

MARTIN BRZÁK

PŘÍSPĚVEK K VÝVOJI ÚDOLÍ DYJE MEZI VRANOVEM A ZNOJMEM NA ZÁKLADĚ MORFOGRAFICKÉ ANALÝZY A VÝZKUMU FLUVIÁLNÍCH SEDIMENTŮ

M. Brzák: *Morphographic Analysis and Study of Fluvial Sediments in the Dyje Valley Between Vranov nad Dyjí and Znojmo*. – Geografie-Sborník ČGS, 103, 1, pp. 31 – 45 (1997). – Geomorphological analysis of fluvial forms has revealed several phases of erosion and accumulation among the remnants of regional planation surface and recent floodplain in the deep Dyje valley. The more distinct remnants of the Lower Pleistocene terraces were indicated by study of topographic maps (scale 1:10,000), while the less preserved accumulations were discovered only by detailed field research over the last three years. Detailed study of a short floodplain segment of the Dyje River has also been carried out.

KEY WORDS: the Dyje valley – fluvial accumulation – morphographic analysis.

1. Úvod

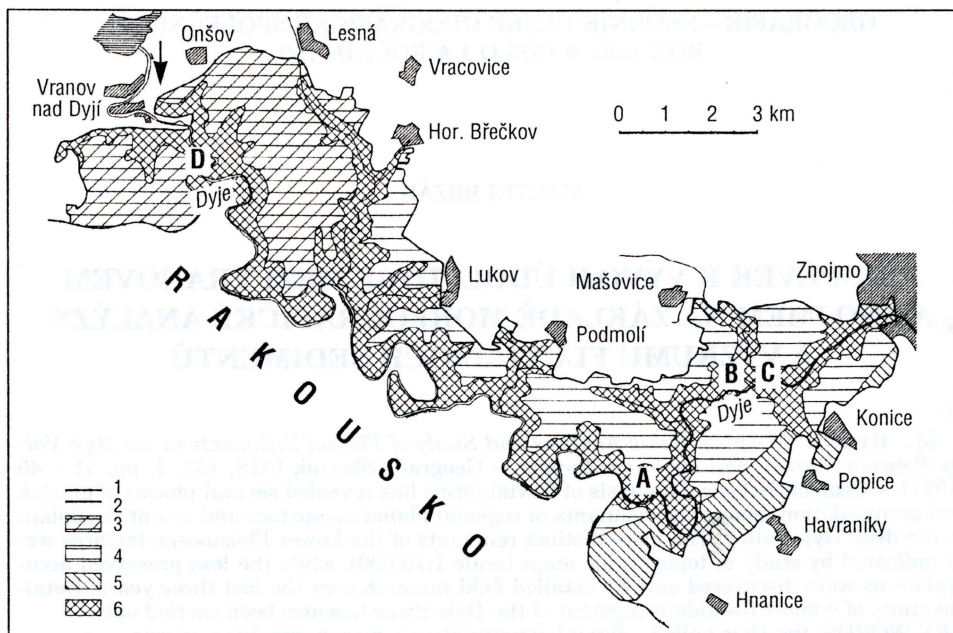
Předkládaná práce shrnuje nejdůležitější poznatky z autorovy dizertační práce (Brzák 1996). Analýzou starých erozně-denudačních i akumulčních fluviálních tvarů bylo zjištěno několik fází vývoje údolí Dyje.

Na rozdíl od přilehlé Znojenské kotliny a Dyjsko-svrateckého úvalu nebyly v hlubokém údolí Dyje mezi Vranovem nad Dyjí a Znojmem dosud zmiňovány fluviální terasové sedimenty, ani morfologické reliktů starého údolního dna, které by umožnily vytvořit alespoň základy morfochronologie tohoto úseku údolí Dyje. Během výzkumu byly objeveny dosud neznámé pozůstatky starších úrovně dna údolí tohoto vodního toku. Všechny dále zmiňované zbytky pleistocenních říčních sedimentů byly nalezeny v posledních třech letech (Kirchner, Ivan, Brzák 1996). Při objasňování geneze nejvýraznější pleistocenní morfostratigrafické úrovně bylo přihlédnuto k poznatkům z Brněnské kotliny, která je prozkoumána v daleko větší míře než okolí Znojma.

Oba typy fluviálních reliktů byly nalezeny během řady pěších, fyzicky náročných mapovacích túr. Protože je zkoumané území značně členité a téměř úplně zalesněné, zůstává základem geomorfologického studia území pěší průzkum. Letecké snímky jsou v oblasti dyjského údolí použitelné pouze pro výzkum nezalesněných velkých skalních útvarů a svahových blokovišť, popř. pro výzkum dílčích tvarů bezlesých částí dyjské nivy.

2. Členění reliéfu studovaného území

Výzkum byl prováděn především na území Národního parku Podyjí, který zaujímá plochu 62,8 km², a zčásti mimo něj ve Znojenské kotlině. Reliéf studované oblasti je možno rozdělit na čtyři základní tvary (obr. 1):



Obr. 1 – Základní tvary reliéfu Národního parku Podyjí. Vysvětlivky: 1 – státní hranice, 2 – hranice NP Podyjí, 3 – klenba Býčí hory, 4 – zarovnaný povrch, 5 – okrajový svah Českého masívu, 6 – údolí Dyje a jejích přítoků. Významné geomorfologické lokality: staropleistocenní úroveň: A – Lipina, B – Býčí skála, C – Králův stolec, holocenní vyšší nivní stupeň: D – niva SZ od Ledových slují

- klenba Býčí hory
- zarovnaný povrch
- okrajový svah Českého masívu
- údolí Dyje a jejích přítoků.

První tři jednotky jsou makrotvary víceméně plochého reliéfu, sestávají především z plošin (sklon 0 – 2°) a mírně skloněných svahů (2 – 5°). Čtvrtá jednotka – údolí Dyje a jejích přítoků – se vyznačuje naprosto odlišnou morfologií s převahou příkře (15 – 25°) a velmi příkře (25 – 35°) skloněných svahů. Tento makrotvar charakterizuje dále značné zastoupení srázů (sklon 35 – 55°) a stěn (nad 55°). Hluboké a sevřené údolí Dyje se stovkami rozmanitých skalních útvarů, které jsou místy doprovázeny mohutnými svahovými a podsvahovými blokovišti, je nejvýznamnějším přírodním fenoménem Národního parku Podyjí. V údolí Dyje probíhají erozní a denudační procesy rychlostí mnohonásobně větší než v plochem okolí.

Studovaný úsek řeky Dyje od Vranova k Dobšicím je dlouhý asi 45 km. Údolí Dyje dosahuje právě v tomto úseku na okraji Českého masívu největší hloubky (až 230 m).

3. Otázka stáří údolí Dyje ve vztahu k miocénní sedimentaci

Základní rysy zarovnaného povrchu vznikly snad již v mezozoiku (Král 1975), kdy během dlouhotrvajícího tektonického klidu vznikl reliéf s velmi malými výškovými rozdíly. Denudace tak zcela zlikvidovala starší variské

horstvo s příkrovovou stavbou. V poslední fázi tvorby rozlehlého zarovnaného povrchu ležela většina reliéfu v nepatrné výšce nad vodními toky. O půdorysném uspořádání říční sítě v období nerozčleněného zarovnaného povrchu nelze prohlásit nic určitého. Během tohoto velmi dlouhého období se vodní toky mohly snadno přemísťovat.

