



GEOLOGICKÉ PRÁCE

ISSN 0433-4795

SPRÁVY

116

**GEOLOGICKÉ
PRÁCE
SPRÁVY 116**

Vedecký redaktor

RNDr. Ladislav Šimon, PhD.

Členovia redakčnej rady

RNDr. F. Bakoš, PhD., RNDr. K. Fordinál, PhD., RNDr. A. Klukanová, CSc., RNDr. M. Kohút, CSc., RNDr. J. Maglay, RNDr. P. Malík, CSc., RNDr. M. Ondrášik, PhD., RNDr. A. Nagy, CSc., RNDr. P. Siman, PhD.

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA 2010



GEOLOGICKÉ PRÁCE

S P R Á V Y

116

Obsah

<i>Elečko, M. a Zlinská, A.: Za RNDr. Jánom Gašparikom, CSc.</i>	7
<i>Moravcová, M.: Zmeny prírodného prostredia Slovenska a Moravy na hranici pleistocén/holocén (prvá polovica OIS 3 – začiatok OIS 1)</i>	9
<i>Kováčová, E., Kordík, J., Bahnová, N., Bottlik, F., Gregor, M., Marcin, D., Michalko, J., Mikita, S. a Šimon, L.: Hydrogeologické a hydrogeochemické pomery Žiarskej kotliny (Hydrogeological and hydrogeochemical settings of the Žiarska kotlina basin)</i>	73

Za RNDr. Jánom Gašparikom, CSc.

† 14. 12. 2010



Narodil sa 19. 10. 1925 v Tesárskych Mlyňanoch. Stredoškolské štúdium absolvoval v Zlatých Moravciach a Banskej Bystrici, kde aj v roku 1945 zmaturoval.

Vysokoškolské štúdium skončil v roku 1951 na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského (UK) v Bratislave dizertačnou prácou *Geológia Bánovskej kotliny*. Tým dosiahol akademický titul doktor prírodných vied (RNDr.). V roku 1967 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu *Geologické pomery severných výbežkov Podunajskej nížiny*. Na základe toho získal vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc.).

Dr. J. Gašparik v rokoch 1951 – 1955 pracoval v Geologicko-paleontologickom ústave Prírodovedeckej fakulty UK ako odborný asistent. Prednášal stratigrafickú a historickú geológiu. V októbri 1955 prešiel pracovať do Geologického prieskumu v Turčianskych Tepliciach vo funkcii vedúceho vedeckovýskumného strediska. Od roku 1961 pracoval v Žiline ako odborný geológ pre nerudné suroviny a uhlie. V rokoch 1960 – 1961 pracoval ako expert na výskume niklových a železorných ložísk v Albánsku. V roku 1966 začal pracovať v Geologickom ústave Dionýza Štúra (GÚDŠ) v Bratislave. V rokoch 1969 – 1970 prechodne pomáhal organizovať novozriadený Slovenský geologický úrad ako vedúci odboru nerastných surovín. V GÚDŠ zastával funkciu vedúceho oddelenia neogénu (1971 – 1974) a vedúceho regionálnej geológie (1974 – 1976).

O slovenskú geológiu sa najviac zaslúžil ako riaditeľ významnej geologickej vedeckej inštitúcie na Slovensku. Ústav viedol 10 rokov (1976 – 1985) a treba povedať, že to robil dobre.

V tom období sa v ústave posilnili riešiteľské kapacity, geológovia boli vysielaní do zahraničia ako expertní riešitelia. Ústav sa rozrástol o nové pracovné priestory na Galvaniho ul. v Bratislave, vytvorilo sa detašované pracovisko pre geologický výskum východného Slovenska v Košiciach, zriadilo sa oddelenie inžinierskej geológie v ústave, vybudovala sa terénna základňa v Liptovskom Jáne či nové skladovacie priestory na hmotnú dokumentáciu (Vranov nad Topľou, Hliník nad Hronom, Kráľová pri Senci). Rozšírila a zmodernizovala sa laboratórna základňa. Vybudovalo sa centrálné laboratórium mikroskopie, zefektívnilo sa prístrojové vybavenie izotopovej geológie a rozšírilo sa o hmotnostný spektrometer pre ľahké izotopy.

Pod jeho vedením sa v priaznivej mikroklíme ústavu darilo odbornej práci. Odborné tímy ústavu pripravili celý rad náročných projektov a úspešne ich splnili. Nielenže sa zostavovali nové geologické mapy, riešili sa aj nové úlohy a tlačou vyšli geologické mapy regiónov Slovenska v mierke 1 : 50 000. Publikovali sa ďalšie mapové diela, napr. hydrogeologické mapy v mierke 1 : 200 000 a tematické mapy. Aj ostatná edičná činnosť ústavu bola živá a bohatá. V edícii ústavu vychádzali odborné časopisy, v ktorých sa publikovalo množstvo aktuálnych vedeckých štúdií. Vyšlo viacero monografií o regiónoch Slovenska, ako aj vysvetlivky ku geologickým mapám regiónov. Dr. Ján Gašparik presadzoval a všemožne podporoval geotermálny výskum na Slovensku, usiloval sa o prehodnotenie energetických surovín a podporoval vedecký rast pracovníkov ústavu. Počas jeho pôsobenia vo funkcii riaditeľa viacerí pracovníci získali vedecké hodnosti.

Ústav sa zapájal do programov medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce, pracovníci ústavu pôsobili v početných medzinárodných komisiách a asociáciách, boli zapojení do riešenia medzinárodných programov geologickej korelácie. Zintenzívnila sa dvojstranná vedecko-technická spolupráca s Geologickým ústavom SAV, geologickými ústavmi predovšetkým Rakúska, Poľska, Maďarska, Juhoslávie, resp. s Geologickým ústavom Akadémie vied Gruzínska.

Dr. Ján Gašparik sa počas profesionálnej činnosti intenzívne zapájal do práce v Slovenskej geologickej spoločnosti. V rokoch 1963 – 1967 bol predsedom pobočky v Žiline a v roku 1965 organizoval XVI. zjazd spoločnosti v oblasti stredného a severného Slovenska. Bol aj členom komisie pre klasifikáciu zásob nerastných surovín a posudzoval mnohé výpočty zásob ložísk. Bol členom viacerých redakčných rád aj s medzinárodnou pôsobnosťou, členom Slovenskej geologickej rady, komisie pre rigorózne skúšky, ako aj členom komisie pre obhajoby kandidátskych

dizertačných prác pre odbor geológie. Ako riaditeľ GÚDŠ bol predsedom jeho vedeckej rady.

Vedeckovýskumné práce Dr. Jána Gašparika boli zamerané najmä na sedimenty neogénu a na nerastné suroviny v neogénnych panvách. Prispel k riešeniu geologickej stavby neogénnej výplne Bánovskej, Hornonitrianskej, Žiarskej a Oravskej kotliny a litostratigrafických problémov neogénnych sedimentov na úpätí Slanských vrchov a v Podunajskej nížine. V edícii máp regiónov 1 : 50 000 spracoval región Turčianskej kotliny. Venoval sa zostavovaniu paleogeografických máp neogénu Slovenska, ale pôsobil aj v medzinárodných projektoch týkajúcich sa paleogeografických máp karpatsko-balkánskej oblasti, resp. neogénu strednej a východnej Európy.

Výsledky výskumu publikoval vo viac ako 50 článkoch v geologických časopisoch. Za vedeckú a organizačnú činnosť bol ocenený viacerými vyznamenaniami (Najlepší pracovník Ministerstva palív, Najlepší pracovník geologickej služby, za pracovnú vernosť a ďalšie).

Aj po odchode na zaslúžený odpočinok v júni 1990 sa Dr. Gašparik neprestal zaujímať o činnosť „svojho“ ústa-

vu. Spolu s manželkou Vierkou, bývalou dlhoročnou vedeckou pracovníčkou ústavu, ostali v kontakte s ústavom a bývalými kolegami. Tento ich záujem neustal ani po odsťahovaní z Bratislavy. Kontakt pretrvával aj v podobe príležitostných návštev kolegov v ich novom domove v Tesárskych Mlyňanoch. V priateľskej a družnej atmosfére prebiehali rozhovory tak o odborných, ako aj bežných životných témach. Vždy sme sa k nim radi vracali.

Aj keď sme sa v poslednom období dozvedali o jeho zdravotných problémoch, oznámenie o skone Dr. Gašparika sa nás bolestne dotklo. Nielen kolegov, ktorí ho osobne poznali, ale aj terajších zamestnancov ústavu. Veď do večnosti odišiel bývalý dlhoročný riaditeľ ústavu.

Posledná rozlúčka s Dr. Jánom Gašparikom sa uskutočnila 16. 12. 2010 v jeho rodnej obci, v ktorej prežil posledné roky svojho plodného života. Nech mu je rodná hruda ľahká!

Češť jeho pamiatke!

Michal Elečko a Adriana Zlinská

Zmeny prírodného prostredia Slovenska a Moravy na hranici pleistocén/holocén (prvá polovica OIS 3 – začiatok OIS 1)

MARTINA MORAVCOVÁ

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, martina.abelova@geology.sk

Abstrakt. Táto práca predstavuje komplexný pohľad na zmeny a vývoj ekosystému Moravy a Slovenskej republiky z časového i priestorového hľadiska. Podáva ucelený obraz vývoja klímy, krajiny, sedimentárneho záznamu, flóry, fauny a ľudských kultúr v rámci časového obdobia od 31 000 do 4 700 r. BP (rokov pred súčasnosťou) (35 038 – 5 545 kal. r. BP) (kalibrovaných rokov pred súčasnosťou). Obsahuje súhrnné interpretácie a rekonštrukcie vyplývajúce z doterajších poznatkov a výskumov sedimentológie, paleontológie, klimatológie, archeológie a geológie.

Kľúčové slová: ekosystém, klimatické zmeny, sedimenty, fauna, flóra, vrchný pleistocén, holocén, Slovenská republika, Morava

Abstract. This article represents the complex overview of the changes and development of the ecosystem in the area of Moravia and the Slovak Republic from the time-spatial point of view. It demonstrates a consistent image of climate, landscape, sedimentary record, flora, fauna and human cultures development during the time span ranging from 31 000 to 4 700 years BP (35 038 – 5 545 kal. years BP). It brings overall interpretations and reconstructions following from existing knowledge and research of sedimentology, paleontology, climatology, archeology and geology.

Key words: ecosystem, climatic changes, sediments, fauna, flora, Upper Pleistocene, Holocene, Slovak republic, Moravia

Úvod

Územie Moravy a Slovenskej republiky sa nielen u nás, ale aj v Európe považuje za klasickú oblasť výskumu kvartéru. Z hľadiska celej Európy je svojím spôsobom unikátne, pretože leží medzi dvoma veľkými, pôvodne zaľadnenými oblasťami. Len čo ľadovce ustúpili a Stredoeurópska nížina na severe sa otvorila, vzrástol význam moravského koridoru – hlavnej prirodzenej komunikácie v severojužnom smere. Takmer všetky pohoria strednej Európy majú západno-východný smer a len na niektorých miestach svojimi priečnymi zníženiami umožňujú komunikáciu medzi severom a juhom. Jedným z týchto priechodov, ktorý tvorí významnú križovatku, je práve študovaná oblasť. Cez ňu oboma smermi v priebehu chladných aj teplých období migrovalo rastlinstvo, zvieratá a na ne viazaný paleolitický človek. Práve v tom spočíva nesmierna výhoda týchto oblastí z hľadiska kvartérnych štúdií.

Na konci würmského interpleniglaciálu (vrchný pleistocén) sa klimatické podmienky stávali čoraz drsnejšími a viedli až k poslednému glaciálnemu maximu (LGM). Po ňom nasledoval neskorý glaciál a holocén, charakteristický

postupným otepľovaním. S tým súviseli zmeny vo faunistickom a floristickom zložení, ako aj charakteristickým type sedimentácie.

Súvisiace ľudské sídliská náležia ku kultúram vrchného paleolitu (gravettien, epigravettien, magdalénien, epimagdalénien) a mezolitu. Ľudia sa museli vyrovnávať s tvrdými klimatickými podmienkami a adaptovať sa na tieto paleoenvironmentálne zmeny. Vývoj klímy dokumentujú zmeny sedimentárneho pokryvu, na ktorý bezprostredne reagujú spoločenstvá flóry a fauny. Tento dramatický vývoj z interštádiálnych podmienok do neskoroglaciálneho maxima dokumentujú početné profily a nálezy tak z otvorených lokalít a sídlisk, ako aj z jaskynných sedimentov po celom území Moravy a Slovenska.

Veľká geomorfologická variabilita študovaného územia dovoľuje porovnávať tento vývoj jednak vo vysokohorských a horských polohách, krasových a stredohorských oblastiach, jednak v nížinách a údoliach riek.

Cieľom tejto práce je zjednotiť čiastkové výsledky a závery z jednotlivých oblastí výskumu kvartéru a posúdiť ich z hľadiska moderných výskumov. Predstavuje komplexný pohľad na zmeny a vývoj ekosystému z časového i priestorového hľadiska. Podáva ucelený obraz vývoja klímy, krajiny, sedimentárneho záznamu, flóry, fauny a ľudských kultúr v rámci časového obdobia od ~ 31 000 do 4 700 r. BP (35 038 – 5 545 kal. r. BP). Zameriava sa na územie Moravy a Slovenskej republiky. Študované časové obdobie je zvolené z hľadiska výrazných zmien a prestavby celého ekosystému na hranici pleistocén/holocén (t. j. obdobie na konci poslednej ľadovej doby a na začiatku holocénu). Účelom práce je poskytnúť súhrnné interpretácie vyplývajúce z doterajších poznatkov a výskumov sedimentológie, paleontológie, klimatológie, archeológie a geológie. Výsledkom práce je rekonštrukcia zmeny klímy a prostredia.

Čiastkové ciele práce možno zhrnúť do nasledujúcich úloh a otázok, na ktoré sa práca snaží dať odpoveď:

1. zmena prírodného prostredia v priestore a čase (sedimentárny a rastlinný pokryv, ako aj zloženie živočíšnych druhov) v závislosti od meniacich sa klimatických podmienok;

2. vývoj a zmeny ekosystému v jednotlivých nížinách, kotlinových, stredohorských, horských a krasových oblastiach Moravy a Slovenskej republiky;

3. ako sa navzájom líši ekosystém na konci pleistocénu od holocénneho.

Pre obdobie neskorého würmu sú charakteristické dramatické klimatické oscilácie a environmentálna prestavba. Detailné informácie o týchto procesoch v rámci lokálnych časových škál stále nie sú dostačujúce. Rozsiahle výskumy na klasických paleolitických a mezolitických lokalitách Moravy a Slovenskej republiky poskytujú veľké množstvo priamych alebo nepriamych dôkazov. Preto sa v rámci tejto práce zameriavame aj na doplnenie už existujúcich poznatkov o nové údaje.

Stratigrafia kvartéru s detailným zameraním na obdobie od 31 000 do 4 700 r. BP (35 038 – 5 545 kal. r. BP) v Európe

Kvartér predstavuje najmladšie obdobie geologickej histórie Zeme. Spoločne s terciárom tvorí kenozoikum. Z chronostratigrafického hľadiska predstavuje formálnu chronostratigrafickú jednotku na úrovni systému/periódy, delenú na dve série: pleistocén a holocén. Presné trvanie kvartéru je otázkou debaty a názorov. Podľa doterajšieho členenia sa začiatok kvartéru kladie do obdobia 1,8 milióna rokov na bázu marinných sedimentov Vrica v Kalábrii v Taliansku (Aguirre a Pasini, 1985) a na bázu morského izotopového stupňa (MIS) 63.

Podľa najnovšieho návrhu by spodná hranica kvartéru (pleistocénu) mala byť umiestnená na súčasnej báze celosvetového stratotypu stupňa gelasian a na báze morského izotopového stupňa (MIS) 103, ktoré boli kalibrované na vek ~ 2,6 mil. r. Báza holocénu sa kladie do obdobia pred 10 000 r. BP (11 650 kal. r. BP). Stratotyp bude pravdepodobne definovaný v ľadovcovom jadre z grónskeho ľadovca (Greenland Ice-Core Project, N-GRIP jadro v hĺbke 1 492,45 m; Rasmussen et al., 2005) alebo v jadre grónskeho ľadovcového vrtu (Greenland Ice-Sheet Project, GISP2 jadro). Alternatívne môže byť definovaný v laminovanej jazernej sekvencii zo západného Nemecka (Litt et al., 2001) [Subcommission on Quaternary Stratigraphy (SQS); Gibbard a Kolfshoten, 2005; IUGS, 2007] (obr. 1).

To, čo odlišuje kvartér od iných geologických období, nie je jednoduché striedanie teplých a chladných epizód, ktoré je zreteľné počas celého kenozoika (Raymo a Ruddiman, 1992). Je to kombinácia striedania klimatických oscilácií s vysokou amplitúdou a frekvenciou, čo dáva kvartéru jeho odlišný charakter. V niektorých oblastiach sveta mohla teplota medzi teplými a chladnými obdobiami kolísať viac ako o 15 °C. Zmena teploty bola veľmi rýchla a za posledných 800 000 rokov sa zaznamenalo prinajmenšom desať úplných glaciálnych/interglaciálnych cyklov. Dôkazy z hlbokooceánskych sedimentov naznačujú, že počas celého trvania kvartéru prebehlo viac ako 50 chladných alebo glaciálnych období a prislúchajúci počet miernych alebo interglaciálnych období (Shackleton et al., 1990; Shackleton a Opdyke, 1973).

Posledný glaciálny interval je v Európe známy ako würmské (viselské) zaľadnenie. Zjednodušený tradičný náhľad na toto posledné zaľadnenie ako na sériu dlhých chladných zaľadnení striedajúcich sa s krátkymi teplými

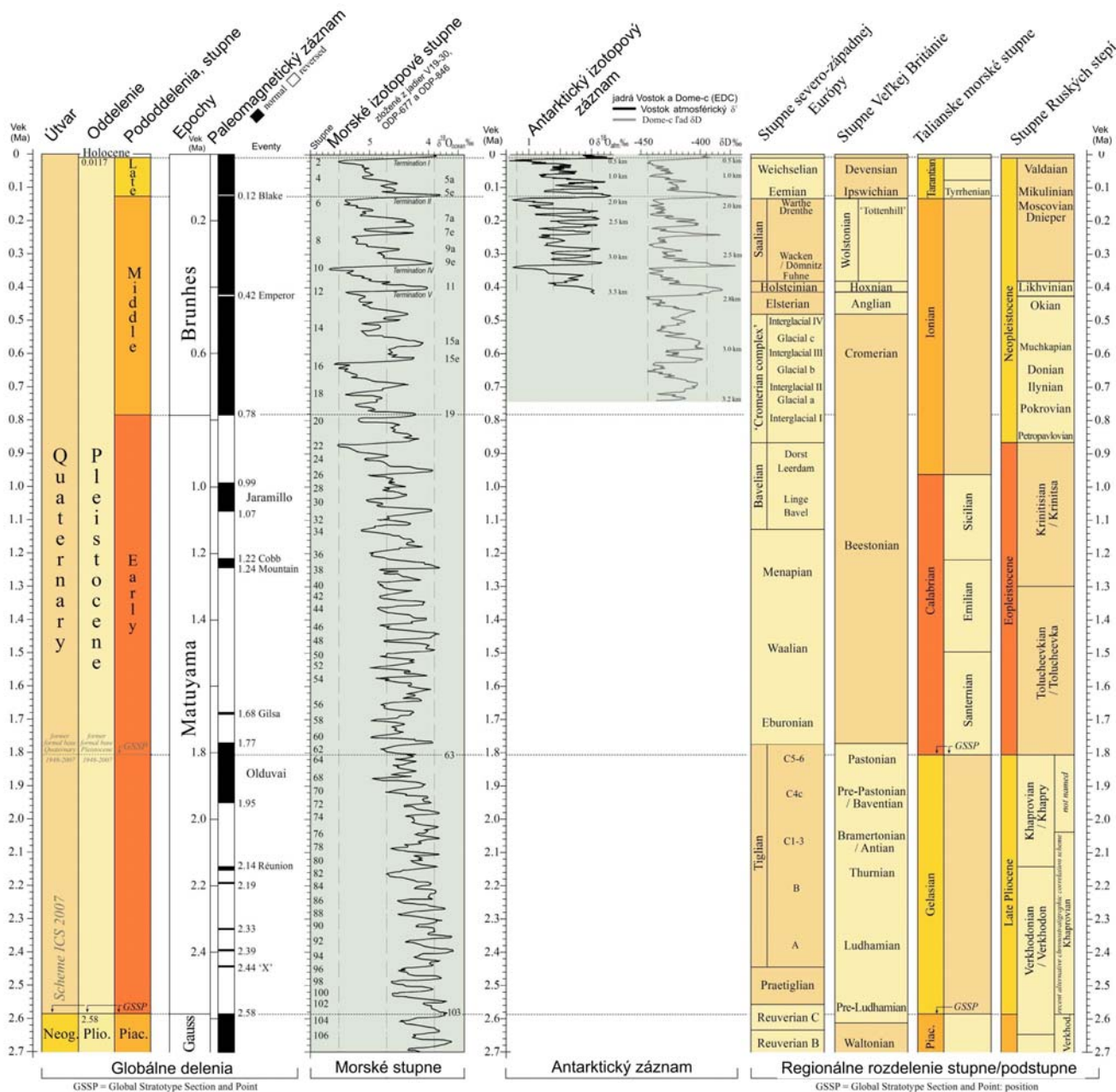
obdobiami interštádiálov sa na základe najmodernejších poznatkov považuje za príliš jednoduchý (Porter, 1983), pretože v rámci glaciálnych období sa vyskytovali dlhé, klimaticky miernejšie oscilácie. Počas 45 000 rokov, ktoré oddeľovali prvý významný postup ľadovcov v období OIS 4 od deglaciacie v období na konci OIS 2, ľadovce existovali v období kratšom ako jedna tretina z celkového času (Arnold et al., 2002).

Efekt klimatických zmien bol dramatický. Environmentálne zmeny za posledných 20 000 rokov boli pravdepodobne pre faunu cicavcov najdramatickejšie. Dynamické environmentálne fluktuácie neskorého pleistocénu mali mnoho rôznych následkov na biotu, predovšetkým na spoločenstvá cicavcov. Klimatické zmeny ovplyvnili aj rozšírenie druhov v rámci nezaľadnených oblastí. Koniec pleistocénu je zreteľný významný event vyhynutia, ktoré decimovalo spoločenstvá veľkých byľožravcov a mäsožravcov na mnohých kontinentoch. Všetky tieto zmeny kulminovali s rýchlym objavením sa nového ekosystému na konci pleistocénu (Graham, 1990). V horských oblastiach musíme počítať s úplne odlišnými vplyvmi ovplyvňujúcimi nielen sedimentačné, ale aj faunistické pomery. Príčinou je to, že klimatické zmeny medzi štádiálnymi a interštádiálnymi alebo glaciálnymi a interglaciálnymi obdobiami neboli príliš výrazné. Okrem toho, jaskyne vo veľhorách ležia mimo dosahu sprašových oblastí, mimo terénov s vyvinutým terasovým systémom a pod. (Fejfar a Sekyra, 1964).

Fauna a flóra reagovala na klimatické zmeny rozdielnym spôsobom (spôsobom života a rozsahom). To vyústilo do vytvorenia úplne nového ekosystému (Markova et al., 2002).

Opakované klimatické zmeny podporili vznik bohatých, veľmi zložitých komplexov terénnych tvarov, sedimentov, biologických pozostatkov a artefaktov. Na základe týchto záznamov je možné rekonštruovať, často s vysokou presnosťou a detailnosťou, environmentálne podmienky a paleogeografiu určitých kvartérnych intervalov. V rámci paleoenvironmentálnych rekonštrukcií existuje mnoho samostatných štádií: stanovenie stratigrafie lokalít, analýza proxy údajov z týchto stratigrafických sekvencií s cieľom získať základné paleoenvironmentálne informácie, stanovenie chronológie eventov s vyvinutím datovacieho systému, prepájanie individuálnych sekvencií z rôznych lokalít s cieľom korelácie a integrácia rôznych údajov na vytvorenie celkových paleoenvironmentálnych syntéz.

Každé z týchto štádií je spojené s istými problémami. Terestrický stratigrafický záznam je často vysoko fragmentovaný. Chýbajú dôkazy z mnohých oblastí, zatiaľ čo detailné sekvencie sú zachované len lokálne. Okrem toho, cyklický charakter klimatických zmien spôsobil podobné environmentálne podmienky v rôznych časových obdobiach. Pretože mnoho záznamov sa nedá presne datovať, proces korelácie je často problematický. Jeden odkryv s kvartérnymi sedimentmi a jeho štúdium predovšetkým v krátkom časovom úseku môže často zmiasť geológov, geomorfológov, botanikov, zoológov alebo archeológov.



Obr. 1. Globálna chronostratigrafická korelačná tabuľka posledných 2,7 milióna rokov. Verzia 2007b. Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (SQS). (Plnú verziu chronostratigrafickej tabuľky je možné získať z webových stránok Subkomisie pre kvartérnu stratigrafiu <http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk/correlation/chart.html>).

