ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XC (2005): 155–169, 2005

SPRAŠE NA ÚZEMÍ NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ

THE LOESS OF THE NATIONAL PARK PODYJÍ (MORAVIA, CZECH REPUBLIC)

JANA ŠUŠOLOVÁ

Abstract

Šušolová, J., 2005: Spraše na území Národního parku Podyjí. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 90: 155–169 (with English summary)

The Loess of the National Park Podyjí (Moravia, Czech Republic)

During the years 2002, 2003 and 2004, the reambulance of the geological map of the National park Podyjí was made. It focused on the specification of the extent of loess in the given area. The boundaries of loess accumulations were specified by the results of field research, even the new occurences of loess were documented. The loess in the National park Podyjí primarly forms smaller accumulations spread all over the territory. Accumulations which are larger in size are less common. There were documented slope movements on many loess accumulations. Loess contain therefore an elevated amount of sandy particles. The age of loess is usually upper würm. The discovery of malacofauna proves that sedimentation occured in cold harsh environments in the last glacial cycle. The collected samples were analysed to evaluate their homogeneity (e.g. carbonate content, whole-rock chemistry, gammaspectrometry, magnetic susceptibility). Chemical analysis was pursued as well and its results are comparable with the values measured in the Dyjskosvratecký úval. According to the grain-size analysis, the loess from the National park Podyjí can be classified as sandy loess. Loess on the studied area is very unhomogenous sediments according to all accomplished analysises. Loess are greatly affect by basement composition, probably in conseuence of slope movements.

Key words: Quarternary, Pleistocene, loess, geological mapping, National park Podyjí

Jana Šušolová, Department of Geology, Regional Museum of South East Moravia, Soudní 1, 762 57 Zlín, Czech Republic, jana.susolova@post.cz

1. Úvod

Následující článek je shrnutím mé diplomové práce, která se jmenovala „Spraše na území Národního Parku Podyjí" (Šušolová 2004). Byla vypracována ve spolupráci se správou Národního Parku Podyjí (dále jen NP Podyjí). Byl proveden terénní průzkum, zaměřený na mapování spraší a sprašových sedimentů na studovaném území a v konečné fázi zaměřený na tvorbu mapy těchto sedimentů. Z provedených analýz byla posuzována homogenita, vznik a vývoj spraší na území.

2. Historie výzkumů

Výzkumy týkající se kvartérního pokryvu NP Podyjí v minulých letech nebyly příliš časté a větší zájem o toto území se projevil až v 90. letech 20. století. Nej-

bližší okolí NP Podyjí je však poměrně dobře probádané a ze zjištěných výsledků lze vycházet.

Terénním mapováním Znojemska se zabýval jako první Vídeňský geologický ústav. V roce 1898 prováděl mapovací práce C. M. Paul a vydal geologickou mapu 1:75 000 list Znojmo, zahrnující i oblast listu Šafov (Bártová 1987). Následné mapovací práce byly prováděny v různých časových intervalech mezi lety 1927–1999. Mezi hlavní badatele patřili např. Batík, Čtyroký, Dlabač, Jenček, Preclik, Špalek, Thomaschek, Zeman atd. Na mapovací práce navazují nepříliš hojné výzkumy spraší. Sýkora (1949) se zabýval půdními poměry na listu Znojmo. Určil linii: Stupčice – Rudlice – Mramotice – Milíčovice – Vracovice – Lukov – Podmolí – Znojmo od níž se na V a JV spojují roztroušené sprašové ostrovy v jeden souvislý pokryv, přerušovaný místy starším podložím. Touto linií končí z hlediska půdního Českomoravská vysočina a začíná Dyjskosvratecký úval. V rámci vyhledávacího průzkumu nerud na Znojemsku se o spraše zajímaly Prutká (1960), Mátlová (1972) a Svobodová (1976). Ložek (1968) se zaměřil na paleogeografický výzkum časného würmu a klimatické určení na základě zjištěné malakofauny v profilu v bývalé cihelně na v. okraji Znojma. V roce 1973 profil zařadil mezi mladopleistocenní spraše a fosilní půdy. Profil byl zkoumán rovněž Zemanem in Batík a Čtyroký et al. (1977).

Dlabač (1970) a později i Mátl (1979) klasifikovali kvartérní uloženiny a vycházeli při tom z geologického mapování, geomorfologie a z popisu vrtů, které byly na území provedeny již dříve. Práce Podborského – Vildomce (1972) se zabývaly problematikou spraší z hlediska výskytu paleontologických a archeologických nálezů a to konkrétně na sprašové akumulaci u obce Mašovice. Zeman (1973) popsal polohy spraší na jednotlivých terasových úrovních. V roce 1977 Zeman in Batík a Čtyroký et al. (1977) zpracoval profil na jv. okraji Znojma v obci Sedlešovice (jz. okraj Sedlešovic). Později byl zpřesněn Smolíkovou a Zemanem (1979), na základě paleomagnetického měření určili jeho středopleistocenní stáří. Profil byl studován i Havlíčkem (1996). V souvrství vystupuje pět fosilních půd. Z nejvyšší interglaciální půdy (R/W) se dochoval jen 20 cm mocný karbonátový horizont. Starší půdy jsou parahnědozemního charakteru. Celé souvrství leží na fluviálních písčitých štěrcích mladšího štěrkopískového pokryvu (spodní pleistocén).

V údolí Dyje u Vranova n./D., nedaleko vranovské přehradní nádrže, popsal Jenček et al. (1984) profily kvartérních sedimentů. Vyskytují se zde dvě sprašové lokality s fosilními půdami, o stáří riss a würm. Na jedné z nich jsou ve spraši vyvinuty dvě interstadiální půdy PK I, PK II a sytě rezavě hnědý Bt horizont interglaciální fosilní půdy PK III (riss/würm). V podloží leží spraš, pod níž se nachází B horizont interglaciální interrisské půdy PK IV.

Bártová (1987) provedla podrobný výzkum pleistocénu Znojemska. Zabývala se fluviálními sedimenty, které na Znojemsku vytváří šest terasových úrovní, a dále eolickými sedimenty. Zdokumentovala a popsala tři sprašové profily, na jednom provedla zrnitostní rozbory. Uvádí neprozkoumaný profil v areálu Znojemských kasáren na jv. okraji Znojma. Věnovala se i svahovým sedimentům.

Havlíček (1990) se zabýval kvarterně geologickým výzkumem území na listu 33–224 Kravsko. Popsal spraše u Onšova jako špatně vytříděné sedimenty, které prodělaly jen krátký transport. Zjistil zde výskyt interstadiální půdy PK I, v jejímž podloží se nachází spraš würmského stáří. Byla zde určena běžná stratigraficky nevýrazná stepní sprašová malakofauna reprezentovaná zástupci *Pupilla loessica* (LŽK.), *P. muscorum* (LŽK.), *Succinella oblonga* (Drap.), *S. o. elongata* (SNDB.).

Ložek (1994) studoval mladopleistocenní a holocenní sedimenty v korelaci s vývojem podnebí na základě faunistických nálezů, mimo jiné i v oblasti Louckého pramene

u ústí Klaperova potoka do Dyje pod Vranovem. V úpatním osypu zde vymezil úplnou holocenní sérii, jejíž báze odpovídá xerotermní parkové krajině. Do nadloží klesá podíl stepních druhů a objevují se lesní prvky a společenstva. V nejmladším úseku jsou časté druhy svědčící pro odlesnění. Okolí profilu dnes má opět lesní ráz, stepní lysina se zachovala na vrcholu skalních stěn.