Stáří říčních údolí v jv. okrajové části Českého masívu bývá často předmětem diskuse. Stářím říčního údolí, které bývá v této části České republiky geomorfology vztahováno především k miocénním mořským transgresím, se obvykle rozumí doba založení tohoto údolí. Za předmiocénní mohou být považována údolí, v nichž se vyskytují intaktní miocénní sedimenty.

Sedimenty badenu a karpátu zasahují dnes nejdále na okrajový svah Českého masívu. Na zarovnaném povrchu SZ odtud spočívají pouze uloženiny ott nang – eggenburgu. Z litologického hlediska jsou v tomto území nejvíce rozšířeny křemenné štěrky až písky uvedeného stáří, které sedimentovaly v brackém prostředí. Sedimenty tohoto typu se vyskytují na dvou místech bezprostředně na okraji údolí Dyje – na Kraví hoře (asi 2,5 km JJV od centra Znojma) a při cestě k bývalému Novohrádeckému mlýnu (asi 2 km JJV od Lukova).

Na temenní plošině Kraví hory vytvářejí křemenné štěrky a písky souvislý pokryv. Sedimenty zasahují i na mírný svah v pokračování plošiny směrem k SZ do dyjského údolí. Základní geologická mapa (Batík, Čtyrský a kol. 1982) udává pokryv miocénních štěrků zasahující z temene až k věžičce velkých erozních ryh ve výšce 300 m, tedy asi 40 m pod úrovní plošiny, již na příkrém svahu erozního zářezu řeky Dyje, asi 80 m nad jeho dnem. Na povrchu lesní půdy se v těchto místech vyskytují hojné bílé až béžové křemenné valounky, většinou dokonale opracované. Křemenné štěrky zde však pravděpodobně netvoří ani v podloží původní intaktní polohu jako na plošině, nýbrž jsou přimíšeny do deluviálních hlinitých písků. Hloubka skalního podloží silně kolísá. V oblasti zhlaví nejjižnější erozní rýhy (asi 20 m pod úrovní temenní plošiny, též rozřezán do podoby badlandu) je možno odhadnout mocnost deluviálních písků s přimíšenými miocénními štěrky podle hloubky erozních ryh na 10 – 15 m. Miocénní sedimenty na nejhořejší části svahu údolí Dyje s největší pravděpodobností nespočívají v původních úložných poměrech.

Také J od Lukova při cestě z rozcestí Příčky k bývalému Novohrádeckému mlýnu leží na hraně dyjského údolí zbytek ott nang-eggenburgských křemenných štěrkopísků. Tento relikt se nachází ve výšce asi 400 m, cca 130 m nad údolním dnem a je podle zřetelného subhorizontálního zvrstvení jistě intaktní. Zdejší štěrky se výrazně liší od štěrků na Kraví hoře. Jsou litologicky pestřejší, hrubozrnnější a méně dokonale opracované. Svou povahou připomínají štěrky říční, za které je také Špalek (1935) považoval a řadil je do pleistocénu.

Na plošinách V a JV od Podmolí byly průzkumnými vrty na kaolíny (Mátl 1980) zjištěny deprese krystalinika vyplněné neogénními sedimenty. V podloží neogénních sedimentů jsou primární kaolíny, zčásti redeponované do bazálních křemenných štěrků a hrubozrnných křemenných písků. Vyšší část tvoří prachovité písky s prachovitými jíly (Batík a kol. 1995). Floristické nálezy jsou shodné s mezislojovým souvrstvím v Langau, a sedimenty mocné až 19 m jsou řazeny do ott nang-eggenburgu. Zmíněné deprese vyhloubily snad předmiocénní vodní toky. Jejich vztah k dnešní říční síti není jasný. V údolí Dyje nebyly miocénní sedimenty v intaktní pozici nikde zjištěny. Domněnky o případném předmiocénním původu údolí Dyje mezi Vranovem a Znojmem nejsou zatím nijak doloženy.

Hloubka údolí Dyje ve zmíněném úseku téměř všude přesahuje 120 m, přičemž staropleistocénní úroveň leží v relativní výšce 30 – 40 m (viz kap. 4). Z uvedených proporcí lze usuzovat, že se Dyje zahlubila pod úroveň zarovnaného povrchu s největší pravděpodobností v předkvartérním období.

4. Prohlubování údolí, epigeneze a antedecence

Údolí Dyje je od okolního plochého reliéfu odděleno velmi ostře. Údolní zářez je celistvý, svahy mají vcelku vyrovnaný sklon. Z toho lze usuzovat, že se Dyje od doby, kdy téměř v úrovni okolního zarovnaného povrchu ustálila svůj půdorysný průběh, mohutně zahlubovala se zcela nepatrnými půdorysnými změnami. Dyje prohlubovala své údolí v několika etapách, mohutná hloubková eroze byla střídána v chladných obdobích pleistocénu akumulací menšího rozsahu. Protože Dyje měnila svoji dráhu zcela nepatrně, při pozdější erozi z klimatické či tektonické příčiny z hlubokého a úzkého údolí vlastní sedimenty téměř vždy vyklidila prakticky beze zbytku.

Typickým rysem dyjského údolí je souvislý sled zakleslých meandrů a zákrutů, který dokonalostí a délkou předčí v ČR snad jen meandrový úsek na střední Sázavě. (Dyjské údolí je ovšem hlubší a užší.) Dyjské meandry mezi Vranovem nad Dyjí a Šobesem celkově nerespektují strukturu morávních jednotek a zbřidličnatělé části dyjského masívu. Volné meandry na zarovnaném povrchu, popř. mírně zahlobené v měkkých, nezpevněných miocénních sedimentech se postupně zařezaly do krystalinika a půdorys údolí se tak do značné míry fixoval. Takový epigenetický vývoj v duchu Hassingerových představ (Hassinger 1914) uvádějí například Batík, Šebesta (1996).

Plochý hřbet Býčí hory, ve směru SV – JZ dlouhý asi 8 km a 5 km široký, převyšuje sz. a jv. okolí asi o 100 m. V blízkosti údolí Dyje se sice hranice této vyvýšeniny téměř shodují s hranicemi bítešské ortoruly, na zarovnaném povrchu v okolí – např. u Citonic – však reliéf na bítešské rule nikterak nepřevyšuje reliéf na okolních horninách moravika. Naopak v části hřbetu Býčí hory zaujímají vysokou polohu i jiné horniny než bítešská rula, na s. okraji Lesné povrch hřbetu plynule přechází na dvojslídny svor šafovské jednotky. Vyšší poloha hřbetu je tedy způsobena tektonicky. Hřbet Býčí hory vznikl vyklenutím regionálního zarovnaného povrchu do relativní výšky asi 100 m, a to (podle povahy a mocností dochovaných miocénních sedimentů) nejspíše až po sedimentaci ottang-eggenburgu.

V úseku, kde Dyje křížuje napříč hřbet Býčí hory, bylo epigenetické prohlubování pravděpodobně později vystřídáno antedecentním. Hřbet se vyklenoval natolik pomalu, že Dyje stačila hloubkovou erozí vyrovnávat jeho zdvih a nezměnila cestu do jiného směru.¹⁾ Dyje tak dnes protéká středem hřbetu mezi jeho dvěma nejvyššími body – Větrníkem (510 m) a Býčí horou (536 m). Mezi nimi je údolí Dyje nejhlubší – až 230 m.

