. ralský zlom. Začíná na sv. okraji Mimoně v prostoru sídliště a pokračuje podél aleje směrem na Vranov. Severovýchodně od prostoru Malého Ralska se spojuje se strážským zlomem. Na vrcholu masívu Ralska se projevuje poklesem sz. kry oproti jv. o 15 m, kombinovaným s levostranným horizontálním posunem (ADAMOVIČ et al., 1996).

1.4.4 Další fyzickogeografické charakteristiky

V této kapitole jsou popsány současné fyzickogeografické charakteristiky zájmového území jen stručně, reliéf prošel dlouhodobým vývojem, během kterého se tyto podmínky výrazně měnily. Cílem byl pouze nástin vybraných charakteristik.

1.4.4.1 Klimatické poměry

Zájmové území spadá do mírně teplé klimatické oblasti, okrsku MT7. Okrsek je charakterizován prům. teplotou v červenci 16 - 17 °C, v lednu -2 až -3 °C, se 650 až 850 mm ročních srážek (QUITT, 1971). Významnou měrou se uplatňuje vertikální členitost a vliv mikroklimatu v zaříznutých údolích.

1.4.4.2 Hydrologické poměry

Zájmovým územím protéká říčka Ploučnice (č. h. p. 1-14-03) v délce 7,6 km ve svém středním úseku. Celková délka toku je 102,9 km, plocha povodí 1194 km², pramení ve výšce

385 m n. m. u Janova Dolu na jz. úbočí Ještědu (BALATKA, SLÁDEK, 1962). V Děčíně ve výšce 122 m n. m. ústí do Labe. Průměrný průtok při ústí činí $8,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Údaje pro Noviny p. R., most – plocha povodí 128 km^2 , průměrný průtok $1,08 \text{ m}^3/\text{s}$ (http://eia.cenia.cz/eia/eia_files/MZP081/MZP081_oznameni.doc). Ralský potok (1-14-03-028) na východní hranici území je velice drobným nestálým tokem. Vlévá se do Svěbořického potoka (1-14-03-28, Hydrologické poměry ČSSR, 1967). Oba toky jsou svou vodností nevýznamné.

Při říčce Ploučnici je několik drobných vodních ploch. První tvoří skupinu rybníků na východním okraji Novin p. R. na jejím pravém břehu. Je zde osm vodních ploch o rozloze do 1 ha, slouží k rybolovu nebo jsou zbabnělé, hustě zarostlé pobřežní vegetací a zvolna zazemňují. Další skupinou jsou udržované rybníky pro chov ryb 1 km na S od města Mimoň. Tyto čtyři vodní plochy mají celkovou plochu asi 4 ha.

1.4.4.3 Půdní poměry

Svým plošným rozsahem jsou v území významnější *nivní půdy oglejené* – do nadmořské výšky 300 m, vyplňují ploché údolní dno řeky Ploučnice. Na četných místech v nivě vznikly mokřady s *glejemi* a *rašelinnými půdami*. Dále *podzoly* - vznikají v oblasti severočeské křídy na kvádrových pískovcích, které zvětrávají ve velmi propustný materiál. Půdám pak chybí kvalitní humus. Nacházejí se většinou v nadmořské výšce od 300 do 360 m. Nad pásmem podzolů nacházíme na strmých svazích bukových lesů hnědé lesní půdy do výšky asi 550 m n. m. Půdy jsou většinou mělké, silně promývané. Od nadmořské výšky 550 – 600 m nacházíme rankery suťových lesů, kvalitu humusu naproti kyselým kvádrovým pískovcům ovlivňují silně bazické čediče. Nejvyšší patro reliéfu tvoří suťové pole se skalními výchozy s velice řídkou vegetací (http://eia.cenia.cz/eia/eia_files/MZP081/MZP081_oznameni.doc).

1.4.4.4 Biogeografické poměry

CULEK, GRULICH, POVOLNÝ (1996) řadí území do Ralského bioregionu (č. 1.34) hercynské subprovincie, zde s borovými doubravami a květnatými bučinami. V nižších polohách se tvoří rašeliniště, v nejvyšších polohách v bukovém lese naopak nacházíme řídce rostlé jedle. Potenciální vegetaci tvoří borové doubravy, rašeliniště a olšiny, na neovulkanitech květnaté bučiny, které jsou z velké části zachovány.

1.4.4.5 Chráněná území

V zájmovém území se nacházejí dvě chráněná území. Jsou jimi PR Ralsko a PP Vranovské skály. První z nich má rozlohu 18,15 ha. Vyhlášena byla již roku 1933, od té doby však několikrát změnila rozlohu a přesný význam. Dnes jsou do toho území zahrnutý vrcholové partie mohutného neovulkanického suku se skalními výchozy a suťovými poli. V rezervaci nacházíme především bučiny s ojedinělými smrkami.

Přírodní památka Vranovské skály zahrnuje reliktní bor na strmých pískovcových skalách na jižním úpatí Ralska. Předmětem ochrany jsou samotné morfoskulptury (skalní věže, skalní hříby) s význačnou reliktní květenou. Rozloha chráněného území je 17,93 ha, založena byla v roce 1993 (http://eia.cenia.cz/eia/eia_files/MZP081/MZP081__oznameni.doc).

2 Metodika práce

V této studii bylo pro dosažení daných cílů použito metody: morfometrické, morfografické, morfostrukturální a metody geomorfologického mapování.

- Morfografické metody autor využil při terénním výzkumu pro nalezení a popis tvarů morfostrukturálních a morfoskulturních, rozlišených podle obecné geomorfologické klasifikace (např. DEMEK, 1987), u kterých pak byla určena jejich geneze.
- Morfostrukturální metoda spočívala v analýze orientace puklin na skalních výchozech a srovnání s doloženým geologickým podložím a také ve vyhledávání reliéfu, podmíněným strukturou, v digitálním prostředí. Pro poznání vztahu mezi tvary reliéfu a podložím pomohl rovněž terénní výzkum.
- Metoda geomorfologického mapování napomohla při tvorbě mapy přiložené v této práci. S pomocí přístroje GPS, využitého pro zaznamenání polohy a hranic jednotlivých tvarů, byla získána data aplikovaná v nástroji GIS pro tvorbu tématických vrstev. Pro dotvoření kartografického výstupu bylo užito především klasické geomorfologické mapování.

2.1 Morfometrická analýza reliéfu

Morfometrickou metodou zjišťujeme kvalitativní měřitelné charakteristiky reliéfu a jeho částí na základě rozměrů nebo sklonů ploch (BEZVODOVÁ, DEMEK, ZEMAN, 1985), přičemž měření lze provádět v terénu, na mapách, či v digitálním prostředí. Pro tuto práci bylo využito digitálních podkladů v prostředí GIS.

Ke získání potřebných údajů bylo použito prostředí programu ArcMap 9.1 (ArcGIS) s přidanými extenzemi Spatial Analyst a 3D Analyst. Podkladovými topografickými mapami jsou vrstevnice s doplněnými hodnotami nadmořských výšek ze základní báze geografických dat (ZABAGED) v měřítku 1:10 000 se základním intervalom vrstevnic 2 m. Z této báze byly využity mapové listy č. 03-31-02, 03-31-07, 03-31-08, 03-31-12 a 03-31-13. Byly tak získány údaje vztažené k úrovni vstupních dat.

Nejprve bylo nutné pomocí rozšíření programu 3D Analyst vytvořit TIN (nepravidelnou trojúhelníkovou síť) z ohodnocených linií vrstevnic. Tím vznikl model území znázorňující rozložení nadmořských výšek. TIN byl pak převeden na GRID pracující s mřížkou čtvercových ploch, ve které lze určit sklonitost a orientaci svahů. Pro tuto metodu byla zvolena velikost buňky 3 x 3 m. V kombinaci s extenzí Spatial Analyst byly získány

údaje o poměrném rozložení nadmořských výšek, zastoupení svahů dle orientace i sklonů, o rozměrech území, celkové ploše, střední výšce, nejvyšší i nejnižší nadmořské výšce i potřebné profily.

2.2 Morfostrukturální analýza reliéfu

Morfostrukturální analýza je soubor metodických postupů s cílem objasnit přímé nebo nepřímé vazby mezi geologickou stavbou a reliéfem daného území (DEMEK, 1987). LACIKA (1986, in: JEDLIČKA, MENTLÍK, 2003) udává dělení metod morfostrukturální analýzy reliéfu (MAR) na geomorfologické, zkoumající morfostruktury cestou od georeliéfu ke struktuře, a negeomorfologické, které naopak postupují od struktury ke georeliéfu. Výčet a popis jednotlivých metod morfostrukturální analýzy udává například FIALA (2005).

V této práci bylo využito metody geomorfologické (pomocí geografického informačního systému) i negeomorfologické (analýza orientace puklin).

2.2.1 Morfostrukturální analýza v prostředí GIS

Cílem této analýzy bylo odhadnout vliv struktury na výrazné krajinné prvky pomocí výsledků čitelných v digitálním prostředí. Výsledky byly porovnány s údaji zjištěnými během terénního geomorfologického mapování a s geologickými mapovými podklady, kdy byly dohledávány doložené tektonické poruchy a rozhraní odlišného horninového podloží.

Pro tuto analýzu bylo využito podkladů ze Základní báze geografických dat (ZABAGED) v měřítku 1:10 000, ze kterých byl vytvořen digitální model reliéfu (DMR) z ohodnocených vrstevnic. Použity byly GIS ArcMap a ArcScene verze 9.1. K analýze DMR napomohly extenze 3D Analyst a Spatial Analyst a možnosti digitálního vertikálního převýšení reliéfu pro jeho lepší čitelnost. Na DMR zájmového území bylo vytvořeno několik profilových linií, u kterých bylo potřeba určit míru vlivu struktury.

2.2.1.1 Analýza údolní soustavy

V této části MAR byl zkoumán podélný profil údolí Ploučnice a půdorysný tvar říční sítě. V **podélném profilu** údolí byly vyhledávány nehomogenity v klesající tendenci jeho nadmořské výšky. Pro tyto nehomogenity se autor snažil najít možné vysvětlení v závislosti na struktuře území.

Pro studium *půdorysu* údolní sítě napomohla často používaná analýza geomorfologických linií (popisuje ji např. JEDLIČKA, MENTLÍK, 2003). Z ortofotomap, topografických map, z map v digitálním prostředí aj. jsou vyhledávány přímé úseky údolí naznačující možný průběh tektonických linií. Vzhledem k rozloze studovaného území byly pro tuto práci v digitálním prostředí GIS zvoleny tři takovéto úseky o délce alespoň 1 km (viz obr. č. 3.11). Pro odhalení takovýchto úseků je vhodné kombinovat v prostředí GIS různé hranice barevně rozlišených tříd nadmořských výšek.

2.2.1.2 Analýza orientace puklin

Pukliny jsou poruchy v horninách vzniklé reakcí na napětí, míra pohybů na puklinách je nevýznamná (JAROŠ, VACHTL, 1992). Analýza orientace puklin umožňuje vysledovat závislost těchto drobných poruch a celkový rozpad horninových celků – skal – na hierarchicky vyšších tektonických poruchách.

Kvůli vegetačnímu a především půdnímu pokryvu nebylo možné vysledovat orientaci puklin komplexně na celém území. Měření orientace puklin je závislé na odkryvech skalních výchozů, které se např. na masívu Lipky téměř nevyskytují. Měření bylo navíc znemožněno zhlazením či zaoblením skalních výchozů exogenními činiteli. Proto byly zvoleny 4 lokality reprezentující rozrušené skalní podloží, u kterých se dala předpokládat souvislost se známými tektonickými liniemi a které byly dostatečně velké pro měření puklin. Na těchto lokalitách bylo provedeno celkem 268 měření, přičemž na každé z těchto lokalit bylo měřeno alespoň 50krát. Směry byly klasifikovány do tříd po 10° podle orientace k S a spolu s četností měření byly tyto hodnoty vyneseny do paprskových grafů (též růžicových, puklinových diagramů) na obr. č. 3.12. Výsledné hlavní směry puklin byly porovnány s popsanými doloženými geologickými zlomy.

Přesný průběh ralského zlomu, nejlépe doloženého na samotném vrcholu Ralska, se nedal právě v tomto místě změřit geologickým kompasem, kdy se střelka odkláněla i o více než 90° od normály. Tento fakt je ve shodě s teorií ADAMOVICÉ (1997), který se odvolává na silné zakřivení magnetického pole nad vulkanickými tělesy na Ralsku. Orientace hlavního směru rozpukání vrcholového toru Ralska byla zjištěována proložením spojnice ve směru puklin mezi tímto skalním výchozem a dobře viditelnými topografickými body v mapách 1:10 000 a 1:50 000 a následným zjištěním orientace pomocí kompasu na mapě.

2.2.2 Geomorfologické mapování a výsledná geomorfologická mapa

Geomorfologické mapování bylo provedeno na území 5 mapových listů Základní mapy 1:10 000 č. 03-31-02, 03-31-07, 03-31-08, 03-31,03-31-12 a 03-31-13 s ohledem na rozlohu zájmového území. Do těchto mapových listů byly zakreslovány jednotlivé zjištěné povrchové tvary georeliéfu. Zhruba na 40 % ze zájmového území, kde je území zalesněno, nebylo možné zjistit přesnou pozici pomocí přístroje GPS. V odkrytých místech, kde to terén dovoloval a kdy bylo možné přijímat signál potřebného počtu družic, bylo využito přístroje GPSMAP 60Cx firmy Garmin s přesností až 7m (v mapě 1:10 000 tj. 0,7 mm) pro zpřesnění hranic jednotlivých tvarů. GPS přístroje najdou v geomorfologickém mapování využití především v plochém reliéfu bez význačných bodů a s nízkou hustotou vrstevnic. Přístroj pracuje v souřadnicovém systému WGS 84, který bylo nutné v programu MapSource převést na S-JTSK, aby mohly být jednotlivé uložené body zobrazeny v programu ArcMap pro práci s dalšími daty.

Výsledkem geomorfologického mapování je přiložená geomorfologická mapa v měřítku 1:10 000, sestavená v prostředí GIS softwaru ArcMap 9.1. K tomuto kartografickému zpracování bylo třeba naskenovat papírové topografické mapy se zakreslenými povrchovými tvary z terénního mapování. Tyto mapy ve formátu TIFF bylo nutné rovněž rektifikovat podle S-JTSK, aby bylo dosaženo co nejpřesnější polohy bodů z dalších zdrojů. Práci usnadňovala topografická data ZABAGED v měřítku 1:10 000, která jsou digitální obdobou výše uvedených map. Na těchto mapách byly vytvořeny jednotlivé tématické vrstvy – shapefile – ruční vektorizací. Terénní mapování nepopisuje sídelní plochy, rovněž zanesené do mapy, kde je reliéf antropogenně pozměněn s vysokou intenzitou a hustotou.

2.2.2.1 Legenda podrobné geomorfologické mapy

Nalezené tvary byly klasifikovány podle převažujícího geomorfologického procesu, uplatňujícího se při jejich vzniku, na strukturně podmíněné, erozně-denudační, akumulační a antropogenní. Podle této klasifikace byla vytvořena legenda mapy, přiřazující jednotlivým tvarům různou barvu. U sklonů ploch jsou jednotlivé třídy odděleny barevně a intenzitou barev, tyto plochy pak byly rovněž rozlišeny podle geneze. Do mapy tak byly zakresleny plošné, liniové a bodové prvky na vrstevnicový podklad ze ZABAGED.

3 Dosažené výsledky

3.1 Morfometrické charakteristiky zájmového území

Vymezené území má rozlohu $30,11 \text{ km}^2$. Nejvyšším bodem je vrchol Ralska s 696 m n. m., nejnižší bod nalezneme v údolí na soutoku říčky Ploučnice s Panenským potokem v Mimoni – 278 m n. m. Výškový rozdíl je tedy 418 m. Střední nadmořská výška území je pak 487 m.

Obr. č. 3.1: Vybrané parametry zájmového území

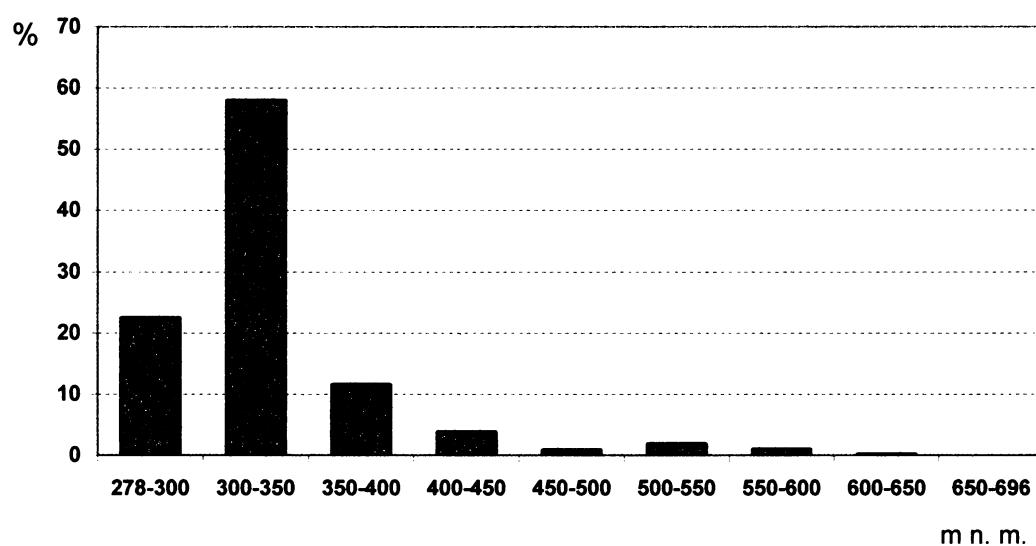


Zdroj: vlastní zpracování

3.1.1 Rozložení nadmořských výšek

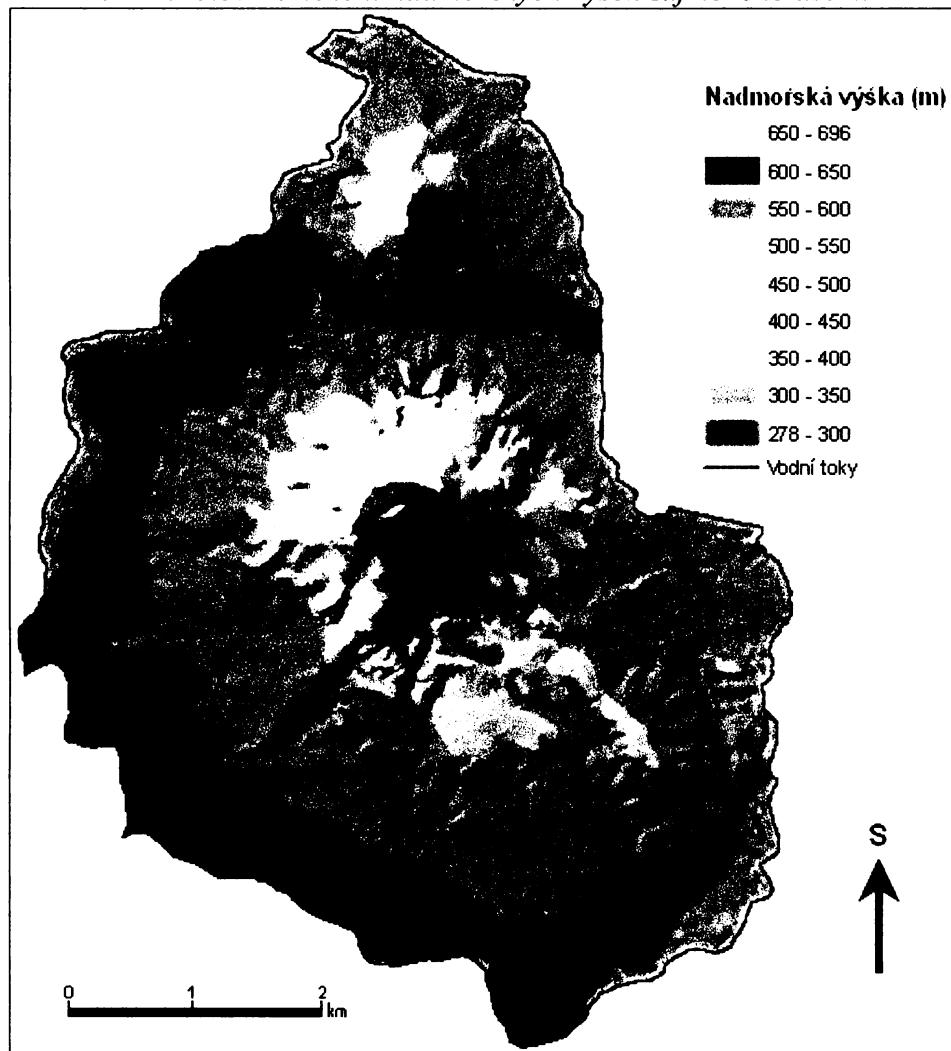
Pro vyjádření rozložení nadmořských výšek bylo zvoleno 7 tříd po 50 m a dvě krajní třídy, vymezené nejnižší a nejvyšší výškovou hodnotou reliéfu. Poměrné vyjádření zastoupení jednotlivých tříd ukazuje graf na obr. č. 3.2. Nejnižší třídu do 300 m n. m. reprezentují nivy Ploučnice a Svěbořického potoka s přilehlými říčními terasami. Druhá třída je zastoupena téměř 60 procenty a sem patří úpatní polohy Lipky a Ralska z geomorfologicky méně odolných hornin, přičemž do 350 m nadmořské výšky nacházíme i velkou část pískovcových skalních výchozů a skalní města Ralska. Se zužujícími se vrchy do vyšších pater klesá i podíl zastoupení dalších tříd (viz též obr. 3.3), zvláštností je však nepravidelnost tohoto trendu v polohách převážně mezi 500 a 550 m n. m., kde se na Ralsku nachází povrch s menším sklonem než úpatní svahy a než vrcholový kužel se suťovým polem. Připomeňme, že zastoupení plochy masívu Lipky končí v grafu v třídě nadmořské výšky 450 – 500 m.