Vysvetlenie pozorovaných zmien často vyžaduje kombinovanú expertízu odborníkov zo všetkých zúčastnených disciplín (Lowe a Walker, 1997).

Kyslíková izotopová stratigrafia

Izotopy kyslíka v hlbokoocéanských sedimentoch predstavujú proxy záznamy dlhotrvajúcich klimatických zmien. Mikrofauna a flóra v týchto sedimentoch predstavuje záznam meniacich sa izotopových pomerov. Ten poskytuje doklady o glaciálnych a interglaciálnych osciláciách a je základom stratigrafického delenia a korelácie na veľké vzdialenosti. Na základe vrtných jadier z rôznych lokalít sa vypracovala globálne použiteľná schéma a krivka kyslíkových izotopových stupňov (MIS – marine isotope stages

alebo OIS – oxygen isotope stages) (obr. 1). Teplé klimatické fázy na tejto krivke reprezentujú ľahšie hodnoty δ¹⁸O a chladnejšie fázy ťažšie hodnoty δ¹⁸O.

Kyslíkový izotopový stupeň 1 (OIS 1) reprezentuje obdobie holocénu (0 – 16 000 kal. r. BP), OIS 2 – OIS 5a obdobie würmského (viselského) glaciálu (Emiliani, 1955; Lowe a Walker, 1997). OIS 2 predstavuje posledné glaciálne maximum (16 000 – 27 000 kal. r. BP.), OIS 3 skorú chladnú fázu (27 000 – 37 000 kal. r. BP), prechodnú fázu (37 000 – 44 000 kal. r. BP) a stabilnú teplú fázu (44 000 – 59 000 kal. r. BP), OIS 4 prvé glaciálne maximum (59 000 – 66 000 kal. r. BP) a prechodnú fázu (66 000 – 74 000 kal. r. BP) a OIS 5a skorú glaciálnu teplú fázu (>74 000 kal. r. BP) (van Andel a Davies, 2003).

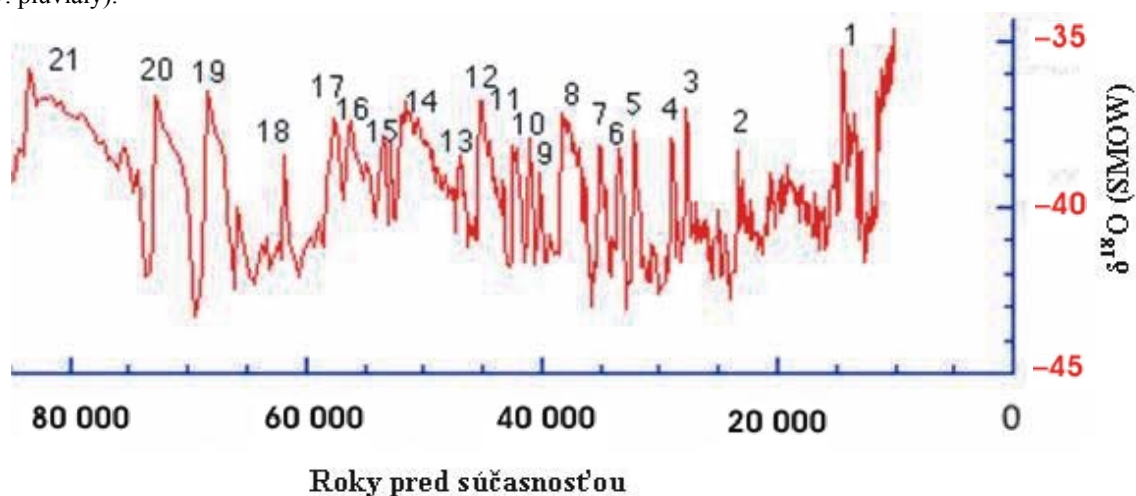
Klimatostratigrafia kvartéru

Obdobie kvartéru sa tradične delí na obdobia glaciálov a interglaciálov, prerušené obdobia štádiálov a interštádiálov. Glaciály predstavujú predĺžené chladné fázy s významnou expanziou ľadovcov. Štádiály boli kratšie chladné epizódy, počas ktorých sa vyskytli lokálne postupy ľadovcov. Interglaciály boli teplé intervaly, počas ktorých bola teplota v teplotných maximách taká vysoká ako počas holocénu, alebo dokonca vyššia. Interštádiály predstavovali relatívne krátkodobé periódy zvýšenia teploty počas glaciálnej fázy. Paleobotanické rozlíšenie interglaciálu a interštádiálu sa však v rámci rôznych geografických provincií javí ako nejasné. Táto terminológia môže byť dokonca zavádzajúca. Napríklad na Britských ostrovoch neexistuje dôkaz o aktivite ľadovcov počas skorých kvartérnych chladných období (Bowen et al., 1986). Tento prípad je typický aj pre mnohé iné časti sveta (Dawson, 1992). Kvôli týmto nezhodnostiam je lepšie pre hlavné klimatické epizódy v kvartéri používať termíny „teplé klimatické štádium“ a „chladné klimatické štádium“. (Aj pri týchto termínoch sú isté problémy – napr. definovanie hranice medzi teplými a chladnými epizódami, kvantifikácia klimatických zmien, protikladné proxy údaje o niekdajšej klíme a pod.). Objavujú sa však aj prípady, v ktorých nie je možné vyhnúť sa tradičnej terminológii (Lowe a Walker, 1997). V aridných a semiaridných oblastiach sa počas kvartéru suché klimatické epizódy (tzv. interpluviály) striedali s obdobia veľkých zrážok (tzv. pluviály).

Medzi dôležité termíny, ktoré sa často používajú v kvartérnej terminológii, patria eventy. Predstavujú náhle klimatické výkyvy, počas ktorých nastávajú rozsiahle klimatické zmeny počas krátkeho obdobia, niekedy dokonca aj desaťročia. Eventy sú zaznamenané aj v ľadovcových jadrách. K typickým príkladom eventov patrí napríklad mladší dryas na konci posledného glaciálu, tzv. chladný event v období pred 8 200 rokmi, Dansgaardove-Oeschgerove alebo Heinrichove eventy (Alley et al., 2003; Cox, 2005; Dressler a Parson, 2006).

Dansgaardove-Oeschgerove eventy

V priebehu strednej časti wümského glaciálu sú pre klimatický záznam charakteristické rýchle klimatické eventy tretieho rádu, tzv. Dansgaardove-Oeschgerove (DO) oscilácie (obr. 2, tab. 1). Tieto oscilácie takmer chýbajú v iniciálnej a terminálnej fáze glaciálneho maxima. Medzi 110 000 a 23 000 r. BP bolo rozoznaných 24 takýchto fluktuácií, počas ktorých teplota kolísala v rozmedzí okolo 5 až 8 °C. Na severnej hemisfere majú podobu rýchlych teplých epizód. Objavili sa náhle, počas niekoľkých desaťročí. Trvali okolo 500 – 2 000 rokov. Teplotný rozdiel medzi teplými a studenými fázami dosahoval aj 7 °C. Po každej nasledovalo postupné ochladenie počas dlhej periódy (Johnsen et al., 1992; Dansgaard et al., 1993; GRIP, 1993; Grootes et al., 1993).



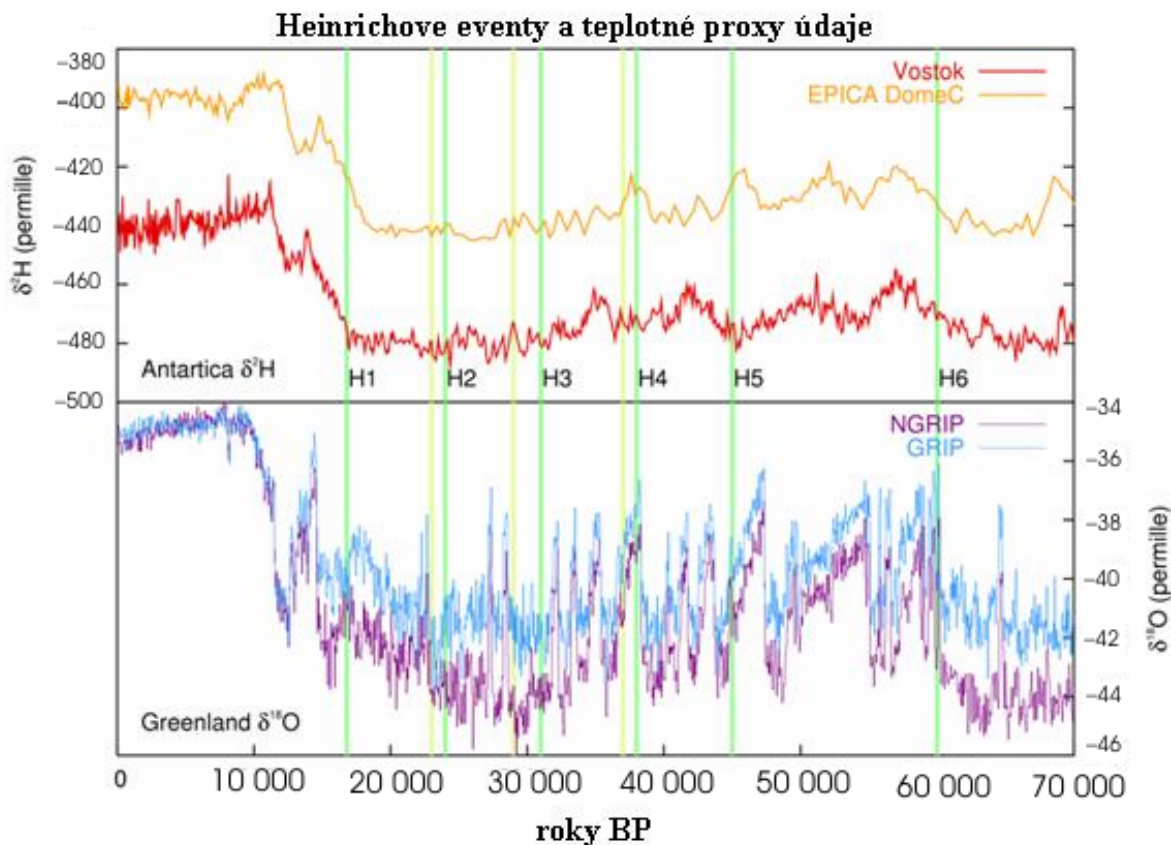
Obr. 2. Náhle teplé klimatické Dansgaardove-Oeschgerove eventy zaznamenané v ľadovcových jadrách z Grónska (www.ncdc.noaa.gov/paleo/abrupt/data_glacial2.html).

Tab. 1. Časovanie Dansgaardových-Oeschgerových eventov (Rahmstorf, 2003).

Event	Vek BP	Vek kal. BP	Odhýlka δ (roky)
0	11 605	13 480	45
A	13073	15 969	48
1	14 630	17 958	40
2	23 398	28 159	12
3	27 821	32 332	1
4	29 021	33 532	269
5	32 293	36 498	63

Heinrichove eventy

V priebehu posledného glaciálu dochádzalo k náhlým klimatickým epizódam, tzv. Heinrichovým eventom (obr. 3), pomenovaným podľa klimatológa Hartmuta Heinricha. Príčinou ich vzniku bolo telenie ľadovcov. Rýchle šírenie ľadovcov môže vyústiť do uloženia tenkých uloženín sedimentov pochádzajúcich z topiaceho sa ľadu. Takéto eventy môžu spôsobiť náhle globálne zvýšenie morskej hladiny o niekoľko metrov. Výsledkom je náhle oteplenie severnej hemisféry. Zvyšujúca sa rýchlosť



Obr. 3. Heinrichove eventy sú označené zelenými a žltými vertikálnymi čiarami a sú porovnané s teplotným proxy údajom z antarktických a grónskych ľadovcových vrstov. Dansgaardove-Oeschgerove eventy sú najjasnejšie viditeľné na $\delta^{18}\text{O}$ z grónskeho ľadovcového vrstu. Obrázok vyhotovil Leland McInnes s použitím gnuplot. Zdrojové údaje:

1. (červená) údaje z Vostoku: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/vostok/deutnat.txt>;
2. (oranžová) údaje z EPICA DomeC: ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/epica_domec/edc_dd.txt;
3. (bordová) údaje z jadra GRIP: <http://www.glaciology.gfz.ku.dk/data/grip-ss09sea-cl-50yr.stp>;
4. (modrá) údaje NGRIP: http://www.glaciology.gfz.ku.dk/data/NGRIP_d18O_50yrs.txt;
5. (zelená vertikálna čiara) Hemmingove odhady pre Heinrichove eventy (Hemming, 2004);
6. (žltá vertikálna čiara) Bondove a Lottiho odhady pre Heinrichove eventy (Bond a Lotti, 1995).

akumulácie snehu mohla umožniť ľadovcom návrat do ich predchádzajúcich elevácií a v dôsledku toho nastala nová chladná fáza (Heinrich, 1988; Bond et al., 1992).

Tabuľka 2 zobrazuje približné časovanie Heinrichových eventov. Pri stanovovaní presných údajov stále existujú problémy. Niektorí autori rozlišujú mladší dryas ako Heinrichov event, označený ako H0.

Tab. 2. Časovanie Heinrichových eventov (H1 a H2 sú datované pomocou C^{14} , H3 – H6 sú datované koreláciou s grónskym GISP2).

Event	Vek r. BP (kal. r. BP)		
	Hemming, 2004	Bond a Lotti, 1995	Vidal et al., 1999
H1	16 800 (20 026)		14 000 (17 245)
H2	24 000 (28 831)	23 000 (27 585)	22 000 (26 409)
H3	~31 000 (35 038)	29 000 (33 515)	
H4	38 000 (42 425)	37 000 (41 854)	35 000 (40 085)
H5	45 000 (48 246)		45 000 (48 246)
H6	~60 000		

Stratigrafia študovaného obdobia (31 000 – 4 700 r. BP; 35 038 – 5 545 kal. r. BP)

Na chronologické zaradenie študovaných procesov vývoja prírodného prostredia v rámci klimatických eventov využívame Dansgaardove-Oeschgerove eventy (obr. 3, tab. 1), Heinrichove eventy (obr. 4., tab. 2.) stratigrafickú tabuľku (obr. 2 a tab. 3.) a záznamy z antarktických a grónskych ľadovcových vrstov.

31 000 – 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP)

Toto obdobie predstavuje posledný teplejší a vlhkejší klimatický event v rámci OIS 3 pred začiatkom neskoroglaciálneho maxima. Klimaticky je v ňom možné vyčleniť niekoľko teplejších a chladnejších výkyvov. Teplejšie klimatické výkyvy charakterizujú Dansgaardove-Oeschgerove eventy DO 5 (32 293 r. BP; 36 498 kal. r. BP), DO 4 (29 021 r. BP; 33 532 kal. r. BP) a DO 3 (27 821 r. BP; 32 332 kal. r. BP). Chladnejšie klimatické výkyvy predstavujú Heinrichove eventy H3 (~ 31 000 r. BP; 35 038 kal. r. BP) a H2 (24 000 r. BP; 28 831 kal. r. BP) (Zicheng a Wright, 2000; Ditlevsen et al., 2005).

seria	klimatické fázy	roky 14C BP	roky cal. BP (Cal Pal 2007)	chronozóny	grónske štádiály a interštádiály	archeologické kultúry
H O L O C E N	postglaciál	4 700	5 545	atlantik		MEZOLIT
		8 000	8 900	boreal		
		9 000	10 203	preboreál		
		10 000	11 482			
P L E I S T O C E N	neskorý glaciál	11 000	12 910	mladší dryas 3*	GS-1	EPIMAGDALENIEN TISHOVIEI
		12 000	13 971	alleröd	GI-1a až GI-1c	
				stredný dryas 2*	GI-1d	MAGDALENIEN
		12 760	15 221	bölling	GI-1e	
		15 000	18 252	starší dryas 1*	GS-2	
	neskorý pleniglaciál			C - predryas		EPIGRAVETTIEI
				laksó		
				B		
				ložer		
			23 000	27 585	A	
denekampský interštadiál				tursac	GS-3 až GS-8	GRAVETTIEI
				denekamp		
		31000	35038			

Tab. 3. Stratigrafická tabuľka študovaného obdobia. [(upravené podľa Halouzku, 1989 a Gauthiera, 2001; s použitím kalibračného programu CalPal 2007^{online} (Danzeglocke et al., 2007)].

Neskoroglaciálne maximum (LGM = Last Glacial Maximum) (23 000 – 15 000 r. BP; 27 585 – 18 252 kal. r. BP)

Predstavuje obdobie posledného najväčšieho rozsahu ľadovcov v období 24 000 – 18 000 r. BP (28 831 až 21 713 kal. r. BP) (Markova et al., 2002). Ochladzovanie sa začalo asi pred 35 000 rokmi, ale citlivostné testy klimatických modelov ukazujú, že dokonca väčšie variácie v rozmeroch fennoškandinávského ľadovca by mali mať malý dosah na európsku klímu južne od Baltského mora (Barron a Pollard, 2002 in van Andel a Davies, 2003). Výrazné ochladenie na začiatku tohto obdobia reprezentuje Heinrichov event 2 (24 000 r. BP; 28 831 kal. r. BP), po ktorom nasledoval teplý klimatický Dansgaardov-Oeschgerov event 2 (23 398 r. BP; 28 159 kal. r. BP). Po tomto teplom výkyve nastal silný pokles teplôt. Proxy údaje indikujú silné ochladenie vo vyšších zemepisných šírkach severnej hemisféry, veľkú redukciu v oblasti boreálnych lesov (Bigelow et al., 2003) a ochladenie v Grónsku o 21 °C (Dahl-Jensen et al., 1998). V teplejších oblastiach sveta sa posledné glaciálne maximum prejavovalo extrémnymi suchami a chladom. Koniec LGM reprezentuje posledný chladný Heinrichov event 1.

Neskorý glaciál (15 000 – 10 000 r. BP; 18 252 – 11 482 kal. r. BP)

Neskorý glaciál predstavuje samý koniec würmského glaciálu. Pre toto obdobie sú charakteristické tri epizódy s chladnejším podnebí (starší, stredný a mladší dryas), prerušené relatívne teplejšími klimatickými výkyvmi (bölling = Dansgaardov-Oeschgerov event 1 a alleröd = Dansgaardov-Oeschgerov event A) (Mangerud et al., 1974).

Starší dryas (15 000 – 12 750 r. BP; 18 252 – 15 201 kal. r. BP)

Je pomenovaný podľa alpínskej tundrovej rastliny *Dryas octopetala*. Predstavuje chladné obdobie so subarktickou klímou s nízkymi zrážkami. Územie v stredných výškach bolo pokryté lesotundrou, nižšie polohy ovládala chladná step, vyššie tundra. Najvyššie polohy sú charakterizované ako arktické pustatiny. Dreviny sa vyznačovali skôr krovinatým vzrastom a boli sústredené na chránených miestach v nižšej nadmorskej výške, najmä v hlbokých údoliach vodných tokov, na južných svahoch a podobne (Jeník, 1995).

jednosmerným tokom energie (od slnka cez autotrofné organizmy až po dekompozítory) a výmenou informácií. Ďalšími dôležitými znakmi ekosystémov sú neustály vývoj a samoregulácia, ktorá podmieňuje stabilitu ekosystému. Stabilitu ekosystému zaisťujú dva základné princípy: Liebigov zákon minima (Liebig, 1840) (život organizmu je limitovaný tým prvkom, ktorý je v minime) a Shelfordov zákon tolerancie (Shelford, 1913) (každý druh je schopný tolerovať určité rozpätie niektorého faktora). Za ekosystém možno považovať celú biosféru, les, rašelinisko, skalnú step, rieku, more, ale aj malú vodnú nádrž, alebo dokonca akvárium. Z toho vyplýva, že ekosystém nie je definovaný svojou veľkosťou, ale predmetom záujmu.

Štruktúru a funkciu ekosystému kontroluje množstvo biotických a abiotických faktorov pôsobiacich buď jednotlivito, alebo kombinovane. Úloha viacnásobných faktorov pri kontrolnej funkcii ekosystému bola opísaná už dávnejšie. Vývoj ekosystému v priebehu kvartéru mal veľmi komplikovaný priebeh. Rýchle (v zmysle geológie) a kontinuálne klimatické zmeny počas tohto obdobia vyvolávali zmeny v prírodných podmienkach a dostupnosti biotopov pre faunu a flóru (napr. Jenny, 1941; Billings, 1952; Reichle, 1981; Chapin et al., 1996).

Každý ekosystém sa skladá z abiotických a biotických funkčných zložiek. V ďalšej stati bližšie rozoberáme len tie z nich, ktoré majú pri rekonštrukcii vývoja prírodného prostredia najväčší význam.

Hlavné abiotické činitele ekosystému

Abiotické činitele ekosystému predstavujú všetky nežijúce chemické alebo fyzikálne faktory prostredia. Zameriame sa na tie, ktoré z hľadiska nášho pohľadu na vývoj ekosystému na konci pleistocénu a začiatku holocénu majú najväčší význam.

Klíma

Klíma (podnebie) predstavuje „priemerné počasie“ – priemernú teplotu, tlak, rýchlosť a variabilitu vetra, zrážky, evaporáciu a sezónne variácie týchto parametrov v rámci určitého územia na zemi. Významnú úlohu pri utváraní podnebia majú tzv. nepremenné, invariantné faktory a podmienky: zemepisná šírka, poloha vzhľadom na oceán, reliéf, nadmorská výška a ráz aktívneho povrchu. V atmosfére však neustále prebiehajú fyzikálne procesy, ktorých vplyv sa prejavuje advekciou a prevládaním určitých typov vzduchových hmôt a vznikom poveternostných situácií. Tieto faktory vychádzajú z okamžitého stavu atmosféry a považujeme ich za dynamické – premenné. Územie Moravy a Slovenskej republiky sa nachádza v miernom klimatickom pásme (www.chmi.cz/meteo/ok/atlas/uvod.html).

Teplota

Medzi najvýznamnejšie metódy zisťovania paleotepelných indikátorov patria predovšetkým analýzy fauny (stavovcov, ulitníkov, článkonožcov), peľových údajov, aminokyselín, ľadovcových jadier, jazerných sedimentov, periglaciálnych zmien, teploty morskej hladiny a stabil-

ných izotopových údajov (Lowe a Walker, 1997). Pri skúmaní vývoja prírodného prostredia je veľmi podstatné rozlíšiť nielen priemerné ročné zrážky, ale aj rozdelenie zrážok v priebehu roka počas jednotlivých mesiacov. Globálna priemerná paleoteplota počas glaciálnych maxím za posledných 800 000 rokov bola o 5 °C nižšia ako dnešné priemerné ročné hodnoty (~ 15 °C). Teploty počas interglaciálnych období (vrátane súčasného) boli o 1 – 3 °C vyššie ako dnešné. Klíma počas glaciálov nebola len chladnejšia, ale aj suchšia, veternejšia, a teda prašnejšia. Nižšia teplota redukovala evaporačnú rýchlosť nad oceánmi a väčšie termálne gradienty medzi rovníkom a pólmi umožnili vetru dosiahnuť väčšiu rýchlosť ako v súčasnosti. Púštne oblasti boli oveľa rozsiahlejšie a pieskové duny v nich boli oveľa väčšie ako dnes (Wilson, 2000).

Zrážky

Zrážky dopadajúce na zemský povrch sa vyskytujú v rôznych formách: tekuté (mrholenie a dážď), mrznúce (mrznúce mrholenie a dážď) a tuhé (sneh, krúpy a ľadové kryštály). Rozpínanie ľadovcov na severnom a južnom póle nebolo sprevádzané jednoduchým zužovaním klimatických pásov medzi nimi. Pre glaciálne a interglaciálne cykly boli charakteristické výrazne odlišné podmienky. Klíma počas glaciálov bola chladnejšia a suchšia a počas interglaciálov teplejšia a vlhkejšia (Wilson, 2000). Pre vývoj ekosystému sú dôležité nielen priemerné ročné zrážky, ale aj rozdelenie zrážok počas roka.

Sedimenty

Klimatické zmeny počas kvartéru boli príčinou vzniku rôznych typov sedimentov uložených v glaciálnych, periglaciálnych alebo miernych prírodných podmienkach. Medzi najdôležitejšie typy sedimentov patria: 1. ľadovcové (glacigénne) sedimenty – morénové, glacialimnické a glacialfluviálne, 2. sedimenty nezaľadnených (extraglaciálnych) oblastí – fluviálne, jazerné, močiarné, rašelinné, deluviálne, deluviálno-fluviálne, proluviálne a eolické, sladkovodné vápence a výplne krasových dutín (Vaškovský, 1977). Sedimentárny vývoj na území Moravy a Slovenskej republiky je bližšie opísaný v stati *Vývoj prostredia študovaných oblastí z hľadiska priestoru a času*.