V roce 1995 se zabývali Havlíček a Smolíková (1995) vývojem svrchnopleistocenních eolických sedimentů v bývalé cihelně na v. okraji Znojma. V roce 1996 společně s Adamovou (Adamová et al. 1996) doplnili své výzkumy. Na závětrném svahu se dochovalo 8–15 m mocné sprašové souvrství s recentní karbonátovou černozemí na povrchu. V horním úseku profilu vystupuje ve sprašové sérii slabě vyvinutá pararendzina (PK I). Ve spodní části profilu jsou dvě mohutné interstadiální černozemě, oddělené ronovými sedimenty, eventuálně polohou přemístěných písčitých štěrků a místy i spraší. Z ní pocházejí hojné nálezy malakofauny. Pod podložními sprašemi je černozemní horizont A PK III, který spočívá na illimerizované půdě horizontu B, vyvinuté na písčité spraši, přecházející do podložních navátých písků. V podloží celé eolické série jsou vrtem doloženy fluviální písčité štěrky.

Kirchner et al. (1996) popsali souvrství fluviálních štěrkopísků a písků v oblasti říčního zákrutu Gališ, v jehož nadloží leží mocná vrstva spraše s cicváry. Dále popsali profil pod Královým stolcem, v němž je zachycena málo mocná vrstvička světle žluté spraše a v nadloží se nachází sprašové hlíny (Kirchner et al. 1996, 1997).

Sprašovou sedimentací v z. části NP Podyjí se zabýval Cílek et al. (1996). Podle něho je vázána pouze na kaňon Dyje a směrem k hraně paroviny přechází do nevápnitých prachovic. Drobné výskyty spraší a příbuzných sedimentů byly nalezeny na několika místech v údolí Dyje, ale jedná se o menší náhodné profily v jinak málo odkrytém terénu. Spraše se tu vyskytují i jako matrix v mohutných suťových pokryvech i hlinitokamenitých svahovinách. Typické spraše byly zjištěny v březích dolního Čížovského rybníka. Nejdůležitější zjištěná lokalita leží na pohraničním průseku nad soutokem Čížovského a Klaperova potoka. Byla zde zjištěna holocénní lesní půda s vyvinutým Bv horizontem a dvě pleistocenní fosilní půdy s Bv horizonty. Z malakozologického výzkumu bylo zjištěno chudé společenstvo glaciální stepi s běžnými sprašovými druhy *Pupilla loessica* (LŽK.) a *Succinella oblonga* (Drap.). Další popsaný profil se nachází u Ledových slují. Vystupuje v něm horizont parahnědozemě v nadloží spraší. Ve své studii se Cílek et al. (1996) zabýval i způsobem pleistocenního zvětrávání.

Havlíček a Smolíková (1998) prováděli výzkum sprašového profilu v Šatově jjz. od Znojma. Zařadili tvorbu půdy do některého z teplých období I. řádu, tj. interglaciálního rázu, počínaje nejmladším teplým obdobím uvnitř mindelského glaciálu (tedy PK VII).

Kirchner et al. (2000) popisují ve své práci hliník, nacházející se z. od Hnanic, v němž byly v minulosti těženy sprašové hlíny a kaolinizovaná zvětralina granodioritů dyjského masivu.

Havlíček a Smolíková (2002) studovali opuštěnou těžebnu spraše v Trauznickém údolí mezi Konicemi a Popicemi. V profilu vystupují dvě fosilní půdy oddělené pouze mělkým sprašovým pokryvem, které odpovídají silně vyvinutým půdám typu braunlehmu. Tvořily se pod bujným vegetačním krytem v teplých a vlhkých obdobích interglaciálního rázu. Autoři se domnívají, že půdy odpovídají PK VII nebo jsou starší.

Titíž autoři, Havlíček a Smolíková (2003), se zabývali významnou sprašovou akumulací v. od Mašovic, která zde byla odkryta při archeologickém výzkumu. Souvrství je více než 3 m mocné. Střídají se zde písčité spraše s fosilními půdami, soustředěnými do tří pedokomplexů, z nichž žádný není vyvinut kompletně. Bazální půda typu braunlehmu

odpovídá buď nejmladšímu teplému období elsterského glaciálu (PK VII) nebo je starší. Na ni nasedá mělký sprašový pokryv, z něhož se vyvinula skvrnitá půda. Ta jihovýchodním směrem vyznívá a na bazální braunlehm ostře nasedá silně vyvinutá pseudočernozem. Je ekvivalentem některé z půd holsteinského interglaciálu (M/R), tedy PK VI – PK V. V nadloží dále sedimentovala spraš a dvojice illimerizovaných půd, které náleží teplému interriskému období (PK IV). Půdy jsou odděleny spraší. Nejmladším členem odkryvu je rovněž spraš.

3. Geografická a geologická charakteristika území

3. 1. Orografie a geomorfologie

Území NP Podyjí se rozkládá na jz. Moravě mezi Znojmem a Vranovem nad Dyjí, při státní hranici s Rakouskem. Jeho rozloha je 62,8 km^2 (Kirchner et al. 1996), plocha ochranného pásma činí 29 km^2 (SHOCart 1998). Náleží okresu Znojmo v Jihomoravském kraji. Z hlediska geomorfologického je větší část NP Podyjí součástí jv. okrajové části Českomoravské vrchoviny, jež je součástí Českomoravské soustavy. Východní část je stykem s geomorfologickým celkem Dyjskosvrateckého úvalu, který se již řadí k podsoustavě Západní vněkarpatské sníženiny, soustavě Vněkarpatských sníženin a provincii Západních Karpat. Orograficky leží NP Podyjí v oblasti Jevišovické pahorkatiny, podoblasti Znojemské kotliny, která na V přechází do Bítovské pahorkatiny. Nejvýchodněji leží Jaroslavická pahorkatina, náležející již Dyjsko-svrateckému úvalu (Jenček et al. 1984, Čtyroký a Batík et al. 1990, Batík et al. 1995 a, dle webových stránek správy NP Podyjí). Území NP Podyjí je poměrně členité, na V má ráz ploché paroviny. Svojí výškovou členitostí odpovídá reliéf plochým až členitým vrchovinám. Tvary reliéfu jsou dány různou odolností hornin a stupněm jejich narušení (Batík et al. 1995 a, dle webových stránek správy NP Podyjí). Celé území je protažené ve směru severozápad-jihovýchod. Průměrná nadmořská výška se pohybuje okolo 400 m n. m. Nejvyšším bodem je Býčí hora s nadmořskou výškou 536 m. n. m. a nejnižším bodem je hladina Dyje s nadmořskou výškou 207 m n. m. (při východním okraji NP). Geologické podloží je tvořeno převážně kyselými horninami moravika dyjské klenby a dyjského masivu. Nerovnosti reliéfu jsou zaplněny relikty miocénních sedimentů či pokryvy sprašových hlín a spraší (Čtyroký a Batík et al. 1990). Povrch území je ovlivněn i zásahy člověka. Jedná se zejména o různé druhy těžby surovin, skládek odpadů, opuštěné mlýny, jezy, náhony, přehradní nádrž u Znojma, v odlesněných oblastech velkoplošné zemědělství, v lesních porostech provádění holosečí a doprava dřeva (dle webových stránek správy NP Podyjí).