¹⁾ Na okolním plochem reliéfu existují sedla, která se z dnešního pohledu zdají být vhodnějšími trasami pro založení údolí Dyje než nejvyšší část hřbetu ve výšce přes 500 m, totiž sedlo na s. konci hřbetu Býčí hory u žel. stanice Šumná (asi 430 m) a sedlo v severojižní tektonické sníženině mezi Štítary a Ctidružicemi (asi 395 m).

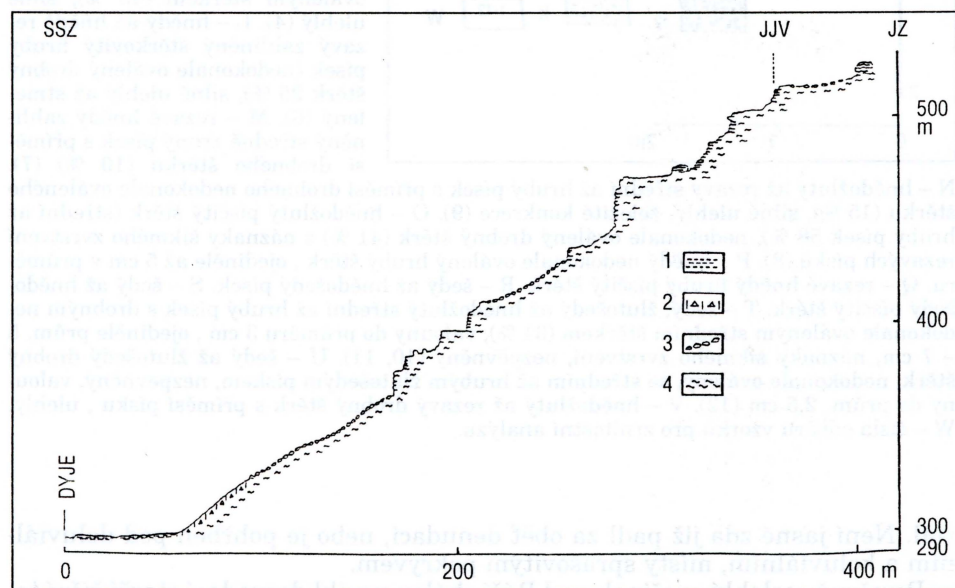
5. Staropleistocénní úroveň údolního dna

V Dyjskosvrateckém úvalu a Znojenské kotlině vznikl během pliocénu a kvartéru složitý systém říčních teras. Ve Znojenské kotlině zaznamenal Špalek (1934) pět morfostratigrafických úrovní, které byly pozdějšími badateli (např. Zeman 1973, Bártová 1987) doplněny o další. Obě sníženiny jsou po dlouhou dobu akumulačními oblastmi.

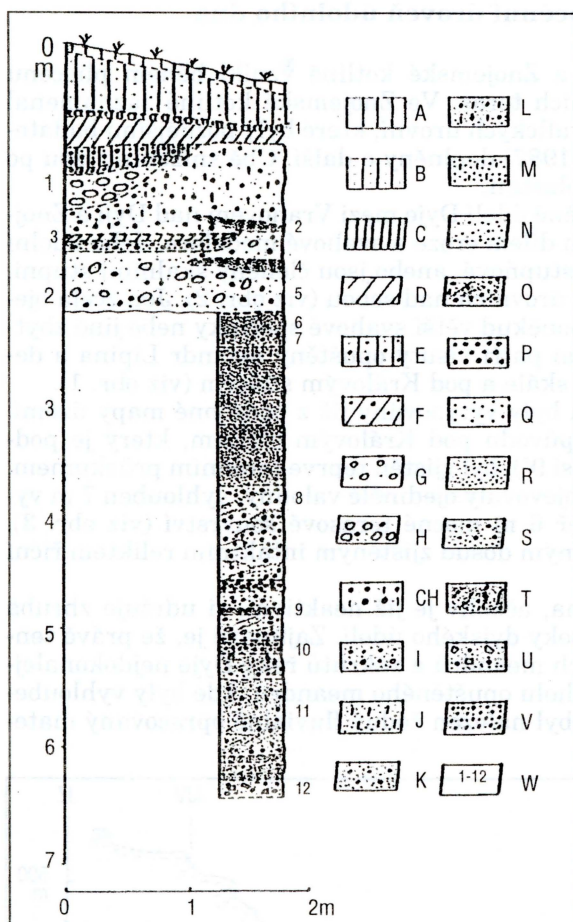
Sevěrené a více podélně skloněné údolí Dyje mezi Vranovem nad Dyjí a Znojmem je naproti tomu především dílem eroze a svahové modelace. Jeho údolní svahy jsou buď plynulé – jednostupňové, anebo jsou členěny skalními stupni, místy vystupujícími v několika úrovních nad sebou (viz obr. 2). Jen zcela ojediněle se na svazích uchovaly poněkud větší svahové spočinky nebo jiné zbytky starého údolního dna. K nim patří visutý opuštěný meandr Lipina a degradované říční terasy na Býčí skále a pod Královým stolcem (viz obr. 1).

Lokalita Lipina a Býčí skála byly vytypovány již z podrobné mapy území. Svahový spočinek fluvialního původu pod Královým stolcem, který je podstatně menší a více skloněný (asi 9°), byl zjištěn teprve terénním průzkumem. V úvoze byl v místech, kde se objevovaly ojedinělé valouny, vyhlouben 7 m vysoký odkop, který odkryl téměř 6 m mocné terasové souvrství (viz obr. 3). Zdejší říční sedimenty jsou jediným dosud zjištěným intaktním reliktem říční terasy.

Úsek údolí v meandru Lipina, ačkoliv je již neaktivní, si udržuje zhruba stejný sklon svahů jako jiné úseky dyjského údolí. Zajímavé je, že právě tento opuštěný meandr má ze všech meandrů a zákrutů řeky Dyje nejdokonalejší kruhový tvar. V sedle na vrcholu opuštěného meandru, kde byly vyhloubeny sondy hloubky až 60 cm, nebyl nalezen žádný fluvialně opracovaný mate-



Obr. 2 – Příčný profil pravým svahem údolí Dyje V od Býčí hory. Vysvětlivky: 1 – sedimenty údolní nivy, 2 – ostrohranná svahová suť s příměsí hlíny, 3 – ostrohranná svahová suť, 4 – bítešská ortorula (zaměřili K. Kirchner a M. Brzák, geologický kompas, pásmo, výškoměr zn. Paulin, květen 1994).