Permafrost

Permafrost predstavuje dlhodobu zamrznutú povrchovú oblasť (s priemernou ročnou teplotou nižšou ako 0 °C alebo okolo nuly), v ktorých doba zamrznutia je dva roky a viac. Je to oblasť s trvalo zamrznutou pôdnou vodou, bez rastlinného porastu alebo s minimálnym porastom. Hrubá vrstva povrchového zaľadnenia nie je nevyhnutnou zložkou permafrostu. Vznik permafrostu závisí najmä od lokálnych klimatických podmienok, ale aj od vlastností pôdnej vrstvy a pokrytia vegetáciou. Na to, aby sa vytvorila trvalo zamrznutá vrstva, je potrebná priemerná ročná teplota okolo –5 °C. Pri vyššej teplote (okolo 0 °C) zamrznutá vrstva nie je trvalá a tvorí tzv. prerošovaný permafrost. Vrchná vrstva sa v letných mesiacoch roztápa (1 až 4 metre), čo umožňuje rast vegetácie. Táto činná vrstva per-

mafrostu sa v lete pohybuje už pri veľmi nízkom sklone – vzniká soliflukcia. Rozšírenie permafrostu závisí od zmien klímy. V súčasnosti je trvalo zamrznutých a/alebo pokrytých ľadovcami asi 20 % povrchu zeme (trvalo zamrznuté sú 4/5 povrchu Aljašky a 2/3 povrchu Sibíri). Hrúbka premrznutia je variabilná, v oblastiach s drsnými klimatickými podmienkami je značne veľká [Barrow (Aljaška) – 400 m, Prudhoe Bay (Aljaška) – 600 m, kanadské arktické ostrovy – 726 m, najväčšia hrúbka je v panve riek Lena a Jana na Sibíri – 1 493 m]. Permafrost je viac rozšírený na severnej pologuli (Aljaška, sever Kanady, Sibír a niektoré regióny Škandinávie) ako na južnej (väčšinu polárnych oblastí tvorí more a Antarktída je skôr pokrytá ľadom ako zamrznutou pôdou) <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/FrozenSoils/>; http://gsc.nrcan.gc.ca/permafrost/index_e.php; Horník, 1986; Wilson, 2000).

Detailnejšie informácie o permafroste Európy sú uvedené v stati *Globálne zmeny prostredia strednej Európy počas študovanej časti würmského glaciálu – permafrost*.

Kolobeh CO₂

Veľmi presná a jednoznačná metóda na rekonštrukciu evolúcie koncentrácie atmosférického oxidu uhličitého (CO₂) v minulosti je analýza vzduchu extrahovaného z polárnych ľadovcových jadier. Záznamy z antarktických ľadovcových jadier v súčasnosti zaznamenávajú obdobie viac ako 740 000 r. BP (EPICA members, 2004). Hlavným zdrojom a „konzumentom“ atmosférického CO₂ v tisícročnej škále je terestrická biosféra a oceány (Stauffer, 2007).

Prechod z posledného glaciálu do holocénu sprevádzal nárast koncentrácie atmosférického CO₂ o 40 %. Priemerné hodnoty okolo 189 ppm v období od približne 18 100 do 17 000 r. BP vzrástli v období 11 100 až 10 500 r. BP na hodnoty okolo 265 ppm (Monnin et al., 2001).

Záznam koncentrácie atmosférického CO₂ počas holocénu ukazuje, že uhlíkový cyklus počas holocénu nebol stabilný. Koncentrácia CO₂ 268 ppm z obdobia pred 10 500 rokmi sa do obdobia pred 8 200 r. BP znížila na 260 ppm. Po tomto úbytku nasledoval takmer lineárny nárast z 260 ppm na približne 280 ppm na začiatku posledného tisícročia (Indermühle et al., 1999).

Kolobeh CH₄

Zistenie pomerov CH₄ v období kvartéru je možné len na základe meraní bublín zachytených v polárnych ľadovcoch [na rozdiel od zisťovania obsahu oxidu uhličitého v minulosti, ktoré je možné aj na základe merania izotopových pomerov z organických zlúčenín v močiaroch alebo oceánskych sedimentoch (Campen et al., 2003)]. Polárne ľadovcové jadrá zahŕňajú záznam CH₄ za posledných 650 000 rokov (Spahni et al., 2005).

Počas teplotného minima posledného glaciálneho maxima sa v hodnotách metánu nezaznamenal žiadny výrazný gradient. Otepľovanie na konci posledného glaciálu bolo spojené s najväčším nárastom atmosférického CH₄ od čias posledného zaľadnenia. Medzi 17 000 a 20 000 r. BP sa zaznamenali priemerné hodnoty okolo 365 ppbv a medzi

11 500 až 9 500 r. BP priemerné hodnoty okolo 718 ppbv (Dallenbach et al., 2000).

Záznamy z antarktických a grónskych ľadovcových jadier (Blunier et al., 1995; Brook et al., 1999) zaznamenávajú metánové vrcholy s priemernou hodnotou okolo 700 ppbv počas spodného holocénu (10 000 – 11 500 r. BP) a počas posledného tisícročia. V medziobdobí vykazujú záznamy nízke hodnoty, s minimom okolo 570 ppbv umiestneným v období pred 5 200 r. BP. V období okolo 8 200 r. BP sa zaznamenalo zníženie trvajúce okolo 300 rokov. Bolo synchronne s náhlym chladným eventom zaznamenaným v tom čase na severnej hemisfére (Spahni et al., 2003).

Kolobeh O₂

Stratigrafia kvartéru s detailným zameraním na obdobie od 31 000 do 4 700 r. BP (35 038 – 5 545 kal. r. BP) v Európe je vyjadrená v kyslíkovej izotopovej stratigrafii a na obrázku 1.

Hlavné biotické činitele ekosystému

Biotické činitele ekosystému predstavujú žijúce organizmy: producenti (autotrofné organizmy – rastliny), konzumenti (heterotrofné organizmy – mäsožravé a bylinožravé živočíchy, parazity a predátoři) a dekompozítory (rozkladáče – heterotrofné organizmy, najmä huby a mikroorganizmy).

V tomto článku využívame informácie a údaje o fosílnych organizmoch a porovnávame ich s ich žijúcimi ekvivalentmi alebo podobnými druhmi. Pre výskum a rekonštrukciu ekosystému je potrebné štúdium tak fytopaleontologických, ako aj zoopaleontologických nálezov. Pri štúdiu makrofosílií a mikrofosílií a následnej rekonštrukcii paleoprostredia je potrebné uvedomiť si, že fosílné zvyšky (oryktocenóza) nepredstavujú celkové množstvo kedysi žijúcich organizmov v danom časovom období, ale len jeho nepatrnú časť. Pri rekonštrukcii fosílnych ekosystémov je veľmi dôležité pochopiť paleobiológiu fosílnych zoskupení (vzájomné vzťahy medzi organizmami a medzi organizmami a prostredím, v ktorom žijú). V súčasnosti sa zväčšuje počet interdisciplinárnych výskumov, v ktorých je rekonštrukcia fosílného prírodného prostredia založená na integrácii dôkazov z viacerých rozličných zdrojov (napr. z peľových analýz, rastlinných makrofosílií, stavovcov, hmyzu a podobne). Na vytvorenie rozumných interpretácií na základe fosílnych spoločenstiev je nevyhnutné poznať aj princípy modernej ekológie (Lowe a Walker, 1997).

Fytopaleontológia

1. Palynológia. – Zaoberá sa štúdiom semien, spór, výtrusov a peľu (tak fosilizovaných, ako aj recentných) a štúdiom „protoropných“ organických zvyškov (kerogénu) nachádzajúcich sa v sedimentoch. Extrahované vzorky sa mikroskopicky skúmajú a po identifikácii sa zostavujú peľové diagramy. Slúžia na evidenciu rozšírenia vegetácie, štúdium klimatických zmien, taxonomické a evolučné

výskumy, stratigrafiu, alergické štúdie, ako aj na štúdium antropogénnych vplyvov na životné prostredie. Poznatky palynologického výskumu sa využívajú v mnohých príbuzných odboroch (geológii, botanike, paleontológii, archeológii, pedológii, geografii...).

2. Analýza rastlinných makrofosílií (dreva, listov, semien, ovocia...). – Poskytuje nezávislé a hodnotné informácie, využívané predovšetkým na rekonštrukciu vegetačného krytu, environmentálnych podmienok alebo klimatických zmien či na stratigrafiu (Lowe a Walker, 1997).

Zoopaleontológia

1. Hmyz. – Poskytuje významné informácie pri štúdiu paleoprostredia, predovšetkým klimatických zmien, paleoekológie a stratigrafie.

2. Mäkkýše. – Predstavujú najrozšírenejšie fosilne zvyšky v terestrických sedimentoch kvartéru. Využívajú sa ako paleoklimatické a paleoenvironmentálne indikátory lokálneho paleoprostredia.

3. Ostrakódy. – Poskytujú významné informácie predovšetkým o paleoprostredí, stratigrafii, paleoteplote vody, paleosalinite a paleobotanometrii. Sú hodnotným zdrojom informácií predovšetkým v oblastiach, kde chýbajú foraminifery (Whatley, 1993).

4. Foraminifery, rádiolárie a kokolity. – Predstavujú dôležité nástroje na rekonštrukciu paleoceanografie, regionálnych a globálnych paleoklimatických rekonštrukcií a stratigrafie (Lowe a Walker, 1997).

5. Stavovce. – Predstavujú významné zdroje informácií o paleoprostredí, paleoklíme, stratigrafii, vegetačnom kryte, ekológii, paleopotrave zvierat a ľudí. Na výskum sa využívajú všetky časti tiel stavovcov [kosti, zuby, parohy, rohy, srst', múmie, koprolity, mäkké tkanivá (napr. Klein a Cruz-Urbe, 1984; Churcher a Wilson, 1990)].

Materiál a metodika spracovania

Študované oblasti

Na interpretáciu a následnú rekonštrukciu prírodného prostredia na hranici posledného glaciálu a holocénu bolo nesmierne dôležité získať a spracovať čo najviac informácií zo sedimentologických, paleobotanických, faunistických, archeologických a klimatologických výskumov. V jednotlivých prácach sa však stretávame s rôznym stupňom vyjadrenia informácií a získané údaje nemajú rovnakú výpovednú hodnotu. Často (najmä v prácach zo staršieho obdobia) chýba presnejšie časové zaradenie alebo datovanie skúmaných sedimentov, nálezov, vrstiev, lokalít... Často sa stretávame s nedostatkom informácií o jednotlivých oblastiach. Ucelené informácie chýbajú aj z niektorých časových období (napr. z obdobia vrcholu posledného glaciálneho maxima). Musil (2002a) uvádza, že pokiaľ ide o faunu, aj navzdory veľkému množstvu lokalít stále ide skôr o jednoduchý zoznam zvierat, ktorý možno len veľmi ťažko časovo porovnávať medzi jednotlivými lokalitami. Táto situácia je spôsobená jednak tým, že väčšinou išlo o výskumy z dávnejších čias, ktoré aj navzdory všetkému úsiliu vtedajších odborníkov nezodpo-

vedajú dnešným pracovným metódam, jednak tým, že osídlenie vtedajšími paleolitickými ľuďmi trvalo omnoho kratšie než doba, keď boli jaskyne obývané zvieratami bez prítomnosti človeka. Možno jedinou výnimkou sú magdalénienske kultúrne vrstvy, ktoré poukazujú väčšinou nielen na dlhšiu prítomnosť ľudí, ale aj na ich väčší počet na lokalite. Preto sme sa v práci snažili zosúladiť všetky získané údaje a získať z nich maximum informácií. Využívali sme práce domácich aj zahraničných autorov, ako aj priame konzultácie s odborníkmi z rôznych vedeckých oblastí a krajín. V práci kladieme veľký dôraz na interdisciplinárne štúdium kvartéru. Všetky syntetické údaje sú doplnené o analýzy a rekonštrukcie prírodného prostredia na základe štúdia mikroštruktúr klov chobotnatcov a dentálneho cementu medved'ov a izotopových analýz biominerálov.

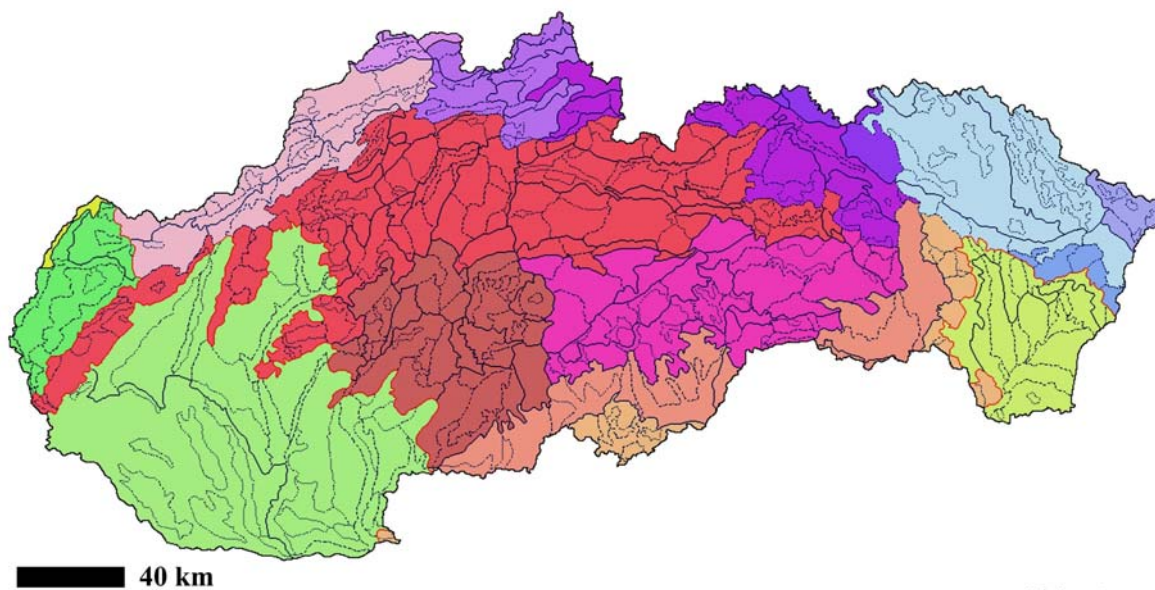
Študované oblasti sa v práci členia na základe geomorfologického členenia Slovenskej republiky podľa Mazúra a Lukniša (1980) (obr. 4) a Českej republiky podľa Demka (1987) a Demka a Mackovčina (2006) (obr. 5). Jednotlivé oblasti sa preberajú od západu na východ. Vývoj prírody v jednotlivých študovaných oblastiach sa začína klimatickými pomermi danej oblasti v danom časovom období, charakteristickým sedimentárnym, floristickým a faunistickým vývojom a je zakončený časťou o ľudských kultúrach. Jednotlivé študované oblasti sa delia na nížiny (Juhomoravská panva, Záhorská nížina, Podunajská nížina a Východoslovenská nížina), stredohorské oblasti a kotliny (vonkajšie karpatské znížiny, Považské podolie a Dolnovážska niva, Podtatranská kotlina) a horské a krasové oblasti (jesenícka oblasť, východná časť Českomoravskej vrchoviny, Brněnská vrchovina, vonkajšie Západné Karpaty, Malé Karpaty, Tatry, Nízke Tatry, Veľká Fatra, podhŕľno-magurská oblasť, Východné Beskydy, Nízke Beskydy a Slovenské rudohorie).

Slovensko

Územie Slovenska sa rozkladá medzi 16° 50' až 22° 34' severnej zemepisnej dĺžky. Toto dĺžkové rozpätie sa prejavuje v prehlbovaní kontinentality podnebia od západu na východ. Šírkové rozpätie krajiny (47° 44' až 49° 37' severnej zemepisnej šírky) zapríčiňuje len nepatrné rozdiely v uhle dopadu slnečných lúčov. Podnebie Slovenska sa nachádza na rozmedzí medzi kontinentálnym a oceánskym (Lukniš et al., 1972). Podľa Köppena (Kottek et al., 2006) hranica kontinentálneho a oceánskeho podnebia prechádza východným, resp. stredným Slovenskom. Veľké výškové rozdiely (od 95 m do 2 656 m), ako aj zložitá geologická stavba a s ňou súvisiaca orografická stavba s reliéfom podmieňujú výraznú krajinnú diferenciaciu. Slovensko na základe teploty je možné rozdeliť na 3 zóny (obr. 6):

1. Nížiny:

– nížinná podzóna s prevažujúcimi oceánskymi vplyvmi – priemerná ročná teplota je okolo 10 °C. Priemerná teplota najteplejšieho mesiaca je okolo 20 °C a teplota najchladnejšieho mesiaca neklesá v priemere pod –3 °C. Ide o Podunajskú a Záhorskú nížinu.



sústava	pod-sústava	subprovincia	oblasť	
ALPSKO - HIMALÁJSKA SÚSTAVA	ZÁPADNÉ KARPATY	VNÚTORNÉ	Slovenské rudohorie Fatransko-tatranská oblasť	
		ZÁPADNÉ	Slovenské stredohorie Lučensko-košická zníženina Matransko-slanská oblasť	
		KARPATY	Slovensko-moravské Karpaty	
		VONKAJŠIE	Západné Beskydy Stredné Beskydy Východné Beskydy Podhŕňo-magurská oblasť	
		ZÁPADNÉ		
		KARPATY		
	VÝCHODNÉ KARPATY	VNÚTORNÉ VÝCH. KARPATY	Vihorlatsko-gutinská oblasť	
		VONKAJŠIE VÝCH. KARPATY	Poloniny Nízke Beskydy	
	PANÓNSKA PANVA	MEDENSKÁ KOTLINA		Juhomoravská panva Záhorská nížina
			MALÁ DUNAJSKÁ KOTLINA	Podunajská nížina
			VEĽKÁ DUNAJSKÁ KOTLINA	Východoslovenská nížina

Obr. 4. Geomorfologické členenie Slovenskej republiky (Mazúr a Lukniš, 1980).

– nížinná podzóna s prevažujúcimi kontinentálnymi vplyvmi – priemerná ročná teplota je okolo 9 °C. Priemerná teplota najteplejšieho mesiaca je okolo 20 °C a teplota najchladnejšieho mesiaca klesá v priemere pod –3 °C. Ide o Východoslovenskú nížinu a Košickú kotlinu.

2. Kotliny:

– priemerná ročná teplota je od 5 do 8,5 °C. Priemerná teplota najteplejšieho mesiaca je v priemere medzi 15 až 18,5 °C a teplota najchladnejšieho mesiaca sa pohybuje v priemere od –3 do –6 °C.

3. Hory:

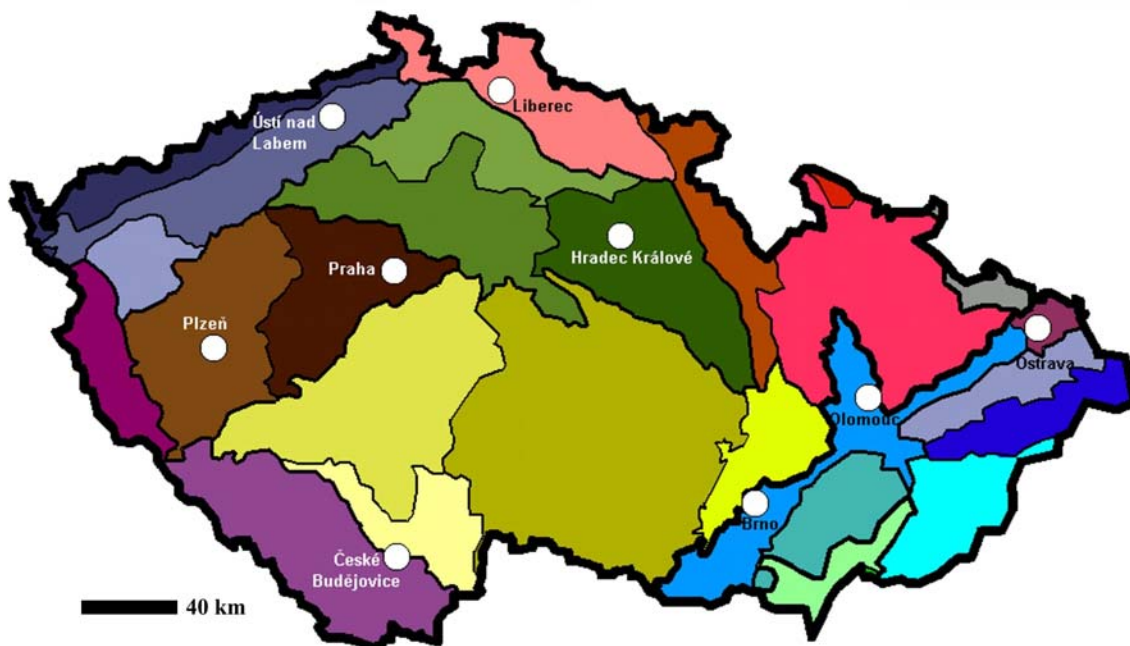
– priemerná ročná teplota je nižšia ako 5 °C. Priemerná teplota najteplejšieho mesiaca je v priemere nižšia ako 15 °C a teplota najchladnejšieho mesiaca je v priemere nižšia ako –5 °C.

Pokiaľ ide o zrážky (obr. 7), ich úhrn s rastúcou nadmorskou výškou sa zvyšuje. Najmenej zrážok je v nížinách a niektorých kotlinách (ročný priemer v Podunajskej nížine je okolo 600 mm, v Tatrách okolo 2 050 mm) (www.shmu.sk).

Najrozšírenejší pôdny typ na pahorkatinách nížin sú hnedozeme. Vďaka sa najmä na sprae. V horskej časti Slovenska sa na nekarbonátových horninách uplatňuje výrazná vertikálna diferenciacia, ktorá sa odvíja od klimatických zmien s rastúcou nadmorskou výškou. Najrozšírenejší pôdny typ nekarbonátovej horskej časti sú kambizeme. Nad lesnou hranicou, ale aj na výrazne kyslých substrátoch aj oveľa nižšie sú rozšírené podzoly. V alpínskom stupni s hojnými skalami, sutinami a silným priebehom deštruktívnych procesov všeobecne prevládajú nevyvinuté pôdy (rankery). Na karbonátových horninách, najmä na vápencoch a dolomitoch, od nízkych polôh až po vysoké polohy dominujú rozličné subtypy rendzín.

Vegetácia je bohato diferencovaná vertikálnym aj horizontálnym smerom. Na Slovensku sa vyskytuje asi 2 400 autochtónnych druhov vyšších rastlín.

Fauna predstavuje veľmi dynamickú krajinnú zložku. Na území Slovenska voľne žije asi 80 druhov cicavcov, 320 druhov vtákov, 12 druhov plazov, 16 druhov obojživelníkov, 60 druhov rýb a asi 35 000 druhov hmyzu (Lukniš et al., 1972).



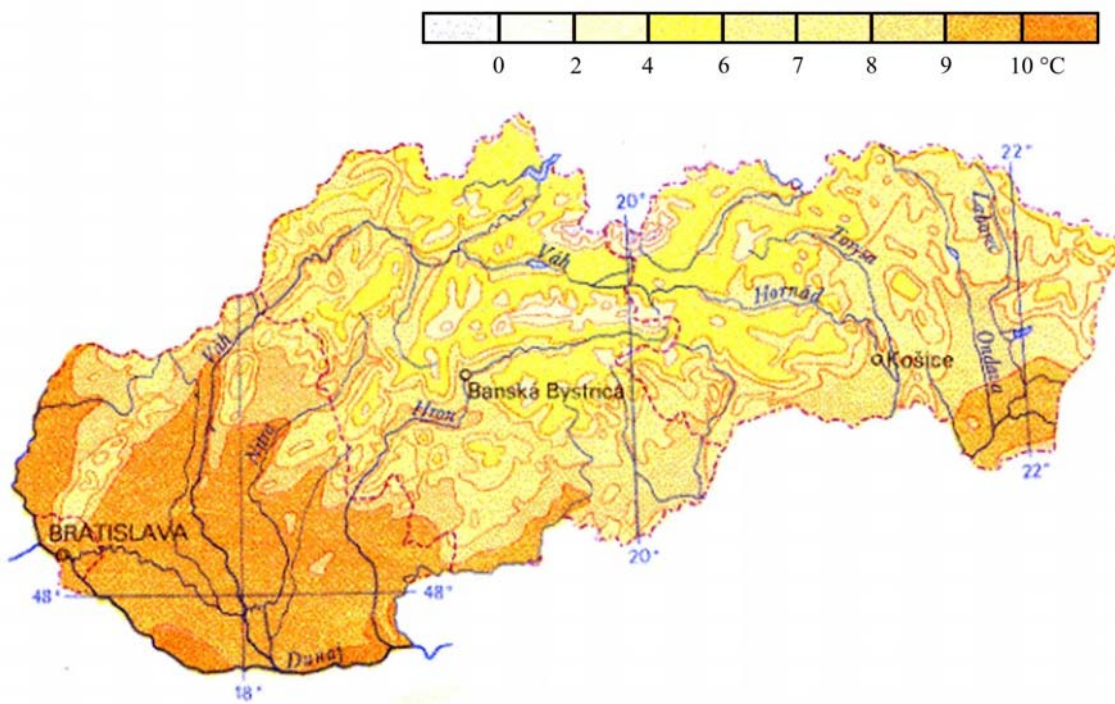
sústava	provincia	subprovincia	oblasť	
HERCYNSKÁ SÚSTAVA	ČESKÁ VYSOČINA	SUMAVSKÁ SUBPROVINCIA	Českosliezská oblasť	
		ČESKO-MORAVSKÁ SUBPROVINCIA	Šumavská hornatina	
		KRUŠNOHORSKÁ SUBPROVINCIA	Stredočeská pahorkatina	
		KRKONOŠSKO-JESENICKÁ SUBPROVINCIA	Juhočeské panvy	
		POBEROUNSKÁ SUBPROVINCIA	Českomoravská vrchovina	
		ČESKÁ TABUĽA	Brnenská vrchovina	
		STREDOEURÓPSKA NÍŽ.	Krušnohorská hornatina	
ALPSKO - HIMALÁJSKA SÚSTAVA	ZÁPADNÉ KARPATY	VONKAJŠIE KARP. ZNÍŽENINY	Podkrušnohorská oblasť	
		VONKAJŠIE ZÁPADNÉ KARPATY	Karlovarská vrchovina	
		MEDEŇSKÁ PANVA	Krkonošská oblasť	
	ZÁPADOPANÓNSKA PANVA	VEDEŇSKÁ PANVA		Orlická oblasť
				Jesenická oblasť
				Krkonoško-jesenické podhorie
		Brdská oblasť		
		Plzeňská pahorkatina		
		Severočeská tabuľa		
		Stredočeská tabuľa		
		Východočeská tabuľa		
		Sliezská nížina		
			Západné vonkajšie karpatské znížneniny	
			Severné vonkajšie karpatské znížneniny	
			Juhomoravské Karpaty	
			Stredomoravské Karpaty	
			Slovensko-moravské Karpaty	
			Západobeskydské podhorie	
			Západné Beskydy	
			Juhomoravská panva	
			Záhorská nížina	

Obr. 5. Geomorfologické členenie Českej republiky (Demek, 1987; Demek a Mackovčin, 2006). Červenými bodkami sú v tabuľke zaznačené študované oblasti.