Obr. č. 3.2: Poměr rozložení nadmořských výšek v zájmovém území



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 3.3: Rozložení nadmořských výšek zájmového území



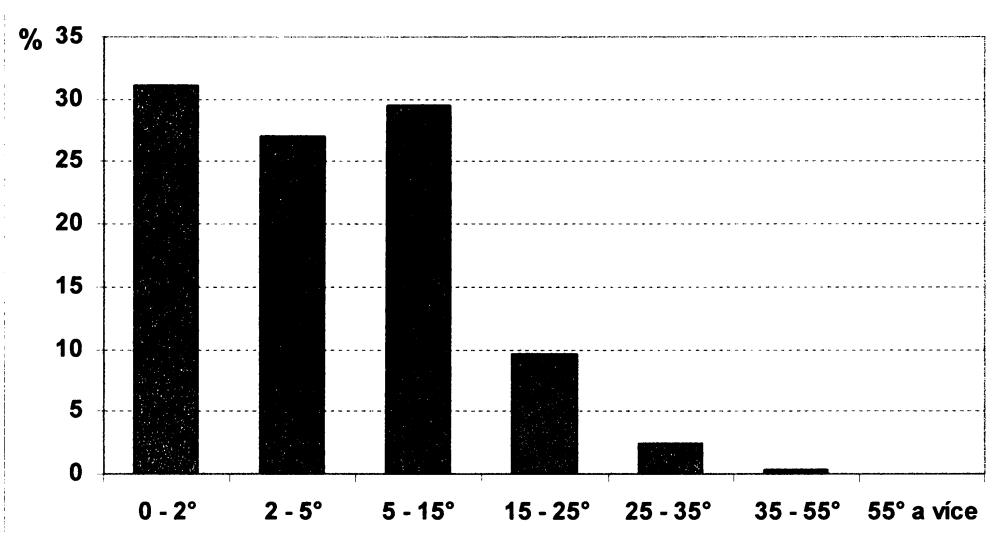
Zdroj: vlastní zpracování

Vycházíme-li z morfografické klasifikace reliéfu uvedené např. DEMKEM (1987), kde posuzujeme typy reliéfu podle výškových hodnot na území 4 x 4 km, odpovídá zájmové území podle výškové členitosti třídě plochých hornatin (300 – 450 m), nadmořskou výškou patří mezi ploché vrchoviny (600 – 750 m n. m.). Geomorfologická regionalizace (BALATKA, SLÁDEK, 1984, BALATKA, KALVODA, 2006), řadí území mezi vrchoviny. Autor této práce se přiklání k zařazení tohoto území mezi *vrchoviny, avšak členité* (vzhledem k rozpětí nadmořských výšek. Vysoké výškové amplitudy v malých nadmořských výškách jsou v územích s vulkanickými a subvulkanickými tělesy typické.

3.1.2 Sklonitost svahů

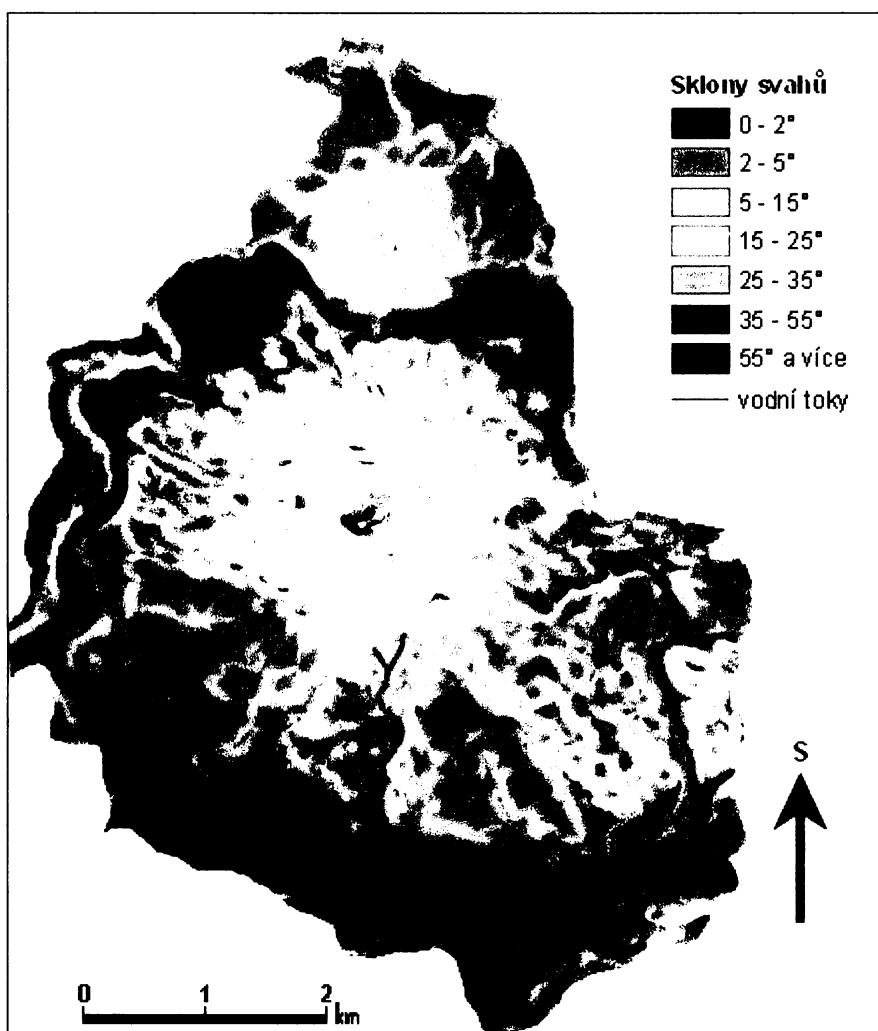
K analýze sklonitosti reliéfu bylo použito klasifikace podle DEMKA (1987) do 7 sklonitostních tříd. Po vynesení těchto tříd do grafu na obr. č. 3.4 je patrné téměř rovnoměrné zastoupení ploch roviných, mírně skloněných a značně skloněných. Sklonky do 2° nacházíme v říčních nivách (obr. č. 3.5), většinou ve výškách 280 – 300 m n. m., modelované jsou hlavně fluviální činností, především plošnou sedimentací. Rozsáhlé rovinné plochy jsou na jihu území, kde se terén velice mírně uklání k meandrujícímu Ploužnickému potoku. Plochy se sklonem 2 – 5° na ně navazují k úpatí obou vrchů, jde o svahy bez přítomnosti pronikajících vyvřelin modelované fluviální erozí. Do 15° nacházíme svahy mj. na pravém břehu Ploučnice nad Mimoní, protilehlé břehy jsou mírnějšího sklonu. Takovéto úklony nacházíme také při úpatí Ralska a Lipky, rozsáhlé značně skloněné svahy (5 – 15°) má i relikt zřejmě strukturně denudační plošiny v pásmu suťového lesa na Ralsku, především na J a JV od vrcholu. Značný sklon je dán navršenou sutí. Příkře a velmi příkře ukloněné svahy (15 – 35°) převažují na úbočí vrchů, kde je reliéf vázán na strukturu pískovců, vytlačených a zpevněných pronikajícím čedičem a fonolitem (výskyt fonolitu souvisí především s tektonickými poruchami na S a SV Ralska). Vyššími sklonky se vyznačují skalní výchozy a skalní defilé, které najdeme především na S, JZ, J a JV Ralska či na pravém břehu Ploučnice na s. okraji města Mimoň. Sklonky na úbočí Lipky jsou celkově mírnější, skalní výchozy zde chybí. Pro lepší přehled byly vygenerovány dva profily znázorňující sklonitostní poměry území (viz obr. č. 3.6). Jeden byl veden ve směru S – J přes oba vrcholy suků, druhý od SZ na JV – od nejširšího úseku nivy Ploučnice přes vrchol Ralska a dále přes údolní nivu Svěbořického potoka.

Obr. č. 3.4: Sklon svahů zájmového území



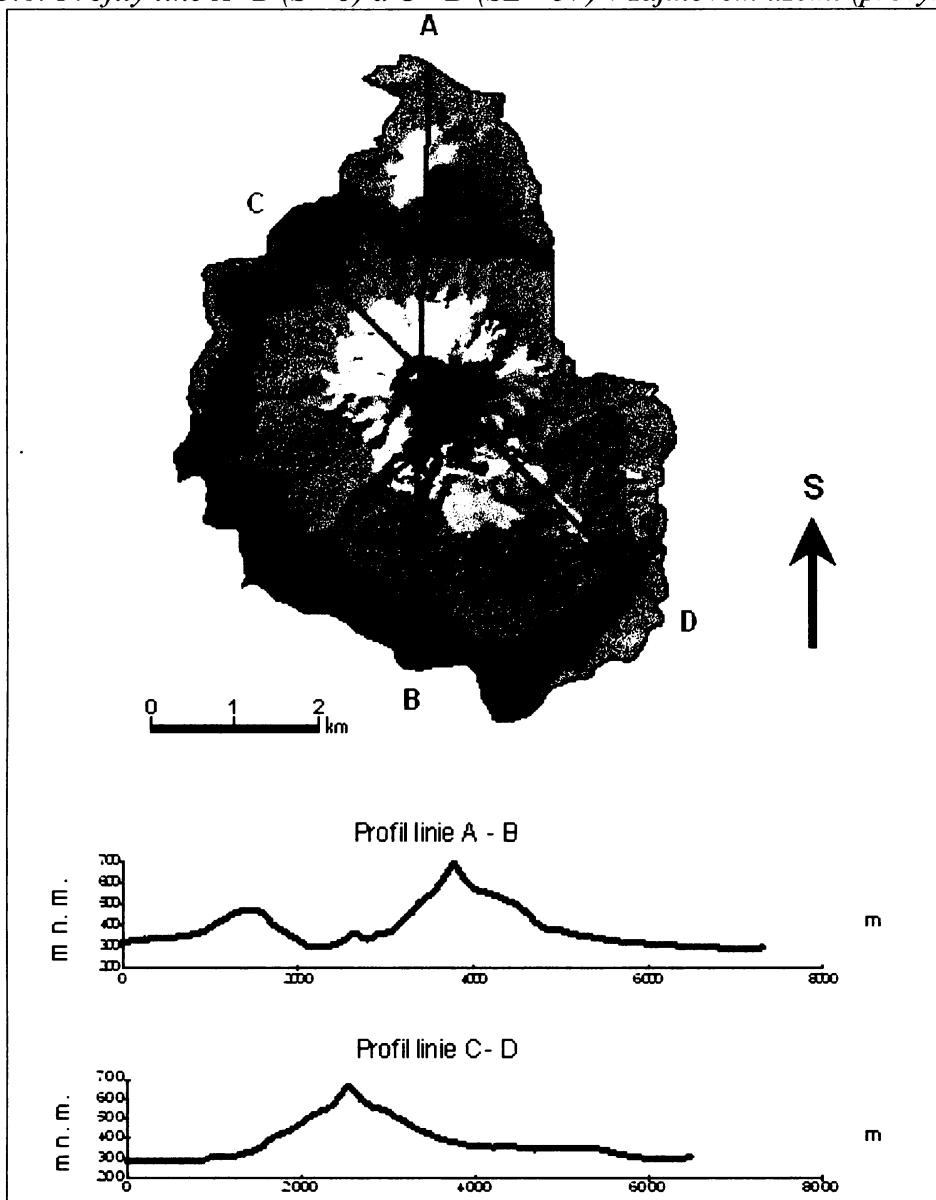
Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 3.5: Mapa sklonitosti ploch zájmového území



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 3.6: Profily line A -B (S - J) a C - D (SZ - JV) v zájmovém území (převýšeno 3 x)



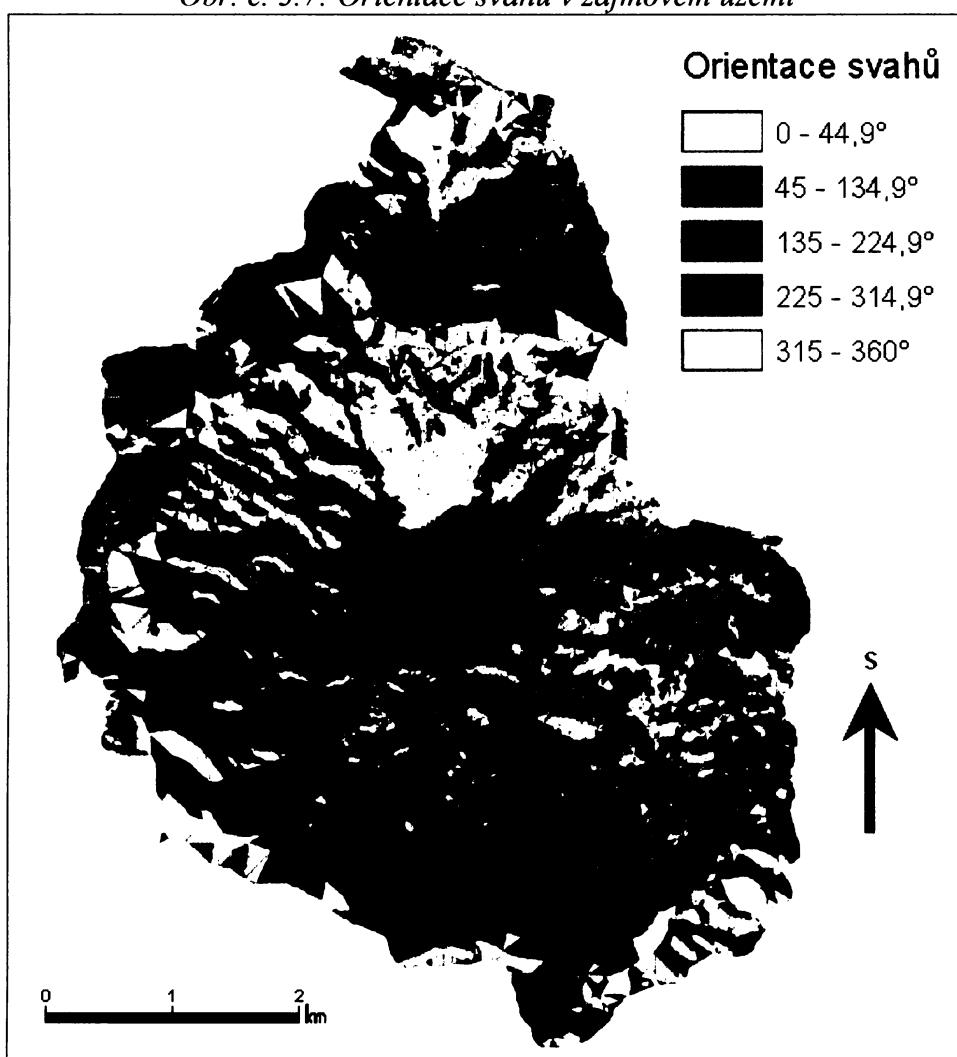
Zdroj: vlastní zpracování

3.1.3 Orientace svahů

Orientace svahů (či geneticky stejnorodých ploch) je dalším důležitým morfometrickým údajem, rozumí se jí poloha vůči světovým stranám (DEMEK, 1987). Pro přehlednost byly vymezeny pouze čtyři kategorie (kvadranty) nálezející čtyřem hlavním světovým stranám (sever 0 – 44,9° a 315 – 360°, východ 45 – 134,9°, jih 135 – 224,9° a západ 225 – 314,9°). Mapa vygenerovaná v prostředí GIS na obrázku č. 3.7 odhaluje příslušnost více než 50 % svahů celého území k masívu Ralska, kdy se tyto rozvíhají od vrcholu situovaném zhruba ve středu mapy. Pro úplnost byl vytvořen graf (na obr. č. 3.8) znázorňující procentuální zastoupení těchto tříd v zájmovém území. Z něj jsou patrné

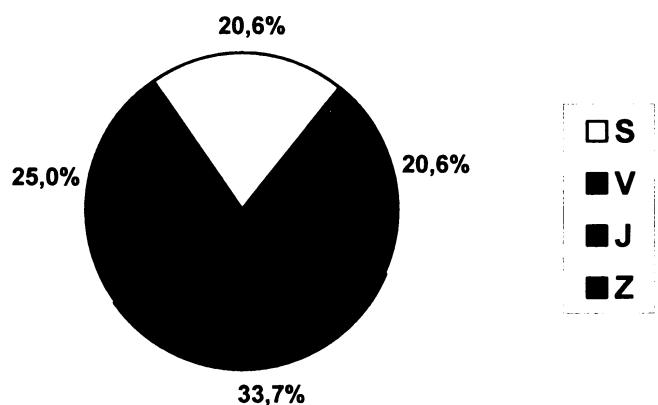
převažující svahy orientované k jihu (téměř 1/3 území) a dále k západu. V tomto rozložení se jistě odráží odvislost od autorem vymezené hranice území. Při vysledování sklonů samotného ralského masívu je však zřetelný malý podíl sklonů se severní orientací. Tuto skutečnost ovlivňuje struktura tohoto vrchu, zvláště pak vrcholového kuželu situovaného na S až SZ Ralska, odkud svahy strmě klesají do údolí Ploučnice.