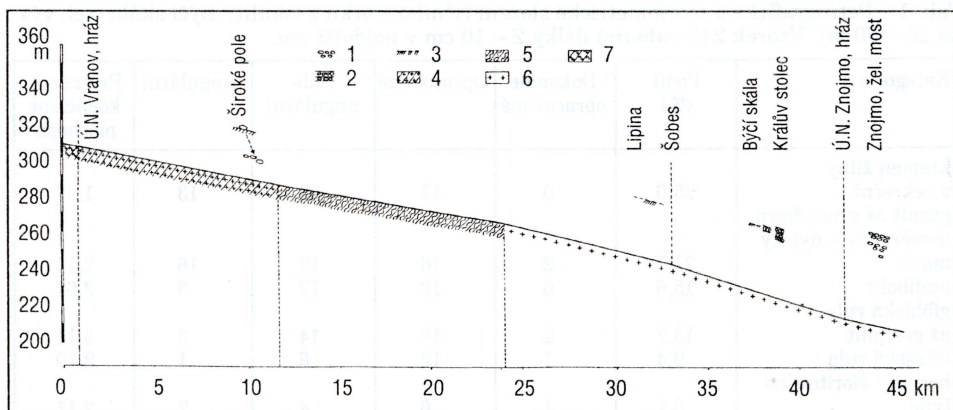


Obr. 3 – Štěrkopísková říční terasa pod Královým stolcem na levém údolním svahu Dyje západně od Znojma. Sestrojil K. Kirchner s využitím zrnitostních analýz (1-12) laboratoře mechaniky zemin Geotestu Brno, technická spolupráce T. Andrejkovič, M. Brzák, B. Gruna, S. Hofírková, A. Ivan, konzultace P. Havlíček. Vysvětlivky: A – tmavě hnědá humózní hlína. B – rezavě hnědá prachovitá hlína s příměsí písku. C – světle žlutá vápnitá spraš. D – špinavě bílá prachovitá silně vápnitá hlína (1,3). E – rezavě hnědá písčitá hlína s příměsí štěrku. F – šedobílá vápnitá hlína s příměsí štěrku. G – světle šedý hrubý štěrk (asi 15 cm) dobře opracovaný s příměsí písku. H – hnědý hrubý štěrk s příměsí hrubého písku (17 %), štěrk dobře opracovaný, až 15 cm v průměru, stmelený (5). CH – rezavě hnědý zahliněný písčité štěrk s vložkami písku, stmelený. I – světle rezavý hrubý písek, na bázi drobný štěrk. J – rezavě hnědý zahliněný středně zrný písek, silně ulehlý (2). K – rezavě hnědý hrubý písek s drobným a středním ováleným štěrskem (49 %), silně ulehlý (4). L – hnědý až hnědý rezavý zahliněný štěrkovitý hrubý písek (nedokonale oválený drobný štěrk 25 %), silně ulehlý až stmelený (6). M – rezavě hnědý zahliněný středně zrný písek s příměsí drobného štěrku (10 %) (7).

N – hnědožlutý až rezavý střední až hrubý písek s příměsí drobného nedokonale ováleného štěrku (15 %), silně ulehlý, železité konkrce (9). O – hnědožlutý písčité štěrk (střední až hrubý písek 58 %), nedokonale oválený drobný štěrk (41 %) s náznaky šikmého zvrstvení rezavých písků (8). P – hnědý nedokonale oválený hrubý štěrk, ojediněle až 5 cm v průměru. Q – rezavě hnědý hrubý písčité štěrk. R – šedý až hnědošedý písek. S – šedý až hnědošedý písčité štěrk. T – šedý, žlutošedý až hnědožlutý střední až hrubý písek s drobným nedokonale ováleným středním štěrskem (31 %), valouny do průměru 3 cm, ojediněle prům. 5 – 7 cm, náznaky šikmého zvrstvení, nepevněný (10, 11). U – šedý až žlutošedý drobný štěrk, nedokonale oválený, se středním až hrubým žlutošedým pískem, nepevněný, valouny do prům. 2,5 cm (12). V – hnědožlutý až rezavý drobný štěrk s příměsí písku, ulehlý. W – čísla odběru vzorků pro zrnitostní analýzu.

riál. Není jasné zda již padl za oběť denudaci, nebo je pohřben pod deluviálním a koluviálním, místy sprašovitým pokryvem.

Poměrně rozlehlý spočinek nad Býčí skálou vznikl degradací starší říční terasy. Většina jeho povrchu je kryta sprašovými hlínami. Dosud byla zjištěna pouze nepatrná poloha říčního štěrku, který je s největší pravděpodobností přemístěný po svahu. Zajímavá je její pozice: 8,5 m od horní hrany svislé skalní stěny vysoké 22 – 25 m.



Obr. 4 – Podélný profil současným korytem Dyje a staropleistocenní úrovní údolního dna – podélná spádová křivka řeky Dyje na území Národního parku Podyjí. Vysvětlivky: 1 – reziduální opracovaný štěrk; 2 – terasové souvrství; 3 – spočinek, popř. svahová plošina; 4 – bítešská ortorula; 5 – lukovská jednotka (převážně svory); 6 – granit dyjského masívu; 7 – vranovská jednotka (pararula, amfibolit).

Všechny tyto reliktů starší úrovně údolního dna leží v relativní výšce 30 – 40 m a tvoří jednu morfostratigrafickou úroveň, která plynule navazuje na V. úroveň sensu Zeman (1973) v Znojemské kotlině (obr. 4), jejíž nejbližší pozůstatek leží ve Znojmě u železničního mostu. Ze studovaného území nejsou zatím přesnější výškové údaje k dispozici, neboť nikde nebyla zastížena ani báze, ani povrch terasy.

O většině morfostratigrafických úrovní, které se uchovaly v Dyjsko-svrateckém úvalu, lze usuzovat, že vznikly klimatickými změnami, neboť po toku konvergují se současnou spádovou křivkou. Naopak spádová křivka Dyje v V. úrovni sensu Zeman (1973), zvané též hodonická terasa, a recentní spádová křivka v sevřeném údolí Dyje divergují po toku (viz obr. 4). Stejnou divergenci uvádí z brněnského prostoru Karásek (1967). Zatímco v údolích okrajové části Českého masívu V. úroveň po toku se současnou úrovní vodních toků diverguje, v samotném prostoru Dyjsko-svrateckého úvalu, kde se tato úroveň projevuje jako rozlehlé, velmi ploché náplavové kužely, konverguje. Na Znojemsku si konvergence V. úrovně povšíml již Linhart (1964).

Sedimentace materiálu V. úrovně je spojena s tektonickým poklesem. Ploché prohýb Dyjsko-svrateckého úvalu (Zeman 1973) vyplňovaly Dyje a ostatní toky sedimenty, které tak dosáhly podstatně větší mocnosti (až 20 m) než u ostatních teras. Objem vzniklý poklesem byl však tak velký, že řeky nedosáhly akumulací stádia rovnováhy charakterizovaného sedimentací povodňových hlín, nýbrž stačily vytvořit pouze již zmíněné náplavové kužely, načež vlivem tektonického poklesu vlastní erozní báze tyto náplavové kužely prořezaly. Nejen sedimentace, ale i prořezání V. úrovně bylo způsobeno tektonicky – poklesem erozní báze řeky. Vlna zpětné eroze dospěla do Dyjsko-svrateckého úvalu a následně do údolí na okraji Českého masívu odněkud z Dolnomoravského úvalu, Záhorské či Podunajské nížiny, které během kvartéru včetně recentu opakovaně klesaly.

Tato vlna zpětné eroze se postupně šířila a šíří proti proudu Dyje. Z oblasti Dyjsko-svrateckého úvalu zasáhla do okrajové části Českého masívu. Říční terasy vzniklé prořezáním V. úrovně jsou různého stáří jak ve smyslu geolo-

Tab. 1 – Petrografické a morfometrické složení říčního štěrku z lokality Býčí skála (rel. výška 25 – 30 m). Vzorek 212 valounů délky 2 – 10 cm v nejdelší ose.