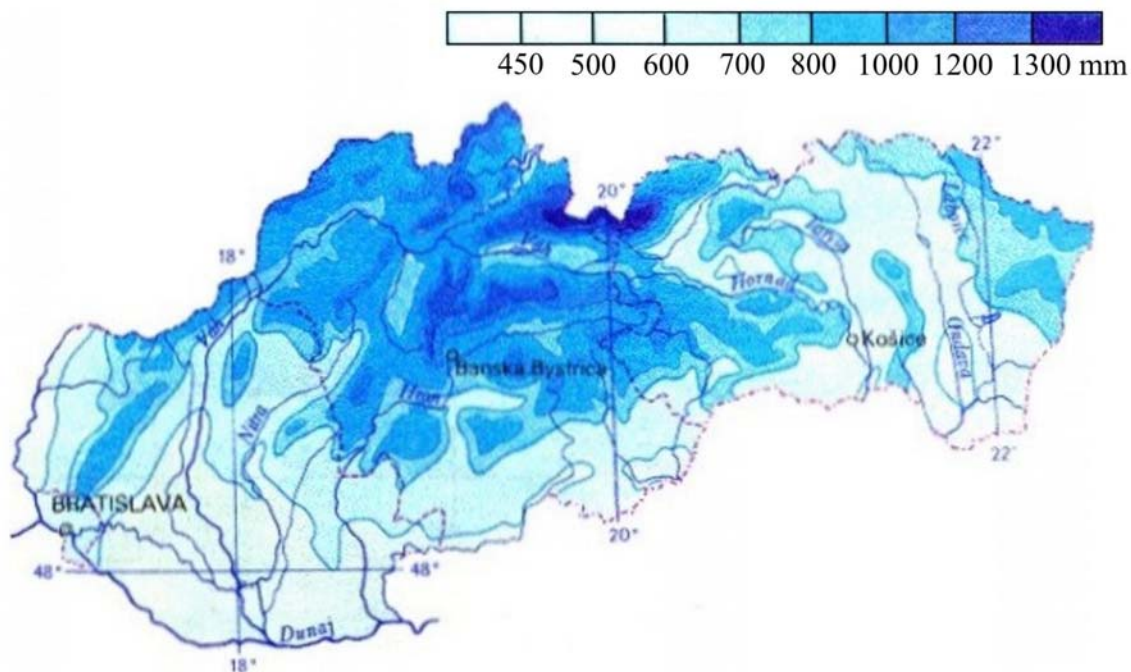
Morava

Územie Moravy sa rozkladá medzi 14° 54' až 18° 51' severnej zemepisnej dĺžky a 48° 37' až 50° 26' severnej zemepisnej šírky. Toto dĺžkové rozpätie sa prejavuje v prehľbovaní kontinentality podnebia od západu na východ. Šírkové rozpätie krajiny podobne ako na Slovensku zapríčiňuje len nepatrné rozdiely v uhle dopadu slnečných lúčov.

Podnebie sa vyznačuje vzájomným prenikaním a miešaním oceánskych a kontinentálnych vplyvov. Charakterizuje ho západné prúdenie s prevahou západných vetrov, intenzívnou cyklonálnou činnosťou a pomerne hojnými zrážkami. Prímorský vplyv sa prejavuje najmä na Morave, v Sliezsku už pribúdajú kontinentálne podnebné vplyvy. Veľký vplyv na podnebie má nadmorská výška a reliéf. Priemerná januárová teplota sa pohybuje od -7 °C na horách do 0 °C v nížinách, júlová teplota od 7 °C v najvyšších polohách hôr do 20 °C v nížinách. Priemerná ročná teplota vzduchu v Českej republike je 7,3 °C (obr. 8).



Obr. 6. Priemerná ročná teplota vzduchu [°C] v Slovenskej republike za obdobie 1901 – 1950 (www.pkrupa.szm.sk/meteorologia.htm).



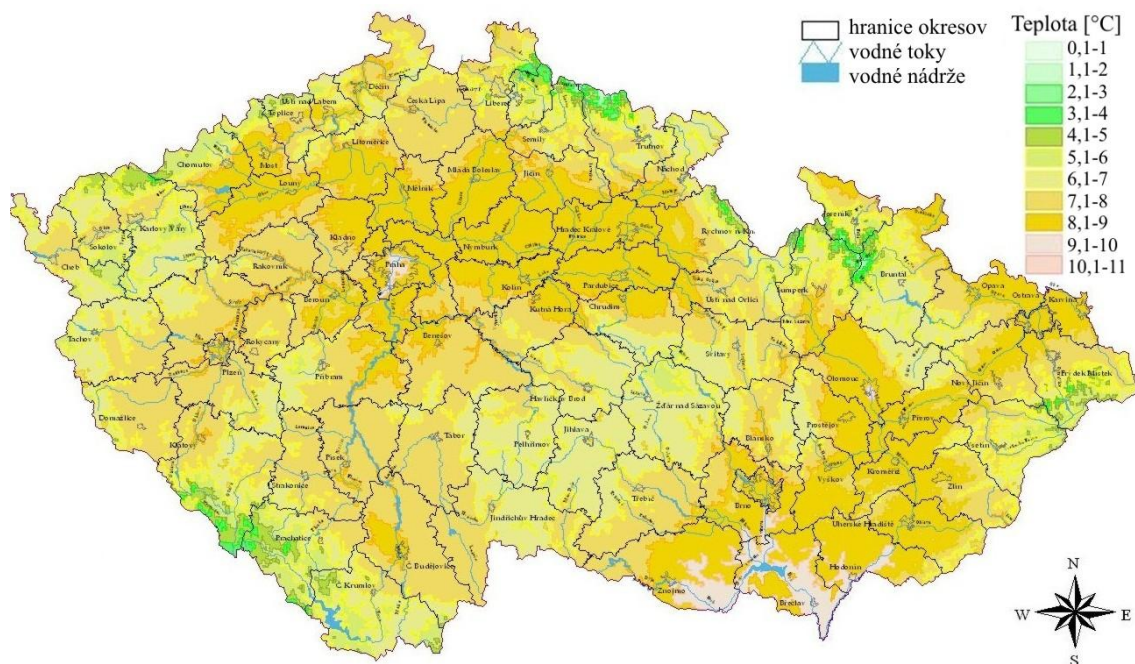
Obr. 7. Ročný priemerný úhrn zrážok [mm] v Slovenskej republike za obdobie 1901 – 1950 (www.pkrupa.szm.sk/meteorologia.htm).

Zrážky sa pohybujú v rozmedzí 400 – 1 500 mm/rok, pričom 2/3 zrážok spadnú na územie lesov (obr. 9) (www.chmu.cz).

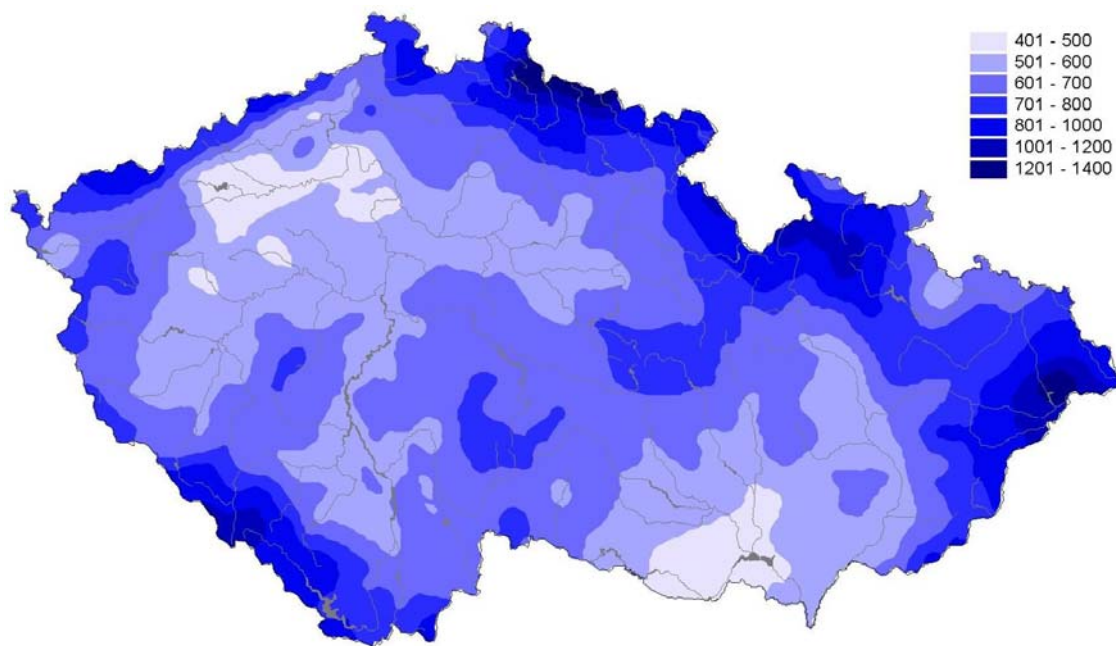
Z fyzicko-geografického hľadiska sa územie Moravy rozkladá na rozhraní dvoch horských sústav. Na západe je to Český masív a do východnej časti zasahujú Západné Karpaty.

Pôdy sa vyznačujú pomerne veľkou variabilitou. K naj-rozšírenejším typom pôd patria kambizeme.

Flóra a fauna svedčia o vzájomnom prenikaní hlavných smerov, ktorými sa v Európe šírilo rastlinstvo a živočíšstvo. Lesy, prevažne ihličnaté, zaberajú 33 % celkovej rozlohy štátu (www.czech.cz/cz/).



Obr. 8. Priemerná ročná teplota vzduchu [°C] v Českej republike za obdobie 1961 – 1990. Minimálna teplota = 0,4 °C (Sněžka), maximálna teplota = 10,1 °C (Praha-Klementinum), priemerná ročná teplota = 7,3 °C (www.chmu.cz).



Obr. 9. Normály ročných zrážkových úhrnov [mm] v Českej republike za obdobie 1961 – 1990 (www.chmu.cz).

Globálne zmeny prostredia strednej Európy počas študovanej časti würmského glaciálu

Abiotické zmeny prostredia

Sedimentárny pokryv

Väčšina publikovaných prác sa zaoberá kvartérnymi sedimentmi z genetického hľadiska. V našej práci kladíme dôraz na vývoj sedimentov na hranici pleistocén/holocén z časového hľadiska. Prechod z posledného glaciálu do holocénu prebiehal formou početných klimatických oscilácií, chladnejších suchších a teplejších vlhkejších, v prie-

behu ktorých sa pozvoľna menilo prírodné prostredie (Valoch, 1989a). To sa odrazilo aj na charaktere sedimentárneho pokryvu. Niekoľkonásobné zmeny paleoklímy v priebehu kvartéru podstatne vplývali na litologicko-faciálne zloženie kvartérnych sedimentov, na ich rozmiestnenie a podobne. Podľa intenzity a dĺžky klimatických oscilácií, ako aj podľa morfológických a geologických podmienok v jednotlivých oblastiach Slovenska a Moravy sa menila intenzita a charakter geologických procesov (Vaškovský, 1977).

Podľa prevládajúcich procesov možno kvartér na študovanom území rozdeliť na denudačné oblasti (predovšetkým morfológicky vyššie úrovne, najmä pahorkatiny

a hory) a akumulčné oblasti (predovšetkým nížiny, kotliny, úvaly a panvy; Chlupáč et al., 2002). Vývoj denudačných a akumulčných oblastí sa podstatne odlišuje a závisí predovšetkým od horninového podkladu (Český masív – karpatská sústava).

Permafrost

Pre všetky pohoria je v glaciáloch podľa Kirchnera (1983) typická prítomnosť permafrostu. Czudek (1986) uvádza: „*Vo vrchnom pleistocéne (cca 28 000 – 12 400 r. BP) mal permafrost na Morave plošné rozšírenie. Na väčšine územia Českej republiky a Slovenska začalo výrazné topenie zhora a rozpad permafrostu zrejme až v alleróde a je veľmi pravdepodobné, že jeho relikty sa zachoval v určitej hĺbke pod povrchom terénu ešte na začiatku a v niektorých územiach dokonca zhruba do polovice holocénu*“. Či už bol permafrost v našich krajinách na konci ľadovej doby rozšírený veľkoplošne alebo len lokálne, treba s ním počítať, rovnako, ako s jeho sprievodnými javmi (Jankovská, 1997). Podľa Czudeka (1997), Demka (1989) a Tyráčka (1995) mal permafrost najväčšie plošné rozšírenie v období 20 000 – 18 000 r. BP.

Najdôležitejší problém týkajúci sa permafrostu je podľa Musila (1999) jeho rozšírenie. Uvádza, že niektorí geomorfológovia dokazujú, že išlo o plošné rozšírenie po celom území, teda nielen na horách a pahorkatinách, ale aj v moravských úvaloch. Nálezy rastlinných zvyškov, teda nie iba peľ rastlín, ktorý by mohol byť zaviaty zďaleka, však ukazujú, že existencia permafrostu v údolí riek nebola v niektorých obdobiach možná. Príkladom môžu byť rastlinné zvyšky interštadiálu pavlov z Bulhar, Dolních Věstonic a Pavlova, ktoré sú najdôležitejšie, pretože pochádzajú z najchladnejšieho obdobia posledného glaciálu. Ani v tomto prípade nálezy rastlín, tak makrozvyškov, ako aj peľu, nesvedčia o permafroste v oblasti týchto lokalít, teda o jeho plošnom rozšírení. Plošné rozšírenie permafrostu musíme očakávať predovšetkým na horách a pahorkatinách, a nie v údoliach väčších riek. Toto konštatovanie je však v rozpore s mrazovými klinmi, ktoré nachádzame aj v sprašiach na okrajoch moravských úvalov. Na jednej strane existujú dreviny a niektoré druhy zvierat (napr. svište, ktoré si budujú nory až do hĺbky 5 m, čo by v prípade permafrostu nebolo možné, alebo pískavky žijúce dnes v aridných oblastiach bez permafrostu), ktoré vylučujú permafrost, na druhej strane sa vyskytujú mrazové klíny a iné mrazové javy, ktoré mu nasvedčujú. Dnes je táto otázka ťažko riešiteľná. Vznik permafrostu môže súvisieť s možným krátkym časom ich vytvárania v nasledujúcom štádiáli, alebo ide o lokálne podmienené javy súvisiace s vhodným podkladom na určitých lokalitách, ako je to aj v prípade rozšírenia drevín.

Podľa Musila (1999) všetko poukazuje na to, že permafrost nemohol mať plošné rozšírenie a jeho hrúbka, aspoň v juhomoravských úvaloch, nebola taká veľká, ako sa niekedy udáva. V tomto prípade musíme predpokladať pomerne veľké rozdiely v rastlinnom kryte, a to aj na malé vzdialenosti. Aj v pomerne malej oblasti sa mohla prejavovať veľká environmentálna diferenciácia.

Paleoteplota

Klimatické podmienky v období posledného glaciálneho maxima boli oveľa extrémnejšie ako v prechádzajúcom teplejšom období. Letná teplota vyššia ako 18 °C sa na základe simulácií vyskytovala len v mediteránnej oblasti a na sever od transeurópskej bariéry. V západnej Európe teplota sotva dosahovala 10 °C. Zimné obdobie na pobreží Atlantického oceánu a Stredozemného mora v južnom Francúzsku, na Iberskom polostrove a v západnom Taliansku bolo relatívne mierne, s teplotou okolo 4 – 6 °C. Vo vnútrozemí boli zimy veľmi chladné, s teplotou nižšou ako –8 °C, v okolí ľadových pokryvov často nižšou ako –20 °C (Barron et al., 2003).

Pre neskorý glaciál je charakteristické striedanie chladných a teplých klimatických intervalov s veľmi rýchlymi prechodmi (napr. Taylor et al., 1993; von Grafenstein et al., 1999) v priebehu niekoľkých desaťročí (Alley et al., 1993; Severinghaus a Brook, 1999).

V severozápadnej Európe sa januárová paleoteplota zvýšila viac ako o 20 °C z hodnôt medzi –25 °C a –15 °C v staršom dryase (12 700 r. BP; okolo 14 700 kal. r. BP) a mladšom dryase (okolo 10 000 r. BP; 11 500 kal. r. BP) na teploty medzi –5 °C a 5 °C (v bölingu a preboreáli). Počas júla boli zmeny menšie. Júlová teplota v severozápadnej Európe vzrástla o 3 – 5 °C, a to z 10 – 15 °C (v staršom dryase a mladšom dryase) na 13 – 17 °C (v bölingu a preboreáli). V južnej Európe bol nárast júlovej teploty menej intenzívny. Zrážky na prechode staršieho dryasu a bölingu (okolo 14 700 kal. r. BP) zostávali rovnaké. V niektorých oblastiach v období prechodu mladšieho dryasu do preboreálu (11 500 kal. r. BP) sa však zaznamenal malý nárast zrážok (Renssen a Isarin, 2001).

Na rozhraní würmského glaciálu a holocénu v priebehu 2 000 rokov v strednej Európe stúpila teplota o 10 až 12 °C (Ložek, 2001). Júlová paleoteplota od začiatku preboreálu postupne narastala od 10 °C. V období atlantiku bola teplota v porovnaní s dnešnou vyššia a globálne ročné priemerné teploty sa počas klimatického optima zvýšili o 1 °C (Velichko, 1989). Priemerná júlová paleoteplota dosahovala v atlantiku až 19 °C (Ložek, 2004).

Biotické zmeny prostredia

Vegetácia

Charakter krajiny je daný predovšetkým jej vegetačným pokryvom. Ten je výsledkom spolupôsobenia rôznych faktorov. Na prvom mieste je geologická stavba, geomorfológia a klíma. Zhruba od stredného holocénu nie sú zanedbateľné ani antropologické vplyvy, zvlášť v starých sídelných oblastiach (Jankovská, 2003). Pri rýchlych a krátkodobých klimatických osciláciách, a tie boli pre určitú časť posledného glaciálu typické, sa spoločenstvo rastlín nemohlo rýchlo adaptovať na zmenené klimatické podmienky. Vznikol tak rozpor medzi priemernou teplotou a rastlinným krytom. To sa takisto vzťahuje aj na faunu, ktorá je závislá od rastlinného krytu. Posledný glaciál sa vyznačoval veľmi nestabilnou teplotou. Išlo o veľmi rýchlo

prebiehajúce oscilácie teplej a studenej klímy, ktoré niekedy trvali len niekoľko 100 rokov, inokedy aj tisíce rokov. Veľmi krátke a ťažko postrehnuteľné klimatické oscilácie počas jednotlivých rokov až desaťročí sa dajú veľmi dobre dokumentovať na prírastkových zónach v mamutích kloch, zuboch cicavcov a izotopových analýzach dentínu a skloviny. Takéto údaje v tejto práci dopĺňajú sedimentologické, palynologické a archeologické údaje. Taký veľký počet teplotných oscilácií sa mohol lokálne prejavovať rôzne a vedie k úvahe nad tým, či je vhodná časová paralelizácia teplých období na väčšiu vzdialenosť s oblasťami s rôznou miestnou klímou (Járai-Komlódi, 1987, 2000; Kertész a Sümegi, 1999; Sümegi, 1996, 1999; Sümegi a Kertész, 1998, 2001; Sümegi et al., 2002; Willis et al., 1995, 1997, 1998).

Severná časť strednej Európy, ktorá leží v glaciáli v bezprostrednej blízkosti kontinentálneho ľadovca, sa v intenzite niektorých klimatických oscilácií odlišovala od južnej časti, ktorá je otvorená skôr do Panónskej nížiny, teda na teplejší juh. Na území Moravy panovala väčšinou skôr aridnejšia klíma (ako v západnejších častiach Európy), a to tak v glaciáloch, ako aj v interglaciáloch (Musil, 1997a).

V interštadiálnom období medzi 31 000 – 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP) bol stromovitý porast nepravidelný a nekompletný, s vysokým podielom stepnej vegetácie (Guiot et al., 1989). Také isté chladné (o 4 °C menej ako dnešný priemer) a semiaridné podmienky mohli v tom čase prevažovať vo väčšine severnej a centrálnej Európy. Podobný obraz je možné získať z jadier z hôr balkánskej oblasti (Tzedakis, 1993). Väčšina južnej Európy mohla byť suchou lesnou stepou s ojedinelými riedkymi porastmi stromov (Watts et al., 1996).

V ďalšom období medzi 23 000 – 15 000 r. BP (27 585 až 18 252 kal. r. BP) môžeme zistiť významnú zmenu v prírodných podmienkach Panónskej panvy, ktorá sa začala procesom sprašovej tvorby. Táto zmena poukazuje na značné ochladenie a vývoj chladného kontinentálneho lesostepného prostredia s tundrovitými miestami (Sümegi a Krolopp, 2002). Počas teplejšieho eventu okolo 22 000 a 23 000 kal. r. BP nastala expanzia boreálnych lesíkov so širokolistými stromami. Naznačuje to početnosť výskytu vysokých stromov, najmä *Pinus* sp. (60 – 80 %), popri vysokej hojnosti *Picea abies*, *Alnus* sp. a *Salix* sp. (Sümegi et al., 1999; Magyari et al., 1999).

Posledné neskoroglaciálne maximum bolo v strednej Európe veľmi chladné a suché. Lesy a lesíky sa takmer vôbec nevyskytovali, okrem niektorých izolovaných oblastí lesnej vegetácie. Miesto toho riedke trávnaté plochy alebo polopúšte pokrývali väčšinu južnej Európy, zatiaľ čo severnú Európu nepokrytý ľadovcovým pokryvom pokrývali kombinácie suchej otvorenej „stepnej tundry“, parkovej krajiny a lesostepi. Ľadové klíny naznačujú, že pozdĺž celej Európy až do zemepisnej šírky v oblasti stredného Francúzska sa rozprestieral permafrost. Viate piesky a veterná erózia boli v oblasti severnej a strednej Európy bežné (Adams, 1997; Adams a Faure, 1997).

Rôzne geomorfologické, zoologické, botanické a izotopové indikátory teploty naznačujú, že všetky časti Európy boli oveľa chladnejšie ako dnes (Frenzel et al., 1992). Z oblasti zemepisnej šírky na úrovni juhu až stredú Nemecka a severozápadu Ukrajiny prezentuje Frenzel (1992a) mapy, ktoré predpokladajú priemernú augustovú teplotu okolo 10 – 11 °C, porovnateľnú s dnešným pobrežím Sibíri. Zimná (februárová) priemerná teplota bola v strednom Nemecku prinajmenšom –19 °C a na väčšine Ukrajiny –27 °C. V oblasti južnej Európy vo väčšine mediteránnej zóny bola letná aj zimná teplota pravdepodobne o 8 – 10 °C nižšia ako dnes (Frenzel, 1992a, b).

Podľa Putshkova (1997) je vysoko pravdepodobné, že celé územie Európy a severnej Ázie, ktoré podľa pôvodných predpokladov malo byť pokryté bezlesou tundrovou stepou, bolo v skutočnosti parkovou krajinou. Aj v najchladnejšom období posledného glaciálu (24 000 – 18 000 r. BP; 28 831 – 21 713 kal. r. BP) na severnej Ukrajine a v centrálnej časti Ruska sa nachádzala lesostep s *Pinus* sp., *Salix* sp. a *Larix* sp. Po tomto glaciálnom maxime tam boli v období okolo 18 000 – 12 000 r. BP (21 713 až 13 971 kal. r. BP) dokázané *Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Quercus* sp. a asi aj *Fagus* sp.