3. 2. Geologická stavba území

Území NP Podyjí leží v jihovýchodní části Českého masivu, v prostoru složitého styku významných prekambrických geologických jednotek moravika a brunovistulika (obr.1). Moravikum je zde zastoupeno dyjskou klenbou, která je svou stavbou analogická se severnější klenbou svrateckou. Dyjská klenba se dělí na šest částí, od Z k V to jsou jednotky vratěnínská, podhradská, šafovská, vranovská, bítešská a lukovská (Matějovská et al. 1989), které mají charakter dílčích tektonických jednotek a směrem k V jsou nasunuty na brunovistulikum. Brunovistulikum je na území NP Podyjí budováno dyjským masivem, který tvoří přibližně 1/3 podloží NP Podyjí (Dudek 1980, Kirchner a Ivan et al. 1996). V dyjském masivu převládají granity. Vyskytují se v něm hojné aplitové žíly v zóně zbřidličnatění gra-

nitů. Dyjský masiv na území NP Podyjí se vyznačuje převahou biotitického granitu, značně tektonicky porušeného až zbřidličnatělého (Kirchner a Ivan et al. 1996).

Západní polovina parku, tvořená moravikem, má mnohem složitější a pestřejší stavbu. Směrem od V k Z je tvořena jednotkami lukovskou, bítešskou a zčásti i vranovskou. Jsou protaženy ve směru JZ – SV. Nejspodnější částí dyjské klenby je lukovská jednotka.

Ve svrchním paleozoiku byla oblast denudována a zarovnána v parovinu, přičemž se výrazně uplatnil proces zvětrávání (Jenček et al. 1984). Nemáme však žádné doklady o existenci svrchnopaleozoických sedimentů na území (Batík et al. 1995b).

V průběhu mesozoika, snad již během triasu, došlo k intenzivnímu kaolinickému zvětrávání krystalinika (například lukovská jednotka je silně kaolinizovaná), které působilo až do hloubky 25 m. Toto zvětrávání zřejmě pokračovalo i v klimaticky příhodných obdobích paleogénu (Čtyroký a Batík et al. 1990). Je pravděpodobné, že v juře a křídě sem zasáhly marinní transgrese. Jinak nemáme konkrétní doklady o geologickém vývoji mesozoika na studovaném území (Batík a Čtyroký et al. 1982).

V terciéru, během spodního miocénu (ottnang-eggenburg), bylo území postiženo mořskou transgresí z alpsko-karpatské oblasti. Ukládaly se převážně klastické sedimenty, křemenné štěrky, přecházející laterálně i vertikálně do jemnozrnných bělošedých, nažloutlých až rezavých, většinou kaolinických křemenných písků (Čtyroký a Batík et al. 1990). Sedimenty leží na poměrně hluboce zvětralém reliéfu, který byl zbrázděn řadou úzkých údolních koryt. Maximální mořská transgrese proběhla ve spodním badenu, její sedimenty však byly denudovány (Batík et al. 1995 a). Při pozvolném ústupu moře se pravděpodobně hloubilo koryto Paleodyje (Batík a Šebesta 1996).

Během kvartéru byla celá oblast vyzvedávána a postupně denudována. Byla vyklizena většina údolí vyplněných bazálními členy spodního miocénu. Během pleistocénu převažovala denudace nad akumulací. Území bylo vystaveno intenzivní eolické činnosti. Vytvořil se málo mocný a nesouvislý kvartérní pokryv. V závětrném stínu Českého masivu se uložily pokryvy spraší, členěné fosilními půdami. Spolu se sprašovými hlínami a deluvioeolickými sedimenty tvoří závěje na svazích obrácených k V. Fluviální a deluviofluviální sedimenty vyplňují dna údolí. V holocénu se dotváří morfologie elevací orogenetických celků (Batík a Čtyroký et al. 1982, Čtyroký a Batík et al. 1990, Batík et al. 1995 a, Jenček et al. 1984).

4. Metodika práce

Vypracování diplomové práce bylo rozděleno do několika etap. Nejprve byla prostudována potřebná literatura a mapové podklady studovaného území. Na základě těchto studií následovala terénní etapa. Během této etapy byla provedena terénní gamaspektrometrie, vytvořena mapa spraší NP Podyjí a byly odebrány vzorky na laboratorní analýzy. Dále následovala laboratorní etapa, zahrnující analýzy zabývající se studiem některých vlastností spraší z hlediska jejich složení a rozšíření v rámci NP Podyjí.

Spraše byly hodnoceny z hlediska jejich magnetické susceptibility. Měření magnetické susceptibility (dále jen MS) bylo prováděno na přístroji „střídavý můstek KLY-3S" od firmy Agico. Vzorky analyzoval Martin Chadima. MS umožňuje studium klimatických změn, poukazuje na rozdíly v množství, složení a velikosti magnetických minerálů. Nízká MS značí chladné období s velkým přínosem prachu. Vysoká MS ukazuje na teplé období v němž probíhaly pedogenetické procesy (ústní sdělení Jaroslava Kadlece

z AV ČR). MS není závislá pouze na zvětrávacích procesech, ale i na obsazích magnetických minerálů ve zdrojové hornině (Hrouda a Vilemeyer 2001).

Byla provedena terénní a laboratorní gamaspektrometrická měření, jejichž výsledky byly využity pro zjištění koncentrace U, Th a K. Analýzy radionuklidů v odebraných vzorcích sedimentů byly provedeny v laboratoři Explorania CZ s.r.o. Brno. K měření obsahů radioaktivních prvků v laboratoři byl použit „scintilační spektrometr PCAP (Nucleus USA)" s detektorem NaI (Tl) 10 × 10 cm rozlišení 7,9 %.

Silikátové analýzy byly prováděny v laboratoři Ústavu geologických věd PřF MU Brno analytikem Pavlem Kadlecem. Navážka byla 20 g, vzorky byly před analýzou podrceny. Hodnoty silikátových analýz indikují měnící se erozní historii (Pécsi 1990).

Důležité výsledky byly získány stanovením zrnitosti. Byla použita hustoměrná metoda, která vzhledem k většímu obsahu částic nad 0,063 mm ve vzorku, byla doplněna metodou sítovací. Těmito metodami byly získány zrnitostní křivky vypovídající o charakteru sedimentu.

Jako poslední byla použita doplňková, nepříliš přesná metoda stanovení obsahu karbonátové příměsi, jako převažující složky rozpustného podílu spraší v HCl. Získalo se tak přibližné procentuální zastoupení karbonátové příměsi ve vzorku. Vzhledem k tomu, že jsou karbonáty ve spraši rozptýleny nepravidelně, tak i vypočítané hodnoty jsou jen orientační a v tomto článku je neuvádím. Při vypracování práce byly použity internetové stránky www. nppodyji. cz a www.exploranium.cz.

5. Vlastní výzkumy

5. 1. Terénní část

Spraše na studovaném území mají hnědě okrovou, místy až světle hnědou barvu. Častá je v nich příměs drobného skeletu svahovin (jedná se makroskelet, částice > 0,1 mm, většinou se jedná o zrna křemene a ostrohranné či poloostrohranné úlomky hornin). Vzhledem k výskytu četných strmých údolních svahů na studovaném území, je možno v geologické minulosti předpokládat pohyb sedimentů po svahu. Ve spraších je proto možno pozorovat příměs skeletu (makroskelet, částice > 0,1 mm), vrstvičky jiného materiálu, jako přeplavené fosilní půdy či písčité vrstvičky nebo jílovité závalky. Projevem pohybu po svahu je i snížení pórovitosti. Z těchto i jiných hledisek by se pro označení spraší na území lépe hodil některý z pojmů, jako písčité spraše, spraše pakorkatin (Ambrož 1946), sprašové zeminy (Smolíková 1982), spraším příbuzné sedimenty (Modlitba-Šajgalík 1983), svahové spraše v kopcovitém regionu (Pécsi 1990) či deluvioeolické sedimenty. Z hlediska přehlednosti a jednoduchosti je v textu používán termín „spraše".