Kategorie	Podíl (%)	Dokonale opracované	Opracované	Sub-angulární	Angulární	Průměrný koeficient plochosti
křemen žilný a sekreční granit až granodiorit usměrněný – dyjský masív	25,0	0	17	23	13	1,97
amfibolit	21,7	2	16	12	16	2,11
gřohlská rula	15,6	6	12	12	3	2,61
až granulit	13,7	2	10	14	3	3,11
bítešská rula	9,4	1	12	6	1	2,79
horniny dioritového typu	6,1	1	6	4	2	2,11
ostatní	8,5	2	6	7	3	3,16
celkem, resp. vážený průměr	100,0	14	79	78	41	2,44

gickém, tak pokud jde o jejich stáří jako geomorfologického tvaru. Její nejstarší část náleží do günzu (viz dále), nejmladší části, pokud se v sevřenějších údolích okraje České vysočiny uchovaly, jsou recentní. Má tedy povahu diachronickou ve smyslu Ollierové (Ollier 1987, s. 212 – 213).²⁾ V Brněnské kotlině udává Zeman (1982) pro V. úroveň stáří günz – cromer. Protože vzdálenost, kterou musela vlna zpětné eroze na řece Dyji od soutoku se Svratkou ke Znojmu urazit, je obdobná jako tato vzdálenost na Svratce od soutoku k Brnu, přičemž vodnost obou řek, počáteční i výsledné spádové poměry, jakož i odolnost miocenních a kvartérních sedimentů, které byly erodovány, jsou obdobné, lze stáří V. úrovně v okolí Znojma prakticky ztotožnit se stářím v Brněnské kotlině, tedy zhruba günz.

Relikty říčních teras V. úrovně sensu Zeman (1973) nebyly zkoumány pouze z morfografického hlediska. Byl také proveden orientační rozbor říčních štěrků z lokalit Býčí skála, Králův stolec a Znojmo – železniční most a štěrky byly porovnávány se štěrky z vyššího nivního stupně SZ od Ledových slují. Ve štěrcích V. úrovně je křemen nejhojnějším materiálem (podíl 22,0 – 26,0 %; viz tab. 1), zatímco ve štěrcích z nivy zaujímá křemen až 5. pozici podle zastoupení (9,5 %; viz tab. 2). Také podobný podíl křemenných valounů nás opravňuje pokládat jednotlivé fluvialní spočinky ležící ve stejné výši za téměř stejně staré. Naproti tomu je zřetelný rozdíl oproti nivním štěrkům. Křemene – jako materiálu nejodolnějšího vůči zvětrávání – v sedimentech s časem relativně přibývá.

Dosti odolnou horninou, jejíž podíl s časem značně vzrůstá, je také gřohlská rula s granulitem. Má obdobné zastoupení jako křemen (9,5 % v nivních štěrcích u Vranova, 13,7 – 20,0 % na lokalitách starých štěrků před Znojmem), přestože vzdálenost od jejího moldanubického tělesa i od granulitových těles narůstá. Mimořádná odolnost gřohlské ruly a granulitu je vedle velkého podílu světlých minerálů dána i jejich jemnozrnností.

Podíl angulárních a subangulárních úlomků ve štěrcích klesá především s rostoucí šířkou údolí, s klesajícím sklonem a výškou svahů a s klesající plo-

²⁾ Pro тураňskou terasu a terasu syrovicko-ivaňskou jako genetický ekvivalent hodonické terasy uvádí takový vývoj Karásek (1968)

Tab. 2 – Petrografické a morfometrické složení říčního štěrku z vyššího nivního stupně SZ od Ledových slují (rel. výška 4 m). Vzorek 200 valounů délky 2 – 10 cm v nejdelší ose.

Kategorie	Podíl (%)	Dokonale opracované	Opracované	Sub-angulární	Angulární	Průměrný koeficient plochosti
amfibolit	23,0	8	23	12	3	2,64
biotitická rula (moldanubikum, popř. nedvědicá série)	17,0	3	20	7	4	3,02
granodiorit	15,0	5	10	9	6	2,82
usměrněný	11,5	1	7	10	5	2,54
bítešská rula						
křemen žilný	9,5	0	5	9	5	1,79
a sekreční	9,0	1	7	6	4	2,77
gřohlská rula	15,0	0	6	7	17	2,92
ostatní						
celkem, resp. vážený průměr	100,0	18	78	60	44	2,72

chou skalních výchozů na svazích. Mimoto – podstatně slaběji – klesá v říčních štěrcích podíl ostrohranného materiálu s časem (22,0 % v nivě, 13,5 – 19,5 % v terasových sedimentech v sevřeném údolí), neboť ostrohranné úlomky jsou méně odolné vůči zvětrávání než opracované.

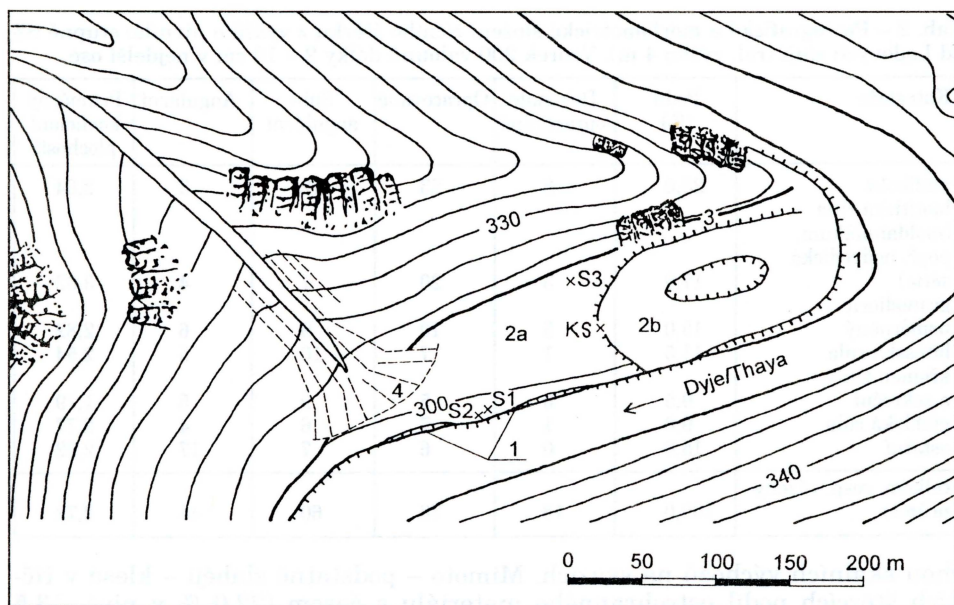
Štěrky ze staropleistocenních sedimentů V. úrovně sensu Zeman (1973) obsahuje také méně plochých horninových úlomků, které snadněji zvětrávají, než holocenní nivní štěrky. Průměrný koeficient plochosti pleistocenních štěrků činí 2,24 – 2,44, zatímco u holocenních štěrků 2,72.

6. Holocenní vývoj údolní nivy

Členitý reliéf údolní nivy Dyje dokládá četné změny ve vodním režimu řeky během holocénu, kam bývají nivní sedimenty všeobecně řazeny. Nivní uložení byly dosud studovány pouze ve Znojenské kotlině (Bártová 1987) a v Dyjsko-svrateckém úvalu (Zeman 1973), kde byla rozlišena vyšší a nižší nivní úroveň. Štěrky se vyskytují pouze v nižší úrovni.