Hoci súvislé lesy v tomto období neexistovali, krajina v tom čase nebola celkom bez drevín. Podstatnú úlohu hrala nielen znížená priemerná ročná teplota, ale aj menšie množstvo zrážok a lokálna klíma. Medzi 25 000 – 15 000 r. BP (29 988 – 18 252 kal. r. BP) v strednej Európe všeobecne prevládala tundrová, tundrovo-stepná a stepná vegetácia, prispôbená tak chladným zimám, ako aj suchým podmienkam. Išlo o mozaiku rozličných rastlinných spoločenstiev, ktoré sa mohli lokálne meniť. Aj v súčasnosti existujú veľké rozdiely medzi oblasťami tundry a tajgy a oblasťami strednej Európy (vyššie snečné žiarenie spôsobujúce silnejšie oteplenie; Musil, 1999).

Willis et al. (2000) analyzujú výskyt stromov v období neskoroglaciálneho maxima. Na základe drevených uhlíkov porovnaných s palynologickými údajmi z jazier predpokladajú, že stromy prežili neskoroglaciálne chladné a suché klimatické podmienky v teplejšom a humidnejšom „mikroprostredí“, v malých lesných „oázach“ podobných boreálnym typom. Carcaillet a Vernet (2001) s ich interpretáciou boreálnych lesov, založenou na ojedinelých nálezoch *Pinus silvestris*, *Pinus cembra*, *Juniperus* sp., *Betula* sp., *Picea* sp., *Larix* sp., *Salix* sp. a *Carpinus betulus*, nesúhlasia. Nálezy z Moravských lokalít [napr. Dolní Věstonice (okolo 29 000 až 27 000 r. BP; 33 515 – 31 773 kal. r. BP: *Abies* sp., *Larix* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Juniperus* sp., *Ulmus* sp., *Salix* sp. a *Fagus* sp.) (Klíma, 1963a) a Pavlov (okolo 26 000 – 25 000 r. BP; 30 962 – 29 988 kal. r. BP: *Pinus* sp., *Abies* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Juniperus* sp. a *Larix* sp. (Musil, 2003)] však podporujú názory Willis et al. (2000).

V období mikrointerštadiálu medzi 20 000 a 18 200 kal. r. BP mierna a vlhká klimatická fáza prerušila periódu sprašovej formácie. Peľové zloženie z rôznych povodí sa líši (Willis et al., 1995; Magyari et al., 1999; Sümegi et al.,

1999). Množstvo zvyškov drevených uhlíkov (Stieber, 1967) z rôznych sprašových profilov naznačuje, že v Panónskej panve sa počas tohto krátkeho interštadiálu vyvinul prechod z lesostepi/uzavretého lesa.

Od 18 200 kal. r. BP do približne 15 000 kal. r. BP stromového porastu ubúdalo a do popredia sa dostávali *Artemisia* sp., *Helianthemum* sp., *Chenopodiaceae*, *Juniperus communis*, *Betula* sp. a *Salix* sp. Tieto druhy svedčia o veľkej expanzii kontinentálnych heliofilných rastlinných spoločenstiev. V tom istom čase zastúpenie rodu *Pinus* kleslo. Paleobotanické údaje potvrdzujú výsledky z paleoekologických analýz založených na mäkkých, ktoré indikujú vývoj a expanziu otvorenej suchej a chladnej sprašovej stepi v Panónskej panve medzi 18 200 a 15 000 kal. r. BP (Sümeği a Krolopp, 2002).

Od 15 000 kal. r. BP sa obnovilo zalesňovanie expanziou listnatých boreálnych lesov v nízkych horách a podhoroch. Niektoré nepublikované peľové údaje z centrálnej časti Panónskej panvy naznačujú expanziu miernej stepnej vegetácie do niektorých oblastí. Podľa rádiouhlíkových sedimentologických datovaní sa tvorba spraše v Panónskej panve skončila okolo 13 000 kal. r. BP (Sümeği a Krolopp, 2002). V severnej časti Maďarska v sedimentoch jazera Nagy-Mohos sa v období neskorého glaciálu peľovou analýzou zistili také dreviny ako *Larix*, *Pinus cembra*, *Picea* a pod. (Magyari et al., 1999). Takéto prvky vegetácie (dokonca aj fauny) sa tu miešali so stepnými prvkami (pozri aj Bennet et al., 1991; Willis et al., 2000; Stevart a Lister, 2001).

Krátko pred 13 000 r. BP (15 854 kal. r. BP) sa pozdĺž celej Európy prejavilo rapidné oteplenie a zvlhčenie klímy. Spoločenstvá hmyzu v sz. Európe indikujú podmienky, ktoré boli také teplé, alebo dokonca teplejšie, ako dnešné (Atkinson et al., 1987). Pozdĺž prevažnej časti Európy nastali zmeny rastlinných spoločenstiev: od suchých a chladných stepno-tundrových po stepné, s pomalým objavovaním sa lesných pokryvov. V európskom Rusku sa po teplom evente veľmi rýchlo rozšírili lesíky pozostávajúce z briez a boreálnych ihličnanov (Velichko, 1993), hoci západná Európa a Iberský polostrov zostávali po niekoľko sto rokov naďalej skôr otvorenou stepou. Severozápadná Európa ostala v období 14 000 – 13 000 r. BP (17 245 až 15 854 kal. r. BP) slabo zalesnená, s otvorenou tundrou s trpasličími kríkmi (*Juniperus* sp., *Salix* sp.) (Anderson, 1977).

Severozápadná Európa v období okolo 12 000 r. BP (13 971 kal. r. BP) ostala v podstate bez stromov, len s mozaikovitým pokryvom briez smerom ku koncu tejto periódy. Dokonca aj trpasličie kríky, ktoré sa spočiatku vyskytovali pred 12 000 r. BP, sa počas krátkeho ochladenia v staršom dryase (okolo 12 000 – 11 800 r. BP; 13 971 – 13 697 kal. r. BP) začali vytrácať (Huntley a Birks, 1983; Turner a Hannon, 1988; Velichko, 1993; Anderson, 1997). V nadväznosti na chladnejšie podmienky sa obnovila tundrová vegetácia (Guiot a Pons, 1986).

Chladná a suchá perióda mladšieho dryasu znamenala dočasné vymiznutie lesnatého krytu, ktorý sa predtým rozšíril po takmer celej Európe (severnej aj južnej). Nahradil ho suchá stepná a stepno-tundrová vegetácia (Velichko,

1993; Laval et al., 1991; Starkel, 1991). Podľa niektorých autorov (napríklad Adams a Faure, 1997) však podmienky počas mladšieho dryasu nemuseli byť v severozápadnej Európe až také drsné. Podľa týchto autorov bola väčšina Poľska a Nemecka lesnou tundrou premiešanou so stepnými elementmi. Severnejšia oblasť Poľska a Nemecka v blízkosti škandinávského ľadovcového pokryvu predstavovala krovinatú tundru. Klimatické podmienky počas väčšiny mladšieho dryasu boli suchšie ako v súčasnosti, ale nikde neboli až také suché ako počas neskoroglaciálneho maxima.

Na konci mladšieho dryasu pred 10 000 r. BP (11 482 kal. r. BP) sa do väčšiny územia Európy vrátili lesné porasty. Dokonca ešte pred 9 000 rokmi (10 203 kal. r. BP) mal lesný porast vo viacerých častiach Európy skôr otvorenejší charakter ako v súčasnosti (Starkel, 1991; Huntley a Prentice, 1993; Roberts a Wright, 1993). Od 8 000 (8 900 kal. r. BP) rokov lesné porasty nadobudli uzavretý charakter, ale s hojnejšou prítomnosťou ihličnanov ako v súčasnej východnej Európe. Na základe vegetačných a jazerných dokladov môžeme usudzovať, že v tomto období v porovnaní s dneškom v prevažnej časti centrálnej a južnej Európy dominovala daždivejšia klíma (Harrison et al., 1996).

Rekonštrukcie prírodného prostredia jasne ukazujú, že Panónsku panvu v období preboreálu až atlantiku charakterizovala pestrá environmentálna mozaika na makro-, mezaj mikroúrovni (Kertész a Sümeği, 1999, 2001; Sümeği a Kertész, 1998, 2001; Sümeği et al., 2002; Sümeği, 1996). Na makroúrovni túto mozaikovitost' ovplyvňoval styk hlavných klimatických zón: dosah kontinentality slabnuci od východu na západ, oceánity zo západu na východ, submediteranity z juhu na sever a subkarpatskej klímy v horských oblastiach. Mozaikový vzor klimatických zón a vegetačných pásov mal za následok mozaikovitost' pôdnych typov, ktoré ovplyvňovala aj silná diverzita podložia. Kultúrnu mozaikovitost' mezolitu Panónskej panvy Kertész (2002) vysvetľuje predovšetkým mozaikovitost'ou prostredia.

Fauna

Pleistocén je obdobie, v ktorom prebiehalo posledné formovanie dnešného rastlinstva aj živočíšstva. Selekcia nemohla pôsobiť dlhšie v rovnakých podmienkach, pretože to bolo obdobie silných, periodicky sa opakujúcich krátkych klimatických zmien. V priebehu pleistocénu sa stabilita neustále zmenšovala a doteraz sa stále ešte zmenšuje. Fauna dnešnej strednej Európy je výsledkom mnohých procesov: vznik nových druhov alebo rodov – najmä fylogenetický vývoj, vymieranie niektorých druhov alebo rodov, migrácia a imigrácia zvierat. Základy zloženia celej fauny v holocéne sú v starom pleistocéne. Počet stabilných druhov v priebehu pleistocénu bol pomerne malý, počet vymierajúcich alebo migrujúcich druhov bol podstatne väčší. V priebehu pleistocénu môžeme pozorovať veľké zmeny v zložení živočíšneho spoločenstva, ktoré nastali jednak vplyvom zániku druhov, jednak následkom zmenšovania areálu ich rozšírenia (Musil, 1980).

Pre celú Európu bol v poslednom glaciáli charakteristický bióm, ktorý v tomto rozsahu dnes neexistuje – striedanie lesov a stepí. Jeho koniec je spojený s nástupom holocénu. Väčšina druhov mala väzbu skôr na rastlinný kryt ako na priemernú ročnú teplotu. Aridita a oceánita klímy mala väčší vplyv ako zníženie alebo zvýšenie priemernej ročnej teploty. Rozdiely v teplote neboli teda u mnohých druhov cicavcov hlavným faktorom ich rozšírenia v študovanej oblasti. Posledný glaciál mal podľa počtu druhov omnoho bohatšie faunistické spoločenstvá oproti holocénu, ktorý pre ne znamenal podstatné ochudobnenie. Hlavnou príčinou tohto ochudobnenia – aspoň v začiatkoch – nebola prítomnosť človeka (Musil, 1985). Limitujúcimi faktormi pre množstvo druhov nie je priemerná ročná teplota, ale skôr jej letné a zimné extrémny. Ak sa extrémne teploty eliminujú, potom celý rad druhov z dnešného boreálneho pásma dokáže žiť spolu s druhmi dnešného mierneho pásma (Musil, 1997a).

Stavovce

Nálezy stavovcov vrchného pleistocénu pochádzajú prevažne z kultúrnych vrstiev. Na rozdiel od ulitníkov, nepredstavujú celé spoločenstvo daného ekosystému. Aj z takéhoto nekompletného spoločenstva je možné vyvodiť dôležité závery (Musil, 2000). Guthrie (1990) tvrdí, že niektoré druhy patria skôr do diskusie o faunistickej revolúcii neskorého pleistocénu ako do diskusie o ich vyhynutí. Jasný biologický obraz druhov dostaneme, ak ich pochopíme v kontexte evolučných zmien, alebo ich prípadnú redukciu nebudeme spájať s ich vyhynutím.

Komplex neskoropleistocénnej a holocénnej fauny tvorili:

- predstavitelia veľkej mamutej fauny (*Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Ursus spelaeus*, *Megaloceros giganteus*, *Panthera spelaea*, *Crocota spelaea*);
- cicavce, ktoré vyhynuli v Európe na konci pleistocénu (*Bison* sp., *Ovibos moschatus*, *Ursus spelaeus*, *Crocota crocuta*, *Coelodonta antiquitatis*, *Panthera spelaea*);
- v podstate vyhynuté zvieratá, ktoré prežili len v určitých častiach Európy (*Equus hydruntinus* v mediteránnej oblasti);
- veľké cicavce, ktoré stále obývajú Európu, typickí zástupcovia tundry (*Rangifer tarandus*), lesov (*Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Sus scrofa*, *Lynx lynx*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Bison bonasus*, *Capreolus capreolus*), stepí (*Saiga tatarica*, *Equus* sp.) a vysokých hôr (*Capra ibex*, *Rupicapra rupicapra*);
- mikrofauna cicavcov a cicavcov obývajúcich oblasti tundry: *Dicrostonyx torquatus*, *Lemmus lemmus*, *Gulo gulo*, *Lepus timidus*, *Alopex lagopus*; stepné oblasti: *Citellus citellus*, *Cricetus cricetus*, *Ochotona pusilla*, *Spermophilus* sp.; lesy mierneho pásma, lúky a vodné plochy: *Ursus arctos*, *Ursus priscus*, *Lynx lynx*, *Martes martes*, *Martes foina*, *Lutra lutra*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Castor fiber*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, *Dama dama*, *Glis glis*, *Felis silvestris*, *Panthera leo*, *Oryctolagus cuniculus*, *Sciurus vulgaris* (Musil, 1985; Stuart a Lister, 2007).

V dôsledku rozsiahlych zmien ekologických zón sa rozmedzie faunistických komplexov podrobilo rapidným zmenám. Komplex holocénnej fauny prekonal značnú teritoriálnu expanziu (*Bison* sp., *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Equus* sp., *Capreolus capreolus*, *Alces alces*, *Vulpes vulpes*, *Castor fiber*). Lesná fauna, veľmi podobná v rámci celej Európy, sa líšila len v percentuálnom zastúpení: napr. *Alces alces* bol hojnejší vo východnej Európe, *Sus scrofa* v západnej a *Cervus elaphus* v strednej Európe Guthrie (1990).

V priebehu atlantického klimatického optima sa utvárala dnešná fauna a flóra celého územia severnej polovice Európy. Do odľadneného územia sa šírila zo stanovíšť na juhu, juhozápade a juhovýchode. Posun prebiehal pomerne rýchlo a prekonával najrôznejšie prekážky (Ložek, 2001). Druhy otvorenej krajiny ustupovali (Horáček et al., 2002).

Malakofauna

Zmeny fauny mäkkýšov v rôznych kvartérnych obdobiach nezávisia výhradne od podnebia, ale aj od zmien vlastného podkladu jednotlivých stanovíšť, t. j. od ich morfológicko-edačického vývoja. Pôsobí tu mnoho rôznych ekologických činiteľov. Sukcesie ulitníkov sa vyvíjajú paralelne s klimaticky vyvolanými sukcesiami flóry a fauny stavovcov (Mania, 1995). Nástup novej ľadovej doby vždy prebiehal v postupných vlnách, takže väčšina organizmov mala čas postupne sa sťahovať do územia, kde mohla glaciál prežiť (Ložek, 2001).

Zmeny vo faune mäkkýšov v sprasiach v období medzi 34 000 až 12 000 r. BP poukazujú na 9 paleoklimatických cyklov trvajúcich približne 1 000 až 3 000 rokov. Tieto zmeny opakovane transformovali paleoekologické podmienky a vegetáciu v Panónskej panve. Výskumy ukazujú, že vrchnowürmské prostredie bolo mozaikovitá a nehomogénne. Rôzne rastliny a zvieratá sa rozširovali z rozličných ekologických miest počas klimatických zmien, keď sa rozšírenie lesa, trávy alebo tundrovitého habitusu menilo. Druhové zloženie suchozemských slimákov zväčša závisí od mikroklimatických podmienok a faktorov miestneho stanovíšť, predovšetkým vegetačného pokryvu (Sümeği a Krolopp, 2000).

Panónska panva bola dôležitým nezaľadneným územím s nízkym reliéfom v rámci hlavného horského pásma strednej Európy (Karpáty, Alpy, Dinaridy). Predstavovala veľkú zónu zmien a migrácie medzi rozličnými paleobiogeografickými jednotkami. V neskorom pleniglaciáli je možné zrekonštruovať dva lesné typy, trávnaté krajiny a lesostep.

Oblasť Panónskej panvy má rozlohu 300 000 km². Z hľadiska geológie, topografie a vegetácie je panva veľmi zložitá. Geológia, klíma, georeliéf, vegetácia a pôdy sú také heterogénne, že sa považujú za najdôležitejší faktor prispievajúci k diverzite prevládajúcich paleoenvironmentálnych podmienok. Viac ako 15 % územia panvy bolo pokrytých pleistocénnymi sprašovými sedimentmi. V tomto regióne sa stretávajú 4 klimatické oblasti. Súčasná fauna mäkkýšov je silne ovplyvnená klímou (miestne teploty a zrážky), vegetačnými, geomorfologickými a povrcho-

vými pôdnymi podmienkami a rovnako aj ľudskou aktivitou (Sümeği a Hertelendi, 1998; Sümeği a Krolopp, 2000).

Medzi 27 000 a 25 000 kal. r. BP môžeme zistiť významnú zmenu v prírodných podmienkach, ktorá sa začala procesom vzniku sprašovej formácie. Stredoázijský kryofilno-xerofilný druh mäkkýša *Vallonia tenuilabris* imigroval do študovaného územia a bol dominantný v sv. časti územia. Druh *Columella columella*, typicky obmedzený na tundru alebo prostredie podobné tundre (Ložek, 1964; Rousseau, 1991), sa znovu objavil v niektorých častiach regiónu. Táto zmena poukazuje na značné ochladenie a vývoj chladného kontinentálneho lesostepného prostredia s tundrovitými miestami. Rádiouhlíkové a malakozoologické údaje naznačujú, že paleoklimatická a paleoekologická zmena sa prejavila paralelne s 2. úrovňou Heinrichovho eventu (Bond et al., 1993). Počas tohto chladného a suchého obdobia sa začala intenzívna prachová akumulácia a vývoj sprašových vrstiev (Pécsi, 1993). Júlová paleoteplota na severe panvy klesla na 11 – 12 °C, zatiaľ čo v južnej časti panvy prevládala júlová paleoteplota okolo 14 °C. Táto sprašová vrstva sa usadila počas jedného chladného výkyvu vo vrchnom würme. Mikroklimatické a mikroenvironmentálne podmienky boli v priaznivých reliktných miestach vhodné pre mäkkýše obývajúce mierne klimatické oblasti. Preto mohli prežiť počas týchto nepriaznivých globálnych paleoklimatických a regionálnych paleoenvironmentálnych zmien (Sümeği a Krolopp, 2002).

V období medzi 23 000 a 22 000 kal. r. BP je viditeľná nie príliš silná, ale charakteristická zmena v zložení fauny mäkkýšov. Prevalha kryofilných druhov sa znížila, zatiaľ čo množstvo mezofilných druhov jednoznačne vzrástlo. Navyše, niektoré termofilné druhy (napr. *Granaria frumentum*) sa vyskytli v sprašových profiloch v južnej časti panvy (Sümeği et al., 1999). Júlová paleoteplota vzrástla a dosiahla hodnoty 15 – 17 °C. Táto kompozičná zmena malakofauny a krátky interštadiál by mohli byť paralelné s druhou úrovňou Dansgaardovho-Oeschgerovho interštadiálu (Johnsen et al., 1992). Dominancia kryofilných, subhygrofilných a tieňomilných druhov vzrástla. Tieto kompozičné zmeny malakofauny naznačujú nárast zrážok počas vegetačného obdobia a zvýšenie humidity. Najpravdepodobnejšie vlhký a mierny interštadiálny klimatický vplyv bol príčinou opätovného zalesnenia. Tieňomilné mäkkýše sa rozšírili do rozličných oblastí (Sümeği, 1996).

Výsledky malakotermometrie (Sümeği a Krolopp, 2002) a modelových simulácií (Kuzbach a Guetter, 1986) potvrdzujú, že medzi 22 000 a 20 000 kal. r. BP prebiehal vývoj chladného klimatického vrcholu vrchného würmu. V tomto časovom úseku môžeme zistiť ďalšiu zmenu v zložení malakofauny – úbytok termofilných druhov a expanziu kryofilno-xerofilných severoázijských horských prvkov, *Vallonia tenuilabris* spolu s boreálno-alpínskou *Columella columella*. V severnej časti územia mali prevahu kryofilné mäkkýše (80 %), zatiaľ čo v južnej časti dominancia tej istej skupiny nebola až taká vysoká (40 %). Priemerná júlová paleoteplota v severnej časti panvy bola okolo 12 °C a v južnej časti okolo 14 °C. Tento kvartérny malakologický horizont datovaný rádiouhlíkovou metódou môže byť spojený s neskoroglaciálnym

ným maximom. V tomto horizonte sa zaznamenal úbytok množstva hygrofilných a subhygrofilných mäkkýšov. Okrem toho môžeme pozorovať náhly nárast dominancie mäkkýšov tolerujúcich suchu a mäkkýšov preferujúcich otvorené stanovištia. Táto kompozičná zmena indikuje vývoj suchej klimatickej fázy. Túto paleoklimatickú a paleoenvironmentálnu zmenu a utváranie chladnej a suchej klimatickej fázy dokázali prežiť aj tieňomilné a hygrofilné druhy s nízkymi dominantnými hodnotami. Tieto výsledky naznačujú prítomnosť malých oázovitých miest (reliktných miest), kde miestne vlhkosť a teplotné podmienky a vegetačný pokryv boli priaznivé pre druhy mäkkýšov obývajúcich mierne oblasti (Sümeği a Hertelendi, 1998; Willis et al., 2000).

Po poslednom glaciálnom maxime (*last glacial maximum* – LGM) nastal silný úbytok kryofilno-xerofilných, kryofilných a xerofilných mäkkýšov a mäkkýšov tolerujúcich suchu. Do Panónskej panvy expandovali hygrofilné a subhygrofilné mäkkýše a mäkkýše preferujúce miernu klímu a tieň. Podľa malakotermometra júlová paleoteplota stúpala a dosiahla 15 – 17 °C. Tieto údaje naznačujú, že júlová paleoteplota bola iba o 3 – 5 °C nižšia ako dnes. Typické lesné elementy ako *Discus ruderratus*, *Semilimax kotulai*, *Vestia turgida* a *Arianta arbustorum* sa rozšírili v severnej a východnej časti (Krolopp a Sümeği, 1990). Vzrástla dominancia tieňomilných druhov. Medzitým sa v sprašových profiloch južnej časti panvy objavili niektoré paleoilýrske (indoeurópske) mäkkýše preferujúce uzavreté lesné prostredie, ako napr. *Cochlodina laminata*, *Semilimax semilimax*, *Aegopinella ressmanni* a *Orcula dolium* (Sümeği a Hertelendi, 1998; Hum, 2000; Hum a Sümeği, 2000; Sümeği a Krolopp, 2000). Táto kompozičná zmena indikuje miernu a vlhkú klimatickú fázu a vývoj interštadiálu medzi 18 200 a 20 000 kal. r. BP.

Od 18 200 kal. r. BP môžeme znovu pozorovať vzostup dominancie kryofilných a xerofilno-kryofilných mäkkýšov ako *Pupilla sterri*, *Pupilla cf. loessica*, *Vallonia tenuilabris* a *Columella columella*. Medzitým klesal počet mäkkýšov preferujúcich miernu klímu a tieň. Tieto zmeny indikujú formovanie novej chladnej a suchej klimatickej štadiálnej fázy vyvíjajúcej sa v medzi 18 200 a 15 000 kal. r. BP. Tento štadiálny horizont môže byť spojený s Heinrichovou prvou úrovňou. Záznamy malakotermometra indikujú, že júlová paleoteplota bola medzi 12 a 15 °C.

Od 15 000 kal. r. BP postupne vymizli skutočné kryofilné mäkkýše. Ustúpili do chladných reliktných miest, ktoré sa vyvinuli vo vyšších častiach Karpát. Bola to perióda dominancie chladných rezistentných druhov, po ktorej nasledoval vo faune mäkkýšov rozmach mezofilných druhov (Sümeği a Krolopp, 2002).

Klimatické podmienky a teplotné hodnoty vykazujú dobre identifikovateľný trend. Smerom na JZ sa zaznamenali vyššie priemerné júlové paleoteploty počas teplých aj chladných období. Nižšie júlové paleoteploty sa namerali na severe a juhu. Rozdiely medzi júlovou paleoteplotou meranou v severných oblastiach a paleoteplotou v južných oblastiach boli 2 až 4 °C. Tieto hodnoty sú v súlade s júlovými teplotami pozorovanými v súčasnosti (Sümeği a Krolopp, 2002). Súčasný druhový ulitníkov obývajúcich vyššie

oblasti pohorí centrálnej Európy (bukovú a borovicovú zónu) obsadili počas vrchného würmu s. a v. časť. Boli to buď dominantné druhy, alebo druhy, ktoré expandovali do tejto oblasti pozdĺž hlavných riek tečúcich z Karpát počas tejto periódy (Deli a Sümegi, 1999; Sümegi a Krolopp, 2000).