Obr. č. 3.7: Orientace svahů v zájmovém území



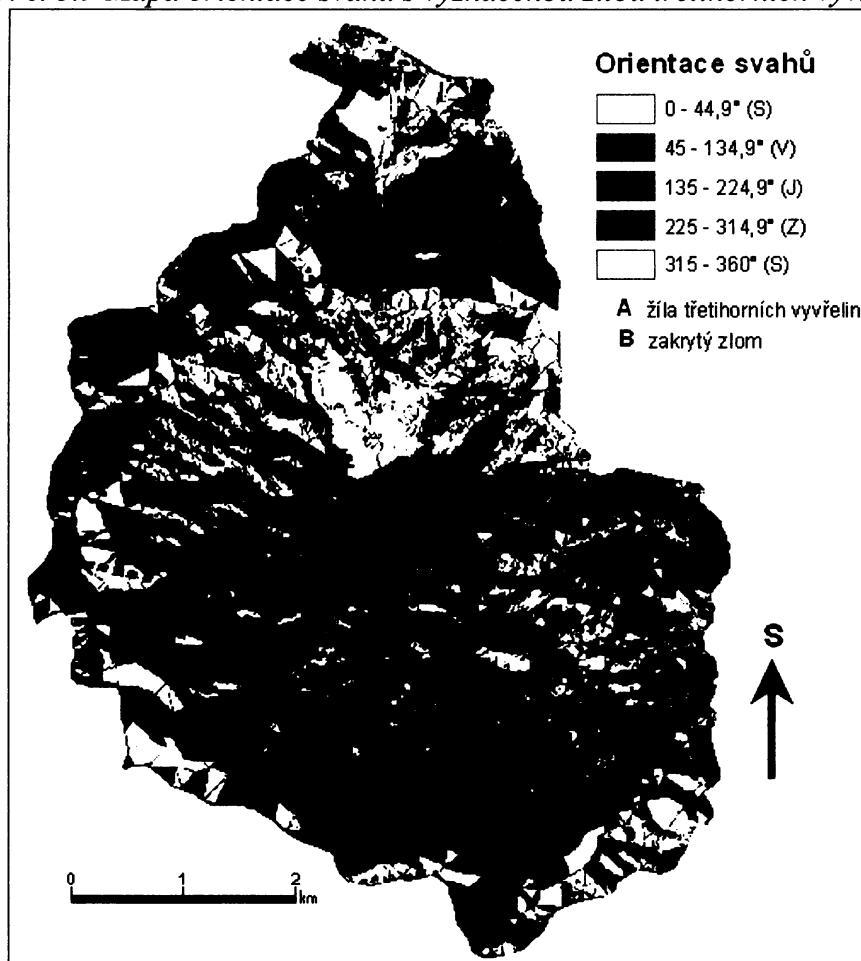
Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 3.8: Orientace svahů v zájmovém území dle zastoupení jednotlivých kvadrantů



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 3.9 Mapa orientace svahů s vyznačenou žilou třetihorních vyvřelin



Zdroj: vlastní zpracování

Na mapce vyjadřující orientaci svahů (obr. č. 3.7) je zřetelná slabá linie svahů orientovaných v severním kvadrantu, které jsou přitom lokalizovány na j. a jv. úbočí Ralska. Tyto svahy s opačnou orientací naznačují tektonickou linii. Při srovnání s geologickou mapou (obr. č. 1.4) zjistíme průběh žíly třetihorních vyvřelin (melilitické a melilitolitické skupiny; dle KLEINA, 1998), souhlasící průběhem linie těchto svahů. Pro přesnost je melilitická žíla zakreslena do mapky na obr. č. 3.9. Tato žíla, která nevychází na povrch, patrně zpevňuje pískovce jizerského souvrství, které potom tvoří linii hřbítků s v. – z. a sv. – jz. orientací. Dá se rovněž odhadovat návaznost této žíly na zakrytý zlom na SV od Mimoně (viz rovněž obr. č. 3.9). Pokud jde v případě této žíly o tektonickou poruchu, potom se na povrchu neprojevuje (např. strukturními svahy).

3.2 Morfostrukturní analýza reliéfu

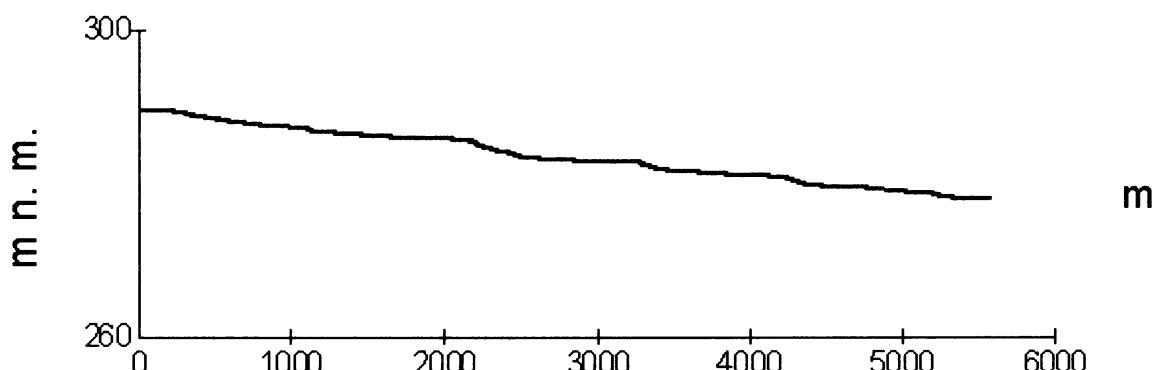
Strukturní tvary jsou struktury reliéfu charakterizované morfologicky (JAROŠ, VACHTL, 1992). GERASIMOV (1946, in: DEMEK, 1987), uvádí morfostrukturu jako strukturně geologický základ reliéfu, který zahrnuje vliv horniny i vlivy starší tektoniky a na kterém neotektonickými procesy a exogenními pochody vzniká georeliéf. Rozlišuje přitom pasivní morfostruktury, podmíněné vlastnostmi hornin a starší tektonikou, a aktivní, vytvářené aktivními tektonickými pohyby.

3.2.1 Analýza údolní soustavy

Ve své práci uvádí z údolí Ploučnice pouze *podélný profil* 5,7 km dlouhého úseku mezi centry obcí Noviny p. R. a Mimoň (v úseku *nad* Novinami p. R. žádné nerovnosti nalezeny nebyly). Na obr. č. 3.10 je vykreslen tento úsek na křivce s celkově klesající tendencí ve směru toku Ploučnice. Křivka vykazuje tři výrazné skoky v podélném profilu na 2,1, 3,3 a 4,3 km tohoto úseku.

V inženýrskogeologických pracích píše KURKA (1976) i ADAMOVIC (1997) o průběhu strážského zlomu na JZ od obce Noviny p. R. Oba autoři vykreslují tento zlom v linii protínající údolí Ploučnice ve dvou místech nad osadou Srní Potok (srov. též linie A na obr. 3.10 či *strážský zlom* na obr. 3.11), která zhruba sleduje průběh stráž. zlomu). Tato místa nápadně odpovídají prvním dvěma zlomovým bodům křivky na obrázku. Údolí a s ním i říční koryto se mezi těmito body odkláňí a o 1 km dále se vrací zpět pravděpodobně díky

Obr. č. 3.10: Podélný profil údolím Ploučnice mezi obcemi Noviny p. R. (km 0) a Mimoň (km 5,7)



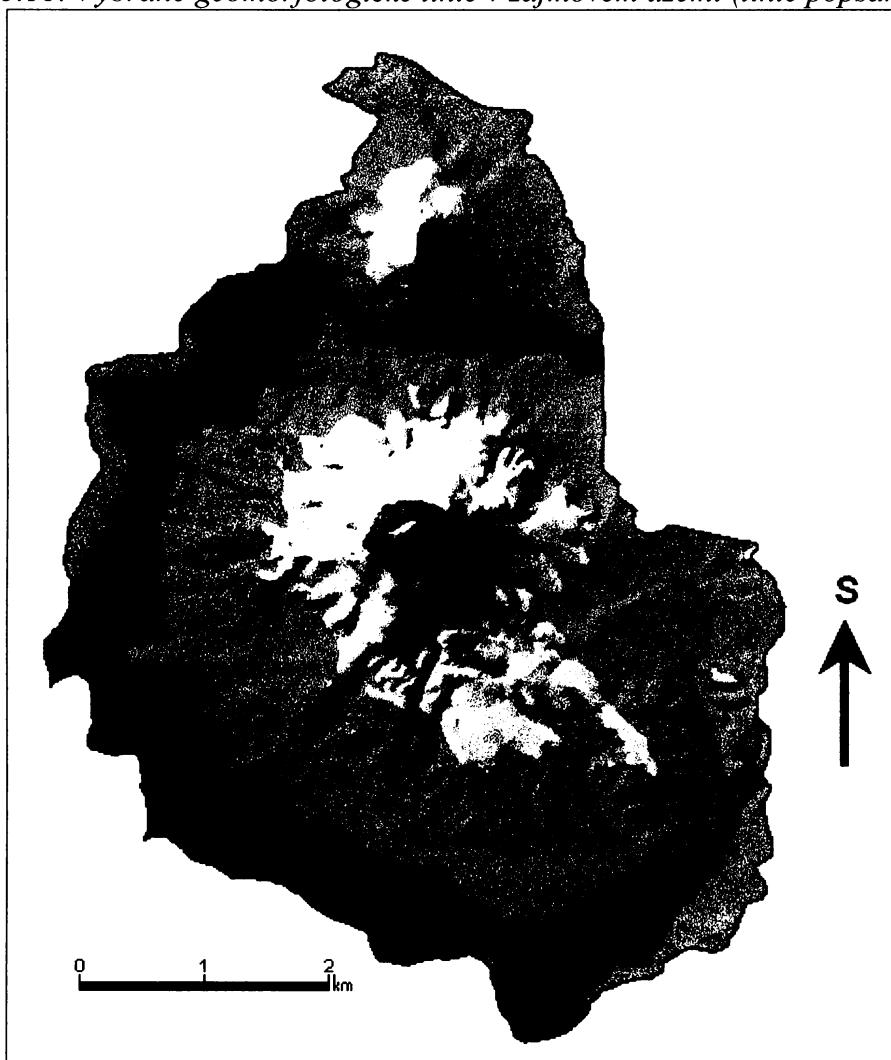
Zdroj: vlastní zpracování

horizontálním posunům směru V-Z, o kterých píše ADAMOVIČ et al. (1996) a které jeho přímý průběh narušují. Tektonická porucha odděluje dva bloky odlišného horninového složení, zde se proto přikláním k myšlence zapříčinění těchto nerovností relativním poklesem tlustecckého bloku na SZ vůči strážskému bloku na JV a v souvislosti s vzájemnými horizontálními posuny těchto ker. Třetí nehomogenitu na znázorněné křivce odvozuji od umělého zvýšení sklonu koryta toku jeho napřímením v 19. století, které bylo v úseku nad městem Mimoň výrazné (dle map stabilního katastru, 1843). Pro přesnější studii tektonických posunů však chybí podrobné geologické podklady, v korytě toku nebyly během terénního mapování nalezeny např. skalní prahy.

Pro studium *půdorysu* říčních údolí byly nalezeny tři tektonické linie. Linie A představuje úsek údolí Ploučnice na JZ od Novin p. R. zhruba podél hranice 295 m n. m. Touto linií ve skutečnosti probíhá strážský zlom, jehož průběh je popsán také výše v této kapitole a je znázorněn na obr. 1.4. V krajině se projevuje pouze nižšími zlomovými svahy či výstupem skalního suku Na skalkách. Rovněž linie B, kde má údolí Ploučnice v.-z. směr, souhlasí s potvrzeným průběhem strážského zlomu. V těchto dvou úsecích byl tedy patrně směr této poruchy pro utváření údolí Ploučnice určující. Linie C, tvořící údolí dolního toku Ralského potoka nad soutokem se Svěbořickým potokem, se neshoduje s žádným zjištěným zlomem, potok se zde patrně s velkým sklonem pouze zařezával do relativně pevného podloží a vytvořil přímý úsek. Úsek Svěbořického potoka, patrný na JV zájmového území, byl v minulosti příliš antropogenně transformován, aby bylo možné s jakoukoliv spolehlivostí odvozovat strukturní podmínění směru údolí. V zájmovém území nemohlo být využito studium přímých úseků *vodních toků*, tyto byly v 19. a 20. století silně přemodelovány a jejich

napřímení je umělé. Proto se autor přiklání jen ke studiu údolí těchto toků. Historický průběh toků byl zjištěn z map stabilního katastru (1843).

Obr. č. 3.11: Vybrané geomorfologické linie v zájmovém území (linie popsané v tetu)



Zdroj: vlastní zpracování

3.2.2 Analýza orientace puklin

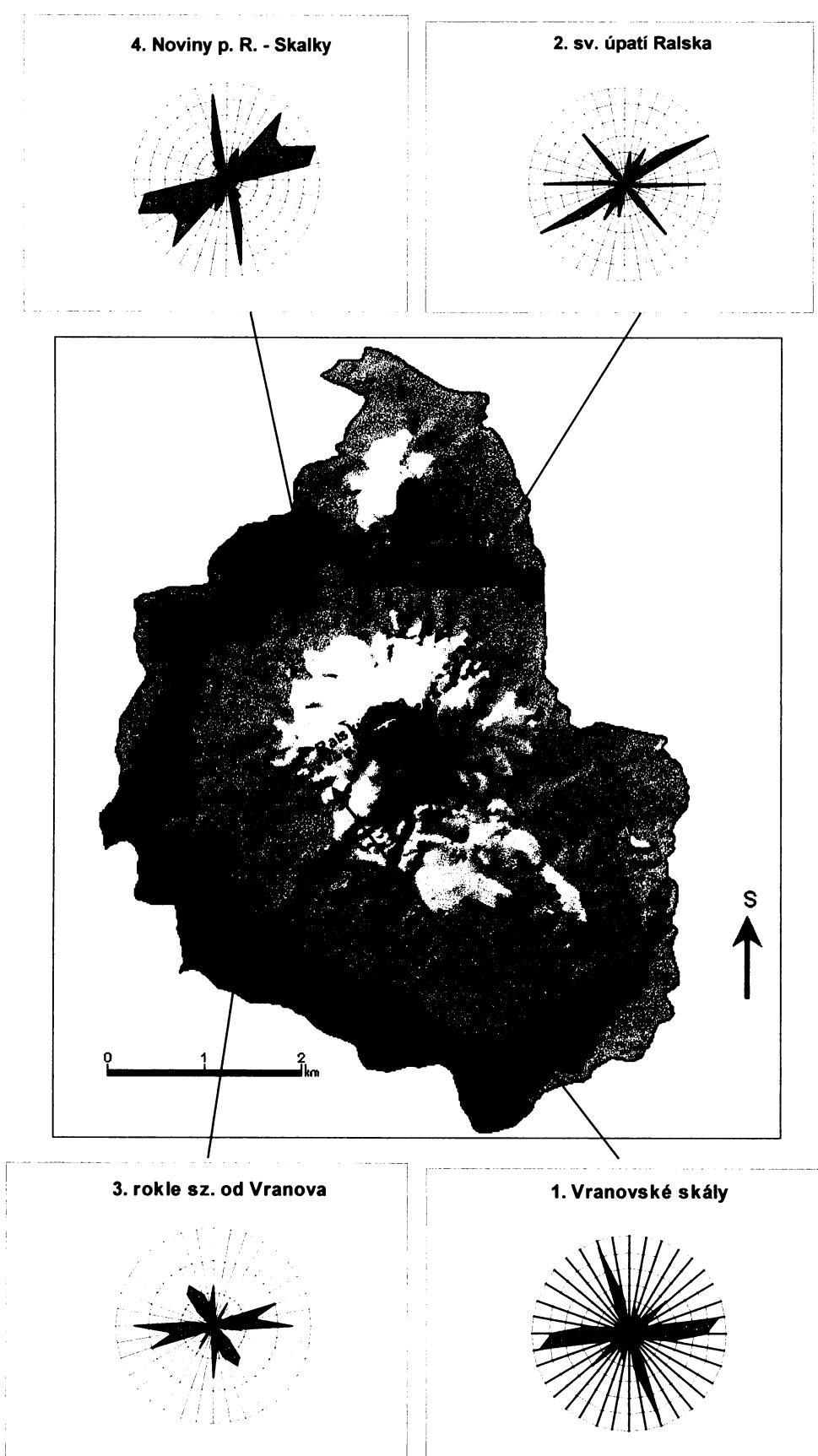
Měření orientace puklin proběhla na následujících lokalitách:

1. *Vranovské skály* (78 měření) – zde byly pukliny měřeny na pískovcových skalních stěnách na úpatí vrchu Ralsko, jihozápadně od jeho vrcholu. Pukliny zde oddělují skalní věže a především svislé skalní stěny, které tak vymezují úzké rokle. Naměřené hodnoty odhalily převažující směry $80-100^\circ$ a 170° . Tyto hodnoty se neztotožňují s průběhem ralského zlomu, orientovaného od Mimoně na SV s azimutem prům. 60° .

2. ***sv. úpatí Ralska*** (57 měření) – měřeny pukliny na dvou pískovcových skalních výchozech vzájemně vzdálených asi 150 m, oba přibližně 900 m sv. od vrcholu Ralska při tzv. lovecké stezce. Měření ukázalo hlavní směry 50-60° příp. 80° a 140° na obou lokalitách si velice podobné. Průběh hlavního směru se shoduje s ralským zlomem, lokality jsou však ve značné vzdálenosti od hlavní linie tohoto zlomu.
3. ***rokle sz. od Vranova*** (69 měření) – pískovcové skály lemující širokou rokli sz. od obce Vranov jsou rozpukány ve směru 70°, 90° a dále 80° a 150°. Neshodují se tedy s žádným z doložených geologických zlomů.
4. ***Skalky*** (64 měření) – jsou výrazným skalním sukem na JZ od obce Noviny p. R., měření proběhlo na jeho vrcholu. Směry 40°, 70° a 80° dokazují doložený průběh strážského zlomu, probíhajícího od řeky Ploučnice do Novin p. R., popisovaného např. ADAMOVIČEM (1997).

Měření ukázala odlišnosti v hlavních směrech puklin pískovcových skalních výchozů na j. a jz. úbočí Ralska od průběhu zlomu v jeho vrcholové části. Např. ŠTĚPANČÍKOVÁ (2005) píše o nesprávnosti směšování měření ve statistických souborech, provedených na odlišných litologických komplexech, protože se strukturní a zvláště tektonické vlivy projevují v závislosti na mechanických vlastnostech hornin rozdílně. Tento rozdíl však může být dán i rotací jednotlivých skalních bloků v době po jejich tektonickém rozpukání. Vzhledem k malému počtu měření lze hovořit pouze o orientačním významu diagramů.

Obr. č. 3.12: Paprskové grafy orientace puklin na vybraných lokalitách zájmového území



Zdroj: vlastní zpracování

3.3 Morfokulturní analýza reliéfu

Morfokulturní analýza si klade za cíl popis vzhledu, vývoje a vzájemných vazeb povrchových tvarů. Tyto tvary jsou chápány jako soubory geneticky stejnorodých ploch, vytvořených působením jednotlivých endogenních či exogenních procesů. Jejich vzhled závisí na materiálu, jímž jsou tvořeny, procesech na ně působících a jejich stáří. Povrchové tvary vznikají působením stejných pochodů jako geneticky stejnorodé plochy, avšak zpravidla odpovídají větším etapám ve vývoji georeliéfu (DEMEK, 1987).

V následující části studie jsou stručně popsány tvary reliéfu zjištěné během terénního mapování a vyvozené z předchozích analýz. Cílem této kapitoly nebylo vypsat všechny lokality, kde se tyto formy vyskytují, jde spíše o popis jejich reprezentativních příkladů v krajině a odvození jejich společné geneze. Tyto tvary jsou dále řazeny v logickém sledu podle legendy výsledné geomorfologické mapy.