Přestože je údolí Dyje mezi Vranovem a Znojmem značně hluboké a sevřené, nivní pás, byť úzký, je vyvinut v celé délce. Zatímco ve Znojenské kotlině dosahuje šířka údolní nivy až 1 km, na území národního parku je niva široká většinou asi 100 – 150 m, jen výjimečně více (konkávní břeh meandru Šobes 250 m). V úseku zvětšeného spádu pod Šobesem se niva ještě o něco zužuje (max. šířka 80 m). I v sevřeném údolí je většinou vyvinuta nižší nivní úroveň, která je v recentu běžně zaplavována, a vyšší nivní úroveň, kam dosahují povodňové zátopy jen zřídka. Vyšší nivní úroveň má podobu akumulací teras o relativní výšce nejčastěji 3 – 5 m. Pouze lokálně vznikly vícenásobným překládáním koryta tři nivní úrovně nebo více – např. na pravém břehu Dyje V od letohrádku na Býčí hoře, na levém břehu Dyje pod Vraní skálou aj.

Pro výzkum detailní morfologie vyšší nivní úrovně a jejího litologického složení byl zvolen úsek nivy na vnitřní straně říčního zákrutu SZ od Ledových slují (viz obr. 1, 5). Nižší nivní úroveň je v tomto úseku vesměs velmi úzká, často úplně chybí. Její povrch, jenž v době měření ležel 1,0 – 1,5 m nad hladinou řeky, je bahnitý.



Obr. 5 – Údolní niva Dyje SZ od Ledových slují (měřítko 1:2 500, interval vrstevnic 10 m) – Vysvětlivky: části reliéfu nivy: 1 – nižší nivní úroveň, 2a – nižší část terasy vyšší nivní úrovně, 2b – vyšší část terasy vyšší nivní úrovně, 3 – mrtvé koryto, 4 – deluvio-proluviální kužel. Sondy: S1, S2, S3 – vrtané sondy, KS – kopaná sonda s dvěma vrtanými sondami na dně.

Vyšší nivní úroveň pod Ledovými slujemi má relativní výšku 4,5 m. Vyšší nivní úroveň se dále člení na vyšší část na VSV a nižší část na opačné straně, které jsou odděleny stupínkem maximální výšky asi 0,5 m (obr. 5). Při úpatí strmého svahu na vnitřním okraji vyšší úrovně jsou patrné zbytky mrtvého koryta. Na nižší část vyšší nivní úrovně je při ústí strmé erozní rýhy naložen deluvio-proluviální kužel. Vrtané sondy (S 1 až S 3 – viz obr. 5) s dosahem 1 m zastihly v nižší části vyšší nivní úrovně téměř výhradně jemnozrnné říční sedimenty (pod cca 20 cm hnědé humózní půdy následuje pískový horizont, který níže postupně přechází v horizont jílový). V mrtvém korytě je více zastoupen jíl (šedivý), který vytváří mocný horizont ležící pod velmi tenkou polohou tmavě hnědé humózní hlíny a písku. Tmavší barva jemnozrnných sedimentů mrtvého koryta je dána vyšším obsahem organické hmoty. Ačkoliv těsně nad mrtvým korytem vystupuje na svahu několik skalních srubů s hojnými široce rozevřenými puklinami, v mrtvém korytě se nevyskytují žádné větší horninové úlomky. Blokový rozpad skalních útvarů a následný transport materiálu po svazích byl zřejmě daleko intenzivnější v periglaciálních obdobích pleistocénu, zatímco v holocénu jsou svahy poměrně stabilní.

Napříč přes stupínek, který od sebe odděluje vyšší a nižší část terasy, byla situována kopaná sonda s vrtanými sondami na dně (KS – obr. 5). Pod 15 cm humózní půdy s příměsí štěrku leží 30 cm dobře opracovaného polymiktního štěrku maximální velikosti 50 cm a dále 20 cm písku s ojedinělými valouny do velikosti 10 cm. Dále bylo v sondě dosahující do hlubky téměř 3 m zjištěno pět horizontů písku až jílu šedé, žlutohnědé až okrové barvy.

Průměrná velikost zrna se s hloubkou mírně zvětšuje pouze v jednotlivých horizontech profilu. Celkově je tomu spíše naopak, protože souvrství vznikalo

prerušovanou sedimentací za velmi proměnlivých podmínek. Nejvýraznější hiát leží v hloubce 65 cm. Na starší souvrství jemnozrnných sedimentů nasedají podstatně mladší štěrky. Usazovaly se zřejmě za povodní (ev. jediné povodně) někdy během posledních několika set let, neboť v hloubce kolem 50 cm byl nalezen cihlový úlomek velikosti 8,3 x 5,5 x 4,0 cm opracovaný řekou do podoby subangulárního valounu a glazovaný keramický střep (snad z talíře). Oba pravděpodobně pocházejí z nedalekého Vranova nad Dyjí. Štěrkový představec směr nestojně opracovaného materiálu (viz tab. 2) Více opracované úlomky jsou pravděpodobně resedimentované.

V úzkém prostoru údolí tedy před vybudováním Vranovské přehrady (1934) vystupovala řada povodní poměrně vysoko, objem určený šířkou nižšího nivního stupně je nevelký, a tak Dyje zaplavovala plošinu vyšší části terasy. Unášecí schopnost vodního toku byla za povodní tak značná, že se na terasu dostala nejen transportovaná jemnozrnná, ale i štěrková frakce. Lokální přítomností štěrku se vyšší nivní úroveň ve studovaném úseku údolí odlišuje od téže morfostratigrafické úrovně ve Znojenské kotlině a Dyjsko-svrateckém úvalu.

7. Vliv odolnosti hornin na charakter údolí

Velmi malá šířka a mimořádná hloubka údolí Dyje mezi Vranovem a Znojmem ve srovnání s údolím dále proti proudu i po proudu je mimo jiné ovlivněna těmito skutečnostmi:

- 1) Tato část údolí byla zasažena i těmi vlnami zpětné eroze, které při postupu z pokleslého Dyjsko – svrateckého úvalu nedospěly dosud příliš daleko do nitra Českého masívu.
- 2) Úsek údolí mezi Vranovem a Znojmem je vyhlouben v krystalických horninách, které jsou mírně odolnější než krystalinikum výše proti proudu a daleko odolnější než nezpevněné sedimenty v Dyjsko-svrateckém úvalu níže po proudu.

Drobná porézní kotlina nad hrází údolní nádrže Vranov, která je dnes zatopena jejími vodami, vznikla v dvojslídých svorech méně odolných než okolní horniny, v nichž se údolí svírá. Na území NP Podyjí se rozdíl v odolnosti krystalických hornin moravika (bítešské ortoruly, hornin lukovské jednotky a dyjské žuly) projevují výrazně v morfologii dyjského údolí mezi Vranovem nad Dyjí a meandrem Šobes.

Průměrný sklon koryta je v horninách lukovské jednotky menší než v bítešské ortorule (viz tab. 3, obr. 4). V granitoidech dyjského masívu je sklon koryta největší. Do úseku pod Šobesem, který je nápadně přímočařejší a vyznačuje se mimořádným sklonem, zasáhla zřejmě později ještě další vlna zpětné eroze. Její příčina je dosud neznámá.