Medzi rekonštrukciami neskorého glaciálu navrhnutými rôznymi postupmi sú veľké rozdiely. Podľa klimatického simulačného modelu prebiehalo v tom čase postupné otepľovanie. Zmeny v zložení malakofauny a údaje z datovaných ročných vrstiev jadra GISP2 však poukazujú na striedanie teplejších a chladnejších periód, a to dokonca v priebehu neskorého glaciálu. Zmeny vo faune mäkkýšov sprašových oblastí zistené rádiouhlíkovou metódou a výsledky paleogeografických interpretácií potvrdzujú najnovšie výsledky získané z rádiouhlíkových peľových analýz (Magyari et al., 1999; Sümegi et al., 1999). Výsledky peľových analýz sa čiastočne prekrývajú s malakologickými údajmi potvrdzujúcimi expanziu stromovitých oblastí a ostatnej vegetácie počas miernych humídnych periód a expanziu stepnej vegetácie v chladnejších a suchších periódach, ako naznačovali kompozičné údaje z malakofauny.

Panónsku panvu je možné považovať za širokú fluktuálnu zónu v biogeografickom zmysle, umožňujúcu expanziu paleoilýrskych, paleokarpatských, paleobalkánskych, paleokontinentálnych a boreálno-alpínskych elementov počas období s vhodnými klimatickými podmienkami. Kvôli mozaikovitej povahe environmentálnych faktorov mohli tieto elementy zaujímať len malú časť tohto vysoko heterogénneho regiónu (Sümegi a Krolopp, 2002).

Vývoj prostredia študovaných oblastí z hľadiska priestoru a času

Vývoj prostredia na území Moravy a Slovenskej republiky je rozdelený na tieto hlavné oblasti: oblasť nížin, kotlin, stredohorských, horských a krasových oblastí. Pre každú z týchto oblastí sú špecifické iné geologické, klimatické, morfológické, sedimentologické, vegetačné a faunisticke podmienky a každá z nich mala v priebehu kvartéru odlišný vývoj. Tieto oblasti sa ďalej členia na základe geomorfológie. Vývoj prostredia v jednotlivých oblastiach je opísaný chronologicky od 31 000 r. BP (35 038 kal. r. BP) do 4 700 r. BP (5 545 kal. r. BP). Vývoj poznatkov nie je postačujúci, ani zachovanie vhodných sedimentov na výskum nie je dokonalé, a preto v niektorých geomorfologických oblastiach nebolo možné rekonštruovať vývoj prostredia.

Oblasť Moravy tvorí prechod medzi karpatskou oblasťou Slovenska a hercýnskou oblasťou Čiech. Morava je veľmi dôležité územie, cez ktoré v poslednej ľadovej dobe prechádzali migrujúce stáda glaciálnej fauny a za nimi aj lovecké spoločnosti vtedajších ľudských kultúr (Jankovská, 2003). Vegetačné pomery Čiech a západnej Moravy boli aj v pleistocéne celkom odlišné od pomerov v Karpatoch. Krajina Čiech, na rozdiel od krajiny Karpát, bola bezlesná. Skôr tu možno hovoriť o brezovo-borovej

lesotundre (Jankovská, 2004). Výskumy z južnej Moravy ukázali, že aj v tomto priestore, hoci len v údoliach pozdĺž väčších riek, sa rozkladali ihličnaté lesy s vtrúsenými listnatými stromami. Trávnaté stepi sa nachádzali v nižších pahorkatinách mimo týchto údolí (Musil, 1999).

31 000 – 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP)

Toto obdobie globálne predstavuje prechodnú fázu s dlhým trvaním a množstvom klimatických výkyvov:

- výrazne chladné Heinrichove eventy H3 (okolo 31 000 r. BP) a H2 (okolo 24 000 r. BP) (Heinrich, 1988; Hemming, 2004);

- grónske štadiály GS4 (okolo 28 000 r. BP) a GS3 (okolo 25 500 r. BP);

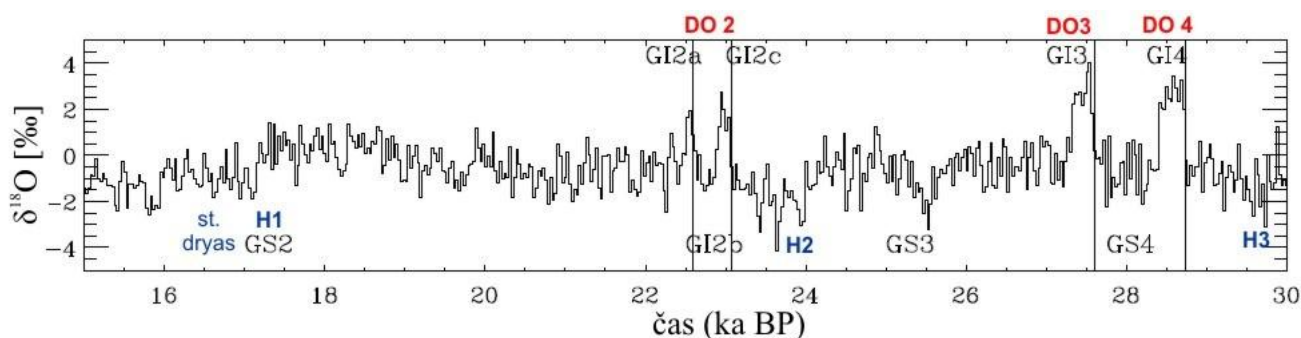
- teplé Dansgaardove-Oeschgerove eventy DO 4 (okolo 29 021 r. BP), DO 3 (okolo 27 821 r. BP) a DO 2 (okolo 23 398 r. BP) (Dansgaard et al., 1993), ktoré sa dajú korelovať s grónskymi interštadiálmi GI4, GI3 a GI2. Dansgaardov-Oeschgerov event 2 pozostáva z dvoch blízkych oddelených eventov, ktoré na základe stratigrafie podľa Walkera et al. (1999) a Björka et al. (1998) predstavujú grónsky interštadiál GI2a (mladší) a GI2c (starší), oddelené štadiálom GI2b (obr. 10).

Ide o tretiu fázu klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). Podnebie sa vcelku výrazne ochladilo, takže sa opäť rozšírila otvorená alebo polootvorená krajina, ktorá v najchladnejších úsekoch (Heinrichov event 3 a grónsky štadiál 4) nadobudla dočasne ráz až sprašovej stepi. Tieto chladné úseky však niekoľkokrát prerušili pomerne dlhé periódami teplejšieho a vlhkejšieho podnebia (Dansgaardov-Oeschgerov event 4 = grónsky interštadiál 4, Dansgaardov-Oeschgerov event 3 = grónsky interštadiál 3). V suchých teplých oblastiach sa tvorili černoziemné stepi a vo vlhkejších oblastiach (Moravský kras) tajgovité lesné formácie, v ktorých mohli žiť aj odolnejšie lesné prvky (Ložek, 1966). Po väčšinu obdobia mala krajina výrazný mozaikovitý ráz. Prevládala mierna svahová sedimentácia, v členitých skalnatých oblastiach sa tvorili stredne hrubé sutiny, často s humóznou výplňou.

Fauna mala zmiešaný ráz. Popri lesných druhoch, medzi ktorými bolo mnoho veľkých bylinožravcov, sa hojne objavovali prvky s vyšším ekologickým rozpätím (napr. *Arvicola* sp.). Subpolárne prvky sa uplatňovali len málo a dočasne, poprípade úplne chýbali.

Z hľadiska charakteru vegetácie a podnebia môžeme teplejšie fázy tohto obdobia porovnať s pomermi na dnešnom úpätí Uralu alebo na rozhraní stepi a tajgy v Kazachstane. Všeobecne však môžeme povedať, že v porovnaní s dnešnými pomermi to bolo obdobie chladné a vcelku suché, no s pomerne teplým letom (Ložek, 1976, 2002).

Po období „denekampského“ interštadiálu nasledovalo obdobie skorého pleniglaciálu (t. j. predzvesť vrcholného glaciálu), zodpovedajúce piatej fáze klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). Vyznačovalo sa chladnými klimatickými eventmi (Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) sprevádzanými teplejšími výkyvmi (grónsky štadiál 3, Dansgaardov-Oeschgerov event 2 = grónsky interštadiál



Obr. 10. Kyslíkový izotopový záznam z ľadovcového jadra GRIP z druhej polovice posledného glaciálu. Červenou farbou sú zaznačené Dansgaardove-Oeschgerove eventy (DO 2 – DO 4) (Dansgaard et al., 1993), modrou farbou Heinrichove klimatické eventy (H1 až H3) (Heinrich, 1988; Hemming, 2004) a čiernou farbou grónske štádiály (GS2 – GS4) a grónske interštádiály (GI2a – GI4) (Walker et al., 1999).

GI2c + grónsky interštádiál GI2a). Pre prvú polovicu skorého pleniglaciálu bolo typické usadzovanie „hlinopieskov“, zatiaľ čo v druhej polovici sa čoraz častejšie objavovali vložky spráše, ktoré indikujú prechod k ďalšej, sprášovej fáze. Hlinité piesky zodpovedajú významnej zmene prostredia, ktorú odhadujeme podľa súčasných analógií. Podobné usadeniny sa môžu tvoriť aj dnes, keď po dlhšom suchu príde prudký lejak, ktorý splaví pôdu z poľí. Podmienky ich tvorby počas skorého pleniglaciálu však boli natoľko drsné, že sa v nich neprejavila činnosť červov. To nasvedčuje tomu, že sa šírili formácie rázu pustej stepi, podmienené podstatným zhoršením podnebia (Ložek, 2002).

Vo vyšších polohách zodpovedajú „hlinopieskom“ sutinové formácie, v údoliach akumulácie piesčitéch štrkov (Ložek, 2002). Do druhej polovice tohto obdobia môžeme zaradiť aj silnú hĺbkovú eróziu (Ložek, 1981) spojenú so silným odnosom na svahoch, na ktorých sa významne podieľala soliflukcia. Tento proces viedol k ústupu svahov a jaskynných vchodov (Ložek, 1980). Zároveň sa na veľkých plochách rozrušil vegetačný kryt.

Fauna mäkkýšov „hlinopieskov“ pozostáva z nenáročných druhov otvorenej krajiny (Ložek, 2002).

V období od 30 000 do 20 000 r. BP (34 287 – 23 925 kal. r. BP) bola pre Moravu a Slovensko charakteristická kultúra gravettien. Dnes sa člení na fázy s odlišnou sídelnou dynamikou (podľa Svobodu et al., 2002):

- starší pavloviem na Morave (30 000 – 27 000 r. BP),
- vrcholný pavloviem na Morave (27 000 – 25 000 r. BP),
- willendorf-kostenkien (25 000 – 20 000 r. BP).

Na Morave a Slovensku boli v tomto období charakteristické rozsiahlejšie sídliská v stratigraficky výhodných polohách, obvykle v údolí riek (Svoboda et al., 2002). Tieto oblasti boli výhodné tak z hľadiska obživy, ako aj z hľadiska diaľkovej medziskupinovej komunikácie (Oliva, 2002b). Na Morave je to údolie riek Dyje, Morava, Bečva a Odra, v Čechách Vltava a Berounka, na Slovensku Váh a v Rakúsku údolie Dunaja. Na svahy riečnych údolí sa sústreďovali veľké dlhodobé sídliská aj malé stanice, v prípade ktorých by bolo možné predpokladať, že mali špecializovanú funkciu. Štyri pätiny gravettien-ských staníc (ak vezmeme do úvahy len tie nepochybné) ležia medzi vrstevnicami 200 a 250 m (Oliva, 1998). Naj-

významnejšie aglomerácie ležia v miestach, kde sa svahy kopcov blížia k rieke a zaisťujú tak prechod stádam zvierat. Takmer zo všetkých staníc sa otvára dobrý výhľad na riečne údolie. Preferencia údolného biotopu nepochybne súvisela s orientáciou na lov mamutov, ktorý sa však asi odohrával periodicky. Dokladom a akýmsi médiom spoločenskej komunikácie bol hromadný prísun kvalitných kamenných surovín. V gravettien sa prvýkrát stretávame s úplnou prevahou importovaných surovín aj tam, kde sa v blízkosti nachádzali zdroje iných vyhovujúcich surovín. Pod vplyvom zložitejších sociálnych interakcií sa plne rozvinuli prekvapujúce technické vymoženosti (vyspelá kostená industria, brúsenie kameňa, keramika, textil) a zachovali sa aj prejavy bohatého duchovného života. Okrem unikátnych umeleckých predmetov k nim patrí aj pochovávanie ľudských tel do zeme (Dolné Věstonice I a II, Pavlov I, Brno II, Předmostí). Na ústredných agregovaných sídliskách sa budovali stabilné chyže a objavovali sa pri nich rozsiahle depozície veľkých mamutích kostí. Tieto nálezy (lebký, mandibuly, kly, izolované stoličky, panvy a lopatky) z hľadiska získavania mäsa ako potravy neboli zaujímavé, a preto ich nie je možné interpretovať ako „kuchynský odpad“ (Oliva, 2002a). Až do začiatku 20. storočia existovala v Rusku veľká jesenná migrácia cicavcov. Zvieratá pritom používali každý rok tie isté cesty a na prekračovanie riek tie isté brody. Na týchto miestach ich vtedajší lovci ľahko lovili, a to po stovkách, ba aj po tisícoch (Putshkov, 1997). To isté môžeme predpokladať aj v poslednom glaciáli. Tento fakt bol veľmi významný pre vtedajších lovcov a zohrával veľkú úlohu pri umiestňovaní ich sídlisk (Musil, 1999).

Na Morave sú najvýznamnejšie tri geografické body: svahy Pavlovských kopcov nad riekou Dyje (Dolní Věstonice a Pavlov), sútok Moravy a Bečvy pri vstupe do Moravskej brány (Předmostí) a výtok Odry do Sliezska (Landek u Petřkovic) (Svoboda et al., 2002). Na severnej Morave sa okrem rozsiahlej sídelnej aglomerácie pri Petřkoviaciach nachádzajú len drobné (Kozmice), neisté alebo „kontaminované“ lokality (Hošťálkovice I a II, Opava I a II). Priemerná nadmorská výška všetkých staníc tohto regiónu je 250 m. Zhoduje sa to s ukazovateľmi pre celú Moravu – 244 m n. m. (Oliva, 1998). Lovci moravského gravettien prenikali do jaskýň len ojedinele (Svoboda et al., 2002). Valoch (1989b) odhaduje začiatok glaciálneho

postupu na obdobie okolo 27 000 r. BP (31 773 kal. r. BP). Pre jeho najskoršie fázy na centrálnej Morave bola charakteristická stepná vegetácia, ktorá podporovala široké spektrum faunistickej populácie. Fragmenty borovicových a jedľových uhlíkov a zvyšky relatívne mierneho, lesostepného faunistického spoločenstva sú spojené s gravettienom v jaskyni Kůlna (Valoch, 1989b).

Paralelná vetva gravettienoskeho osídlenia prebiehala Považím na Slovensku. V jaskyniach západného Slovenska (Dzeravá skala, Čertova pec) bolo gravettienoske osídlenie trochu intenzívnejšie (Svoboda et al., 2002). Mladopaleolitické stanice Moravany-Lopata, -Podkovicová a -Žákovská ležia v stepnej fáze pleniglaciálu a sú o niečo mladšie ako sídliská v Dolných Věstoniciach, ktoré spadajú do tundrovej fázy pleniglaciálu, úplne porušenej soliflukciou. V priebehu osídlenia v Moravanoch neprerušene prebiehala sprašová sedimentácia (Ambrož et al., 1952).

A. Nížiny

Viedenská panva (Juhomoravská panva a Záhorská nížina)



Obdobie mierneho oteplenia a zvlhčenia podnebia v chladnom prostredí studených stepí južnej Moravy sa prejavilo vznikom sivastohnedej humózneho zóny, ktorá je výsledkom mierneho zahmlenia. Oteplenie dosahovalo vrchol počas 4. a 3. Dansgaardovho-Oeschgerovho eventu s pribúdajúcimi zrážkami už v období, keď sedimentácia spraše ustávala a povrchové vrstvy udržiavali hojnejší tundrový kryt. V tejto fáze vznikol v priaznivých podmienkach vegetačný horizont s miernym nahromadením humusu. Je to „interštadiálna hnedozem“, ako ju nazýva Žebera (1943, 1949), alebo „tundrový hnedozemný pôdny typ“ podľa Pelíška et al. (1953). Podľa viacerých autorov je táto zóna v podstate nedostatočne vyvinutý pôdny typ a vznikla len pri miernom oteplení a zvlhčení podnebia v chladnom prostredí studených stepí. V tomto názore sa ale odlišuje Lais (1954). Predpokladá, najmä na základe analyzovaných profilov z Dolných Věstoníc, že sa vyvíjala pôvodne ako černoziem v miernejšom období s početnejšími zrážkami, ktorého klimatické prostredie zodpovedalo kontinentálnej stepi (Klíma, 1985).

V najchladnejších úsekoch (počas Heinrichovho eventu 3, grónskeho štadiálu 4, grónskeho štadiálu 3, Heinrichovho eventu 2 a grónskeho interštadiálu GI2b) krajina nadobudla ráz sprašovej stepi. Klimatické podmienky spolu s nedostatočným vegetačným krytom umožnili ukladanie spraši [napr. Milovice (27 220 kal. r. BP a 24 900 kal. r. BP), Svoboda et al., 2002; Dolní Věstonice III (Rajny) (okolo 26 000, 30 962 kal. r. BP; 24 560 ± 66 r. BP, 29 451

± 335 kal. r. BP), (Škrdla et al., 1996)]. Chladný náraz sa rovnako ako v iných oblastiach prejavil soliflukciou postihujúcou vrchnú časť vrstiev (Milovice, Dolní Věstonice; Klíma, 1958). Vo vlhkom prostredí s postupným ochladzovaním prebiehal proces oglejenia/pseudooglejenia povrchových vrstiev pod priamym vplyvom vody na zmrznutom podloží (Klíma, 1985). Podobnú situáciu môžeme sledovať aj v oblasti Brněnskej vrchoviny alebo Karpatských nížin. Pseudooglejenie je typické pre celú Európu. Na severnej Morave a v Poľsku sa vyskytujú typické gleje, pre južnú Moravu sú typické pseudogleje a na Slovensku nachádzame už len dekalifikované horizonty. Takáto zonácia je spôsobená ubúdaním zrážok smerom od západu na východ.

Periódou teplejšieho a vlhkejšieho podnebia interštadiálu Pavlov (počas Dansgaardovho-Oeschgerovho eventu 4 = grónsky interštadiál 4 a Dansgaardovho-Oeschgerovho eventu 3 = grónsky interštadiál 3) sa prejavila v tvorbe rašelín (Bulhary 25 675 ± 2 045 r. BP, 31 149 ± 1 984 kal. r. BP; Rybníčková a Rybníček, 1992).

Klimatické zmeny, ako aj tektonické pohyby sa prejavili v akumulácii würmských piesčitých štrkov ukladaných v dnách erozívnych údolí. Ich sedimentácia, resp. resedimentácia prechádzala z würmského glaciálu do holocénu (Havlíček, 1980; Havlíček a Zeman, 1986). Niekedy vyplňajú najvrchnejšiu časť depresií (napr. záhorská-marchegská depresia). Je zaujímavé, že fluviálne sedimenty sú tvorené predovšetkým horninami z povodia Dyje, Morava sa na ich zložení podieľa menej (Musil, 1993).

Klíma v období od 31 000 do 23 000 r. BP (35 038 až 27 585 kal. r. BP) bola kontinentálna a chladnejšia, ale nie extrémne chladná. Krajina v období chladných klimatických výkyvov (Heinrichov event 3, grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3, Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) mala charakter otvorenej trávnej stepi, tajgy a lesostepi so skupinami prevažne ihličnatých stromov. Močiarne, vodné a suchozemské rastliny dokumentujú zmenu rastlinného pokryvu od zalesnenej krajiny až po otvorenú trávnatú step. V malom množstve sa našli aj klimaticky náročnejšie dreviny ako *Ulmus* sp., *Carpinus* sp., *Quercus* sp. a iné. (Havlíček a Kovanda, 1985). Prítomnosť niektorých listnatých stromov vylučuje extrémne nízke zimné teploty. Priemerná ročná teplota bola odhadnutá na 2 – 3 °C. Predpokladá sa, že medzi vysokými letnými a nízkymi zimnými teplotami boli väčšie rozdiely. Túto situáciu dokladajú paleobotanické rozborov napr. z rašelinska Bulhary (Rybníčková a Rybníček, 1992). Pre toto obdobie existujú presne vypočítané paleoteploty (pozri tab. 4). Produktivita vegetácie bola veľmi vysoká a celkom postačujúca na výživu stád veľkých bylinožravcov (Rybníčková a Rybníček, 1991).

Na základe nálezov malakofauny mala krajina v období od 31 000 do 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP) charakter lesostepných oblastí s teplou a vlhkejšou klímou (Kernátsová, 2001). Zachovali sa spoločenstvá, ktoré majú charakter zmiešanej pupilovo-tridensovej fauny bez *Chondrula tridens*, s častým *Helicopsis striata*. Vo vlhkejšom vývoji sú časté aj taxóny *Vallonia pulchella* a *Punctum pygmaeum*. Teplejšia klíma sa striedala s chladnejšou. Dô-

kazom toho je v niektorých oblastiach zachovaný nejednoznačný (zmiešaný) charakter fauny (s *Arianta arbustorum*, *Vertigo parcedentata*, *Vallonia costata*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*, *Orcula dolium*...), poukazujúci na parkovú tajgu s priemernou teplotou okolo 0 °C (Kernátsová, 1997).

Podunajská nížina



Striedajúce sa klimatické výkyvy chladných období (Heinrichov event 3, grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3, Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) prerušených periódami vlhkejšieho a teplejšieho podnebia (Dansgaardov-Oeschgerov event 4 = grónsky interštadiál 4, Dansgaardov-Oeschgerov event 3 = GI3, Dansgaardov-Oeschgerov event 2 = grónsky interštadiál GI2c + grónsky interštadiál GI2a) sa v tejto oblasti prejavili zvetrávaním spraší, dekalifikáciou a vznikom iniciálnej hnedozeme (Bruty, Kuraľany a Biňa 1 a 3, Senec) a spraší s náznakmi pedogenézy (Biňa 2) (Šajgalík a Modlitba, 1983). Počas teplejšieho klimatického výkyvu interštadiálu pavlovien (Dansgaardov-Oeschgerov event 3 a Dansgaardov-Oeschgerov event 4) vznikali parahnedozeme alebo hnedozeme, miestami zdvojené. Zosilňujúcu činnosť vetra dokladá tenká sprašová vrstvička uprostred. Chladné klimatické výkyvy sa prejavovali soliflukciou, no nie na všetkých lokalitách je soliflukcia vyvinutá. Typickým prípadom sú Vlčkovce. Namiesto soliflukčných horizontov sú tam vyvinuté slabé dekalifikované horizonty. Soliflukčné horizonty na tejto lokalite nie sú vyvinuté preto, lebo sprašové pokryvy tu tvoria úplne rovnú tabuľu, na ktorej sa soliflukcia nemohla uplatniť (Žebera, 1962b).

Na základe nálezov malakofauny mala krajina v teplejších obdobiach charakter lesostepných oblastí s teplou a vlhkejšou klímou (Ambrož et al., 1952; Kernátsová, 2001). V chladnejších obdobiach prevládala parková tajga s priemernou teplotou okolo 0 °C (Kernátsová, 1997).

Východoslovenská nížina

Interštadiálne podmienky vo Východoslovenskej nížine počas Dansgaardových-Oeschgerových eventov 4, 3 a 2 umožnili tvorbu sprašových hlinitých zemín (napr. Snina, Tisinec pri Stropkove, Bardejov). Celkovo vlhkejšia klíma so zvýšeným množstvom atmosférických zrážok a pravdepodobne aj so zníženou teplotou, občasným zamokrovaním a vysychaním týchto pôd v období interštadiálov sa prejavila vznikom glejových podzolov, pochovaných pôdnych typov a nedostatkom CaCO₃. Chladné výkyvy počas Heinrichovho eventu 3 a Heinrichovho eventu 2 sa prejavovali



zvrstvením premiestnených hmôt, soliflukciou a tvorbou mrazových klinov [napr. pri Marhani v údolí rieky Tople; Pelíšek, 1959; Cejkov, vrstva 5 (24 800 ± 110, 29 840 ± 307 kal. r. BP; 24 240 ± 120, 29 000 ± 404 kal. r. BP; 24 130 ± 130, 28 920 ± 390 kal. r. BP; 23 820 ± 40, 28 708 ± 385 kal. r. BP; 23 440 ± 120 r. BP, 28 227 ± 199 kal. r. BP; Kaminská a Tomášková, 2004)].

B. Kotliny a stredohorské oblasti

Vývoj v karpatských kotlinách bol podľa výsledkov peľových analýz podstatne odlišný od vývoja na Morave nielen v poslednej ľadovej dobe, ale ešte v období neskorého glaciálu a v ranom holocéne. Až v mladšej časti holocénu sa tieto rozdiely zmenili. Medzi 25 000 – 15 000 r. BP (29 988 – 18 252 kal. r. BP) prevažovala tundrová, tundrovo-stepná a stepná vegetácia, adaptovaná aj na chladné zimy, aj na suché podmienky. Bola to mozaika rozličných rastlinných druhov so silnou lokálnou variáciou (Svoboda et al., 2002).