3.3.1 Tvary podmíněné endogenní dynamikou – strukturní tvary

Strukturní tvary jsou takové tvary reliéfu, které jsou ovlivněny vlastnostmi hornin, uložením hornin a jejich vzájemnými vztahy. Přes transformaci reliéfu vnějšími činiteli je pro jejich vzhled struktura dominantní (DEMEK, 1987).

3.3.1.1 Skalní suky

Zájmovému území dominují subvulkanické elevace tvořené vyvřelými horninami, které kontrastují s rozlámanými křídovými sedimenty v okolí. Tento typ elevací je typický pro neovulkanickou oblast Českého středohoří, do jehož východní části území regionálně patří (KLÍCHA, 1992). Na severu je prvním z nich vrch Lipka (473 m n. m.), budovaný olivnickým čedičem, druhým je mohutný a rozlehlý nefelinitový suk Ralsko (696 m n. m.) na levém břehu Ploučnice.

BALATKA (in: RUBÍN, BALATKA a kol., 1986) definuje skalní suk (též kamýk, monadnock) jako vyvýšeninu různého tvaru a velikosti, vystupující nápadně nad okolním níže položeným územím, složenou z odolnějších hornin, častěji kupovitou, dále také tvaru homolí, kuželů, hřbetů až hřebenů, které představují erozně denudační relikt někdejšího staršího povrchu, vytvořený procesy plošného zarovnávání reliéfu. Suky Lipka a Ralsko jsou původně podpovrchová tělesa subvulkanitů vypreparovaná ze svrchnokřídových a mladších sedimentů. Geomorfologická hodnota hornin se mění v závislosti na klimatických podmírkách (např.

DEMEK, 1987) Třetihorní vulkanity patří v našich klimatických podmínkách k odolnějším horninám než reliky pískovcového pokryvu.

Severněji položená Lipka dosahuje relativní výšky 185 m nad údolní nivou Ploučnice. Podle složení vyvřelin (bazaltoidy) ji řadíme k II. vulkanické fázi (stáří 42 – 17 mil. let; ADAMOVIČ, 1997). Tento suk tvoří čedič, zpevňující svrchnokřídové prachovce a jílovce s vložkami pískovců březenského souvrství (coniak, stáří 88-87 mil. let; KÜHN, 1983), který proniká poruchou předpokládanou v podélném směru s dnešním protáhlým hřbetem ve směru S – J. Dnes tvoří olivnický čedič vrcholový skalní výchoz (ADAMOVIČ et al., 1996). Sklonы úpatních poloh dosahují hodnot okolo 10° - 15° , ve vyšších patrech úbočí nacházíme sklonы vyšší – i 25° , více jen zřídka na svazích krátkých roklí. Svaly jsou zhlazené, bez výraznějších tvarů. Tento fakt připisuje ADAMOVIČ et al. (1996) menší geomorfologické hodnotě březenského souvrství oproti geologické stavbě Ralska. Vrcholový ostrohranný výchoz je popsán dále v kap. 3.3.2.3 Vrcholové tory.

Masiv Ralska je mnohonásobně objemnějším vrchem než Lipka. Dosahuje relativní výšky 411 m nad údolní nivou Ploučnice v Mimoni, to ho řadí na druhé místo (po Milešovce) mezi českými vrchy mimo hraniční pohoří. Jeho širokou základnu tvoří svrchnokřídové kvádrové pískovce turonského stáří (92-88 mil. let), konkrétně střední a svrchní souvrství jizerské (do výšky asi 550 m n. m.) a předpokládané je i souvrství teplické (až nad 610 m n. m.; ADAMOVIČ, 1997). Výše nacházíme zpevněný či nezpevněný nefelinit, pronikající pískovcovými vrstvami ve svislém směru. Pronikající žíly vyvřeliny zřejmě vyklenuly pískovcové nadloží, rovněž je ale také zpevnily proti denudaci. Ralsko je obecně řazeno do I. vulkanické fáze (stáří 87 – 50 mil. let; ADAMOVIČ et al., 1996). Současný skalní suk tak vystupuje nad okolní krajinu s často svislými skalními stěnami při úpatí a svaly přesahujícími 25° i 30° na úbočí. Ústupový sval, lemuje celou elevaci, je postižen erozí a mrazovým zvětráváním (MYSLIL, 1992). Ve výšce okolo 500 – 550 m se svaly zmírnějí na 5 – 15° . Na vrcholu zůstal nefelinitový tor s rozlehlym suťovým polem. Na Ralsku byly v kvartéru značně kryogenně přemodelovány všechny skalní výchozy.

3.3.1.2 Zlomové svahy

Zlomové svahy jsou charakteristickým výrazným tvarem české křídové pánve. Rozumíme jimi terénní stupně vytvořené přímo pohybem zemské kůry podél zlomů (DEMEK, 1987). Zájmovým územím prochází zlomová linie I. řádu – strážský zlom, II. řádu – ralský zlom a dále několik podřadních linií a posuny v celých zlomových pásmech, které se různou měrou podílejí na dnešní tváři krajiny. Mnohé zlomové struktury byly rozrušeny a zhlazeny nebo překryty především kvartérní akumulací. O průběhu hlavních zlomových linií se dovídáme častěji z geologických vrtů a geofyzikálních měření.

Hierarchicky nejvýznamnější zlomovou linií je výše zmíněný strážský zlom. Na povrchu je jeho průběh jen málo patrný, přestože výška skoku dosahuje v Novinách p. R. až 660 m (ADAMOVIČ, 1997). Viditelným projevem poklesu tlusteckého bloku na SZ oproti bloku strážskému je lokalita „Na skalce“ 600 m jižně od hřbitova v Novinách pod Ralskem. Odkrytých je 22 m profilu svislých skal jako relikt pískovců zpevněných intruzivními brekciemi, s puklinami o převládajícím směru SV – JZ, což odpovídá zjištěnému průběhu strážského zlomu, který svůj směr v Novinách p. R. z východozápadního mění.

Obr. č. 3.13: Skála na vrcholu masívu Ralsko dělená ralským zlomem



Foto: autor (VII/2006)

Rozlámání kry strážského bloku navazuje na ralský zlom a na mimoňské zlomové pásmo na území města Mimoň složitým systémem kratších zlomů. Na jeho sv. okraji v blízkosti koupaliště vystupuje pískovcová stěna ukloněná $3 - 12^\circ$ k J ve výšce kolem 292 – 300 m n. m. Patří kře o délce stran pouhých několik set metrů. Obnažené pískovcové vrstvy řadí ADAMOVIČ (1997) ke střední části jizerského souvrství.

Ve směru JZ – SV prochází torem na vrcholu Ralska ralský zlom, který tuto skálu dělí na několik menších částí. Postvulkanická porucha odděluje skálu s vyhlídkou na město Mimoň od jihovýchodně položené skály tvořící základy hradní věže (obr. č. 3.13). Byl změřen sklon sv. kry $80 - 86^\circ$ k JV. Skála je na smykové ploše navíc ohlazena třením vyvolaným levostranným subhorizontálním posunem (ADAMOVIČ, 1997), můžeme zde hovořit o tzv. tektonickém zrcadle (JAROŠ, VACHTL, 1992), o kterém se zmiňuje též ADAMOVIČ (1997). Strmé svahy pod vrcholem jsou pokryty sutí z nepravidelných bloků a krátkých úlomků sloupců (více v kap. 3.3.3.1 Suťová pole).

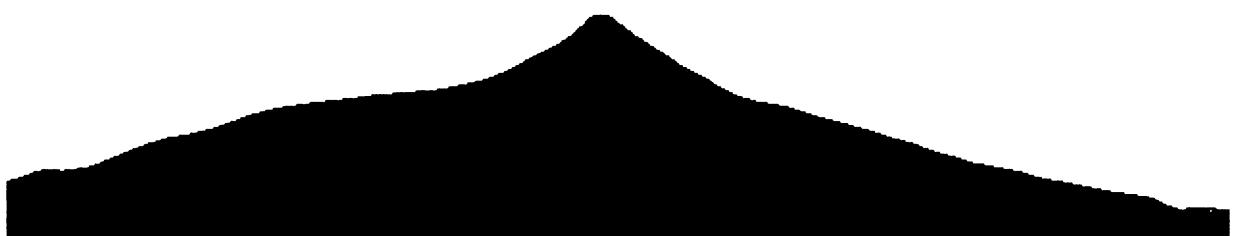
3.3.1.3 Strukturně denudační plošiny

V této kapitole je popsán zbytek patrně zarovnaného povrchu na Ralsku ve výšce okolo 550 m n. m. Jak je vidět např. na obr. 3.5, nachází se pod suťovým kuželem na Ralsku pásmo s menšími sklony svahů (5 až 15°). Pro názornost byl v programu ArcScene vytvořen 3D model reliéfu, na kterém je zmírnění sklonu dobře patrné (obr. č. 3.14). Tento tvar zmiňuje MYSLIL (1992), který popisuje „strukturní plošinu predisponovanou kvádrovými pískovci březenského souvrství“. Plošina je výrazná především na J a JV od nefelinitového vrcholového kuželu. Dnes zde najdeme rozsáhlý suťový les s mělkými půdami. Dá se předpokládat, že jde o původně zarovnaný povrch se svahy tvořenými rozvolněnou sutí.

Např. ADAMOVIČ (1997) však udává za stratigraficky nejvyšší komplex na Ralsku starší teplické souvrství, a to teprve od přibližně 610 m nadmořské výšky, tedy pod suťovým kuželem. Zastoupení březenského souvrství na Ralsku tak vylučuje. Březenské souvrství, které tvoří vrch Lipka, se v zájmovém území vyskytuje sice ještě níže, než leží tato strukturní plošina (473 m n. m. - vrchol Lipky), jeho poloha je zde však dána poklesem tlusteckého bloku vůči strážskému s hodnotou až 660 m. Ani v širším okolí Ralska bohužel nedosahují vrchy takových výšek, aby se dala plošina dále vysledovat její geneze a návaznost na okolní reliéf a spolehlivě klasifikovat jako součást historické planační úrovně, pravděpodobný se však zdá být vliv struktury, kdy bylo svrchní teplické souvrství zcela denudováno.

Další strukturní plošinu uvažuje MYSLIL (1992) ve výšce kolem 350 m n. m. na jv. úbočí Ralska, tedy východně od osady Pavlín. Rozsáhlejší plošiny v této nadmořské výšce jsou na východ od ralského masívu zřejmě v okolí Velkého Jeleního vrchu (513 m n. m.) na jih od Stráže pod Ralskem.

Obr. č. 3.14: Pohled od SZ na masív Ralska s dobře viditelnou plošinou vlevo od vrcholového kuželu (neprevýšeno)



Zdroj: vlastní zpracování

3.3.1.4 Strukturní hřbety

Na vrcholu Lipky vystupuje z vrstvy sedimentů pouze úzký hřbet se střechovitým příčným profilem tvořený olivinickým čedičem s typickou šestibokou sloupkovou odlučností (o ø 12-26 cm), protažený ve směru S-J a se svahy o sklonu 40 - 48° (viz obr. č. 3.15). Tento

Obr. č. 3.15: Vrcholový čedičový hřbet na Lipce



Foto: autor (VIII, 2006)

hřbet je lokalizován v místě kontaktu sbíhajících se magmatických proudů, které utuhly pod povrchem. Obnažený hřbet tvoří přirozený, asi 9 m vysoký val, při jeho úpatí dochází k postupnému snížení sklonu a přechodu do suťového lesa. Nižší polohy suku Lipka jsou pokryty svahovinami zvětralého březenského souvrství. Na sever od tohoto hřbetu navazuje stěnový lom s těžbou čediče ukončenou v 80. letech 20. století. Podle tvaru intrudovaného tělesa jde tedy patrně o čedičovou žílu.

3.3.1.5 Skalní hřiby

Na studovaném území nacházíme několik skalních hřibů. Byly vytvořeny erozí nižších vrstev z méně odolných slepenců pod vrstvami pískovcovými. Výška těchto útvarů dosahuje ve Vranovských skalách až přes 2 m. Ve skalách u Vranova byly nalezeny čtyři z nich (KÜHN, 1994), další jen na S od Nového dvora, ale pouze slabě vyvinuté a řazení mezi hřiby je spíše sporné. Na obr. č. 3.16 je nejmenší ze skalních hřibů ve Vranovských skalách na skalním hřbetu při vstupu na Juliinu vyhlídku. (ve výšce 351 m n. m.). Jeho „noha“ je, stejně jako u ostatních hřibů, z méně odolného slepence na vrcholu nižšího cyklu středního jizerského souvrství. Klobouky, které lépe odolávají erozi, jsou z hrubozrnných pískovců, zpevněných železitým tmelem.

Obr. č. 3.16: *Skalní hřib při vstupu na Juliinu vyhlídku (výška 2 m, rozměry klobouku 2,8 x 1,5 m, rozměry nohy 2,1 x 0,6 m)*



Foto: autor (II/2007)

3.3.2 Erozně-denudační tvary

Erozně-denudačními tvary chápeme takové tvary reliéfu, na jejichž vzhledu se podílí exogenní činitelé. Projevují se snižováním výškových rozdílů v terénu. Svahy na křídových horninách, lemující neovulkanické suky, označujeme vzhledem k specifickému vývoji jako svahy podmíněné vulkanickými suky. Jde o zvláštní druh denudačního svahu s výraznými prvky akumulačních procesů (BALATKA, LOUČKOVÁ, SLÁDEK, 1969). Přestože se v zájmovém území vyskytují četné skalní výchozy, věže apod., kde k rozpukání a oddělení od skalního masivu dochází podél strukturně podmíněných puklin, byly tyto tvary silně přemodelovány a jsou řazeny do této kapitoly.

3.3.2.1 Erozní rýhy

Vznikají destrukční činností soustředěné tekoucí vody ve zpevněných i nezpevněných horninách (DEMEK, 1987).

Rokle je erozní rýha ve skalních horninách se strmými svahy (DEMEK, 1987). V reliéfu rozpukaných pískovcových skal je výskyt roklí typickým erozním tvarem. Proto jsou v zájmovém území vázány především na z. a jz. úbočí masivu Ralska, kde nacházíme menší pískovcová města a výrazné skalní stěny. Tekoucí voda pronikala do skalních puklin pískovců, které byly rozlámány patrně při intruzi magmatu Ralska a dále podléhaly především mrazovému zvětrávání. Rokle na JJZ masívu (Vranovské skály) mají většinou směr VSV – ZJZ, dále pak SV - JZ. Jde o systém zárezů dlouhých od několika desítek m až po více než 400 m (tentotéž odděluje skalní hradbu, ke které patří např. skalní hřbet Juliina vyhlídka). V horních úsecích jsou rokle spíše otevřené a mělké (2 až 5 m), s širokým plochým dnem, kde již hovoříme o úpadech. V nižších částech, nejčastěji v nadmořské výšce od 390 do 350 m n. m. získávají charakter roklí se svislými stěnami a sklonem dna často přes 30 i 40°.

Stěny mohou být přes 20 m vysoké, šířka dna roklí max. 25 m. Výrazné jsou dvě takovéto erozní rýhy na Z a SZ od obce Vranov. Skály zde dosahují výšek do 15 m, dna jsou široká 20 – 40 m (viz obr. č. 3.17). Obě rýhy směřují na západ k údolí Ploučnice. Skalní stěny jsou zde rozpukány do pestrých tvarů, zde se nachází např. také skalní okno (blíže kap. 3.3.2.5 Formy detailní modelace pískovcových stěn).

Strže jsou rýhy vzniklé odnosem v nezpevněných nebo málo zpevněných horninách (DEMEK, 1987). Nejlépe vyvinutou strží je rýha v jižní části úpatí Ralska, na východ od osady Pavlín, západně od skládky TKO. Je zde patrný úsek severojižního směru o délce až 600 m, končící na sever od silnice Mimoň – Nový Dvůr. Ve svém středním úseku je hluboká

více než 3 m, široká 7 m, s profilem široce otevřeného V. K osadě Srní Potok vede ve směru V – Z strž až 1000 m dlouhá, hluboká místy i 8 m.

Pouze v rokli oddělující Juliinu vyhlídku a přilehlé Vranovské skály dnes protéká občasný drobný tok. Je to dáno zahľoubením rokle místy až na horninové podloží, zabraňující vsaku. V ostatních rýhách se povrchová voda v celé délce erozní rýhy vyskytuje velice sporadicky.

Obr. č. 3.17: Rokle na jz. úbočí Ralska s pískovcovými útvary



Foto: <http://www.etf.cuni.cz/~moravec/fotky> (II/2006)

3.3.2.2 Erozní svahy

Ve studované části Zákupské pahorkatiny nacházíme výrazné erozní svahy v údolí Ploučnice. Částečně byly popsány v kapitole 3.2 Morfostrukturální analýza, kde je také poukázáno na asymetrii svahů, kdy se strmější a mírnější sklon na obou březích v úseku nad Mimoní, dlouhém asi 2 800 m, několikrát střídá. Na jejich genezi se podílela především boční eroze toku zahlubujícího se do spodního jizerského souvrství svrchnokřídových pískovců. Svahy údolí mají často sklon přes 80° , a to na skalních defilé, odkrytých na obou březích, která dosahují délky stovek metrů. Skalní výchozy pak mají výšku místy přes 10 m. Na několika místech odkrytých pískovcových stěn nacházíme převisy se základnou přibližně 2,5 m nad současným údolním dnem. V období, kdy byly tyto převisy modelovány a kdy Ploučnice tekla při úpatí příkrých svahů, převládala patrně boční eroze nad hloubkovou. Jedná se patrně již o holocén, kdy si vodnatější tok vytvářel koryto širokými meandry.

Úsekem epigenetického údolí Ploučnice u osady Srní Potok probíhá strážský zlom, který se zde „zazubuje“, což ADAMOVIC (ADAMOVIC et al., 1996), připisuje několika

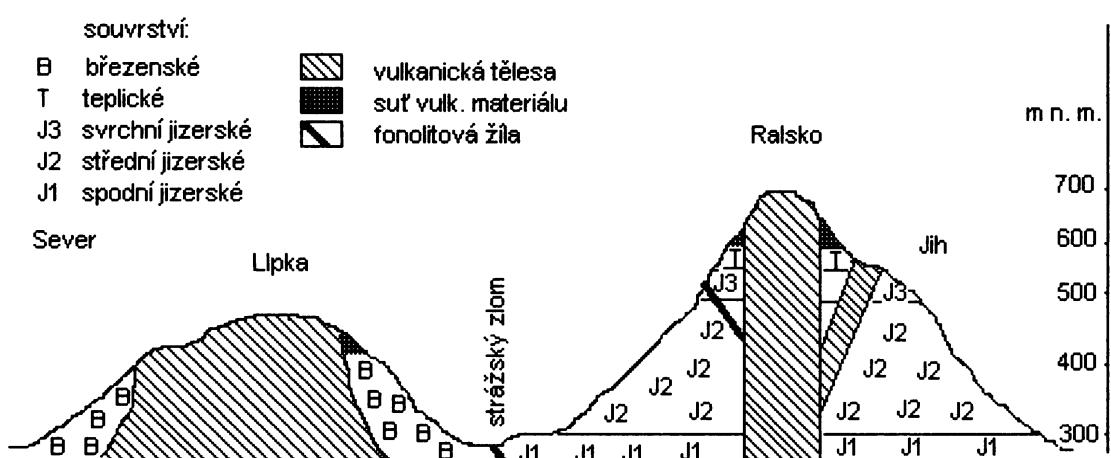
horizontálním posunům v. – z. směru, narušujících sv. – jz. průběh strážského zlomu. Ploučnice zde patrně reagovala na tyto posuny intenzivní boční erozí: právě v tomto úseku je kaňonovité údolí nejširší. Svahy údolí mají mimo skalní defilé sklon okolo 15°.