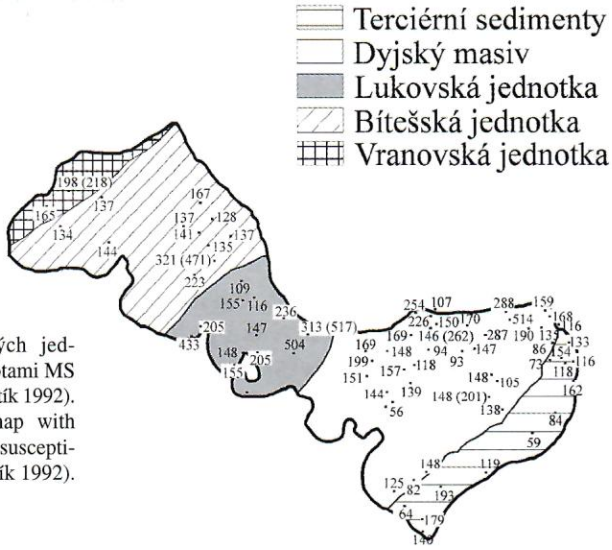
5. 2. Laboratorní část

5. 2. 1. Magnetická susceptibilita

Hodnoty MS na území jsou proměnlivé. Pohybují se od maximální hodnoty 517,4 * 10–9 kg/m^3 po minimální 13,5 * 10–9 kg/m^3. Průměrná hodnota je 173,61 * 10–9 kg/m^3.

Po vynesení hodnot do geologické mapy (viz Obr. 1), lze pozorovat jistou závislost na geologickém podloží. Rovněž v rámci jednotlivých geologických jednotek jsou si hodnoty podobné. Ve východní části území leží sprašové akumulace částečně na terciérních sedimentech (písky, jíly atd.). Hodnoty MS jsou zde nízké. Porovnáme-li s těmito hodnotami hodnoty MS ve spraších ležících přímo na dyjském masivu nebo jeho eluviu

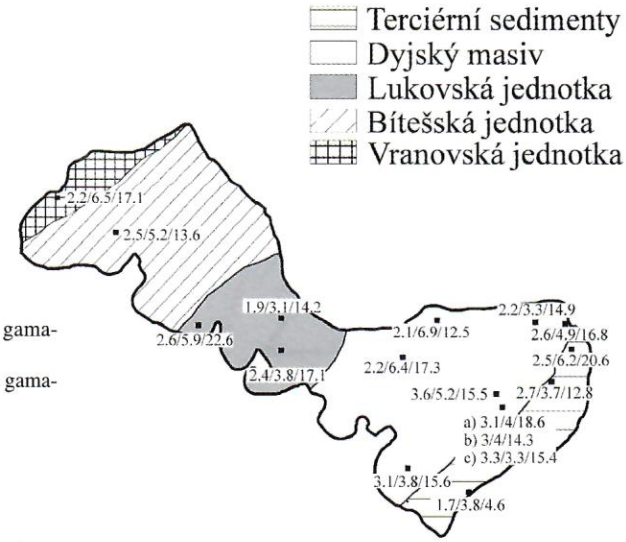
a na horninách moravika, tyto hodnoty jsou vyšší, v některých případech 2x až 3x. Celkem bylo analyzováno 83 vzorků.



Obr. 1. Mapa geologických jednotek s vyznačenými hodnotami MS ve spraších (upraveno dle Batík 1992).
Fig. 1. The geological map with marked values of magnetic susceptibility in loess (adapt by Batík 1992).

5. 2. 2. Gamaspektrometrie

Byla provedena terénní a laboratorní měření. Hodnoty terénních měření (viz obr. 2) jsou pouze orientační, díky nim byly vytipovány vzorky, které byly použity na laboratorní měření (viz obr. 3).



Obr. 2. Výsledky terénní gamaspektrometrie.
Fig. 2. The results of field gamaspectrometry.

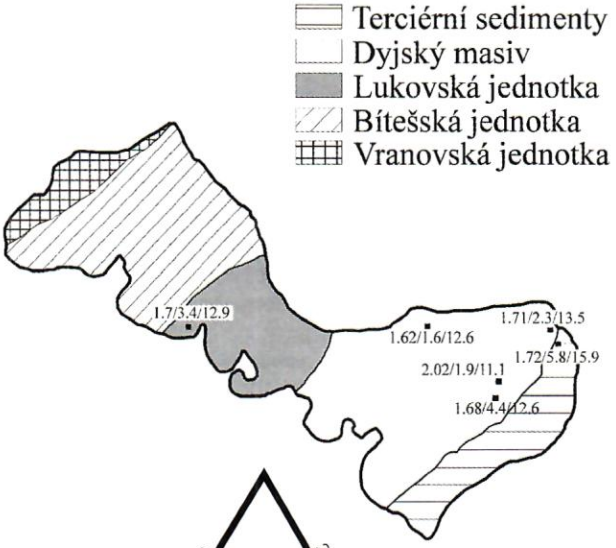
5. 2. 3. Silikátové analýzy

Bylo analyzováno 6 vzorků. Naměřené hodnoty se od sebe kvantitativně příliš neliší. Dominantní je SiO_2, následuje Al_2O_3 a Fe_2O_3 (viz obr. 4).

5. 2. 4. Stanovení zrnitosti

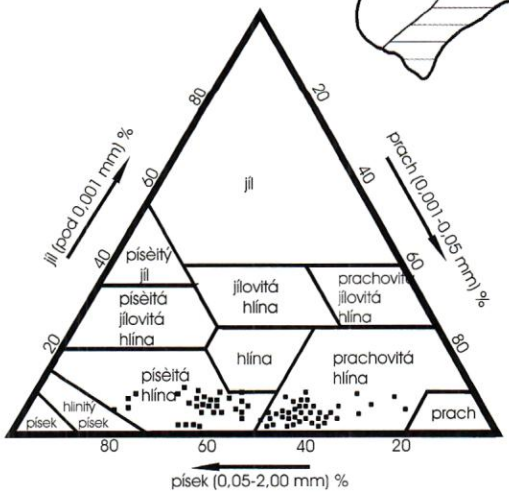
Byla stanovena zrnitost u 70 vzorků (z toho několik vzorků náleželo fosilním pů-

dám) a na jejím základě potom byly zkonstruovány zrnitostní křivky. Ze zrnitostních křivek byly odečteny procentuální obsahy jednotlivých frakcí. Spraše na území mají malé až podružné zastoupení jílové frakce, od 2,5 %–5,5 %. Obsah prachové frakce se pohybuje v rozmezí 25,1 %–75,6 %, průměrně mezi 40 % –60 %. Pro spraše NP Podyjí je typický větší obsah písčité frakce a v některých případech i malé procento frakce štěrkové. Obsah písčíté frakce byl naměřen v rozmezí 15,4 %–61,5 %, štěrkové 0,3 %–25 %. Vzorky byly klasifikovány podle trojúhelníkového diagramu (viz obr. 5). Některé ze studovaných vzorků náleží spraším a fosilním půdám starším než würm (např. podle Havlíček a Smolíková 2002). U těchto vzorků lze pozorovat podobný nízký obsah jílové frakce, 2,9 %–4,9 %.