Meandry v nejméně odolných horninách lukovské jednotky jsou nejdokonalější (zejména Ostroh na české a protilehlý Umlaufberg na rakouské straně). Zakřivení koryta se v nich mění nejplynuleji, tendence k odškrcování je nejsilnější. V oblasti bítešské ortoruly a především v oblasti dyjské žuly jsou meandry naproti tomu často deformované, sestávají z několika přímočarých částí s ostrými obloukovými přechody mezi nimi. Typickým příkladem deformovaného meandru je právě Šobes. V ortorulách a granitoidech, které jsou masivnější než horniny lukovské jednotky, se při formování koryta zřejmě více uplatnila puklinatost.

Tab. 3 – Délka a sklon koryta Dyje ve třech geologických jednotkách na území Národního parku Podyjí

Hranice úseků	Nadmořská výška (m)	Úsek	Délka (km)			Sklon koryta (‰)		
pod zámeckým Jezem ve Vranově	303							
		bítešská jednotka	9,3		9,3	1,94		1,94
pod Hardeckou vyhlídkou	285							
		lukovská jednotka	12,7	30,9	12,7	1,57	1,94	1,57
nad ústím Žlebského potoka	265							
		dyjský masív 1	8,9			2,47		
vrchol meandru Šobes	243				18,3			2,84
		dyjský masív 2	9,4	9,4		3,19	3,19	
pod hrází ú. n. Znojmo	213							

Nejen větší sklon říčního koryta, více lomený tvar meandrů, ale i zřetelnější horní hrana údolí a větší množství skalních útvarů na svazích údolí Dyje jsou způsobeny skutečností, že horniny lukovské jednotky jsou méně odolné než bítešská ortorula a granit až granodiorit dyjského masívu.

Průměrný sklon koryta řeky v krystaliniku okrajové části Českého masívu je výrazně větší než na nezpevněných sedimentech Dyjsko-svrateckého a Dolnomoravského úvalu.³⁾

8. Závěr

Hřbet Býčí hory byl vyklenut během neogénu, snad po sedimentaci ottang-eggenburgu. Situace v okolí jej neumožňuje interpretovat jako rozlehlý suk. Údolí Dyje napříč hřbetem, které v něm dosahuje mimořádné hloubky téměř 230 m, bylo založeno v půdorysné pozici blízké dnešní ještě před vyklenutím hřbetu, o čemž svědčí jednak skutečnost, že je údolí paradoxně situováno v nejvyšší části hřbetu, a dále snad i obdobný charakter meandrů v úseku napříč hřbetem a v úseku zarovnaného povrchu jihovýchodně od něj.

Dosud nebyly zjištěny žádné doklady premiocenního stáří údolí. Kvartérní vývoj údolí je možno charakterizovat v oblasti České vysočiny poměrně malými půdorysnými změnami (především proražením šíje a následným opuště-

³⁾ Mezi Vranovem a Znojmem činí průměrný sklon koryta 2,23 (měřeno v ZM ČSSR 1:10 000), zatímco mezi k. 207 Oblekovice a k. 166 mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem asi 0,65 a odtud ke kótě 148 na soutoku s Moravou asi 0,44 (přibližné měření v ZM ČSSR 1:100 000).

ním některých meandrů a překládáním koryta v poměrně úzkém nivním pásu) a etapovitým zahlubováním doloženým zbytky příslušných morfostratigrafických úrovní.

Údolí Dyje je dílem dlouhotrvající fluvialní eroze. Řeka se mezi Vranovem a Znojmem zahlubovala do bloku zemské kůry, kde starší zlomy (Batík 1984) nebyly během neogénu a kvartéru aktivní. Svědčí o tom jak souvislý údolní zářez s vesměs vyrovnaným sklonem svahů, málo kolísající šířka údolní nivy bez poříčních kotlin a plynulý sled říčních meandrů a zákrutů mezi Vranovem nad Dyjí a Šobesem, tak i plynulý průběh zarovnaného povrchu.

V údolí poměrně vodné řeky se strmými svahy byly terasy i terasové sedimenty většinou rozrušeny. Přibližně rekonstruovat lze pouze nejvýznamnější morfostratigrafickou úroveň, která odpovídá hodonické terase v Dyjsko-svrateckém úvalu. Lokality Lipina, Býčí skála a Králův stolec v dolním úseku hlubokého údolí náleží k této úrovni. Na žádné ze třech uvedených lokalit nebyla dosud nalezena plocha odpovídající nesporně povrchu terasy či bázi vrstevního sledu.

Morfologicky zcela zřetelné jsou holocénní akumulární terasy řeky Dyje. Vyšší nivní úroveň je od nižší oddělena často velmi zřetelným stupněm. Zkoumaná lokalita SZ od Ledových slují dokládá překládání koryta Dyje v nivním pásu během holocénu a významný vliv povodní při ukládání nivních sedimentů a tvorbě jejího reliéfu. Cihlový valoun a glazovaný střep potvrzují extrémně malé stáří svrchní části štěrků, které přitom leží asi 4 m nad hladinou nynější Dyje.

Provedené valounové analýzy ukázaly, že zastoupení méně odolných hornin s větším obsahem tmavých minerálů je v nivních štěrcích podstatně větší než v pleistocénních terasových štěrcích. Nivní štěrky obsahují také větší podíl méně stálých plochých valounů. Rozbor podle opracování ukázal především větší podíl subangulárního a angulárního materiálu v pleistocénních i holocénních štěrcích v sevřeném údolí Dyje se strmými svahy a řadou skalních útvarů ve srovnání se štěrky z oblasti Znojenské kotliny.

Literatura:

- BÁRTOVÁ, J. (1987): Podrobný výzkum pleistocénu Znojemska. Diplomová práce, katedra geologie a paleontologie PřF UJEP Brno.
- BATÍK, P. (1984): Geologická stavba moravika mezi bítešskou rulou a dyjským masívem. Věstník ÚUG, 59, č. 6, Praha, s. 321-330.
- BATÍK, P., ČTYROKÝ, P. a kol. (1982): Základní geologická mapa ČSSR 1:25 000. List 34-131 Šatov + vysvětlivky, 72 s., ÚUG Praha.
- BATÍK, P., ŠEBESTA, J. (1996): Vývoj toku Dyje mezi Vranovem nad Dyjí a Znojmem a jeho vliv na vznik „Ledových slují“. Věstník ČGÚ, 71, č. 3, s. 297-299.
- BATÍK, P. a kol. (1995): Základní geologická mapa ČR 1:25 000. List 33-224 Kravsko + vysvětlivky, 43 s., ÚUG Praha.
- BRZÁK, M. (1996): Geomorfologické problémy Národního parku Podyjí a přilehlého území. Disertační práce, PřF MU, Brno, 94 s. + přílohy.
- HASSINGER, H. (1914): Die Mährische Pforte und ihre benachbarten Landschaften. Abhandlungen der Geogr. Ges., 11, Wien, 313 s.
- IVAN, A., KIRCHNER, K. (1994): Geomorphology of the Podyjí National Park in the southeastern part of the Bohemian Massif (South Moravia). Moravian Geographical Reports, 2, č. 1, Brno, s. 1-25.
- IVAN, A., KIRCHNER, K. (1995): Některé vztahy mezi reliéfem a geologickou stavbou v Národním parku Podyjí. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1994, 2, MU, ČGÚ, Brno.
- KARÁSEK, J. (1967): Reliéf střední části Bobravské vrchoviny. Spisy PřF UJEP, Brno, č. 486, s. 393-417.