3.3.2.3 Vrcholové tory

Skalní útvary v nejvyšším patře obou vrchů byly klasifikovány jako vrcholové tory. V této práci byla použita definice vycházející z DEMKA (1972), který je popisuje jako skalní vrcholové izolované skály vzniklé mrazovým větráním (zvětráváním) jako poslední stadium rozrušení bývalého topografického povrchu kryoplanací, čímž se však odlišuje např. od definice HUBPA (1989), který udává jako tory skalní věže z horniny granitového typu o velikosti několika stovek metrů. Termínu tor je někdy v zahraniční literatuře používáno i pro označení mrazových srubů (KŘÍŽEK, 2003). Autor zde zvolil termín tor, protože pro klasifikaci mezi mrazové sruby chybí kryoplanační terasa.

Obnažená skála na vrcholu Ralska je nefelinitového složení, má odlišné rozpadowé vlastnosti než vrchol Lipky. Po působení kvartérní kryogenní modelace a tektonických deformací zůstal relikt sopečného pně s ostrými hranami a často až svislými stěnami. Samotný odkrytý vrcholový skalní výchoz je přibližně 25 m vysoký, se základnou asi 120 x 40 m, protažený ve směru JZ-SV. Zvláštností Ralska je diferencia ve stupni krystalizace vulkanitů v jednotlivých částech masivu. Avšak zatímco hornina ve vrcholovém hřbetu, nazývaném na starých mapách Schauhübel, obsahuje větší množství vulkanického skla, ale

Obr. č. 3.18: Zjednodušené schéma současné představy geologické stavby vrchů Lipka a Ralsko



Zdroj: vlastní zpracování podle ADAMOVICÉ (1997)

malé vyrostlice augitu, v případě horniny z lomu pod vrcholem, který dostal název „Niemesser Aussicht“, (tedy *Mimoňská vyhlídka*; asi 470 – 500 m n. m., na jz. úbočí) je tomu naopak: hovoří se o velkých augitových vyrostlicích. Tento fakt vede k myšlence, že jde o dvě různá tělesa (viz obr. č. 3.18). Úvaha však nebyla dodnes potvrzena (ADAMOVIČ, 1997). Naopak, že jde o žílu vyvřeliny, napovídá pozice tohoto tělesa na ralském zlomu, tedy stejně jako vrcholový tor Ralska.

3.3.2.4 Skalní věže

Jsou jimi chápány erozí izolované, vertikálně protažené formy reliéfu s relativně malým rozdílem plochy v příčném řezu v úrovni úpatní i blízké vrcholu. Mají tedy strmé stěny a jsou tvořeny pevnou horninou. Ve studovaném území se nacházejí dva typy skalních věží. První z nich jsou tvořeny vyvřelými horninami, druhé jsou pískovcové.

Obr č. 3.19 a 3.20: pískovcová věž Molkenkrug (také „Džbán podmásli“) a bezjmenná nefelinitová věž pod vrcholem Ralska



Foto: autor (VII/2006)

Pískovcové věže najdeme v úpatních a úbočních polohách jako reliky souvislých skalních masivů, kde také dotvářejí reliéf skalního města Vranovské skály. Kritériem pro vymezení skalního města je existence alespoň 10 samostatných věží vysokých nad 5 m, které jsou ve spodní části zcela oddělené od skalních stěn (VOTÝPKA a kol., 1990). Nejlepším

příkladem je věž s často uváděným německým názvem Molkenkrug (obr. č. 3.19) na severním okraji Vranova, která nápadně vystupuje z lesa. Stěna exponovaná k jihu je vysoká 16 m, u základny je věž široká přibližně 9 m. ADAMOVIČ (1997) hovoří o bioturbovaném pískovci. Skalní útvar tvoří koncovou část protáhlého skalního ostrohu Vranovských skal.

Pod vrcholem Ralska jsou dvě skály, tvořené tefritem, připomínající věže (obr. č. 3.20). Najdeme je na J a JV od vrcholu, jen několik metrů pod vrcholovým torem. Vysoké jsou 3,5 a 4,5 m, na jejich stěnách o sklonu až 82° je dobře patrná sloupková odlučnost. Odkryté suťové pole navazující na tyto skalní útvary naznačuje dodnes trvající vývoj.

Oba typy skalních věží zůstávají jako relikty mrazového zvětrávání navazujícího na rozpuškání hornin ve směru tektonických poruch.

3.3.2.5 Formy detailní modelace pískovcových stěn

V této kapitole se autor věnuje mikrotvarům a mezotvarům, zjištěným na skalních výchozech kvádrových pískovců. Nanoformám na svrchní křídě, tak jak je chápě např. Demek (1987), bylo věnováno několik studií (např. BALATKA, SLÁDEK, 1972, 1975), některé tvary na Ralsku a okolí popisuje ADAMOVIČ (1997). Při modelaci pískovcového reliéfu se významně uplatnilo pleistocenní mrazové zvětrávání, které přispělo k rychlejšímu rozšiřování puklin či odpadávání lavic ze stropů skalních dutin (BALATKA, SLÁDEK, 1975). Některé střední a drobné tvary zvětrávání pískovců mají charakter pseudokrasových forem (BALATKA, SLÁDEK, 1972).

K typickým mikrotvarům, vyskytujícím se na pískovcích české křídové pánve, patří dále popsané skalní rýhy, římsy a drobné dutiny. Do mezoforem pak řadíme již zmiňované skalní věže a hřiby a dále jeskyně, výklenky, převisy a okna (BALATKA, SLÁDEK, 1984). Skalními výklenky chápeme vhloubené tvary na víceméně svislých až převislých skalních stěnách, s převládající šírkou nad hloubkou. Skalní dutiny jsou rovněž vhloubené tvary skalních stěn, kde však převládá hloubka nad šírkou (DEMEK, 1987).

Pestré tvary nacházíme na spodní části jizerského souvrství. Nejseverněji se jeho výchozy vyskytují při průrvě Ploučnice na východním okraji Novin p. R. ve výšce 292 – 307 m n. m. Jde o červené, středně až hrubě zrnité pískovce s periodicky narůstajícím obsahem křemenných valounů po 3 - 5 m. Tyto směrem nahoru hrubnoucí cykly popisuje ADAMOVIČ (1997), který navíc připisuje šikmé položení vrstev tvorbě mořského valu v křídě. Na těchto vrstvách jsou patrné vodorovné **rýhy** hluboké až 0,7 m a s četnými drobnými dutinami, přičemž nejpatrnější rýhy jsou mezi jemnými zrny ve výšce zhruba 6 – 8 m nad hladinou Ploučnice za normálního stavu hladiny.

Obr. č. 3.21: Pískovce spodní části jizerského souvrství u průrvy Ploučnice



Foto: autor (X/2006)

Další skalní výchoz, reprezentující jizerské souvrství, je pískovcový blok Skalky (či Na skalce; 299 – 321 m n. m.) na JZ od Novin p. R. Díky zpevnění předpokládanou intruzivní brekcií vystupují jako suk menších rozměrů nad okolní terén. Na Skalkách byl zjištěn přechod spodní části jizerského souvrství v bázi střední části, ve výšce 10,6 m nad sz. úpatím stěn (ADAMOVIČ, 1997). Hrubozrnné pískovce tak rychle přecházejí v jemnozrnné nadloží, střídající se se slepencovými vrstvičkami. Zvláště od spodní hranice střední části jizerského souvrství výše nacházíme v řadách mělkých rýh četné *skalní dutiny* - hluboké i 60 cm a více - které jsou v mnohých případech navzájem propojené.

Ve Vranovských skalách na j. úpatí Ralska jsou nejlépe vysledovatelné *skalní římsy* na skále Molkenkrug na sz. okraji Vranova (obr. č. 3.19; vrchol asi 355 m n. m.). Báze skalní věže naleží jemnozrnným žlutým pískovcům, kde jsou výrazné skalní dutiny. Skála je na soukromém pozemku a podle ADAMOVIČE (1997) postupně směrem nahoru nabývá hrubších zrn. Právě při základně této věže začíná vyšší ze dvou nahoru hrubnoucích cyklů, nalezejících střednímu jizerskému souvrství. Skála je exponovaná do všech směrů, skalní římsy se zde pravděpodobně vyvinuly spojováním dutin eolickou činností.

Nejlépe vyvinutými formami selektivního zvětrávání pískovcových stěn a odnosu zvětralin však nacházíme v údolí na jv. úbočí Ralska, severně od býv. vojenského areálu Nový Dvůr. Skalní výchozy zde stratigraficky odpovídají stěnám nižších poloh Vranovských skal, jsou to žluté až žlutohnědé pískovce nižšího cyklu středního jizerského souvrství ve výšce 310 – 340 m n. m. Na obr. č. 3.24 jsou dobře patrné skalní výklenky a dutiny velkých rozměrů, klasifikovatelné jako *jeskyně*. Největší zjištěná jeskyně je hluboká 190 cm

s rozměry u vchodu 230 x 150 cm. Podobných dutin, o málo menších, zde nacházíme hned několik. Pronikají většinou ve směru 80 – 100° do skály, což odpovídá směru hlavních poruch pískovců. Pískovce jsou zde středně zrnité. Na dně těchto jeskyní a dutin nebyl nalezen materiál nasvědčující řícení stropů v nedávné době. VOTÝPKA a kol. (1990) uvádí jako jeskyni skalní dutinu s hloubkou alespoň 3 m, např. HUBP (1989) zdůrazňuje jen kritérium, kdy se do dutiny protáhne člověk. Autor této práce zde označením *jeskyně* naznačil výrazný rozdíl v rozměrech těchto čtyř dutin oproti jiným dutinám v zájmovém území.

Obr. č. 3.22: Skalní okno u obce Vranov



Foto: autor (VII/2006)

Asi 400 m na západ od severního okraje Vranova je vytvořeno spojením puklin v malém skalním výchozu **skalní okno** o rozměrech 60 x 40 cm. Pískovcový sloupec, který dotváří tento útvar, je asi 30 cm široký.

Skalní defilé, rovněž nalezející vrcholové části spodního jizerského souvrství (ADAMOVIČ, 1997) na s. okraji Mimoně v údolí Ploučnice, takovéto rozrušení nevykazují. Nacházíme zde jen zhlazené skalní výklenky a drobné, velice mělké dutiny. Tyto skalní výchozy jsou však jen asi 4 – 14 m nad současnou hladinou Ploučnice. Absenci výrazných skalních tvarů tak můžeme přičítat a) fluviální modelaci stěn, kdy řeka v této výši protékala patrně v pozdním pleistocénu, b) struktury horniny, kdy zdejší hrubozrnná facie pravděpodobně více odolává mrazovému zvětrávání, c) stabilnějšímu mikroklimatu, kdy se v kaňonovitém říčním údolí neobjevují takové teplotní rozdíly jako na více exponovaných

skalách jak je tomu v případě Skalek nebo Vranovských skal. Rovněž skalní převisy, které by se zde daly předpokládat, jsou jen slabě vyvinuté, většinou jde o mělké, nevýrazné tvary.

I přes nepříliš velkou rozlohu má zájmové území značně komplikovanou geologickou stavbu odrážející se především právě ve stratigrafii pískovců svrchní křídy. Jak ukazuje obr. č. 3.18, masív Lipky je tvořen zcela odlišnou povrchovou vrstvou pískovce (březenské souvrství), než Ralsko (jizerské souvrství). Tato diferenč se projevuje v modelaci reliéfu a pískovcových skalních výchozů. Březenské souvrství, jímž je tvořena povrchová vrstva masívu Lipka, se vyznačuje malým obsahem Fe_2O_3 , který by písková zrna stmelil (CHLUPÁČ, 2002). Veškeré skalní výchozy jsou vázány na antropogenní odkryvy (průmyslový areál na severním úpatí Lipky, dnes skladiště materiálu; obr č. 3.22). Přirozená modelace je pak na těchto stěnách nepatrná a nevýznamná. Odkryty byly světle až tmavě žluté pískovce s vápencovými pásky, většinou jemnozrnné, s jílovitými až prachojílovitými vložkami. Všechny skalní výchozy, nacházející se na západ od tohoto areálu při železniční trati do průmyslové zóny, jsou více či méně opracovány člověkem. Absence výrazných povrchových tvarů, poukazujících na morfostrukturu, je vysvětlována nízkou geomorfologickou hodnotou tohoto souvrství (ADAMOVÍČ, COUBAL, PAZDÍREK, 1994).

Obr. č. 3.23: *Odkryv březenského souvrství pískovců na severním úpatí Lipky*



Foto: autor (X/2006)

Ve studovaném území nebyly nalezeny vyvinuté voštiny a škrapy, jak je popisuje v nedalekých Polomených horách BALATKA a SLÁDEK (1975). Z terénního výzkumu vyplývá, že na vznik a vývoj výše popsaných tvarů neměla expozice přímý vliv. Některé

skalní výchozy, kde byly vysledovány stejné tvary po celém jejich obvodu, jsou totiž exponované všesměrně. Selektivní zvětrávání zůstává spíše otázkou mikroklimatických poměrů a existence poloh méně odolných pískovců, přičemž významnější roli hraje tmelící materiál (zde hlavně Fe_2O_3 a některé jíly). Větší skalní dutiny vznikaly pravděpodobně spojováním drobných dutin a jeskyně ve směru puklin pískovců.

Obr. č. 3.24: Kryogenně modelované skalní výchozy na jv. úpatí Ralska s mocnými osypy; na vrcholcích skalních výchozů jsou zbytky strukturně denudační plošiny

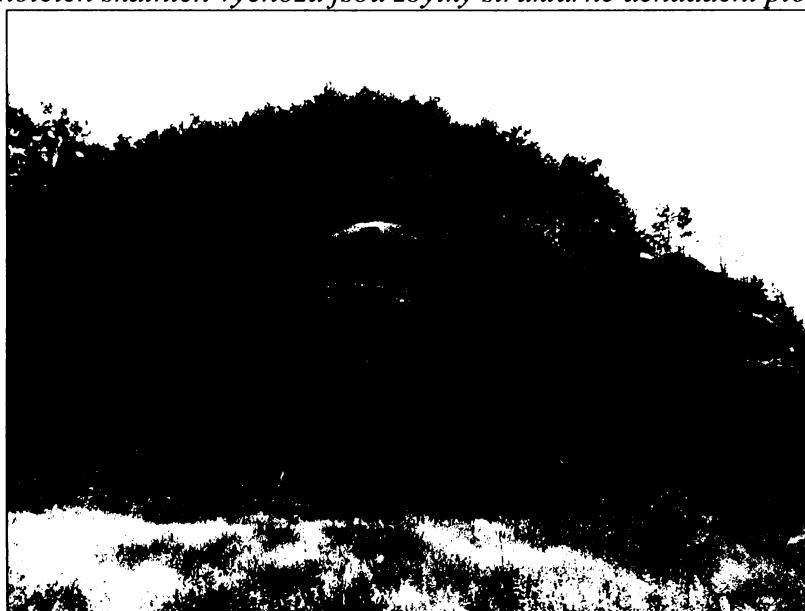


Foto: autor (X/2006)

3.3.3 Akumulační tvary

Z akumulačních tvarů gravitačního původu jsou významné osypy pod skaními stěnami, z mrazových a niválních forem suťová pole a pláště soliflukčních uloženin na svazích a při úpatí vulkanických suků.

3.3.3.1 Sut'ová pole

Rozumíme jimi plošné akumulace hranatých úlomků hornin od velikosti ořechu až po metrové bloky, vzniklé zvětráváním a rozpadem skalních masívů na strmých svazích a přemístěné do nižších poloh gravitací. Podle zaoblení úlomků zde hovoříme o hranáčové sutí, balvanové sutí nebo obecně o kamenité sutí. V našem případě jde o tzv. drolinu - sut'ovou akumulaci složenou z úlomků čedičových sloupců více méně pravidelného tvaru (RUBÍN, BALATKA a kol., 1986).

Sut'ové pole na Ralsku (obr. č. 3.25) je výrazným akumulačním tvarem patrným i z několika kilometrové vzdálenosti. Zaujímá plochu asi $0,16 \text{ km}^2$ v nadmořské výšce 575 –

660 m radiálně po celém obvodu kuželu, nejdále pak na J a JZ. Sklon ralského vrcholového suťového pole je 32 – 34°, s délkou po svahu až 230 m. Úlomky ojediněle dosahují velikostí 40 cm, většinou jde o 12 – 20 cm velké ostrohranné bloky. Mohutnější kameny nacházíme ve větších vzdálenostech v suťovém lese. Pod tímto převážně odkrytým polem se sklon svahu rychle snižuje a sut' je pokrytá svahovými půdami a porostlá vegetací. Takováto akumulace je typickým projevem mechanického (mrázového) zvětrávání pleistocenního stáří. Obnažené suťové pole však poukazuje na pokračující holocenní vývoj. Faktory jako jsou tmavá barva nefelinitu či absence vegetačního pokryvu vytvářejí ideální podmínky pro mechanické zvětrávání hornin vlivem jejich silného nahrátí především na jižních svazích.

Kamenité úlomky především z ralského suťového pole nacházíme rozvlečené v menších akumulacích nad 500 m nadmořské výšky, kde sklon klesá pod 15°, a to až do vzdálenosti přes 500 m od úpatí suťového pole. Tento fakt napovídá o soliflukci, pravděpodobně holocenní. Na obr. č. 3.25 jsou rovněž zachycené stromy s typickými znaky stromů opilého lesa. Během terénního mapování však bylo objeveno jen několik solitérních stromů dokazujících aktivní svahové pochody.

Na vrchu Lipka je suťové pole slabě vyvinuté a téměř zcela pokryté mělkými litosoly a arenosoly. Svahy s ukloněnými čedičovými sloupky jsou zde soudržnější, vrcholový hřbet navíc nedosahuje takové relativní výšky jako vypreparovaný kužel na Ralsku - obnažená skála není vystavena mechanickému zvětrávání v takové míře.

Obr. č. 3.25: Suťové pole pod vrcholem Ralska



Foto: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ralsko>

3.3.3.2 Osypy

Termínem osyp označujeme suťové těleso tvaru ležatého trojbokého hranolu obdélníkového půdorysu, protáhlé podél úpatí skalní stěny nebo srázu, odkud pochází suťový materiál přemístěný gravitací z vyšších poloh (RUBÍN, BALATKA, 1986).

V zajmovém území můžeme najít poměrně mocné osypy (na obr. č. 3.24 - výška asi 16 m) pod příkrými stěnami pískovcových skal, které podléhají intenzívnímu mechanickému zvětrávání (především v jarním období, při střídavém mrznutí a rozmrzání vody v puklinách). Osypy jsou pravděpodobně velice mladé, což vyplývá z jejich mocnosti, kdy nově přirůstající vrstvy nejsou zcela odnášeny splachem. Chudý vegetační pokryv je spíše přičítán špatně vyvinutými půdami na svazích osypů, jejichž sklon přesahuje většinou 30°). Tyto tvary byly nalezeny v nejvyšších mocnostech právě v širokém údolí na jv. úpatí Ralska (vyšší než v lomu na Lipce), kde skalní stěny dosahují značných výšek (přes 25 m), nejsou zastíněné stromy (což umožňuje vyšší teplotní výkyvy na povrchu skály) a kde na dně plochého údolí chybí soustředěný odtok. Osypy jsou co do velikosti úlomků či zrn pískovce špatně vytríděné.