Obr. 3. Výsledky laboratorní gamaspektrometrie.

Fig. 3. The results of laboratory gamaspectrometry.



Obr. 5. Trojúhelníkový diagram s vyznačeným zařazením spraší a fosilních půd dle zrnitosti (upraveno dle Tomášek 2000).

Fig. 5. The triangular diagram with marked subsumption of loess and fossil soil according to granularity (adapt by Tomášek 2000).

6. Diskuse

Terénní část

Otázka genetického zařazení spraší a jejich nomenklatury je již složitější. Nejedná se o typické spraše, neboť obsahují větší příměs drobného skeletu. Problémem je, jakým

%	1	2	3	4	5	6
SiO_2	68,65	65,22	59,35	59,44	57,79	59,28
Al_2O_3	10,54	10,43	13,16	11,49	13,91	13,65
Fe_2O_3	2,37	2,42	3,07	2,24	3,58	4,04
FeO	0,65	0,79	1,09	1,08	1,15	0,84
MnO	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08	0,06
MgO	1,75	2,38	2,51	1,85	1,45	1,87
CaO	5,28	6,39	6,53	9,06	6,23	6
Na_2O	1,03	1,05	1,51	1,3	1,17	1,07
K_2O	1,92	1,81	1,91	1,82	1,61	1,88
Li_2O	0,0062	0,006	0,0025	0,0068	0,0086	0,0083
TiO_2	0,49	0,58	0,54	0,47	0,66	0,65
P_2O_5	0,1	0,116	0,11	0,09	0,23	0,09
CO_2	3,42	5,09	4,22	6,34	3,28	3,67
S	stopy	0	0,05	0,04	0,06	0,03
H_2O^+	2,74	2,66	3,82	3,37	4,59	4,22
H_2O^-	1,23	1,16	2,54	1,68	3,98	2,75
suma:	100,22	100,2	100,48	100,33	99,77	100,1

Obr. 4. Výsledky silikátových analýz u měřených vzorků; 1 – bod č. 1; 2 – bod č. 8; 3 – bod č. 29 a; 4 – bod č. 33; 5 – bod č. 104; 6 – bod č. 172

Fig. 4. The results of silicate analyses of measuring samples; 1 – point no. 1; 2 - point no. 8; 3 – point no. 29 a; 4 – point no. 33; 5 – point no. 104; 6 – point no. 172.

způsobem se skelet do spraší dostal. Dalo by se to vysvětlit několika hypotézami. 1. Je možné předpokládat dynamickou sedimentaci a následný pohyb po svahu. 2. Došlo k zesprašnění deluviálních sedimentů či eluvií, potom by se tyto sedimenty nazývaly sprašové zeminy (Smolíková 1982, Pécsi 1990). 3. Materiál spraší byl vyvát ze zdrojových hornin v malých vzdálenostech od stávajících akumulací, čímž se myslí z okolních hornin, a proto obsahují spraše větší příměs skeletu. Potom by se tyto spraše nazývaly sprašemi pahorkatin (Ambrož 1946). Vzhledem k charakteru sprašových akumulací NP Podyjí předpokládám, že nastala první hypotéza. A průběh vzniku sprašových akumulací v NP Podyjí bych vysvětlovala následovně. Nejdříve došlo k usazení sedimentu a jeho zesprašnění. Sprašová akumulace se mohla vytvořit v horní části svahu. Jelikož svahy na území jsou příkré, mohl při dalším vývoji následovat pohyb po svahu dolů, při němž se do spraší zabudoval i hrubozrnnější materiál (ať již eluvií, tak i deluvií). Lze předpokládat, že tento transport nebyl příliš dlouhý, hrubozrnnější materiál je převážně ostrohranný. Z hlediska mechanismu transportu se mohlo jednat o gravitační sesuv, soliflukci, ron, splach atp. Vzhledem k četnosti kryogenních textur a struktur (mrazové sruby atd.) na území, by bylo možné tento pohyb interpretovat převážně jako soliflukci. Tyto procesy jsou důkazem, že se na tvorbě spraší podílel nejen vítr, ale i jiní činitelé. U takto přemístěných spraší lze pozorovat i zmenšení pórovitosti. Pécsi (1990) ale například uvádí, že porozita u spraší mladších je vyšší než u spraší starších.

Byl pozorován jistý rozdíl mezi staršími a mladšími akumulacemi na studovaném území. Ve starších (stáří uvádějí různí autoři, např. Havlíček a Smolíková 2002, 2003) je méně skeletu a jsou lépe vytříděné než spraše mladší, v nichž je naopak téměř vždy vět-

ší obsah skeletu. Rozdíl je patrný i v mocnostech profilů. Starší spraše jsou mocnější, většinou přes 3 m, zhruba do 6 m viditelné mocnosti. U mladších se pohybuje mocnost maximálně do 3 m. Dalším patrným rozdílem je i velikost cicvárů. V případě mladších akumulací byly nalézány malé, kulovité cicváry, s maximálním ∅ 1 cm. Akumulace s těmito cicváry převažují, podle čehož lze předpokládat, že se na území vyskytují převážně mladší a to zřejmě würmské spraše. Ve starších spraších byly cicváry větší a různých tvarů.

V převážné většině spraší na studovaném území je zvýšený podíl slíd, což by mohlo vypovídat o krátkém transportu z matečné horniny (ústní sdělení S. Nehyba). Je ale pravděpodobnější, že materiál spraší pochází částečně ze zvětralin metamorfitů dyjské klenby, které obsahují velké množství slíd.

Laboratorní část

Magnetická susceptibilita

Hodnoty MS jsou v přímé závislosti s podložními a zdrojovými horninami (podložní horniny nemusí být zdrojové) a jejich obsahem magnetických minerálů (Hrouda a Vilemeyer 2001). Ovlivňuje je i klima v němž vznikaly. Nízká MS značí chladné období s velkým přínosem prachu (ústní sdělení J. Kadlec), což je patrné i na hodnotách naměřených v NP Podyjí. Průměrná hodnota MS v NP Podyjí se pohybuje kolem 152* 10^{-9} kg/m^3. Vysoká MS ukazuje na teplé období v němž probíhaly pedogenetické procesy (ústní sdělení J. Kadlec), což je opět patrné ze zvýšených hodnot MS ve fosilních půdách studovaného území. V porovnání těchto interpretací s vlastními výsledky jsou ale zvýšené hodnoty v některých případech ovlivňovány i podložními horninami (např. spraše na lukovské jednotce). Nízké hodnoty byly naměřeny ve spraších na terciérním podloží. Může to být způsobeno příměsí terciérních sedimentů ve spraších, které mají zřejmě menší obsah magnetických minerálů díky delšímu vystavení erozním účinkům. Lze předpokládat, že např. minerální složení eluvií není postiženo erozí, odnosem a vyvátím do takové míry jako je tomu u terciérních sedimentů. Proto je v eluviích a následně i ve spraších větší množství magnetických minerálů a větší MS.