Vonkajšie karpatské znížiny



Striedajúce sa klimatické podmienky podnietili v chladných výkyvoch (Heinrichov event 3, grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3, Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) ukladanie spraší ovplyvnených soliflukciou a oglejením [Dolní Věstonice III (Rajny) (okolo 26 000 r. BP, 30 962 kal. r. BP; 24 560 ± 66 r. BP, 29 451 ± 335 kal. r. BP), Petřkovice na Landeku v Ostrave; Klíma, 1958; Předmostí I; Svoboda et al., 2002].

V období Dansgaardových-Oeschgerových eventov 4, 3 a 2 sa klíma otepľovala a zvlhčovala a umožnila vznik pôdneho horizontu studených suchých stepí (napr. Dolní Kounice; Dvořák, 1955). Fosílné pôdy sú vyvinuté v obdobných typologických varietach aj v extraglaciálnej oblasti, a preto predstavujú významné stratigrafické horizonty. V extraglaciálnej oblasti Hornomoravského úvalu a Moravskej brány bol sedimentačný, denudačný a pôdotvorný cyklus podobný ako v Ostravskej glaciénnej pan-

ve, pretože tá bola v tomto časovom úseku tiež len extraglaciálnou oblasťou (Macoun, 1962, 1982; Macoun et al., 1965; Havlíček a Macoun, 2002).

Klíma bola ešte pomerne teplá a zrejme aj vlhkejšia oproti predchádzajúcim úsekom interpleniglaciálu. Dovedávajú to paleobotanické a archeozoologické analýzy (napr. z Dolných Věstoníc I a II, Předmostí a Pavlova). Okolo údolí riek a nad nimi rástli v tom čase lesné porasty (napr. nálezy z kultúrnej vrstvy pavlovienu z Dolných Věstoníc z obdobia okolo 29 000 – 27 000 r. BP (33 515 až 31 773 kal. r. BP) (Klíma, 1963a), Pavlova z obdobia okolo 25 000 r. BP (29 988 kal. r. BP) (Musil, 2003) alebo Bulhar z obdobia okolo 26 675 r. BP (31 537 kal. r. BP) (Rybničková a Rybniček, 1991).

Považské podolie a Dolnovážska niva



Interštadiálne podmienky v Považskom podolí a Dolnovážskej nive sa prejavili celým radom klimatických výkyvov sprevádzaných ochladením klímy (Heinrichov event 3, grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3, Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) striedajúcich sa s teplejšími a vlhkejšími periódami (Dansgaardove-Oeschgerove eventy 4, 3 a 2). To umožnilo postupné šírenie otvorených a poloopených priestranstiev v chladných obdobiach. V najchladnejších úsekoch, teda počas Heinrichovho event 3, grónskeho štadiálu 4, grónskeho štadiálu 3, Heinrichovho event 2 a grónskeho interštadiálu GI2b, sa vytvárala sprašová step (napr. Moravany nad Váhom; Ambrož et al., 1952). Sprašovú sedimentáciu počas tohto obdobia často prerušovala trochu teplejšia, ale nie príliš humídna klíma a umožnila tvorbou pôd (Lúka a Mnešice).

V období približne od 30 000 do 29 000 r. BP (34 287 až 33 515 kal. r. BP) mala krajina charakter parkovej tajgy s priemernou ročnou teplotou okolo 0 °C. Dokladá to výskyt malakofauny, predstavujúci prevažne mezofilné, stredne vlhkomilné druhy, ale s väčším počtom druhov žijúcich v lesnom a kríkovom prostredí.

V ďalšom období od 26 000 do 24 000 r. BP (30 962 až 28 831 kal. r. BP) prevládala studená klíma s možnosťou vzniku vlhkejších stanovišť. Vo všeobecnosti však panovali trochu miernejšie podmienky a vyskytovalo sa viac tienistých stanovišť ako v období okolo 23 000 r. BP (27 585 kal. r. BP). Túto situáciu dokumentuje malakofauna, pozostávajúca predovšetkým z mezofilných, stredne vlhkomilných druhov. V severnejších oblastiach bola krajina otvorená, prevažne bez drevín.

Obdobie okolo 23 000 r. BP (27 585 kal. r. BP) je charakterizované na základe malakofauny ako otvorené, s množstvom mezofilných druhov (Kernátsová, 1997).

Paleoklimatický a paleoenvironmentálny vývoj tohto obdobia je najlepšie zachytený v sedimentárnych sekvenciách na lokalitách v Banke pri Piešťanoch, Moravanoch-Novínach, Moravanoch-Lopate II a Moravanoch-Žákovskej (Hromada a Kozłowski – eds., 1995; Kozłowski – ed., 1998; Pawlikowski et al., 1998a, b; Kozłowski – ed., 2000) a v Trenčianskych Bohuslaviciach (25 600 – 23 000 r. BP; 31 296 – 27 585 kal. r. BP) (Holec a Kernátsová, 1997; Svoboda et al., 2002).

C. Horské a krasové oblasti

V horách, vrchovinách a ich okrajových častiach počas všetkých období (na Slovensku aj na Morave) vznikali deluviálne sedimenty. Miestami v nich nachádzame aj pochované pôdy, niekedy sa nachádzajú pod sprašovými hlinami (Holánek, 1957; Czudek, 1986). Líšia sa tým, že svahoviny pochádzajúce z interglaciálov alebo interštadiálov bývajú humózne, hrubo balvanovité, so skorodovaným povrchom horninových úlomkov, často druhotne porušené soliflukciou v nasledujúcich ľadových obdobiach. Štadiálne svahoviny bývajú drobnoklastické, zložené z ostrohraných úlomkov, často bez hlinitej základnej hmoty. Pri ich vzniku sa uplatnila soliflukcia, obvyčajne veľmi značne. Naproti tomu, holocénne sedimenty, prevažne humózne, sa vyznačujú tým, že na nich sa soliflukcia vôbec neprejavila (Ložek, 1951; Chlupáč et al., 2002).

Brněnská vrchovina



Aj v Brněnskej vrchovine sa klimatické podmienky tohto obdobia prejavili dlhým trvaním, s množstvom klimatických výkyvov. Pre chladné obdobie v čase medzi 27 000 – 24 000 r. BP (31 773 – 28 831 kal. r. BP) (grónsky štadiál 3 a Heinrichov event 2) je charakteristické ukladanie spraší. Svedčia o tom profily napr. z Obřan, Bílovic nad Svitavou (Musil et al., 1955) a Jindřichova. Často dochádzalo k soliflukcii, ktorá postihovala vrchnú časť týchto vrstiev. Chladné obdobia však prerušovali periody teplejšieho a vlhkejšieho podnebia (grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3 a grónsky interštadiál GI2b), ktoré umožnili tvorbu sprašových hĺn (napr. Žitného jaskyňa v Moravskom krase, vrstva 10; Pelíšek, 1957). V semiaridnej klíme prebiehal pedogenetický proces, v ktorom vznikali pôdy charakteru hnedých pôd suchých stepí. Táto semiaridná a studená klíma znemožňovala rozvoj vegetácie, takže tu prebiehala len veľmi sporá tvorba humusu. Mierne zrážky umožnili aj translokáciu CaCO₃ do spod-

ných vrstiev. Na rôznych lokalitách v tomto období vznikali hnedozeme (Obřany, Bílovice nad Svitavou, Brno-Juliánov; Pelíšek, 1952; Musil et al., 1955; Ivančice; Dvořák, 1955).

Malé Karpaty



V období Dansgaardových-Oeschgerových eventov 4, 3 a 2 dominovala teplejšia klíma. Vtedy mala krajina charakter lesostepných oblastí s teplou a vlhkejšou klímou (Ambrož et al., 1952; Kernátsová, 2001). Počas štádiálnych podmienok v období Heinrichovho eventu 3, grónskeho štádiálu 4, grónskeho štádiálu 3, Heinrichovho eventu 2 a grónskeho interštádiálu GI2b dominovala parková tajga s priemernou ročnou teplotou okolo 0 °C (Kernátsová, 1997).

Tatry, Nízke Tatry a Veľká Fatra



Nielen v nižšie položených, ale aj vo vyššie sa nachádzajúcich oblastiach sú zaznamenané jemné klimatické oscilácie humídnych až semiaridných periglaciálnych pomerov striedajúcich sa s obdobiami relatívne teplejšej klímy. Tieto klimatické oscilácie sú zachytené v sedimentoch napr. Jaskyne N I, masívu Nového, Muránskej jaskyne a Muráňa v Belianskych Tatrách (Fejfar a Sekyra, 1964).

Nízke Beskydy



Oblasť Nízkych Beskyd predstavuje klimaticky vlhkú oblasť. Nachádza sa väčšinou v nadmorskej výške vyššej ako 300 m. To podnietilo v tomto období vytvorenie sprá-

šových hlinitých zemín, často postihnutých soliflukciou. V dôsledku zamokrenia prostredia boli ovplyvnené oglejením. Fosilné pôdy väčšinou nie sú dobre vyvinuté. Medzi dôležité lokality tejto oblasti patrí napr. Bardejov, Snina, Tisinec a Marhaň v údolí rieky Tople (Pelíšek, 1959). Výskumy z tohto obdobia neposkytli presné rádiouhlíkové datovanie, preto jednotlivé profily nebolo možné presne zaradiť do jednotlivých štádiílov a interštádiílov.

Porovnanie a rekonštrukcia vývoja prírodného prostredia študovaných oblastí v období od 31 000 až 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP)

Paleoklimatický a sedimentárny vývoj

Lokálna diferenciácia klímy a vývoja prírodného prostredia bola pomerne vysoká, a to aj na takom relatívne malom území, ako je Morava a Slovenská republika. Klimatický vývoj a vývoj prírodného prostredia nemožno zovšeobecňovať na veľké oblasti. Veľký vplyv na rozdielny vývoj sedimentárneho pokryvu, flóry, fauny a v nadväznosti na ne aj ľudských sídlisk mali predovšetkým klimatické oscilácie a vertikálna diferenciácia georeliéfu, ktorá je na študovanom území značná.

V období od 29 000 do 26 000 r. BP (33 515 – 30 962 kal. r. BP) počas teplých eventov priemerná letná teplota na základe výsledkov projektu *The Stage 3 Project* (tab. 4) v oblasti kotlín a horských oblastí dosahovala okolo 14 °C, v oblasti nížin okolo 16 °C. Priemerná zimná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí bola okolo –18 °C a v oblasti nížin okolo –16,4 °C. Počas chladných eventov priemerná letná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí dosahovala okolo 8 °C, v oblasti nížin okolo 9,5 °C. Priemerná zimná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí bola okolo –23,3 °C a v oblasti nížin okolo –22,8 °C. Priemerná ročná teplota počas obdobia od 29 000 do 26 000 r. BP v kotlinách a horských oblastiach dosahovala hodnoty okolo –4,5 °C.

V období od 25 000 do 22 000 r. BP (29 988 – 26 409 kal. r. BP) počas teplých eventov priemerná letná teplota v oblasti nížin dosahovala okolo 14,3 °C a priemerná zimná teplota okolo –18 °C. Počas chladných eventov bola priemerná letná teplota okolo 8,2 °C a priemerná zimná teplota okolo –23,4 °C. Priemerná ročná teplota v období od 25 000 do 22 000 r. BP (29 988 – 26 409 kal. r. BP) dosahovala hodnoty okolo –4,7 °C (van Andel a Davies, 2003).

Svojráznu črtou priestorového a časového vývoja sedimentov v nížinách, na rozdiel od horských oblastí, ako naznačil Vaškovský (1977), bolo výraznejšie cyklické striedanie procesov denudácie, sedimentácie a pedogenézy, podmienené najmä klimatickými zmenami. Dominantným procesom nížinných oblastí bola sedimentácia, denudačné procesy mali menší vplyv. Pedogenetické procesy prebiehali na všetkých typoch reliéfu a boli ovplyvňované klimatickou zonálnosťou, vegetáciou, substrátom a podobne.

Sedimentárnu výplň všetkých nížin tvoria prevažne fluvialne sedimenty, viete piesky, komplexy spraší a spra-

Tab. 4. Vypočítaná teplota vzduchu v °C pre vybrané vrchnopaleolitické sídliská. Spracované na základe výsledkov projektu *The Stage 3 Project* (van Andel a Davies, 2003).

Sídlisko	Glaciálne maximum, leto	Glaciálne maximum, zima	Teplá perióda, leto	Teplá perióda, zima	Súčasnú leto	Súčasnú zima
29 000 – 26 000 r. BP						
Milovice I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	-10,7
Pavlov I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	-10,7
D. Věstonice II	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	-10,7
Petřkovice	7,7	-24	13,6	-20,8	15,7	-11,9
Nitra-Čermáň	9,5	-22,8	16,05	-16,4	18,1	-9,9
25 000 – 22 000 r. BP						
Kůlna	7,6	-23,6	13,3	-18	15,4	-11,7
D. Věstonice I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	-10,7
Petřkovice	7,7	-24	13,6	-20,8	15,7	-11,5
Moravany-Žakovská, -Lopata II	9,5	-22,8	16	-16,4	18,7	-9,9

šových hĺn, prolúviálne a svahové sedimenty, zriedkavejšie slatiny. Prolúviálne sedimenty spájajú horské oblasti s nížinnými oblasťami. Výskyty viatych pieskov sa koncentrujú predovšetkým v nižšie položených častiach nížin, najmä pozdĺž väčších tokov, smerom k pahorkatinám sa ich plošný rozsah a hrúbka znižuje, až sa vytrácajú. Najvyššie sa viate piesky vyskytujú v Záhorskej nížine (okolo 70 – 200 m n. m.), najnižšie vo Východoslovenskej nížine (okolo 100 – 105 m n. m.). Na južnej Morave sa viate piesky vyskytujú do nadmorskej výšky približne okolo 200 m. Počas chladnejších výkyvov (Heinrichov event 3, grónsky štadiál 4, grónsky štadiál 3, Heinrichov event 2 a grónsky interštadiál GI2b) sa tvorili spraše, často ovplyvnené soliflukciou a oglejením. Spraše sú na Slovensku najrozšírenejšie v Podunajskej nížine. Takmer súvisle pokrývajú pahorkatiny a riečne terasové stupne prítokov Dunaja. Na Východoslovenskej nížine pokrývajú menšie plochy. V Záhorskej nížine sa spraše prakticky nenachádzajú (ojedinele na úpätiach svahov Malých Karpát a na styku nížin s Myjavskou pahorkatinou). Na Morave predstavujú spraše charakteristický sediment úvalov. Rozšírenie sprašových hĺn v nížinách je zasa opačné ako rozšírenie spraší. Ich nálezy sa sústreďujú predovšetkým na okrajové časti nížin a styk s príľahlými pohoriami. Odtiaľ potom siahajú na územie stredohorskej oblasti. Na rozdiel od spraší, najväčšie plochy zaberajú sprašové hliny vo Východoslovenskej nížine, menšie v Podunajskej nížine a v Záhorskej nížine sa prakticky nevyskytujú. Vo vyšších a vlhkejších polohách vznikali nevápnité sprašové hliny, na rozdiel od nížin, kde sa usádzali spraše. Spraše v stredohorskej oblasti a oblasti kotlín majú obmedzené rozšírenie. Ich znaky sú podobné, ako majú spraše v nížinách.

V teplejších eventoch (Dansgaardov-Oeschgerov event 4, Dansgaardov-Oeschgerov event 3 a Dansgaardov-Oeschgerov event 2) oteplenie a zvlhčenie klímy umožnilo vznik pôdnych horizontov. Fosílné pôdy predstavujú citlivý indikátor fyzikálno-geografického prostredia. V Záhorskej nížine deštruktívna činnosť počas chladných fáz nevytvárala priaznivé podmienky na zachovanie fosílnych pôd vytvo-

rených počas predchádzajúcich teplých fáz, ale naopak, rozrušovala ich. Málo priaznivé podmienky na zachovanie fosílnych pôd boli aj vo Východoslovenskej nížine, kde sa vyskytujú iba ojedinele (Kvitkovič, 1961; Baňacký, 1967; Karniš a Kvitkovič, 1970). Relatívne najpriaznivejšie podmienky v rámci nížin na tvorbu a zachovanie fosílnych pôd mala Podunajská nížina. Svahové sedimenty v nížinách ustúpili najmä na prospech rozšírenia viatych pieskov, spraší a sprašových hĺn. Nachádzajú sa predovšetkým v okrajových častiach nížin a na styku s príľahlými pohoriami, v tzv. príúpätných pásmach.

V období chladných eventov pôsobením soliflukcie v nížinách i v pohorách vznikalo veľké množstvo suchých a plytkých zníženín a úvalín podobných dolinkám. V oblastiach s rovným povrchom bez sklonu sa soliflukcia nemohla uplatniť. V rovinatých oblastiach, kde bola pôda alebo jej časť trvalo zamokrená, prebiehal proces oglejenia. Oglejenie (vznikajúce na povrchu spraše väčšou zrážkovou činnosťou) je typické pre celú Európu. Na severnej Morave a v Poľsku sa vyskytujú typické gleje, pre južnú Moravu sú typické pseudogleje a na Slovensku nachádzame už len dekalifikované horizonty. Táto zonácia je spôsobená ubúdaním zrážok smerom od západu na východ.

Geologickú stavbu kvartérnych sedimentov v horskej oblasti skomplikovali glaciálne a svahové sedimentačné procesy a pôsobenie tečúcej vody. V nížinných oblastiach sa pri rekonštrukcii vývoja prírodného prostredia môžeme opierať o paleontologické, archeologické a iné údaje, horská oblasť tieto možnosti poskytuje v obmedzenej miere. Pre vyššie položené miesta hôr, vrchovín a ich okrajových častí sú, na rozdiel od nížin, charakteristické predovšetkým deluviálne sedimenty. Pre vyššie a vlhke oblasti sú typické sprašové hlinité zeminy, často postihnuté soliflukciou a oglejením. Podobne ako v nížinách a kotlinách, aj tu sa prejavili účinky soliflukcie, ktorá mala hlavný podiel na odstraňovaní a premiestňovaní zvetraninového materiálu. Vo vyšších oblastiach pohorí vplyvom zosúvania často nastávala deformácia svahov. Akumulačná činnosť tokov v samotných pohorách bola minimálna. Intenzívnejšie

prebiehala v predpochách, kde voda nahromadila mohutné akumulácie glaciálu sedimentov a prolúviálnych kužeľov. V horských oblastiach sa výrazne prejavovali aj periglaciálne procesy. Pohoria svojimi najvyššími časťami zasahujú do morfo-klimatickej subniválnej zóny s prevažne kryogénnymi procesmi, ktoré sa prejavujú vznikom rozličných deštruktívnych, štruktúrnych a soliflukčných foriem. K dôležitej kategórii foriem, ktoré formovala litologická skladba hornín, patria krasové tvary. Veľmi dôležitým krasovým fenoménom horských oblastí sú jaskyne, významné svojou sedimentačnou výplňou a paleontologickými a archeologickými nálezmi, na základe ktorých je možné aj vo vyššie položených oblastiach rozpoznať oscilačný charakter klímy (Vaškovský, 1977).

Vegetačný vývoj

V období interštádiálov (Dansgaardove-Oeschgerove eventy 4, 3 a 2) mala krajina v oblasti nížin charakter lesostepných až lesných oblastí. Objavovali sa aj klimaticky náročnejšie dreviny ako *Ulmus* sp., *Carpinus* sp. a *Quercus* sp. Bahenné, vodné a suchozemské rastliny dokumentujú zmenu rastlinného pokryvu od zalesnenej krajiny až po otvorenú trávnatú step. Niektorí autori ako napr. Klíma (1963a) na základe týchto nálezov usudzujú na súvislé lesné porasty počas interštádiálu pavlov (napr. okolie Pavlovských vrchov). Išlo o krajinu mozaikovitého charakteru, kde sa striedali ostrovy lesov s otvorenými stepnými plochami.

Fauna a prírodné prostredie

Pre obdobie približne od 31 000 do 25 000 r. BP (35 038 – 29 988 kal. r. BP) boli počas interštádiálu pavlov (= Dansgaardov-Oeschgerov event 3 a Dansgaardov-Oeschgerov event 4) na území Moravy a Slovenska charakteristické druhy typické pre oblasti mierneho pásma, lúky a vodné plochy a počas chladných štádiálnych výkyvov (Heinrichov event 3, grónsky štádiál 4, grónsky štádiál 3) dominovala fauna tajgy, stepi a tundry: *Dicrostonyx* sp., *Lemmus lemmus*, *Lepus timidus*, *Gulo gulo*, *Castor fiber*, *Marmota marmota*, *Panthera leo*, *Canis lupus*, *Alopex lagopus*, *Capreolus capreolus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Bos primigenius*, *Equus* sp., *Bison priscus*, *Ovibos moschatus*, *Rangifer tarandus*, *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Alces alces*, *Megaloceros giganteus*.

Na základe paleontologických výskumov je zrejmé, že v období od 27 000 do 25 000 r. BP v oblasti Moravy a Slovenska dominovali: *Talpa europaea*, *Ochotona pusilla*, *Lemmus lemmus*, *Pitymys subterraneus*, *Microtus gregalis*, *Microtus nivalis*, *Arvicola terrestris*, *Lepus europeus*, *Lepus timidus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Lagurus lagurus*, *Castor fiber*, *Felis silvestris*, *Panthera* sp., *Hyena Crocuta spelaea*, *Lynx lynx*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*, *Gulo gulo*, *Meles meles*, *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus*, *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* sp., *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Megaloceros giganteus*, *Capreolus capreolus*, *Rangifer tarandus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Ovibos moschatus* a *Capra ibex*.

Pre obdobie od 25 000 do 19 000 r. BP (29 988 až 22 866 kal. r. BP) boli pre oblasť Moravy a Slovenska v období interštádiálu (Dansgaardov-Oeschgerov event 2) typické druhy tajgy a lesov strednej Európy: *Castor fiber*, *Lynx lynx*, *Vulpes vulpes* a *Ursus arctos*. V chladnejších výkyvoch (Heinrichov event 2 a grónsky interštádiál GI2b) prevládali druhy typické pre tajgu, step a tundru: *Lepus timidus*, *Lepus* sp., *Panthera spelaea*, *Canis lupus*, *Alopex lagopus*, *Gulo gulo*, *Ursus* sp., *Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Equus* sp., *Coelodonta antiquitatis* a *Bos/Bison* (Musil, 1959, 1985; Holec a Kernátsová, 1997; Musil, 1997b, 2000; Musil, 2002a; Svoboda et al., 2002; Musil, 2003).

Treba však uviesť, že tieto nálezy fauny predstavujú predovšetkým lovenú zver paleolitických lovcov alebo vývržky sovy, ktorá bola v určitom ohľade selektívna, a preto nemusí zobrazovať skutočnú druhovú diverzitu fauny.

Človek a prírodné prostredie

Osídlenie a rozmiestnenie lokalít z obdobia medzi 31 000 až 23 000 r. BP (35 038 – 27 585 kal. r. BP) lemujú pohoria Západných Karpát a Českého masívu a zahŕňa údolia riek. V prípade archeologických lokalít ide o polohy, ktoré boli z hľadiska stratégie lovu vtedajších lovcov veľkej zveri najvýhodnejšie. Dokumentuje to aj situácia jednej z najdôležitejších lokalít slovenského mladého paleolitu – Moravany nad Váhom. S podobnou situáciou sa môžeme stretnúť aj na iných gravettienských sídliskách. Lokalita Moravany nad Váhom nám posluží ako model. V tejto oblasti môžeme rozoznať 3 prirodzené celky:

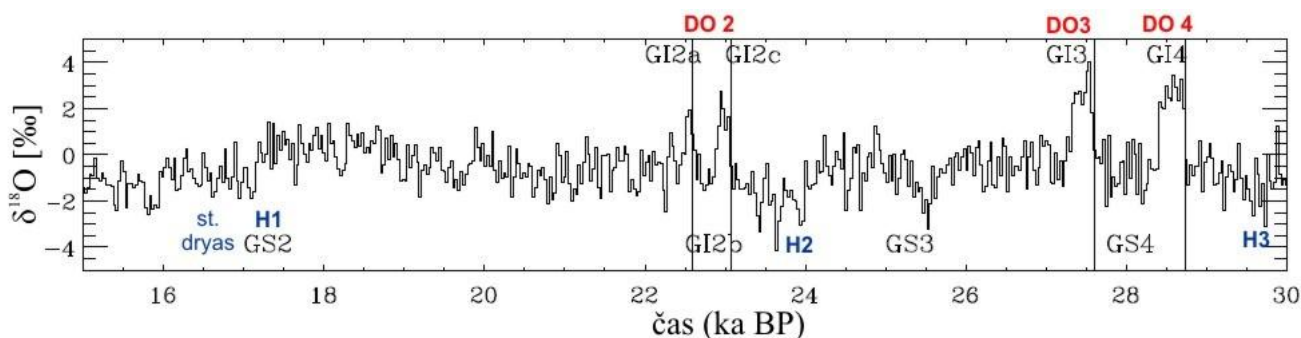
- a) pohorie (Považský Inovec),
- b) riečna niva (rieka Váh),
- c) abrazná plošina – oddeľuje obe predchádzajúce oblasti, vyznačuje sa hrubými sprašovými pokryvmi, má stepný až lesostepný ráz.