3.3.3.3 Sesuvy

Sesuvy na masívu Ralska v minulosti nikdo nemapoval. Jeho značná část byla díky existenci vojenského prostoru na několik desetiletí před geomorfology uzavřena a lidská obydlí jsou navíc v dostatečné vzdálenosti na to, aby byla rychlými svahovými pochody ohrožena. Zde uvádí spíše potenciální oblast pro vznik sesuvů: tou jsou strmé svahy ve výšce 450 – 500 m n. m., kde méně odolné jizerské souvrství není pokryto a chráněno svahovinami suťového lesa. Několik odlučných ploch bylo nalezeno v roklích na Z a JV Ralska, nejde však pravděpodobně o aktivní sesuvy, tyto plochy jsou již překryty slabě vyvinutou půdou. Vznik sesuvů je dán především extrémními srázkami, na s. úbočí se dá předpokládat v rozsáhlém polomu na svahu se sklonem okolo 25° .

3.3.3.4 Terasy Ploučnice

Říčka Ploučnice, protékající údolím mezi vrchy Lipka a Ralsko, je v současnosti jediným stálým a také jediným významným tokem v zajmovém území, který zde zanechal patrné terasové stupně. DEMEK (1987) definuje říční terasu jako stupeň vytvořený říční činností za fází stability vertikálního vývoje údolí – terasami rozumí bývalá údolní dna, proříznutá vodním tokem v následující fázi prohlubování údolí.

Studium těchto tvarů napomohlo vysvětlit vývoj reliéfu studovaného území především v nejmladším geologickém období díky možnosti relativního datování povrchových tvarů.

Publikované práce několika autorů spolu s inženýrsko-geologickými zprávami a vrtnými profily z Geofondu, dotýkající se tohoto tématu, byly porovnávány s výsledky terénního průzkumu.

Studovaným územím protéká řeka Ploučnice v úseku dlouhém pouze 7,6 km. Na 2,4 km probíhá údolí intravilánem Novin p. R. a Mimoní, kde byly nivní a terasové úseky v různé míře antropogenně přemodelovány a návaznost teras tak byla narušena. V údolí Ploučnice chybí dostatečné množství mladých odkopů či břehových nátrží odkrývajících zvrstvení fluviálních sedimentů.

VORTISCH (1914, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962) se pokusil na základě studia štěrků nastínit dějiny vývoje vodních toků v povodí Ploučnice. V neogénu byl povrch zarovnán v postvulkanickou parovinu (též MALKOVSKÝ et al., 1974), na níž byly uloženy v době konečného stadia zarovnání preglaciální (počedičové) štěrky. Ploučnice pramenila již v tomto období patrně na úbočí Ještědského hřbetu, které jako jediné vyčnívalo nad okolní parovinu (MÜLLER, 1924, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962). Tato parovina byla po uložení preglaciálních štěrků postižena tektonickými pohyby, kdy došlo k dalším zdvihům Ještědského hřbetu a zvýšení transportu materiálu z této oblasti. Preglaciální terasy se však v zájmovém území nezachovaly (MÜLLER, 1924, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962). Dnešní terasy jsou teprve kvartérního stáří.

MÜLLER (1924, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962) rozeznává v zájmovém území tři terasy. Podle něj byly na počátku rissu Ploučnice a Panenský potok odvedeny od Mimoně k Z do poklesávající středohorské deprese a vytvořily *svrchní terasu* ve výši 310 – 360 m (zde více než 25 m nad současnou úrovní nivy), jejíž štěrky obsahují již severský materiál. Na počátku würmu byla ve výši 272 – 310 m (téměř veškerý plochý reliéf do 25 m nad dnešní nivou) uložena *střední terasa*, z konce posledního glaciálu pocházejí štěrky *spodní terasy* (4 m nad dnešním údolním dnem).

Na základě modelace v prostředí GIS a následujícího terénního výzkumu bylo zjištěno několik lokalit odpovídajících terasovým stupňům a k nim náležejícím rovným povrchům, tyto pak byly porovnány se zjištěnými terasami výše uvedených autorů. Pro ověření stáří sedimentů posloužily rovněž údaje z geologických vrtů poskytnuté Geofondem. První z teras se předpokládá na hřbetu mezi Panenským potokem a Ploučnicí ve výšce 20 – 21 m nad povrchem dnešní nivy, a to na SV od Pertoltic p. R. Na zdejší plošině nebyly prováděny geologické vrty, chybí zde i otevřené odkryvy.. Na protějším – levém – břehu Ploučnice nacházíme k této terase ve stejně výšce ekvivalenty, plošně méně rozsáhlé. Nižší polohy na východ od Pertoltic p. R. jsou již ověřené geologickými vrty, do hloubky 4,5 m zde byly

nalezeny risské vrstvy štěrkopísků a písčitých hlín s hrubšími kamenitými sedimenty. Mladší terasu tvoří rozsáhlá plocha mezi Panenským p. a Ploučnicí na S od Mimoně. Nejmladší terasa je dobře patrná ještě na území města Mimoně v parku a při soutoku s Panenským potokem (až 4 m rel. výšky), u Novin p. R. je vymezena strážským zlomem Je rovněž dokumentována četnými vrty. RŮŽIČKOVÁ a RŮŽICKA (1984) popisují ještě nižší terasu na území města Mimoň, tento přechod je však velice pozvolný a nevýrazný. Nalezené polohy se shodují s terasami II, III a V GREGORA a TESAŘÍKA (1959, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962).

3.3.3.5 Analýza vývoje údolí Ploučnice

Pro analýzu vývoje údolí řeky Ploučnice v úseku mezi Novinami pod Ralskem a Mimoní bylo využito prostředí GIS a údajů z geologických vrtů poskytnutých Geofondem. Údolí zde získalo podobu široké otevřené nivy přecházející po směru toku postupně do úzkého sevřeného kaňonu se strmějšími svahy. Výška rozvodního hřbetu mezi Panenským potokem a Ploučnicí na jejím pravém břehu je na z. okraji Novin p. R. 287 m n. m., to je asi jen 1,5 m nad povrchem údolní nivy. Na sv. okraji Mimoně dosahuje pravý břeh v místě rozvodnice relativní výšky až 18 m, jeho absolutní výška je pak 299 m n. m.

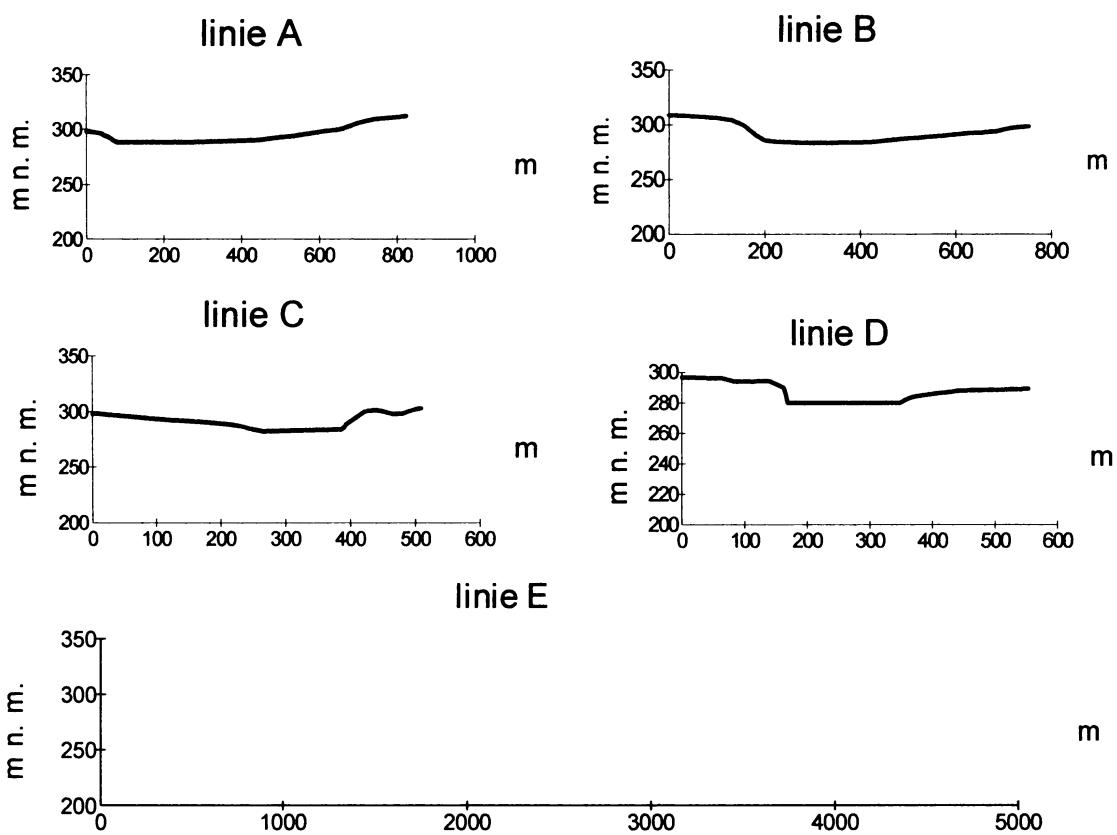
V prostředí GIS bylo vytvořeno několik přičných profilových linií údolím řeky Ploučnice, které odhalily nepravidelnosti sklonů jeho svahů. V kombinaci s daty z geologických vrtů a s informacemi o ověřených zlomech byl porovnáván vliv podloží na průběh údolí. Obrázek č. 3.24 zobrazuje čtyři z těchto linií (A-D), ve sledu od SV na JZ, tedy po směru toku. Linie jsou vždy vedeny z pravého břehu na levý pro snadnější orientaci v doplňující mapce. Profil linie E vykresluje průběh nadmořských výšek rozvodního hřbetu mezi Novinami p. R. a Mimoní.

Strážský zlom mění svůj v.-z. průběh v Novinách p. R. zhruba 300 m západně od tzv. průrvy Ploučnice (viz kap. 3.3.4 Antropogenní tvary) a obrací se na JZ. Na povrchu se zde projevuje nejpatrněji výstupem pískovcového suku Skalky, popsaném v kap. 1.4.3 Tektonický vývoj. Profily vygenerované v digitálním prostředí ukázaly omezení údolní nivy na JV právě touto tektonickou linií (viz též linie A na obr. 3.10, kap. 3.2.1) a přilehlými predisponovanými svahy. Údaje získané z geologických vrtů ukazují odlišnosti v mocnosti zvětralin a sedimentů na tektonických kráč oddělených právě strážským zlomem: zatímco na jv. položeném strážském bloku nepřesahuje tato mocnost 1,5 m, vybrané vrty na tlusteckém bloku ukazují průměrnou mocnost okolo 4 m. Výsledek tohoto výzkumu je ve shodě např. s ADAMOVIČEM (1997), který popisuje relativně pokleslý tlustecký blok.

Na pravém břehu je niva Ploučnice limitována výše popsaným nízkým rozvodním hřbetem. Nezvětralé podloží zde však leží až o 3 metry níže, než současný povrch nivy. Rozvodní hřbet je tedy vrstvou sedimentárního materiálu, na jehož transportu měl podíl především Panenský potok (např. SLÁDEK, BALATKA, 1962). Panenský potok také v kvartéru posouval místo soutoku s Ploučnicí k jihu, čímž také ovlivnil směr jejího toku od Novin p. R. dále na jih (RŮŽIČKA, RŮŽIČKOVÁ, 1984).

Obr. č. 3.26: Vybrané profily údolím Ploučnice v zájmovém území





Zdroj: vlastní zpracování

Profily linií B, C a D na obr. č. 3.26, vedené údolím zahloubeným do okolního reliéfu, ukazují střídání strmých svahů na levém a pravém břehu Ploučnice. Geologické vrtby na rozvodnici s Panenským potokem popisují zvětralinovou bázi v tomto úseku v hloubce průměrně 4,5 m pod povrchem, to znamená ve výšce asi 12 m nad dnem údolí Ploučnice. Pískovcové podloží v této výšce nalézáme dle geologických vrtů na svazích na pravém i levém břehu kaňonu. Tuto skutečnost dokazují i četné skalní výchozy (až skalní defilé) lokalizované při terénním mapování. Střídání strmých svahů na obou březích připisuje autor kerným pohybům při strážském zlomu (u Srního potoka) a v mimoňském zlomovém pásmu (u Mimoně), kdy byl tok odkláněn k protilehlé stěně podél tektonické poruchy.

Linie E byla vedena po rozvodnici Ploučnice a Panenského potoka od západního okraje Novin p. R. po soutok obou toků v centru města Mimoň. Panenský potok dnes teče zhruba ve směru S-J, rozvodní hřbet široký asi 1 km odděluje obě souběžná údolí. Tato linie poukazuje na zvláštnost ve svém průběhu. Nejprve klesá (na 287 m n. m.), poté její výška narůstá až na kótu 309 m n. m. pískovcového vrchu, odkud jen velice mírně klesá až do Mimoně. Z rozboru sedimentů bylo dokázáno, že v kvartéru Ploučnice tento vrch obtékala ze severu, než ji na jih odklonily mocné sedimenty přinášené Panenským potokem (BALATKA, SLÁDEK, 1962). Výška dnešního rozvodí je v depresním úseku křivky navíc stále snižována

plošným splachem především do Panenského potoka. Nadmořská výška rozvodního hřbetu je dále určována mocností naplavených sedimentů, ale i nadmořskou výškou báze těchto sedimentů. Území na S a SZ od tohoto vyvýšeného hřbetu náleží k pokleslému tlusteckému bloku. Ploučnice se tedy musela epigeneticky zařezávat po odklonění Panenským potokem do turonských pískovců, a to nejdříve podél linie strážského zlomu a dále údolím modelovaným rovněž horizontálními tektonickými pohyby, které přímou linii strážského zlomu narušují. Odtud tedy současné „zazubení“ údolí Ploučnice.

3.3.4 Antropogenní tvary

Reliéf Ralska a jeho okolí začal člověk výrazněji přetvářet v 15. století, k nejrozsáhlejším transformacím dochází až. v 19. a 20. stol. Podle druhů hospodářské i další činnosti, jak je uvádí např. DEMEK (1987) byly antropogenní tvary reliéfu rozděleny na:

- *tvary montánní* – zájmového území se týká pouze povrchová těžba. Jde o několik kamenolomů v úpatní (lokalita Srní Potok, pískovec, štěrkopísek) nebo úboční (Niemesser Aussicht, tefrit na Ralsku; lom na sv. úbočí Ralska, pískovec; lom Lipka, olivnický čedič) poloze. Pro transport materiálu z lomu Lipka byla vystavěna pod vrchol dokonce asfaltová silnice. K ostatním úbočním lomům vedou pouze nezpevněné cesty, dnes sloužící pro pěší turistiku nebo již zarostlé vegetací. Plošně nejrozsáhlejší je pískovna v Srním Potoce s rozlohou 2 ha. Montánní činnost ve studované oblasti již zanikla. Těžba v Niemesser Aussicht (530 – 560 m. n. m.) byla ukončena v r. 1925. Přístupové cesty ke kamenolomům na sv. úbočí Ralska (330 – 360 m n. m., obr. č. 3.27) jsou dnes porostlé silnými buky a nacházíme jen přemodelované zářezy. O době ukončení těžby nebyla nalezena zmínka. Provoz lomu Na Lipce (ve 432 – 466 m n. m.) skončil v 80. letech minulého století. Ve všech případech jde o stěnové lomy. Při vrcholu Lipky nacházíme jen menší haldy sutí.
- *tvary industriální* – na okrajových částech zájmové oblasti se vyskytují rozsáhlé průmyslově plošiny. Jde o antropogenně zarovnané povrhy využívané k úpravě surovin. V tomto případě se zde zpracovává vytěžený uran (v. od Lipky), těží uran (sv. od Ralska) skladuje se zde materiál (s. od Lipky), mnohohektarovou plochu zaujímá odkaliště pro radioaktivní vody na s. od Lipky.

Obr. č. 3.27: Opuštěný kamenolom na sv. úbočí Ralska



Foto: autor (VII/2006)

- *tvary vodohospodářské* – nejznámějším tvarem je regulační odtokový kanál vytesaný do skály na východním okraji obce Noviny pod Ralskem. Náhon je známý jako „průrva Ploučnice.“ Mezi Lipkou a Ralskem vybíhá do údolí z jihu na sever nízký hřbítek, nad kterým dříve býval rybník. Tento výběžek býval jeho hrází. V 16. století bylo skálou vedeno výpustní koryto pro nedaleký hamr. Nejprve vede asi 100 m ve směru VSV – ZJZ, sleduje hustě rozpukanou zónu téhož směru (ADAMOVIČ, 1997). Má charakter úzké soutěsky s 10 m vysokými svislými stěnami, na kterých je dodnes patrný zářez pro stavidlo. Dále se koryto stáčí do směru S – J a prochází dvěma tunely o délce 13 a 41 metrů, místy se zříceným stropem (ADAMOVIČ, 1997, <http://home.tiscali.cz/cz822867/>). Tunel je až 320 cm široký, 420 cm vysoký. Ústí ve 13 m vysoké skále malým přepadem do tůně hluboké přes 7 m. Na východ od průrvy, tedy proti směru toku, získalo koryto Ploučnice antropogenní transformací téměř přesný východozápadní směr. Po jejím pravém břehu byl vybudován asi 2 km dlouhý dvoumetrový val, který odděluje napřímené koryto od mokřadů zbylých po vysušení rybníka. Pásma zarostlých mokřadů je asi 600 m dlouhé a 150 – 200 m široké, existuje zde několik stálých vodních ploch. Úpravu koryta lze dle starých map vysledovat i v úseku Noviny pod Ralskem – Mimoň, především pak na posledních 3 km před centrem města. Původně silně meandrující tok byl rovněž napřímen.
- *tvary sídelní* – v nivě Ploučnice a Panenského potoka, kde se první osídlení datuje až do doby kamenné, začal člověk výrazněji ovlivňovat krajину sídelní výstavbou od 15.

stol. Dodnes jsou nejvýše položená obydlí pouze do nadmořské výšky 336 m, konkrétně ve Vranově (kromě hradní zříceniny na vrcholu Ralska, 696 m n. m., obývané naposledy sovětskou posádkou), stupně a zárezy nacházíme v nižších polohách v blízkosti vodního toku. Ve vzdálenosti 500 m na jihovýchod od zemědělské usedlosti Pavlín funguje v lese rozsáhlá skládka TKO. Odpadky jsou zaváženy konkávní části mýtiny.

- *tvary agrární* – úpatní polohy masívů Ralsko a Lipka jsou dodnes využívány pro pěstování obilí, chov koní či jako bažantnice. Kromě drobných úprav pro zavlažování zahrad byly objeveny nízké agrární terasy. Jednou z nich je 2 m vysoký terénní stupň s délkou asi 180 m, nalezneme jej 200 m jz. od lokality Skalky v Novinách p. R. (viz. obr. č. 3.28).

Obr. č. 3.28: Agrární terasa na JZ od obce Noviny p. R.



Foto: autor (VII/2006)

- *tvary dopravní* – průkopy a násypy; nejvíce postiženou oblastí mimo oblasti sídelní je sv. svah Ralska, kde je také největší hustota cest. Jedná se většinou o odkopy zaříznuté do skalnatých svahů pro dopravu spojenou s těžbou uranu a následnou sanací. Některé zárezy byly vytesány do skály ještě bez použití moderní techniky, např. na v. úbočí Lipky. Některé průkopy byly, těžko odlišitelné od strží, byly dohledávány v dostupných historických Mapách stabilního katastru (1843) v měřítku 1:2880.

4 Geomorfologický a geologický vývoj od prekambria po současnost

Při rekonstrukci vývoje reliéfu zájmového území se střetáváme s četnými úskalími. Proterozoické a paleozoické horniny jsou překryty mladšími horninami a vliv starých tektonických linií na dnešní tvář reliéfu je jen těžko odhadnutelný. V několika případech se zlomové linie pouze předpokládají. Obtížné je hledání analogií v širším okolí v pokřídové době, kdy bylo území rozlámáno a postiženo různým stupněm zdvihů a poklesů a následnou denudací. V zájmovém území se nedochovaly terciérní sedimenty. Proto je nutné srovnávat vývoj rovněž s širším okolím zájmového území.