Terénní gamaspektrometrie

Z výsledků terénní gamaspektrometrie (viz obr. 2) je patrná jistá souvislost naměřené radioaktivity ve spraších s geologickým podložím. Lze tedy konstatovat, že geologické podloží částečně ovlivňuje z hlediska radioaktivity nadložní sedimenty (Kobr et al. 1997). Musí být ale bráno v úvahu i to, že geochemické chování jednotlivých prvků se při větrání, transportu a usazování liší (dle materiálů firmy Exploranium). Například na jedné lokalitě, jedná se o vápnité písky terciérního stáří, byla naměřena poměrně nízká hodnota Th. Tato nižší hodnota Th by mohla být kritériem pro odlišení terciérních písků od kvartérních spraší.

	K [%]	U [ppm]	Th [ppm]
granitická v.	2,5	4	13,5
bazaltická v.	1	1	4

Obr. 6. Hodnoty radioaktivity v zemské kůře (upraveno podle Kobr et al. 1997).
Fig. 6. Values of radioactivity in Earth's crust (adapt by Kobr et al. 1997)

Laboratorní gamaspektrometrie (viz obr. 3)

Zvýšená hodnota U a Th je pozorována u vzorku z jednoho dokumentačního bodu. Podložím tohoto bodu jsou terciérní jíly a písky. Tato vyšší hodnota by mohla signalizovat

Obr. 7. Výsledky silikátových analýz provedených Adamovou – Havlíčkem (1996), S – Sedlešovice; D – Dobšice: D 1 – odběr z hloubky 8,4–8,5 m, D 2 – odběr z hloubky 7,0–7,2 m.

Fig. 7. The results of silicate analyses performed by Adamová – Havlíček (1996), S – Sedlešovice; D – Dobšice: D 1 – extraction from 8,4–8,5 m, D 2 – extraction from 7,0–7,2 m.

%	S	D 1	D 2
SiO_2	64,68	46,36	46,08
Al_2O_3	12,43	9,69	10,16
Fe_2O_3	3,33	2,65	2,85
FeO	0,77	0,6	0,6
MnO	0,062	0,055	0,063
MgO	2,1	2,91	2,25
CaO	3,72	16,12	15,94
Na_2O	1,33	0,73	0,95
K_2O	2,39	1,55	1,67
Li_2O	0,006	0,006	0,006
TiO_2	–	0,44	0,49
P_2O_5	0,1	0,09	0,07
CO_2	2,85	14,43	12,81
S	0,02	0,02	0,03
H_2O^+	3,54	2,93	3,19
H_2O-	1,52	1,88	1,88
suma:	98,848	100,461	99,039

schopnost jílů absorbovat radioaktivnější prvky. Jeden z dokumentačních bodů vykazoval nejnižší hodnotu K. Je možné, že u tohoto bodu existuje souvislost mezi nízkým obsahem U a K, a tedy, že se jedná o sediment, který vznikal v dobrých oxidačních podmínkách (dle materiálů firmy Exploranium) a uplatnilo se u něj více zvětrávání než u jiných vzorků. Nižší hodnota může být ovlivněna i podložní horninou. Muselo by být provedeno více měření, aby se z výsledků dalo posoudit, zda jsou hodnoty ovlivněny více podložními horninami či zvětráváním. Z výsledků je pouze patrné, že u sprašového pokryvu lukovské jednotky, v porovnání s jednotkami ostatními, jsou zvýšené hodnoty Th.

Naměřené hodnoty terénní i laboratorní gamaspektrometrie odpovídají v podstatě hodnotám granitické vrstvy zemské kůry (viz obr. 6), z hornin potom granitům, granodioritům až dioritům (Kobr et al. 1997).

Silikátové analýzy

Silikátové analýzy (viz obr. 4) ukazují na normální složení spraší, srovnatelné např. s charakteristikou spraší ČR podle Pelíška (1972) nebo s výsledky analýz Adamové a Havlíčka (1996, 1997). Větší zastoupení hliníku a železa by se podle Modlitby a Šajgalíka (1983) dalo vysvětlit jejich velmi nízkou migrační schopností ve sprašových podmínkách. U některých lze pozorovat více SiO_2 a méně Al_2O_3. Mohlo by to být způsobeno příměsí terciérního písčitého materiálu, který tvoří podloží obou míst odběru vzorků. Bylo by možno z toho dále odvodit: a) více SiO_2 znamená, že spraš těchto vzorků obsahuje více křemene; b) méně Al_2O_3 znamená, že je již z terciérních sedimentů odplaven, což se projevuje i v nadložních spraších. Pro srovnání uvádím analýzy ze Sedlešovic a Dobšic podle Adamové a Havlíčka (1996) (viz obr. 7). Podle Modlitby a Šajgalíka (1983) větší obsah křemene značí splachové či soliflukční spraše. Hodnoty Fe_2O_3 jsou u všech měření velmi podobné, pouze u dvou bodů jsou zvýšené. Lze předpokládat ovlivnění

hodnot příměsí podložních hornin či odběrem z místa nakoncentrování Fe_2O_3. Obsah CaO značně kolísá, je to zřejmě způsobeno nehomogenitou v jeho rozložení v rámci spraší i v rámci profilu. U Sedlešovic jsou hodnoty CaO poměrně nízké a u Dobšic velmi vysoké v porovnání s vlastními analýzami. Obsahy CO_2 se od sebe poněkud liší. Nejvyšší hodnota CO_2 je u vzorku č. 4, zde je vysoký i obsah CaO, takže lze předpokládat více $CaCO_3$. Po přepočtu vychází tato spraš jako nejvíc vápnitá z daných vzorků. Je to patrné i makroskopicky v terénu. Velká vápnitost je pozorovatelná téměř v celém profilu a jsou tu i poněkud větší cicváry, do ∅ 2 cm. U analýz ze Sedlešovic a Dobšic hodnoty CO_2 velmi výrazně kolísají.

Stanovení zrnitosti

Z hlediska zrnitostního mají spraše na studovaném území značně rozdílné hodnoty (viz obr. 5). Co se týká zastoupení jílovité frakce, její obsah se příliš nemění a hodnoty jsou si velmi podobné. Značné rozdíly jsou v poměru prachové a písčité frakce. Lze pozorovat ubývání prachové frakce v závislosti na přibývání frakce písčité. Pro celé území NP Podyjí je charakteristický větší obsah písčité frakce. Je to výsledkem svahových pohybů spraší a jejich smísení se zrnitostně hrubším materiálem deluvií a eluvií. Díky tomuto většímu obsahu písčité frakce a tím pádem i skutečnosti, že se nejedná o typické spraše, se lze přiklánět k označení těchto sedimentů jako písčité spraše. Pokud by tyto spraše byly definovány podle Modlitby a Šajgalíka (1983), byly by zařazeny podle převládajících procesů mezi spraše svahové, deluviální, soliflukční, proluviální či kryoturbační. Podle Pécsiho (1990) může být v netypických spraších variabilnější zrnitost. Rozlišuje: a) typické spraše, b) písčité spraše na aluviálních kuželech, c) svahové spraše v kopcovitém regionu, d) sprašový písek, hnědé spraše. Podle tohoto označení je možno zařadit písčité spraše studovaného území mezi svahové spraše v kopcovitém terénu. Pokud by byly porovnávány tyto písčité spraše s typickými sprašemi podle Pecsiho (1990), tak pouze čtyři z odebraných vzorků by bylo možno zařadit mezi typické spraše. Z těchto vzorků byl jeden odebrán z horizontu, v němž dochází k promíchání slabé vrstvy povrchové hlíny s podložními okrovými vápnitými jíly terciérního stáří, čili se nejedná o spraše. U tohoto vzorku byl pozorován rozplav pod binokulární lupou a bylo potvrzeno terciérní stáří na základě četného výskytu foraminifer. Pécsi (1990) uvádí z hlediska zastoupení prachové frakce u typických spraší 40 %–70 % a pouze podružné zastoupení jílu a písku a to 5 %–25 %. Tato kritéria obsahu prachové frakce, narozdíl od frakce písčité, splňuje většina spraší na studovaném území. Na území lze vyčlenit dvě skupiny spraší, jedny s větším obsahem písčité frakce (skeletu) a druhé s menším obsahem,v poměru zhruba 1 : 1. Toto rozdělení nemá většího významu. Mohlo by pouze poukazovat na erodovatelnost, či stupeň zvětrání hornin v okolí či podloží sprašových akumulací. Podle opracování úlomků tvořících písčitou frakci by se dalo usuzovat o charakteru pohybu, který nastal na svahu. Jelikož většina úlomků tvořících skelet byla ostrohranná, lze vyloučit fluviální procesy transportu a tedy i zařazení mezi proluviální spraše (podle Modlitby a Šajgalíka 1983). Byly studovány zrnitostní křivky, jejichž konvexněkonkávní tvar umožňuje zařazení studovaných sedimentů mezi hlinité půdy, což by v případě spraší odpovídalo.