- KARÁSEK, J. (1968): Dosavadní názory na geomorfologický a stratigrafický význam správní Moravy a přilehlých území. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Brun.*, 9, Geographica, IV., č. 6, MU, Brno, s. 1-42.
- KIRCHNER, K., IVAN, A., BRZÁK, M. (1996): K rozšíření kvartérních fluvialních sedimentů v NP Podyjí. Zprávy o geologickém výzkumu na Moravě a ve Slezsku v roce 1995, 3, MU, ČGÚ, Brno.
- KRAL, V. (1975): Zarovnané povrchy České vysočiny. *Studia ČSAV*, 85, č. 10, s. 1-72.
- LINHART, J. (1964): Podrobná geomorfologická mapa území na jihovýchod od Znojma. *Sborník ČSZ*, 69, č. 3, Nakl. ČSAV, s. 259-270.
- MÁTL, V. (1980): Průzkum kaolínů na Znojemsku. *MS Geofond*, Praha.
- OLLIER, C. (1987): Tektonika i formy krajiny. *Wydawnictwa geologiczne*, Warszawa, 425 s.
- ŠPALEK, V. (1934): Neogén území města Znojma. *Sborník Klubu přírovného*, Brno, 17, s. 89-104.
- ŠPALEK, V. (1935): Opuštěné meandry u Bítova a Vranova. *Příroda*, 28, Brno, s. 83-85.
- ZEMAN, A. (1973): Současný stav výzkumu pleistocenních fluvialních sedimentů v Dyjsko-svrateckém úvalu a jejich problematika. *Studia geographica*, 36, Brno, s. 41-60 + přílohy.
- ZEMAN, A. (1982): Fluvialní a fluvioakustinní sedimenty Brněnské kotliny. *Studia geographica*, 80, Brno, s. 55-84.

Summary

MORPHOGRAPHIC ANALYSIS AND STUDY OF FLUVIAL SEDIMENTS IN THE DYJE VALLEY BETWEEN VRANOV NAD DYJÍ AND ZNOJMO

The Dyje valley, which is by Czech standards unusually deep (maximum depth exceeds 230 m), has developed at the eastern margin of the Bohemian Massif by successive phases of downcutting. Remnants of the Lower Miocene sediments (Ottomanian and Eggenburgian) have been found at two places on the planation surface near the valley edge. So far, however, no such sediments have been identified in the valley bottom. Therefore, it is not clear whether forming of the valley has started already before Miocene or later. Several climatic Pleistocene river terraces are preserved in the Dyjsko-svratecký úval (Dyje-Svratka Lowland) near Znojmo. Upstream of Znojmo there are no terraces due to slope processes. The only exception is the rest of the 30–40 m tectonic terrace, corresponding probably with the V level in the Zeman's scheme (1973). The lower part of Dyje floodplain is regularly flooded. Finds of brick pebble in the uppermost part of the gravel bar suggest that the lower Holocene terrace (3–5 m) had also been affected by floods before the Vranov Dam was constructed (1934). Pebbles of the 30–40 m terrace consist mostly of more resistant rocks (quartz and Gföhl gneiss) and are more rounded and rather isometric.

- Fig. 1 – Basic Relief Forms of the Podyjí National Park. Explanations: 1 – state boundary, 2 – National Park boundary, 3 – upfold of the Býčí hora, 4 – peneplane, 5 – marginal slope of the Bohemian Massif, 6 – valleys of Dyje and its tributaries. Important geomorphological localities: Lower Pleistocene: A – Lipina, B – Býčí skála, C – Králův stolec; Holocene upper fluvial level: D – floodplain NW of Ledové sluje.
- Fig. 2 – Transverse Profile of the Right Slope of the Dyje Valley East of Býčí hora. Explanations: 1 – floodplain sediments, 2 – sharp edged slope debris with loam admixture, 3 – sharp edged slope debris, 4 – Bíteš orthogneiss. Measured by K. Kirchner and M. Brzák; geological compass, tape-measure, Paulin altimeter; May 1994.
- Fig. 3 – Sandy gravel river terrace at the foot of Králův stolec on the left bank of Dyje River west of Znojmo. Designed by K. Kirchner with help of elutriation methods (1–12) made by Laboratory of soil mechanics, Geotest Brno. Technical cooperation: T. Andrejkovič, M. Brzák, B. Gruna, S. Hofírková, A. Ivan. Consultancy: P. Havlíček. Explanations: A – dark brown humic loam. B – reddish brown powder loam with sand admixture. C – light yellow calcium loess. D – soiled white powder loam with high calcium content (1,3). E – reddish brown sandy loam with gravel admixture. F – grey-white calcium loam with gravel admixture. G – light grey rough gravel (ca 15 cm) well weathered with sand admixture. H – brown rough

gravel with rough sand admixture (17 %), well weathered gravel up to 15 cm diameter, compacted (5). CH – reddish brown sandy gravel with loam admixture and sandy components, compacted. I – light reddish rough sand; small gravel at the base. J – reddish brown loamy middle-granular dense sand (2). K – reddish brown rough sand with small- to middle size rolled dense gravel (49 %) (4). L – brown and reddish brown loamy rough sand with gravel admixture (imperfectly rolled small gravel 25 %), dense and very dense (6). M – reddish brown loamy middle-granular sand with admixture of small gravel (10 %) (7). N – brown-yellow and reddish brown middle granular to rough sand with admixture of small imperfectly rolled gravel (15 %), dense, iron nodules (9). O – brown-yellow sandy gravel (middle granular and rough sand 58 %), partly rolled small gravel (41 %) with signs of transversal layering of reddish brown sand (8). P – brown imperfectly rolled rough gravel, up to 5 cm in diameter. Q – reddish brown rough sandy gravel. R – grey and brown-grey sand. S – grey and brown-grey sandy gravel. T – grey, yellow-grey and brown-yellow middle granular and rough sand with small imperfectly rolled gravel (31 %), pebbles up to 3 cm in diameter, sporadically up to 5–7 cm, signs of transversal layering, incoherent (10, 11). U – grey and yellow grey small gravel, imperfectly rolled, with middle granular and rough yellow-grey sand, incoherent, pebbles up to 2.5 cm in diameter (12). V – brown-yellow and reddish brown dense small gravel with sand admixture. W – sample numbers used in the elutriation method.

Fig. 4 – Long Profile of the Current Dyje River Bed and of the Lower Pleistocene River Bed Level – Gradient Curve of the Dyje River in the Podyjí National Park. Explanations: 1 – residual weathered gravel; 2 – terrace series of strata; 3 – sloping plateau; 4 – Bíteš orthogneiss; 5 – Lukov unit (mainly mica-shist); 6 – granite; 7 – Vranov unit (paragneiss, amphibolite).

Fig. 5 – Dyje Floodplain Northwest of Ledové sluje (scale 1 : 25,000; interval of contour lines 10 m). Explanations: parts of floodplain relief: 1 – lower floodplain level; 2a – lower terrace part of the upper floodplain level; 2b – upper terrace part of the upper floodplain level; 3 – old course of river bed; 4 – deluvio-proluvial cone. Sounds: S1, S2, S3 – drilled sounds, KS – digged sound with two drilled sounds at the bottom.

(Pracoviště autora: katedra geografie Přírodovědecké fakulty MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno)

Do redakce došlo 10. 4. 1997

Lektorovali Břetislav Balatka a Václav Příbyl