4.1 Prekambrium a starší paleozoikum

Na území České republiky je prekambrium reprezentováno jak nemetamorfovanými horninami tak i komplexy, které jsou součástí krystalinika v různých oblastech Českého masívu (KRAFT, 1996). V podloží křídy jsou spodně proterozoické horniny zřejmě jen v nepatrném rozsahu. Komplexy svrchního proterozoika však tvoří podstatnou část křídového a permokarbonského podloží severních Čech. Jsou popisovány jako epizonálně až mezizonálně metamorfované vulkanicko-sedimentární komplexy, prostoupené granodioritovými a dioritovými intruzemi - metamorfity jsou zastoupeny fylity a břidlicemi v hloubce několika set metrů (MALKOVSKÝ et al., 1974). V mladších starohorách (v algonku) byla oblast našeho území zalita mořem a docházelo k mocné sedimentaci (KUNSKÝ, 1974). Kadomské vrásnění, rovněž v algonku, vedlo k ústupu moře, deformacím vrstev i jejich tepelným a tlakovým přeměnám a průniku především granitoidů. Kadomská pohoří byla v kambriu silně denudována a mořská transgrese přes méně členitý podklad pokračovala. Do mezihoršských depresí se ukládaly hrubé klastické sedimenty (CHLUPÁČ et al., 2002). V oblasti kolem Hamru u Stráže p. R. bylo prokázáno mírné zvrásnění předkarbonských formací s amplitudami několika set metrů; v zájmovém území se vyskytují snad jen izolované svrchnoodrovické kvarcity, pravděpodobně zde existují paleoziocké fylitické břidlice (MALKOVSKÝ et al., 1974).

4.2 Mladší paleozoikum

Naše území se ve svrchním karbonu nacházelo v oblasti rovníku. Je postiženo variskou (hercynskou) orogenezí, která zastřela veškerá starší zvrásnění povrchu. Vytvořeny byly četné pánve a deprese, vznikaly mocné sedimenty a močály (KRAFT, 1996). V okolí Ralska se orogeneze patrně projevovala významnými tektonickými poruchami. Do tohoto

období je řazen i hlubinný strážský zlom podkrušnohorského směru JZ – SV (MALKOVSKÝ et al., 1975).

4.3 Mezozoikum

Český masív byl v triasu souší, probíhala zde intenzívni eroze. Tento stav trval až do spodní křídy. Ve svrchní křídě poklesla severní část Českého masívu (KRAFT, 1996). Cenomanská transgrese, vyvolaná velkým globálním zdvihem mořské hladiny pod vlivem klimatických změn a horotvorných procesů alpinského vrásnění dala vzniknout české křidové pánvi s mocnou sedimentací v mělkém moři. Pánev byla vyplňována nejdříve sladkovodními, později mořskými písčitými, jílovitými a vápnitými uloženinami (CHLUPÁČ et al., 2002). Vzniklo tak cenomanské, turonské a coniacké souvrství svrchní křídy. Celková mocnost křídy, tvořené sedimenty především z granitoidů ze sudetských pohoří, která zůstala souší, dosahuje na Lipce až 800 m (ADAMOVIČ, 1997), na Ralsku asi 420 m (http://www.kpufo.cz/wcl/uvod_soubory/pro7.htm). Před zhruba 85 miliony let křidové moře z Čech ustoupilo, povrch se stal značně zarovnanou souší. Nastupující alpinské vrásnění konce druhohor mělo ve zpevněné vrstvě mořských sedimentů silnou odezvu, kterou nazýváme saxonská tektonika. Projevovala se obnovením starých a vznikem nových zlomů značného hloubkového dosahu na kompaktním povrchu Českého masívu, který již nebyl dále vrásněn (CHLUPÁČ et al., 2002).

4.4 Terciér

V oligocénu bylo celé území parovinou, nad níž vyčnívalo pouze střední pásmo Ještědu, dále např. Kozákova (MÜLLER 1924, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962). DĚDINA (1916) hovoří o výšce této paroviny v 750 m n. m. Vznikem a obnovením hluboko zasahujících zlomů došlo k oživení vulkanické činnosti, na mnoha místech severních Čech již koncem křídy. Do I. vulkanické fáze je svým horninovým složením řazen ralský nefelinit a Jelení vrch 10 km na východ od Ralska. Průnik magmatu tedy datujeme do období před 87 až 50 mil. lety. Magma se však pravděpodobně nedostalo až k povrchu (ADAMOVIČ et al., 1996). Žíly nefelinitu a později i fonolitu (s. a sv. úbočí Ralska) prostupovaly vsemi křidovými souvrstvími. Těleso těžené v lomu *Niemesser Aussicht* (Mimořínská vyhlídka) na jz. úbočí Ralska je patrně o něco mladší (dle KLEINA, 1998), ale rovněž paleogenní. Lokální žilné proniky fonolitu nacházíme v puklinách o směru ZJZ – VSV popř. JZ – SV, souvisejí pravděpodobně s ralským zlomem, který později rozpůlil masív Ralska vedví. Ralský fonolit je přitom považován za pozůstatek z doby doznívání vulkanické činnosti v oblasti (RUTŠEK

in: BLAŽEK et al., 1979). Je tedy možné, že je stejně mladý, nebo mladší než masív Lipky (42 – 17 mil. let). Třetihorní vulkanická činnost u nás doznívá na začátku neogénu. Její povrchové produkty neznáme, nebot' patrně podlehly erozi (CHLUPÁČ a kol., 2002).

Reliéf byl koncem terciéru silně denudován v takzvanou počedičovou parovinu, ze které vyčnívaly pouze některé suky, kuželey a kupy (např. KUNSKÝ, 1975, VORTISCH, 1914 in: BALATKA, SLÁDEK, 1962). Pokud se v neogénu projevoval pokles sv. tlusteckého bloku vůči bloku strážskému, tak pouze v minimální míře. BALATKA a KALVODA (2006) odhadují mocnost následující neogenní denudace na 500 – 600 m. Během tohoto období se vytvářejí na vypreparovaných skalních sucích strukturně denudační plošiny po odnosu nezpevněných méně odolných nadloží. Jedna z nich se pravděpodobně v menším rozsahu dochovala na masívu Ralska ve výšce nad 500 m n. m, zbytky další nacházíme ve výšce kolem 340 m n. m. Pro vznik této a dalších plošin v nižších polohách, tvořených především jizerským souvrstvím z období křídy, bylo určující zpevnění prostupujícími vyvřelinami. Ralsko bylo koncem neogénu tedy patrně vypreparovaným sukem čnícím několik set metrů nad okolní terén, s odolávajícími, dosud málo rozrušenými pískovcovými stupni.

Pozice Lipky je v tomto období málo známá, přesnější datování vertikálních posunů podél strážského zlomu v literatuře chybí. Pokud se ale na Lipce zachovalo i březenské souvrství (coniak), které je mladší než Ralsko jizerského souvrství (turon), lze tedy usuzovat, že pokles tlusteckého bloku spolu s masívem Lipky vůči Ralsku nastal ve větším rozsahu až po utváření strukturních plošin na Ralsku, protože méně odolné březenské souvrství by se patrně do současnosti po rozsáhlé počedičové terciérní a kvartérní denudaci nedochovalo. O malém kerném rozpadu a pohybech podél těchto poruch v neogénu píše i MALKOVSKÝ et al. (1974).

4.5 Kvartér

Mimoňské zlomové pásmo, ve kterém se vyčlenilo několik menších ker na SV od Mimoně, vykazuje hodnoty vertikálních skoků v řádu desítek metrů. Je pravděpodobně z období neogénu až pleistocénu (ADAMOVIČ et al., 1994).

Určující pro další vývoj reliéfu bylo, stejně jako na celém území Českého masívu, celkové ochlazení klimatu a nástup glaciálů v **pleistocénu**. V Českém masívu se v jednotlivých glaciálech a interglaciálech střídala periglaciální a mírná humidní klimatomorfogenetická zóna s typickými geomorfologickými procesy.

Tlustecký blok, který zatížil ze severu pronikající ledovec, je relativně pokleslou krou. Hodnota jeho poklesu proti bloku strážskému dnes v zájmovém území činí 660 m.

(ADAMOVIČ, 1997). Ledovec pronikl přes Jítravské sedlo na východě Lužických hor (RŮŽIČKA, RŮŽIČKOVÁ, 1984). HAVLÍČEK, NÝVLT, TYRÁČEK (1998) a KRÁLÍK (1989) píší o možném proniku ledovce až 20 km ssv. od Ralska.

Podle RŮŽIČKY a RŮŽIČKOVÉ (1984) byla Ploučnice v terciéru pravděpodobně svedena na S od Ještědského hřbetu. Není však vyloučeno, že by tekla již v neogénu právě mezi Lipkou a Ralskem. Preglaciální štěrky se v zájmovém území nezachovaly. V kvartéru se vyvíjelo dnešní údolí řeky Ploučnice. Je nepochybné, že si v zájmovém území řeka vyhledala v okolí Ralska koryto právě podél strážského zlomu a to v úseku na V a JZ od Novin p. R., kde je její průběh určován jeho v. – z. a jv. – sz. směrem. V průběhu kvartéru Ploučnice vytvořila celkem šest patrných říčních teras (GREGOR, TESAŘÍK, 1959, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962), v zájmovém území byly klasifikovány tři z nich. Nejstarší je risská, okolo 20 m r. v., která je zřejmá na rozvodním hřbetu mezi Ploučnicí a Panenským potokem na S od Mimoně. Risská je i druhá terasa, patrná na omezených plochách ve 12 m r. v., nalézáme ji na pravém břehu Ploučnice na stejném rozvodním hřbetu. Třetí terasa, řazená již k würmu, sahá jen do 4 m r. v., vyplňuje široké dno údolí pod Novinami p. R. či v parku v Mimoně. Podle sedimentů, nalezených na rozsáhlých plochách na J, JZ, ale i Z od Mimoně, je zřejmé, že Ploučnice spolu s Panenským potokem tekly v rissu na Z od Mimoně, tedy pravděpodobně i na Z od Novin p. R. (GREGOR, TESAŘÍK, 1959, in: BALATKA, SLÁDEK, 1962). Risské sedimenty především z Panenského potoka, který tekl blíže výplavovým planinám v ledovcovém předpolí, posouvaly soutok s Ploučnicí dále na jih, mezitím byla modelována nižší terasa na S od Mimoně. Další pokles tlusteckého bloku znamenal zahloubení koryta Ploučnice až na pískovcové podloží, kde tok nabral směr strážského zlomu. Další posouvání soutoku s Panenským potokem k jihu spolu s poklesy místní erozní báze zapříčinily epigenetické zařezání Ploučnice do jizerského souvrství svrchní křídy. Boční a hloubkovou erozí bylo modelováno současné kaňonovité údolí nad Mimoní (úsek údolí kolem Srního Potoka), poslední – würmská – terasa leží již na dně tohoto kaňonu. BALATKA a SLÁDEK (1962) hovoří o zaříznutí údolí Ploučnice u Mimoně po mindelu asi 50 m. Z pleistocénu pochází i údolí Ralského potoka na východ od Ralska.

Pokles tlusteckého bloku spolu s fluviální erozí odkryl na několika místech výchozy jizerského souvrství. Tyto odkryvy nacházíme v oblasti průrvy Ploučnice v podobě skalního ostrohu a na JZ od Novin p. R., kde zůstávají jako menší skalní suk Skalky. Jizerské souvrství zůstalo odkryto i v několika vyšších patrech.

Denudace postupně preparovala oba subvulkanické masívy. Skalní výchozy pak podléhaly intenzivnímu zvětrávání především v periglaciálech. Jako relikt ralského

nefelinitického lakolitu zůstal vrcholový tor, pod kterým se však štěpením, rozpadem a gravitačními silami utvořilo suťové pole značného rozsahu, které se patrně vyvíjí dodnes. Pod ním soliflukcí rovlečené balvany a suť kryjí před rozpadem strop jizerského souvrství, které je ale v nižších patrech (především reliky strukturních plošin) rozrušeno do dnešní podoby. Stejnemu rozpadu podléhaly i žíly fonolitu na sv. úbočí Ralska, ze kterých se zachovaly jen nízké rozpukané skalky. V kvartéru za chladných období docházelo k rozpuštění kvádrových pískovců hlavně podél směrů V-Z, VSV-ZJZ a SV-JZ, rozširování puklin a rozpadu pískovců. Aktivně se projevily i pohyby podél ralského zlomu, který modeluje některé pískovcové výchozy na úbočí a tor na vrcholu masívu. Podél ralského zlomu se oddělil mj. i skalní hřbet Juliiny vyhlídky, skály však pravděpodobně rotovaly vlivem svahových pochodů (ADAMOVIČ, 1997) v řádu několika desítek stupňů od směru ralské poruchy. Z otevřených puklin se dále vytvářely hluboké rokle se svislými stěnami, jak je nacházíme na Z, J a JV Ralska. Selektivním zvětráváním se pak oddělily skalní věže typu Molkenkrug nad Vranovem. Skalní výchozy jsou dále modelovány v různé míře především v závislosti na mikroklimatu a struktuře. Na pískovcových stěnách vznikaly drobné skalní římsy, dutiny až jeskyně, mělké výklenky, někde i skalní hřiby. Nejsnadněji podléhají takovéto detailní modelaci vrstvy jizerského souvrství a to s jemnějšími zrny a s malým podílem jílovitého a železitého tmele. Pod suťovým pláštěm z olivinického čediče, vzniklého rozpadem žíly na vrcholu Lipky, leží málo odolné březenské souvrství. Bylo silně rozrušeno kryogenně (patrně i silnou kryoturbací) a později modelováno především fluviálními procesy. Jeho slepence a prachovce se snadno rozpadají a zde skalní útvary podobné ralským nenalézáme.

Z akumulačních tvarů v zájmovém území známe také osypy pod pískovcovými stěnami, dosahující výšek až 16 m.

Celkové oteplení klimatu v **holocénu** znamenalo oživení procesů podobných interglaciálním. Na obnažených skaliskách a sutí se vytvářely mělké půdy, v úpatních a úbočních polohách obou masívů hlavně písčité. Povrch byl zpevněn nastupující vegetací a svahové procesy tak byly zpomaleny a omezeny. Holocenního stáří jsou rokle a strže formované fluviálními procesy, závislými na vlhčím klimatu. Na některých svazích nalézáme neaktivní sesuvné plochy. Tyto pochody vedou k transportu materiálu do nižších poloh, na úpatních mírně ukloněných svahů se ukládají i více než 4 m mocné vrstvy sedimentů, kde deluviální materiál přechází v eluvia. Ke kryogenním pochodům dochází jen v chladných měsících roku. V údolí Ploučnice dochází k pokračující sedimentaci štěrkopísků, písků a nověji i povodňových hlín v celkové mocnosti 1 – 3 m (ADAMOVIČ et al., 1996). V údolích drobnějších toků je tato mocnost nižší. V tomto období, kdy se lokální erozní báze nemění a

řeka se dále nezahlubuje, vznikají v údolí Plučnice meandry. V teplejších obdobích se významně uplatňují také chemické a biologické procesy, vlhké klima napomáhá vzniku rašelin (CHLUPÁČ, KACHLÍK, 1996). V zamokřených územích širší nivy (úsek Srního Potoka a na V od Novin p. R.) vznikaly organogenní sedimenty, dnes na těchto lokalitách nacházíme mokřady s rozlohou několika hektarů.

O kvartérní tektonice lze pouze diskutovat. Příkopová propadlina, zakreslená v mapě v práci ADAMOVIČE na S od Srního potoka v údolí Ploučnice (ADAMOVIČ et al., 1996) nemá žádné odezvy prokazatelné na povrchu. Vrcholový tor na Ralsku je pravděpodobně v kvartéru dále rozrušován ralským zlomem na několik podélných skalních hřbetů, třecí plochy na tomto zlomu jsou dodnes jen v malé míře porušeny.

S příchodem člověka do oblasti se předpokládají významnější změny až při rozvoji sídel a odlesňování v souvislosti s obděláváním zemědělských ploch (pravděpodobně hl. 13. a 14. stol.). Z těchto ploch je materiál transportován do říční nivy. V 19. a 20. století nastupuje využívání území především pro explootaci nerostných surovin – nejprve písků a štěrkopísků v údolní nivě, dále pro stavební kámen na úbočí Lipky a Ralska a nejpozději pro dobývání uranové rudy. V této éře jsou budovány rozsáhlé těžební a průmyslové areály, navíc bylo antropogenně napřímeno koryto Ploučnice.

Obr. č. 4.1: Napřímené koryto Ploučnice na V od Novin p. R.

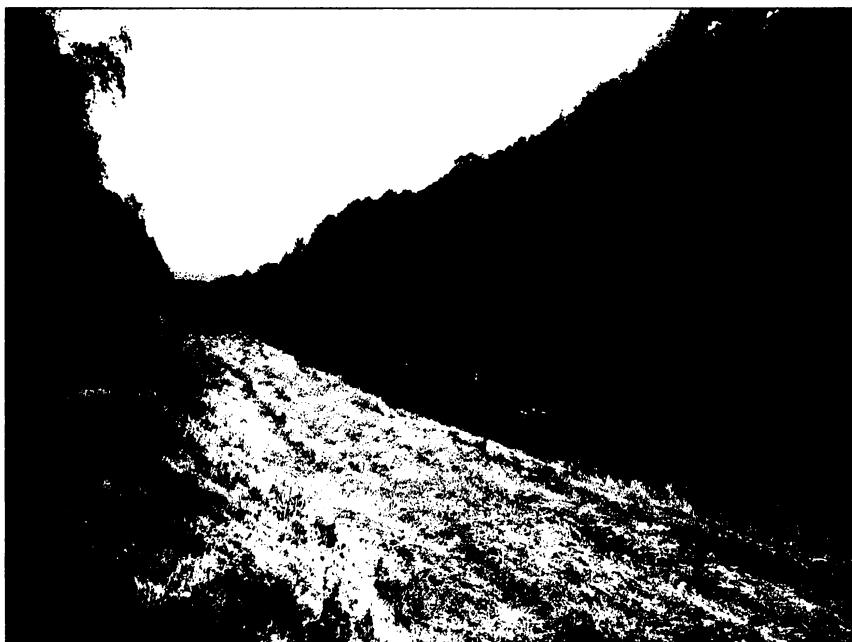


Foto: autor (VII/2006)

5 Závěr

Předložená studie je podrobnou geomorfologickou analýzou vypreparovaných subvulkanitů Ralsko a Lipka v Ralské pahorkatině a jejich nejbližšího okolí. Pro výzkum jeho vývoje a současné situace byla použita metoda morfometrická, morfostrukturální a morfoskulturní, práce byla doplněna podrobnou geomorfologickou mapou zájmového území. Geologický a především geomorfologický vývoj území tvoří syntetickou část v závěru práce. V této studii autor předkládá několik nejdůležitějších výsledků:

- Dosavadní geomorfologické studie a poznatky byly shromážděny rešerší literatury. Byla zjištěna poměrně malá geomorfologická prozkoumanost, kdy se dosavadní literatura věnuje spíše několika málo konkrétním formám reliéfu a to především v rámci geologických studií, věnovaných hlavně těžbě surovin nebo v rámci geomorfologických prací zahrnujících širší okolí. Tento fakt je dán především dlouhodobou nepřístupností prostoru vědeckému bádání ve 20. století. Nejkomplexnějším pramenem je práce ADAMOVIČE (1997), který vedle geologické rešerše předkládá i důležité geomorfologické poznatky.
- Pomocí morfometrické analýzy byly získány některé kvalitativní charakteristiky reliéfu území. Analýza byla provedena v prostředí GIS. Území autor této práce klasifikuje jako členitou vrchovinu. Rozložení nadmořských výšek odhalilo určité nepravidelnosti v jejich zastoupení, které potvrdila analýza sklonitosti svahů. Digitální prostředí ukázalo několik plošin na Ralsku, kde se pravděpodobně projevuje vliv struktury. V území jsou zastoupeny především svahy do 15° a to v nejnižších polohách lemujících oba vrchy a také v nivě Ploučnice. V území najdeme i příkré svahy, zejména při úpatí a na úbočí Ralska, kde jsou strmé rokle a svislé pískovcové stěny. Orientace svahů je na morfostrukturu závislá především v jeho jižní části.
- Morfostrukturální analýzou v prostředí GIS byly objeveny úseky údolí Ploučnice, které jsou velice pravděpodobně podmíněny průběhem strážského zlomu – metoda geomorfologických linií v prostředí GIS. Pohyby podél tektonických poruch nejsou patrně v zájmovém území v současnosti aktivní, na aktivitu poukazují snad jen některé tvary při ralském zlomu procházející vrcholem Ralska. Zcela převládající část území zaujímají erozně-denudační plochy, strukturně podmíněné jsou jen některé relikty plošin na zpevněných pískovcích jizerského souvrství na Ralsku a například lipecký vrcholový hřbet. Mírně ukloněné svahy na úpatí obou vrchů jsou modelovány erozí. Závislost vybraných tvarů (skalních hřbetů, roklí) byla ověřována měřením puklin na

skalních výchozech, avšak reliéf neumožňuje dostatečný počet měření a výsledky puklinové analýzy jsou spíše orientační. Převládají pukliny směru SV-JZ a V-Z, na některých svazích je však orientace podmíněna patrně rotací při svahových pohybech.