Následovně budou porovnány mladší a starší spraše. U starších spraší je pozorovatelný, u většiny případů, větší obsah prachové frakce a podobné procentuální zastoupení jednotlivých frakcí. Na základě toho by mohlo být odvozeno, že starší spraše na území NP Podyjí jsou lépe vytříděné než spraše mladší, würmské. Rovněž zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí u pozorovaných vzorků starších spraší je velmi podobné, narozdíl od zrnitostně značně rozkolísaných vzorků würmských spraší.

V pozorovaných rozplavech byly u některých vzorků zaznamenány větší obsahy těžkých minerálů jako staurolit a granát. Mohlo by to vypovídat o původu materiálu spraší, který by částečně mohl pocházet jednak z terciérních sedimentů, jednak z metamorfitů dyjské klenby, ale i z hornin dyjského masivu či moldanubika (Nehyba a Leichmann 1997). Terciérní sedimenty okolí Znojma obsahují těžké minerály převážně z hornin dyjské klenby a dyjského masivu a částečně i z moldanubika (Nehyba a Leichmann 1997). Pokud by materiál spraší NP Podyjí pocházel částečně z terciérních sedimentů, mohla by tím být vysvětlena i přítomnost některých těžkých minerálů v těchto spraších.

7. Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na studium spraší na území NP Podyjí a sestavení mapy jejich výskytu. Spraše na území NP Podyjí vytváří řadu malých akumulací především mladšího stáří (würm), rozmístěných téměř po celém území, a plošně rozsáhlejší akumulace, vyskytující se především na V a méně i na SV území. Pro spraše NP Podyjí jsou typické textury značící přemístění po svahu, projevující se především větší příměsí skeletu svahovin a písčité frakce. Bylo provedeno několik analýz, na jejichž základě se posuzovala homogenita spraší v rámci NP Podyjí. Na základě zrnitostních analýz i terénních výzkumů lze tyto spraše definovat jako písčité spraše. Dále byl měřen obsah karbonátové příměsi ve spraších, ze kterého lze usuzovat na ovlivnění jednotlivých akumulací environmentálními (klima, srážky, teploty v daném prostředí) podmínkami. Sprašové akumulace NP Podyjí se tvořily v chladném a drsném prostředí posledního glaciálu. Hodnoty silikátových analýz potvrdily běžné složení spraší (na základě porovnání s dříve provedenými analýzami) s malou odlišností hodnot akumulací vyskytujících se na terciérních sedimentech. Díky terciérním sedimentům je např. částečně ovlivněna koncentrace SiO_2 a Al_2O_3 a to tak, že větší obsah písků se projeví jako větší obsah SiO_2 a větší obsah jílů se bude odrážet ve větším obsahu Al_2O_3. Různé hodnoty magnetické susceptibility jsou závislé jednak na klimatických podmínkách, jednak na podložních horninách, což je dobře patrné např. ve spraších na lukovské jednotce. Hodnoty naměřené radioaktivity se nijak nevymykají hodnotám radioaktivity zemské kůry a z hlediska hornin jsou nejblíže granitům, granodioritům a dioritům. Na základě zjištěných skutečností lze písčité spraše na území definovat jako velmi nehomogenní sedimenty.

PODĚKOVÁNÍ

Při zpracování diplomové práce mi přispíval cennými radami a připomínkami vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Jaromír Leichmann, Dr., za což bych mu chtěla touto cestou poděkovat. Rovněž bych chtěla poděkovat profesoru Musilovi za uvedení do kvartérní tématiky a zajímavé připomínky; RNDr. Nele Dolákové, CSc. za pomoc při plavení a studiu terciérních sedimentů; Pavlu Kadlecovi za chemické analýzy; Ing. Martinovi Škorpíkovi a RNDr. Tiborovi Andrejkovičovi za podnětné postřehy a komunikaci se správou Národního parku Podyjí; RNDr. L. Písařičkové a RNDr. P. Havlíčkovi za konzultace při řešení práce. V neposlední řadě patří mé díky rodičům, za pomoc a podporu při studiu. A chtěla bych poděkovat především Mgr. Ondřeji Dostálovi za neocenitelnou pomoc při terénním výzkumu.

SUMMARY

During the years 2002, 2003 and 2004, the reambulance of the geological map of the National park Podyjí was created. It focused on the specification of the extent of loess in the given area. It was important to find out the square extent of loess because of the reestablishment of original communities of plants.

The loess in the National park Podyjí primarly forms a smaller accumulations which is spread all over the territory. Accumulations larger in size are less common and they are mainly situated in east and north-east part of the territory. There were documented slope movements on many loess accumulations. Loess, therefore, contains an elevated amount of sandy particles. The age of loess is usually upper würm. The discovery of malacofauna proves that sedimentation occured in the cold harsh environments in the last glacial cycle. According to the grain-size analysis, the loess from the National park Podyjí can be classified as sandy loess. The content of carbonate admixture in loess in the area is variable and it changes according to weather conditions. The final results of silicate analysis are comparable with the values measured in the Dyjskosvratecký úval. Different values were found only in loess from tertiary topsoil. Tertiary sediments influence the concentrations of SiO_2 and Al_2O_3. A higher content of sands results in a higher content of SiO_2 and a higher content of clay results in higher content of Al_2O_3.

Different values of magnetic susceptibility are dependent on the climatic conditions and types of rocks in the subsoil. For example, the loess from the lukovska unit has higher values of magnetic susceptibility because it contains rocks rich in minerals such as ilmenite and magnetite. The measured values of radioactivity correspond with the values of the earth's crust radioactivity and they are close to the values of rocks like granite, granodiorite and diorite. Loess on the studied area is the sandy loess and according to all accomplished analysises it can be defined as very unhomogenous sediments.

LITERATURA

ADAMOVÁ, M., HAVLÍČEK, P., 1996: Chemické složení jihomoravských spraší. – Zpr. Geol. Výzk. v r. 1995, 9–14.

ADAMOVÁ, M., HAVLÍČEK, P., 1997: Geochemická charakteristika spraší významných moravských lokalit. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1996, 95–97.

ADAMOVÁ, M., HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 1996: Kvartérně geologický a paleopedologický výzkum východně od Znojma. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1995, 95–97.

AMBROŽ, V., 1946: Spraše pahorkatin. – Sborník ČGÚ (XIV), 225–280. Praha.

BÁRTOVÁ, J., 1987: Podrobný výzkum pleistocénu Znojemska. – MS, Diplomová práce, Katedra geologie a paleontologie PřF MU, 11–12, 29–37. Brno.

BATÍK, P., 1992: Geologická mapa Národního parku Podyjí 1:25 000. – ČGÚ. Praha.

BATÍK, P., ČTYROKÝ, P. et al., 1977: Vysvětlivky k základní geologické mapě 1:25 000, Šatov. – MS archív ÚÚG. Praha.

BATÍK, P., ČTYROKÝ, P., GABRIEL, M., HOLÁSEK, O., KLEČÁK, J., STŘÍDA, M., ŠALANSKÝ, K., ŠTYCH, J., ZEMAN, A., 1982: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, 34–131, Šatov. – ÚÚG. Praha.

BATÍK, P., BARNET, I., ČTYROKÝ, P., ČURDA, J., HAVLÍČEK, P., HAZDROVÁ, M., LÍBALOVÁ, J., ŠALANSKÝ, K., 1995 a: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25000, 33–242, Hnanice. – ČGÚ. Praha.

BATÍK, P., BARNET, I., ČTYROKÝ, P., ČURDA, J., HAVLÍČEK, P., HAZDROVÁ, M., LÍBALOVÁ, J., ŠALANSKÝ, K., 1995 b: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1:25 000, 33–224, Kravsko. – ČGÚ. Praha.

BATÍK, P., ŠEBESTA, J., 1996: Vývoj toku Dyje mezi Vranovem nad Dyjí a Znojmem a jeho vliv na vznik „Ledových slují". – Věst. Čes. geol. Úst., 71, 3, 297–299. Praha.

CÍLEK, V., HRADILOVÁ, J., LOŽEK, V., 1996: Sprašová sedimentace v západní části NP Podyjí. – Příroda, 3, 73–81.

ČTYROKÝ, P., BATÍK, P., GABRIEL, M., HOLÁSEK, O., KLEČÁK, J., LÍBALOVÁ, J., MATĚJOVSKÁ, O., MÁTL, V., STŘÍDA, M., ŠALANSKÝ, K., ŠTYCH, J., ZEMAN, A., 1990: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, 34–113, Znojmo. – ÚÚG. Praha.

DLABAČ, M., 1970: Vysvětlující text k základní geologické mapě 1:25 000 M-33-117-C a Šatov. – ÚÚG. Praha.

DUDEK, A., 1980: The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Brunovistulikum. – Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 90, 8, 1–85.

HAVLÍČEK, P., 1990: Kvartérně geologický výzkum území na listu 33-224 Kravsko. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1989, 67.

HAVLÍČEK, P., 1996: Významné sprašové lokality jižní Moravy. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 9–11.

HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 1995: Vývoj svrchnopleistocenních eolických sedimentů ve Znojmě – Dřevařských závodech. – Věst. Čes. geol. Úst., 70, 1, 67–74.

HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 1998: Sprašový profil v Šatově, okres Znojmo. – Zpr. Geol. Výzk. v r. 1997, 67–68.

HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 2002: Spraše a fosilní půdy v NP Podyjí (Konice, Lukov). – Zpr. geol. Výzk. v r. 2001, 129–130.

HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 2003: Neolitický rondel v Mašovicích: Kvartérní a paleopedologické výzkumy. – Thayensia, Sborník původních vědeckých prací z Podyjí, 2003, 5, 3–9. Správa NP Podyjí. Znojmo.

HROUDA, F., VILEMEYER, K., 2001: Quantitative corelation of biotite lattice preferred orientation and magnetic fabrics in granulites from the Southern Bohemian Massif. – J. Dtsch. geol. Gesell, 152, 547–561.

JENČEK V., DORNIČ, J., DUDEK, A., HAVLÍČEK, P., HAZDROVÁ, M., LÍBALOVÁ, J., STŘÍDA M., ŠALANSKÝ, K., 1984: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25000, 33–223, Vranov. – ÚÚG. Praha.

KIRCHNER, K., IVAN, A., BRZÁK, M., 1996: K rozšíření kvartérních fluviálních sedimentů v údolí Dyje v NP Podyjí. Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995, 21–23.

KIRCHNER, K., IVAN, A., ANDREJKOVIČ, T., 1997: Geomorfologický výzkum Národního parku Podyjí a jeho severního okolí. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 10–12.

KIRCHNER, K., IVAN, A., HOFÍRKOVÁ, S., PETROVÁ, A., ANDREJKOVIČ, A., 2000: Antropogenní transformace reliéfu východní části Národního parku Podyjí. – Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 31–33.

KOBR, M. et al., 1997: Petrofyzika. – UK. Praha.

LOŽEK, V., 1968: Paleogeografický výzkum časného würmu. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1967, 298–299.

LOŽEK, V., 1994: Výzkum mladopleistocenních a holocenních sedimentů v korelaci s vývojem podnebí. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1993, 62.

MATĚJOVSKÁ, O. et al., 1989: Oblastní regionální studie „Geologie oblasti jihozápadní Moravy." – ÚÚG. Praha.

MÁTL, V., 1979: Výsledky prospekce kaolínů na Znojemsku. – MS Geofond. Praha.

MÁTLOVÁ, V., 1972: Nerudy jih III. Znojemsko. – MS Geofond. Praha.

MODLITBA, I., ŠAJGALÍK, J., 1983: Spraše podunajskej nížiny. – Slovenská akadémia vied. Bratislava.

NEHYBA, S., LEICHMANN, J., 1997: Statistické zpracování asociací těžkých minerálů spodního miocénu v jz. části karpatské předhlubně. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 82, 1997, 51–61.

PÉCSI, M., 1990: Loess is not just the accumulation of dust. – Quaternary International, Vols. 7/8, pp. 1–21.

PELÍŠEK, J., 1972: Spraše a sprašové hlíny Československa. – Geol. Průzk., 9, 257–259.

PODBORSKÝ, V., Vildomec, V., 1972: Pravěk Znojemska. – Filosof. fak. UJEP. Brno.

PRUTKÁ, A., 1960: Průzkum cihlárských hlín – Dyje. – MS Geofond. Praha.

SHOCART, 1998: Velká cykloturistická mapa Podyjí 1:40 000. – SHOCart, s. r. o. Zlín.

SMOLÍKOVÁ, L., 1982: Pedologie I., II. – Přír. fak.UK. Praha.

SMOLÍKOVÁ, L., ZEMAN, A., 1979: Fossilböden im Profil von Sedlešovice und ihre Beziehung zu den Flussablagerungen. – Věst. Ústř. Úst. geol., 54, 4, 215–224.

SVOBODOVÁ, R., 1976: Závěrečná zpráva vyhledávacího průzkumu Znojmo-okres II. část. – MS Geofond. Praha.

SÝKORA, L., 1949: Zpráva o pedologickém mapování na listu Znojmo. – Věst. Čes. geol. Úst., 25, 1950, 204–207.

ŠUŠOLOVÁ, J., 2004: Spraše na území Národního Parku Podyjí. – MS, diplomová práce, Masarykova universita, Přírodovědecká fakulta, 58 s. Brno.

TOMÁŠEK, M., 2000: Půdy České republiky. – ČGÚ. Praha.

ZEMAN, A., 1973: Současný stav výzkumu pleistocénních fluviálních sedimentů v Dyjskosvrateckém úvalu a jejich problematika. – Stud. Geograph., 36, 41–60.