- Během terénního výzkumu a srovnáváním s alternativami tvarů, popsaných v literatuře jiných autorů, vznikal podklad pro morfoskulturní analýzu reliéfu. Nalezené tvary byly zakreslovány do podrobné geomorfologické mapy v měřítku 1:10 000. V morfoskulturní analýze autor podává výčet nejdůležitějších tvarů, včetně tvarů detailní modelace pískovcových stěn. Tyto tvary byly klasifikovány podle převládajícího vlivu uplatňujícího se při jejich genezi, na strukturní, erozně-denudační a akumulační tvary. Mnoho strukturních tvarů bylo rozrušeno erozí a přemodelováno především v kenozoiku a nacházíme zde jen jejich drobné reliikty, mj. hřbet na vrcholu Lipky. Výraznými erozně-denudačními tvary jsou ralské rokle a strže, velice četné skalní výchozy, hřbety a skalní věže. Mezi akumulační tvary patří rozsáhlé suťové pole na Ralsku, mocné osypy i říční terasy Ploučnice. Byl zjištěn výrazný rozdíl v morfologii obou vrchů, kdy na Ralsku nacházíme mnohem pestřejší reliéf, což je dáno rozdílným zpevněním sedimentárních hornin intruzivními tělesy a tmely, oproti horninovému prostředí na Lipce. Popsány byly i některé antropogenní tvary, jež výrazně určují charakter především okrajových částí studovaného území.
- V závěru práce byly poznatky, získané pomocí výše uvedených analýz, shrnuty do syntetické kapitoly, věnované vývoji území od prekambria po současnost. V pestré geologické literatuře jsou detailně popsána svrchnokřídová souvrství, podle jejichž poloh se dají dobře vyčít pokřídové kerné pohyby. Charakter reliéfu určovaly především neogenní a pleistocenní geomorfologické pochody. Příkladem neogenní denudace jsou některé stupně (plošiny) na Ralsku, na Lipce je reliéf z tohoto období pravděpodobně pohřbený díky poklesu tlusteckého bloku. Pro některé tvary, konkrétně např. plošinu pod vrcholem Ralska, jsou v širším okolí těžko dohledatelné ekvivalenty, které by vysvětlily její vznik. Poměrně dobře doložitelný je kvartérní vývoj, kdy je patrný výrazný vliv chladného podnebí pleistocenních glaciálů na rozrušení skalních výchozů a také střídání erozní a akumulační činnosti vodních toků na terasách Ploučnice. Některé pochody jsou identifikovatelné i z období holocénu a současnosti, jedná se především o erozní rýhy, osypy a rozšiřující se suťové pole.

Práce je komplexní geomorfologickou studií zabývající se územím, které bylo od r. 1948 do 90. let 20. stol. součástí VVP Ralsko. Proto na ni mohou navázat další výzkumné práce v oblasti, kde se tato vědní disciplína nemohla naplno uplatnit.

6 Summary

In this work, author tries to describe present geomorphological situation of given area, to explain its historical evolution and to find out geomorphological surveys till nowadays. Located landforms of the relief were drawn into the detailed geomorphological map. To study qualitative characteristics and structural landforms of the area the morphometrical and the morfostructural methods were used and to describe landform types the morphosculptural method was used.

The studied area is formed by two hills called Ralsko and Lipka, which are classified as denuded subvulcanic forms. Both monadnocks consist of igneous rock, which strengthens several stratas of the Upper Cretaceous sandstone of different rock structure and different geomorphological value. Between the hills flows the Ploučnice stream, that created a valley with relatively thin bottom land and several fill terraces.

Older geomorphological studies do not deal with the given area in many details, they rather describe it in terms of other relative sciences of wider area. Those are mostly hydrogeological and geological interwar studies, further engineering surveys studies from the times of uranium ore mining and other engineering and geological studies of 90's follow. In 90's the area of the Ralsko massif no longer belongs to the area of the Soviet Union army and redevelopment works started after the mining had been finished.

By the morphometrical method in GIS programme the area was classified as the rugged highlands (with height amplitude of 418 m) with high rate of bottom and lowland areas. The ratio of the areas is decreasing with higher altitude. This method helped to find out smaller remains of table lands in several mid-altitude levels. Slopes with inclination up to 15° dominate, steeper slopes are found on numerous rock bassets in the river valley and by the foothill and hill-side of the Ralsko hill. Steep slopes can be found also on the talus cone below the top of the Ralsko hill. The slopes in the studied area are mostly exposed to S, SW and W.

According to the morfostructural analysis the dependency of some parts of studied relief on lithology structure was found. Those parts belong to the valley of the Ploučnice stream in surroundings of Noviny pod Ralskem village where the direction of the valley is determinated by the strážský fault. The ralský fault that runs through the top of the Ralsko massif formed several rocks and their orientation on the hill.

In the chapter called „The morfoscultural analysis of the relief“ landforms found during field geomorphological mapping are described. They were classified by dominating

geomorphological process that formed them. To study their genesis a literature describing wider surroundings and similar landforms was used.

The relief of the studied area was transformed by complicated set of geomorphological processes. The surface is largely determined by the Upper Cretaceous sedimentation and following the Cenozoic Saxon tectonics. After breaking of consolidated sediments, intrusions of igneous rocks penetrated the sediments in many areas. They have resisted the denudation up to this day and formed tors and other rocks and cliffs. The most marked landforms are of the Cenozoic age. After the large neogenous denudation Ralsko and Lipka remained as high monadnocks with resisting Cretaceous sandstone planes. In the Pleistocene all the resistant rock forms were destroyed and due to cryogenic processes characteristic landforms like tors, cavities and joints and also talus cone appeared. The sedimentation and erosion of the Ploučnice river and the Panenský Brook created several barely apparent terraces in deep valley. Current fluvial and gravitational geomorphological processes were found as well as anthropogenic transformation of relief.

By using GPS and digital environment of GIS detailed geomorphological map in scale 1:10 000 was created, where the slopes with their genesis and other landforms were marked.

Použitá literatura:

- ADAMOVIČ J. et al. (1996): Geologická stavba zájmové oblasti. In: Geologický průzkum jihozápadního předpolí ložiska Stráž. Závěrečná zpráva - Radium Liberec. MS, archiv DIAMO s.p. Stráž pod Ralskem.
- ADAMOVIČ J. (1997): Vývoj poznání geologické stavby západní části VVP Ralsko. Bezděz, vlastivědný sborník Českolipský, 5. Česká Lípa. s. 85-146.
- ADAMOVIČ J., COUBAL M., PAZDÍREK O. (1994): Zpracování a výsledky geologických prací. In: Geologické a geofyzikální mapování jihozápadního předpolí ložiska Stráž, etapa 1994. Radium Liberec. MS, archiv DIAMO s. p. Stráž p. R.
- BALATKA B., KALVODA J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha. 79 s.
- BALATKA B., LOUČKOVÁ J., SLÁDEK J. (1969): Vývoj pískovcového reliéfu České tabule na příkladu Polomených hor. Rozpravy ČSAV. Řada mat. a přír. věd, 79, 5. Academia, Praha. s. 3-38.
- BALATKA B., SLÁDEK J. (1962): Říční terasy v českých zemích. Geofond v Nakladatelství ČSAV. Praha. 580 s.
- BALATKA B., SLÁDEK J. (1972): Povrchové tvary Polomených hor: K návrhu chráněné krajinné oblasti Kokořínsko-vlhošťské. Ochrana přírody, 27, 1. Praha. s. 10-14
- BALATKA B., SLÁDEK J. (1975): Pseudokrasové jevy ve východní části Českodubské pahorkatiny. Ochrana přírody, 30, 7. Praha. s. 211-212.
- BALATKA, B. SLÁDEK, J. (1984): Typizace reliéfu kvádrových pískovců české křídové páne. Rozpravy ČSAV. Řada mat. a přír. věd, 94, 6. Praha. 80 s.
- BEZVODOVÁ B., DEMEK J., ZEMAN A. (1985): Metody kvartérně geologického a geomorfologického výzkumu. Univerzita J. E. Purkyně. Brno. 211 s.
- BLAŽEK J. et al. (1979): Strukturně geologické mapování strážského bloku. Závěrečná zpráva. MS, DIAMO s.p.. Stráž pod Ralskem.
- BUDAY T. et al. (1961): Tektonický vývoj Československa. ÚÚG, Praha. 256 s.
- CULEK M., GRULICH V., POVOLNÝ D. (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha. 347 s.
- DĚDINA, V. (1914): Příspěvek k poznání morfologického vývoje české tabule křídové – I. Rozpr. Čes. Akad. Vědy slovesného umění, Tř. II, 23, 45. Praha. 25 s.
- DĚDINA V. (1916): Příspěvek k poznání morfologického vývoje české tabule křídové – II. Rozpr. Čes. Akad. Vědy slovesného umění, Tř. II, 25, 18. Praha. 61 s.

- DĚDINA V. (1917): Příspěvek k poznání morfologického vývoje české tabule křídové – III. Rozpr. Čes. Akad. Vědy slovesného umění, Tř. II, 26, 25. Praha. 43 s.
- DEMEK J. a kol. (1965): Geomorfologie Českých zemí. Nakladatelství ČSAV. Praha. 335 s.
- DEMEK J. (1972): Klasifikace a terminologie kryogenních tvarů. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 77, 3. Academia. Praha. s. 303-309.
- DEMEK J. (1987): Obecná geomorfologie. Academia. Praha. 476 s.
- DUDEK A., MALKOVSKÝ M., SUK M. (1984): Atlas hornin. Academia. Praha. 312 s.
- FIALA T. (2005): Pojetí morfostrukturální analýzy reliéfu v pracech českých a slovenských geomorfologů. Geografie – sborník ČGS, 110, 2. s. 103-115.
- HAVLÍČEK P., NÝVLT D., TYRÁČEK J. (1998): Vyhodnocení kvarterních sedimentů okolí Ralska. I. etapa – rešerše. ČGÚ. Praha. 14 s.
- HUBP, J. L. (1989): Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 339 s.
- CHLUPÁČ I. et al. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha. 436 s.
- CHLUPÁČ I., KACHLÍK V. (1996): Základy geologie, Historická geologie. Karolinum, UK. Praha. 344 s.
- JAROŠ, J., VACHTL, J. (1992): Strukturní geologie. Academia. Praha. 440 s.
- JEDLIČKA K., MENTLÍK P. (2003): Užití některých prvků morfostrukturální analýzy v prostředí GIS. In: MENTLÍK P. (ed.): Geomorfologický sborník 2. ZČU Plzeň. s. 223-231.
- KLEIN V. (1998): Geologická mapa ČR, list 03-31 Mimoň, měř. 1:50 000., Český geologický ústav. Praha.
- KLÍCHA J. (1992): Závěrečná zpráva úkolu Mimoňsko – stavební suroviny. GMS. Praha. 26 s.
- KOPECKÝ A. (1972): Hlavní rysy neotektoniky Československa. Sborník geologických věd: Antropozoikum, řada A, 6. s. 77-154.
- KRÁLÍK, F. (1989): Nové poznatky o kontinentálních zaledněních severních Čech. Sborník geol. věd, řada A, Antropozoikum, 19. Praha. s. 9-74.
- KRAFT J. (1996): Základy geologie pro geografy. ZČU Plzeň. 125 s.
- KRUTSKÝ N. (1992): Geologické dílo Bruno Müllera. Sborník Severočeského muzea, Přír. vědy, 18. Liberec s. 155-174.

KŘÍŽEK M. (2003): Charakteristické vlastnosti mrazových srubů: zaměřeno na srovnání aktivních mrazových srubů ve světě a mrazových srubů v rusavské hornatině. Geografie – sborník ČGS, 108, 4. ČGS. Praha. s. 261-276

KÜHN P. (1983): Petrografické studium neovulkanické horniny, žily v hřebeni Lipky u Novin pod Ralskem. Československý uranový průmysl. Příbram. 51 s.

KÜHN P. (1994): Skalní hřiby ve Vranovských skalách. Bezděz, vlastivědný sborník Českolipský. Česká Lípa. s. 101-110.

KUNSKÝ J. (1974): Československo fyzicky zeměpisně. SPN. Praha. 252 s.

KURKA J. (1976): Průběh strážského zlomu mezi obcemi Brenná a Křižany. Sborník Severočeského muzea – Přírodní vědy, 8. Liberec. s. 109 – 115.

MALKOVSKÝ M. et al. (1974): Geologie české křídové pánve a jejího podloží. Academia. Praha. 262 s.

MÜLLER B. (1924): Geologische sektion Niemes - Roll des Topografisches Planes 3753/2 (Kartenblatte B.Leipa - Dauba). Sborník Státního geologického ústavu, odd geol., 4. s. 231-288.

MYSLIL V. (1992): Řešení tektonické stavby ložiska Stráž pod Ralskem na základě analýzy leteckých družicových snímků. VM consult, s.r.o., Praha. 28 s.

QUITT E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica, 16. GÚ ČSAV. Brno. 73 s.

RUBÍN J., BALATKA B. a kol. (1986): Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Academia. Praha. 388 s.

RŮŽIČKA M., RŮŽIČKOVÁ E. (1984): Terasy Ploučnice v okolí Mimoně a jejich vztah k sedimentům zalednění. MS Archiv ČS geologického ústavu. Praha

ŠTĚPANČÍKOVÁ P. (2005): Vybrané analýzy morfostruktury severovýchodní části Rychlebských hor. In: RYPL J. (ed.): Geomorfologický sborník 4. JČU. České Budějovice. s. 45-48.

VOTÝPKA J. a kol. (1990): Geomorfologická analýza a klasifikace tvarů na území CHKO Kokořínsko v měřítku 1:10 000. Výzkumný úkol HS 584/86. KKFG PřF UK v Praze.

ZÍDEK, J. (ed.) 1967. Hydrologické poměry ČSSR 1. vyd. Díl 2. Praha : HMÚ. 577 s.

ÚAGTK (1843): Císařský otisk stabilního katastru, kat. 4687-1 Mimoň, 5296-1 Noviny pod Ralskem, 8793-1 Vranov,. měř. 1:2880. Poskytnuto ČÚZaK Praha.

<http://www.kpufo.cz/wcl/uvod_soubory/pro7.htm> [cit. 19.5.2007]

<http://eia.cenia.cz/eia/eia_files/MZP081/MZP081__oznameni.doc> [cit. 16.2.2007]

<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ralsko>> [cit. 26.4.2007]

<<http://www.etf.cuni.cz/~moravec/fotky>> [cit. 26.4.2007]

Seznam obrázků:

Obr. č. 1.1: Vrchy Ralsko a Lipka, pohled od Stráže p. R.....	8
Obr. č. 1.2: Situační mapa zájmového území	10
Obr. č. 1.3: Pískovce jizerského souvrství s páskováním vápenců nalezené na j. úbočí Ralska ve výšce kolem 360 m n. m.	16
Obr. č. 1.4: Geologická situace zájmového území s hlavními tektonickými liniemi	17
Obr. č. 3.1: Vybrané parametry zájmového území	25
Obr. č. 3.2: Poměr rozložení nadmořských výšek v zájmovém území.....	26
Obr. č. 3.3: Rozložení nadmořských výšek zájmového území.....	26
Obr. č. 3.4: Sklonové svahy zájmového území	28
Obr. č. 3.5: Mapa sklonitosti ploch zájmového území	28
Obr. č. 3.6: Profily line A -B (S – J) a C - D (SZ – JV) v zájmovém území (převýšeno 3 x)	29
Obr. č. 3.7: Orientace svahů v zájmovém území	30
Obr. č. 3.8: Orientace svahů v zájmovém území dle zastoupení jednotlivých kvadrantů	31
Obr. č. 3.9 Mapa orientace svahů s vyznačenou žilou třetihorních vyvřelin.....	31
Obr. č. 3.10: Podélňý profil údolím Ploučnice mezi obcemi Noviny p. R.(km 0) a Mimoň (km5,7).....	33
Obr. č. 3.11: Vybrané geomorfologické linie v zájmovém území (linie popsané v tetu).....	34
Obr. č. 3.12: Paprskové grafy orientace puklin na vybraných lokalitách zájmového území....	36
Obr. č. 3.13: Skála na vrcholu masívu Ralsko dělená ralským zlomem	39
Obr. č. 3.14: Pohled od SZ na masív Ralska s dobře viditelnou plošinou vlevo od vrcholového kuželu (nepřevýšeno).....	41
Obr. č. 3.15: Vrcholový čedičový hřbet na Lipce.....	41
Obr. č. 3.16: Skalní hřib při vstupu na Juliinu vyhlídku(výška 2 m, rozměry klobouku	42
2,8 x 1,5 m, rozměry nohy 2,1 x 0,6 m)	42
Obr. č. 3.17: Rokle na jz. úbočí Ralska s pískovcovými útvary	44
Obr. č. 3.18: Zjednodušené schéma současné představy geologické stavby vrchů Lipka a Ralsko	45
Obr č. 3.19 a 3.20: pískovcová věž Molkenkrug (také „Džbán podmáslí“) a bezjmenná nefelinítová věž pod vrcholem Ralska.....	46
Obr. č. 3.21: Pískovce spodní části jizerského souvrství u průrvy Ploučnice	48
Obr. č. 3.22: Skalní okno u obce Vranov	49
Obr. č. 3.23: Odkryv březenského souvrství pískovců na severním úpatí Lipky	50
Obr. č. 3.24: Kryogenně modelované skalní výchozy na jv. úpatí Ralska s mocnými osypy; na vrcholcích skalních výchozů jsou zbytky strukturně denudační plošiny.....	51
Obr. č. 3.25: Suťové pole pod vrcholem Ralska.....	52
Obr. č. 3.26: Vybrané profily údolím Ploučnice v zájmovém území	56
Obr. č. 3.27: Opuštěný kamenolom na sv. úbočí Ralska	59
Obr. č. 3.28: Agrární terasa na JZ od obce Noviny p. R.	60
Obr. č. 4.1: Napřímené koryto Ploučnice na V od Novin p. R.	66