Vzájomný rozdiel medzi týmito 3 pásmami sa prejavoval aj v minulosti. Moravianske stanice (považované z väčšej časti za sezónne sídliská) sú súčasťou súvislého reťazca osídlenia, ktorý sa tiahne na abraznej plošine na západnom úpätí Považského Inovca a bol sledovaný v dĺžke 12 km. Je to skupina menších, kultúrne i časovo odlišných, len sezónnych, pomerne krátkodobých staníc. Od Moravian na sever zoskupení týchto staníc ubúda. Z antropogeografického hľadiska abrazná plošina poskytovala primitívnemu človeku najlepšie podmienky. Poukazuje na to aj rozmiestnenie mladopaleolitických a pravekých sídlisk (Ambrož et al., 1952).

Naskytá sa však aj iné vysvetlenie. Vo vysokých polohách hôr panovali v tom čase drsné podmienky, nevhodné na trvalejšie osídlenie. V nižších polohách nížin sa lovcovia tiež museli vyrovnávať s nepriaznivými faktormi. Musíme brať do úvahy výskyt obrovského množstva komárov, ktorým sa v močaristom prostredí veľmi darilo. Oblasť chránených úpäti vrchov tak poskytovali najvhodnejšie prostredie na trvalejší život skupín.

Ďalším dôvodom na založenie veľkých sídlisk (Moravy nad Váhom, Předmostí) mohol byť aj prístup k teplým prameňom nezamrzajúcim ani v zime a existencia veľkých plôch drevín v údoliach riek, ktoré aj v zime poskytovali dostatok potravy pre bylinožravce.

Veľmi dôležitou podmienkou pobytu ľudí je prítomnosť dostatočného množstva potravy. Na základe analógií z Ruska (Putschkov, 1997) sa môžeme domnievať, že migrujúce zvieratá využívali po dlhé obdobia na migráciu stále tie isté cesty a na prekračovanie riek tie isté brody. Na týchto miestach, ako to uviedol aj Musil (2002b), ich vtedajší lovci ľahko lovili.



Obr. 11. Kyslíkový izotopový záznam z ľadovcového jadra GRIP z druhej polovice posledného glaciálu. Červenou farbou sú označené Dansgaardove-Oeschgerove eventy (DO 2 – DO 4) (Dansgaard et al., 1993), modrou farbou Heinrichove klimatické eventy (H1 až H3) (Heinrich, 1988; Hemming, 2004) a čiernou farbou grónske štádiály (GS2 – GS4) a grónske interštádiály (GI2a – GI4) (Walker et al., 1999).

V priebehu tohto obdobia ustal odnos, dokončila sa tvorba sutín a prevahu nadobudla veterná činnosť, ktorá v nižších chránených polohách viedla k ukladaniu spraší. V oblastiach tvorby spraše panovali podmienky, ktorým zodpovedajú osobitné biocenózy pozostávajúce z odolných druhov, schopných žiť v bezlesnej krajine v drsnom suchom podnebí. Vo vyšších a vlhkejších polohách boli spraše nahradené nevápnitými eolickými hlinami („prachovicami“). Miestami sa vytvárala drobnozrná horninová drvina a drobné úlomky sa niveoeolickou činnosťou kopili v chránených oblastiach. Vytvorili súvrstvia rytmicky uložených drobnozrných sutín s malým podielom jemnozemia, tzv. mrazových drvín (*grèzes litées*) (Ložek, 1973, 2002; Havlíček a Kovanda, 1985).

Sprašová fáza však nebola kontinuálna, pretože ju preušovali vlhkejšie a pravdepodobne aj miernejšie výkyvy, keď tvorba spraše ustávala a vznikali slabé odvápnené pôdy. Tie sú najlepšie známe z pôdneho komplexu PK I. Charakter výkyvov zahrnutých do rámca PK I dobre vystihuje termín interpleniglaciál. Z neho vyplýva, že ide o miernejšiu osciláciu v rámci pleniglaciálnej sprašovej fázy, ktorá, pokiaľ ide o intenzitu, výrazne zaostávala za interštádiálmi skorého glaciálu. Vždy išlo o vlhkejšie obdobie a rozmáhala sa bujnnejšia vegetácia (Ložek, 1966).

V sprašovej fáze neboli vyvinuté lesy v pravom zmysle slova, najmä v oblastiach, kde spraš súvisle pokrývala veľké plochy. V okrajových pahorkatinách v členitejšej krajine však ležali chránené vlhkejšie miesta, kde možno predpokladať prežívanie drevín. Išlo však skôr o zakrpatené riedke porasty malého rozsahu (Ložek, 2002).

23 000 – 15 000 r. BP (27 585 – 18 252 kal. r. BP)

Neskorý pleniglaciál predstavuje šiestu fázu klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). V tomto období je možné rozlíšiť niekoľko klimatických fáz [Šajgalík a Modlitba, 1983; obr. 11: staršia klimatická fáza (okolo 23 000 až 21 000 r. BP; 27 585 – 25 138 kal. r. BP), stredná klimatická fáza (subinterštadiál) (okolo 21 000 – 17 000 r. BP; 25 138 až 20 272 kal. r. BP), mladšia klimatická fáza (okolo 17 000 až 16 000 r. BP; 20 272 – 19 144 kal. r. BP) a konečná fáza (okolo 16 000 – 15 000 r. BP; 19 144 – 18 252 kal. r. BP)]. Pre obdobie okolo 17 000 r. BP je charakteristický 1. Heinrichov event alebo aj grónsky štadiál GS2.

V sprašovej stepi žila svojrázna fauna. Boli v nej zastúpené prvky kontinentálnych stepí aj vysokohorské a subpolárne druhy. Z rastlín sa vyskytoval celý rad druhov a celých skupín rastúcich v pustých stepiach (Frenzel, 1964). V rovinných úsekoch so zlým odvodňovaním sa vytvárali aj periodické močiare s bohatou vodnou malakofaunou. To sa vzťahuje aj na zosuvné územia s rôznymi depresiami (Ložek, 2002).

Prevládajúcim elementom tohto obdobia bola step. V niektorých častiach sa našli aj lesy tajgového charakteru a niekde aj tundry. Pre územie Moravy a Slovenska bola v tom čase charakteristická veľmi studená klíma (Musil, 1985, 2000).

Pre obdobie sprašovej fázy pleniglaciálu sú charakteristické také druhy malakofauny, ktoré žijú alebo sú schopné žiť v trávnatých oblastiach a sú adaptované na kolísanie teploty a vlhkosti. Čiastočne to platí aj pre spoločenstvá sprašovo-stepných ulitníkov, ktoré vo faune Európy nemajú žiadne súčasné analógie (Ložek, 1965).

Pri všetkých charakteristických stepných zvieratách môžeme v tom čase sledovať veľkú geografickú distribúciu, ako napr. v prípade druhov *Equus* sp., *Bison priscus* a iných. Dominantné boli druhy tundry, tajgy, arktickej a sprašovej stepi, lesov mierneho pásma, lúk a vodných plôch: *Rangifer tarandus*, *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Ovibos moschatus*, *Alopex lagopus*, *Lepus timidus*, *Gulo gulo*, *Dicrostonyx* sp., *Lemmus lemmus*, *Ursus arctos*, *Bos primigenius*, *Marmota marmota*, *Alces alces*, *Megaloceros giganteus*, *Canis lupus*, *Equus* sp., *Bison priscus*, *Panthera leo*, *Vulpes vulpes*, *Capreolus*

capreolus a *Castor fiber* (Musil, 1985, 2000). Regióny so stratigraficky klasifikovanou faunou pochádzajúcou z druhej polovice neskorého pleniglaciálu sú relatívne skromné.

V období od 25 000 do 20 000 r. sa na Morave rozvíjala kultúra willendorfu-kostenkienu, na Slovensku pretrvával klasický gravettien.

Medzi dôležité lokality gravettien patria: Blatec, Boršice, Brno II – Francouzská ulice, Brno III-Žabovřesky, Buchlovice, Dolní Věstonice, Hošťálkovice I-Dubeček, Hošťálkovice II-Hladový vrch, Jaroslavice, Jarošov, Kozmice, Kožichovice, Kůlna, Landek u Petřkovic, Milovice, Mladeč (Plavatisko), Napajedla, Opava I – Lunwallova cihelna, Opava II, Oslavany, Ostrožská Nová Ves; Ostrava-Petřkovic, Pekárna?, Předmostí, Přerov, Pavlov, Petřkovic, Pod Hradem, Uherské Hradiště-Jarošov, Spytihněv, Šipka (ČR); Banka, Cejkov, Čertova pec, Dzeravá skala, Moravany-Podkovic, Moravany-Žákovská, Nemšová, Nitra-Čermáň, Slaninova jaskyňa, Trenčianske Bohuslavice, Vlčkovce (SR) (Maška, 1882; Kříž, 1891; Ambrož et al., 1952; Hrubý, 1951; Klíma, 1958; Žebera, 1962a; Bárta, 1965; Jelínek, 1969; Janusz et al., 1979; Valoch, 1979a, b; Bárta, 1980b; Bárta a Bánesz, 1981; Oliva, 1986; Valoch, 1989a, b; Damblon et al., 1996; Musil, 1996; Oliva a Neruda, 1999; Kozłowski, 2000; Péan, 2001; Matis a Lešinský, 2002; Svoboda et al., 2002; Škrdla, 2002; Musil, 2003; Kaminská, 2004; Kaminská a Tomášková, 2004; Kaminská et al., 2004a, b; Škrdla, 2005; Škrdla, 2007).

Postupne dochádzalo ku konfrontácii ojedinelých loveckých populácií a následne k prílivu novej populácie z juhozápadnej Európy. V období od 18 000 r. BP do 14 000 r. BP (21 713 – 17 245 kal. r. BP) je možné rozlíšiť kultúru epigravettien. Lokality Moravy boli sústredené predovšetkým v brnianskej oblasti. Sídlišká sa presúvali z exponovaných polôh do chránených údolí (Svoboda et al., 2002). Lokality na Morave predstavujú pravdepodobne periférnu oblasť veľkých kultúrnych centier východnej Európy v povodí Dnestra, Dnepra a Donu. Morava tvorí ich západnú hranicu (Svoboda, 1999).

Medzi dôležité lokality epigravettien patria: Brno – ulice Videňská a Kamenná, Brno-Stránská skála, Brno-Červený kopec, Brno-Jundrov, Dolní Věstonice II, Hraniče, Mokrá-Horákov?, Mokrá-lom II, Opava, Otaslavice, Pístovice II, Pustiměř, Velké Pavlovice, Zelená hora u Pustiměři, Zlín-Louky?, Tišnov (Česká republika); jaskyňa Čertova pec, Kašov I (Slovenská republika) (Bayer a Stumpf, 1929; Jisl, 1971; Janusz et al., 1979; Klíma, 1983a; Oliva, 1991; Bánesz, 1992; Svoboda, 1994; Musil, 1996; Svoboda, 1999; Svoboda a Fišáková, 1999; Škrdla a Kos, 1999; Svoboda, 2001; Musil, 2003; Kaminská a Tomášková, 2004; Kaminská, 2004).

A. Nížiny

Viedenská panva (Juhomoravská panva a Záhorská nížina)

V období neskorého pleniglaciálu panovala na študovanom území chladná niválna klíma. Dokladom drsných klimatických podmienok sú kryopedologické javy (mrazové trhliny, mrazové klíny, palzy, geliflukcia), typické pre

periglaciálne oblasti. Aj napriek tomu v tomto období existovali klimatické výkyvy, ktoré záviseli najmä od zmien teploty a množstva zrážok. Tieto výkyvy je možné sledovať z postupu jednotlivých sedimentačných a pôdotvorných procesov. Rôznorodosť klimatických výkyvov sa prejavila v komplikovanom a polycyklickom vývoji sedimentov (Klíma, 1985).



Počas tundrovej fázy, keď bolo podnebie veľmi chladné, sa usádzovali spraše. Počas vlhkejších období sa spraš ľahko zachytávala vo vlhkom prostredí a rýchlo sa menila na sprašové bahno. V zamokrených častiach terénu pod vplyvom stojatej vody v procese oglejenia vznikali močiarny spraše a glejové horizonty. Miestami dochádzalo aj k periglaciálnemu stekaniu rozmŕzajúcej povrchovej pôdy. Soliflukcia zasahovala veľmi rozsiahle plochy povrchu a jej výsledkom bolo zvrstvenie premiestnených hmôt. Na svahoch kopcov vznikali časté zosuvy, pokračovala sedimentácia sutín a miestami kamenitých osypov a spraší.

Sprašovú fázu prerušovali vlhkejšie a miernejšie klimatické výkyvy. Vtedy tvorba spraše ustávala a vznikali slabodvápnené pôdy (Ložek, 1955; Klíma, 1955, 1985).

Počas suchých období, keď bola krajina pokrytá nesúvislým vegetačným krytom, dochádzalo k vyfúkavaniu piesku z fluvialných piesčitých štrkov (napr. okolie Mikulčíc, Břeclavi, Hodonína, Ladnej, Lanžhotu, Moravského Písku, Rakvic, Velkých Pavlovíc, Vracova, Liděřovic, Přívozu či Vacenovic; Pelíšek, 1949; Havlíček, 1980; Minaříková, 1982; Břízová a Havlíček, 2002).

Organické uloženy sú zastúpené ako slatiny a hnilokaly vrchnopleistocénneho až holocénneho veku. Sú vyvinuté jednak v niektorých mokradiach, jednak väčšinou vyplňajú slepé ramená rieky Moravy a niektorých ďalších tokov (Kovanda, 1971).

V staršej klimatickej fáze (okolo 23 000 – 21 000 r. BP; 27 585 – 25 138 kal. r. BP) na základe malakofauny bola priemerná júlová paleoteplota okolo 14 °C. Spoločenstvá mali charakter chladnomilnej fauny s boreálno-alpínskymi taxónmi (ako sú *Columella columella*, *Vertigo parcedentata*, *Vallonia tenuilabris*, *Pupilla muscorum*, *Pupilla loessica*, *Succinella oblonga*, *Trichia hispida*..., ale bez *Pupilla sterri*). Subinterstadiál (stredná klimatická fáza okolo 21 000 – 17 000 r. BP; 25 138 – 20 272 kal. r. BP) sa vyznačovala suchšou a teplejšou klímou. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,74 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo-kolumelovej fauny s prvkami tridensovej fauny bez *Chondrula tridens*. Mladšia klimatická fáza (okolo 17 000 – 16 000 r. BP; 20 272 – 19 144 kal. r. BP) mala o niečo chladnejšiu klímu. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,39 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo-kolumelovej fauny s taxónom *Pupilla sterri*. V konečnej klimatickej fáze (okolo 16 000 – 15 000 r. BP; 19 144 až

18 252 kal. r. BP) na základe druhu *Vallonia costata* predpokladáme miernu klímu. Prostredie malo charakter stepi s ostrovmi parkovej tajgy. Dominovali druhy *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*, *Vallonia costata*... (Kernátsová, 1997, 2001).

Podunajská nížina



Drsné klimatické podmienky sa prejavili tvorbou spraše, ktorá je typickým sedimentom tejto oblasti. Teplejšie oscilácie v priebehu pleniglaciálu sa prejavili slabou pedogenézou alebo dekalifikovanými horizontmi (Bíňa, Jurský Chlm, Komjatice, Kural'any, Ivanovce, Zamarovce, Senec, Vlčkovce; Ložek, 1954; Šajgalík a Modlitba, 1983; Nitra-Čermán (22 860 ± 400 r. BP; 27 441 ± 538 kal. r. BP); Bárta, 1987]. Ku koncu neskorého glaciálu dochádzalo k vyvievaniu pieskov z podložnej štrkovej terasy Dunaja a jeho prítokov (Pelíšek, 1963).

Podobné klimatické podmienky ako vo Viedenskej panve panovali aj v Podunajskej nížine. Na základe výskumu ulitníkov (Kernátsová 1997, 2001) sa zistilo, že v staršej fáze bola priemerná júlová paleoteplota okolo 14 °C. Spoločenstvá mali charakter chladnomilnej fauny s boreálo-alpínskymi taxónmi. Subinterštadiál (stredná fáza) sa vyznačoval suchšou a teplejšou klímou. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,74 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo-kolumelovej fauny s prvkami tridensovej fauny bez *Chondrula tridens*. Mladšia fáza mala o niečo chladnejšiu klímu. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,39 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo-kolumelovej fauny s taxónom *Pupilla sterri*. Predpokladáme, že v konečnej fáze bola mierna klíma. Prostredie malo charakter stepi s ostrovmi parkovej tajgy.

Východoslovenská nížina



Podobné klimatické podmienky ako vo Viedenskej panve a Podunajskej nížine prevládali aj v tejto oblasti a umožnili sedimentáciu spraší. Mierna oscilácia interštadiálu sa prejavila tvorbou fosilnej pôdy [napr. Cejkov

(22 480 ± 12 r. BP; 27 226 ± 386 kal. r. BP); Kaminská a Tomášková, 2004].

B. Kotliny a stredohorské oblasti

Úplnú rekonštrukciu prírodného vývoja v tejto oblasti znemožňuje nedostatočné a nerovnomerné preskúmanie územia, a najmä nedostatok vhodných profilov. V tejto oblasti prevládali deštrukčné procesy nad procesmi akumulácie. Odrazom silného pôsobenia deštrukčných procesov sú nerovnomerne a neúplne zachované komplexy kvartérnych sedimentov. Platí to najmä o eolických, fluviaálnych, proluviaálnych, ale aj o svahových sedimentoch (Vaškovský, 1977).

Vonkajšie karpatské zníženiny



V tomto chladnom klimatickom období nadobudla prevahu veterná činnosť, ktorá podmienila tvorbu sprašových pokryvov na veľkom území (napr. Petřkovice, Jaroslavice, Záblatí; Škrdla, 1999; Svoboda et al., 2002; Velká Kobylanka; Ložek a Čilek, 1995). Vo vyšších a vlhkejších polohách vznikali nevápnité sprašové hliny. V týchto klimaticky vyššie položených miestach a pahorkatinách panovali vhodné podmienky aj na vznik periglaciálnych javov (napr. na Tabuřovom vrchu pri Olomouci, v okolí Drysic; Žebera, 1954; Czudek et al., 1962; Hošťálkovice; Oliva a Neruda, 1999), ktoré dotvárali morfológiu súčasného reliéfu.

Fluviaálne sedimenty na Morave, podobne ako na Slovensku, patria k veľmi rozšíreným sedimentom. Do obdobia posledného glaciálu spadajú výplne údolí Svratky, Svitavy, Dyje, Jihlavy a Jevišovky, ktoré sú vyplnené rôzne hrubými štrkopieskami. V ich nadloží sa nachádzajú buď holocénne povodňové hliny, alebo spraš. Na báze fluviaálnych štrkopieskov sa veľmi často nachádzajú zuhoľnaté dreva [napr. Lanžhot (22 450 ± 3 650 r. BP; južne od Břeclavi (16 170 ± 480 r. BP; 9 475 ± 579 kal. r. BP); Minaříková a Havlíček, 1990; Musil, 1993].

Obdobie od 23 000 do 15 000 r. BP (27 585 – 18 252 kal. R.BP) sa prejavovalo studenou klímou. Indikujú to aj paleobotanické nálezy. V priestore Moravskej brány a všetkých moravských úvalov boli v pleniglaciáli riedke porasty drevín (najmä *Pinus silvestris* s *Betula* sp., *Populus* sp., miestami snáď aj *Alnus* sp. a *Picea* sp.). V chránených polohách panovali miernejšie a priaznivejšie klimatické pomery. Svedčí o tom výskyt klimaticky náročnejších druhov (napr. *Abies pectinata* a *Ulmus* sp.; Nečesaný, 1951).

Úvaly s riekami mali bohaté krovinaté poschodie a bylinnú vysokosteblovú vegetáciu. Navyše, bolo tu množstvo rôznorodých mokradí. Celý priestor tak mohol mať dostatočnú úživnosť aj pre stáda veľkej glaciálnej fauny (Jankovská, 2003).

V extrémnych situáciách kontinentálnej klímy bola v krajine zdôraznená mozaikovitost' rôznych biotopov. V súčasnosti ju môžeme pozorovať na severe Európy aj Ázie, kde zvlášť v morfológicky členitom teréne sa v malých vzdialenostiach od seba vyskytuje flóra s odlišnými klimatickými nárokmi. Veľkú úlohu tu hrá expozícia, insolácia, hydrológia a pod. (Jankovská, 2001). Prítomnosť permafrostu v poslednej ľadovej dobe vôbec nevylučuje existenciu relatívne bohatého vegetačného krytu, zvlášť bylinného (Jankovská, 2003).

Počas tundrovej fázy panovala v tejto oblasti studená arktická klíma, dokumentovaná nálezmi malakofauny (napr. *Columella edentula columella*, *Valonia tenuilabris* a *Vertigo parcedentata*) a kryogénnymi deformáciami sedimentov. Túto fázu vystriedali teplejšie klimatické výkyvy. Svedčí o tom prítomnosť nálezu stepného mäkkýša *Jaminia tridens* (v Dolných Věstoniciach) (Knor et al., 1953).

Považské podolie a Dolnovážska niva



Klimatické výkyvy sa prejavili striedaním suchej a chladnej stepnej fázy, počas ktorej sa ukladali spraše, a vlhkejšej tundrovej fázy, ktorá umožnila tvorbu zahlinenej spraše až sprašovej hliny (napr. Moravany nad Váhom, Banka, Ratnovce, Lúka, Mnešice; Ložek, 1954; Šajgalík a Modlitba, 1983; Kernátsová, 2006). O zvýšenej vlhkosti podnebia a bohatšom vegetačnom pokryve (aj drevín) počas tundrových fáz svedčí nápadne pribúdajúca prímies drobných uhlíkov [napr. Banka pri Piešťanoch, Moravany-Noviny, Moravany-Lopata II a Moravany-Žákovská (vrstvy 2/1, 2/2, 2/3; 18 100 ± 350 r. BP, 21 727 ± 528 kal. BP, epigravettien); Ambrož et al., 1952; Ložek, 1954; Šajgalík a Modlitba, 1983; Hromada a Kozłowski – ed., 1995; Kozłowski – ed., 1998; Pawlikowski et al., 1998; Kozłowski – ed., 2000].

Krajina v tom čase mala mozaikovitý charakter, od stepí a lesostepí až po pahorkatinný les a tundru s ostrovcami parkovej tajgy. Poukazuje na to pomerne vysoká diverzita spoločenstiev malakofauny. Klíma v období pleniglaciálu bola veľmi chladná, prerušená teplejšou osciláciou. Táto situácia je veľmi dobre dokumentovaná napr. na lokalitách Ratnovce, Banka, Moravany, Lúka, Hrádok a Modrovka, kde sa nachádza malakofauna klimaticky teplejšieho obdobia prechodného charakteru. Vlhkejšiu klima-

tickú fázu prechodného charakteru so svetlými lesíkmi parkovej tajgy dokumentuje prítomnosť malakofauny a tiež uhlíka z *Pinus silvestris* (Kernátsová, 2006; Vaněková, 2006). Priemerná vypočítaná júlová paleoteplota sa pohybovala okolo 10,5 – 14 °C (Kernátsová, 2006).

C. Horské a krasové oblasti

Jesenická oblasť



Jesenická oblasť predstavuje sústavu hornatín, vrchovín, pahorkatín a zníženín. Jej vývoj sa podstatne odlišuje od akumuláčnych oblastí. Ide o znosové oblasti, ktoré sa správajú rozdielne, a to podľa svojho horninového podkladu. Jej reliéf bol výrazne premodelovaný periglaciálnymi procesmi prevládajúcimi v extrémne drsných glaciálnych podmienkach. Najmä vrcholové partie podľahli v tom čase značnej deštrukcii. Na skalnatých stenách nachádzame výrazné stopy intenzívneho mrazového zvetrávania, vznikajú mrazové zruby [všetky fázy vývoja zrubov môžeme pozorovať od sedla Skřitek k vrchu Kamence v Hrubom Jeseníku (Czudek et al., 1961)], kryoplanačné terasy pri ich úpätiach, jednotlivé skaliská a skupiny skalných útvarov, kamenné moria (Kamenný vrch pri Račine v Žďárskych vrchoch, Domašov v údolí Bystřice, Hrubý Jeseník) či kamenné polygóny. Kryogénne procesy vtlačili údoliam a záverom dolín karový charakter, aj keď ľadovce v nich nikdy neboli. Na úpäti všetkých pohorí sa nachádzajú deluviálne sedimenty [Staré Těchanovice v Nížkom Jeseníku (Holánek, 1957; Musil, 1993)]. V nižšie položených oblastiach sa usádzali sprašové hliny.

Českomoravská vrchovina (jej východná časť)



Vo vyššie položených oblastiach Českomoravskej vrchoviny mali klimatické výkyvy veľký vplyv na vznik periglaciálnych javov [kryoplanačných terás, izolovaných skalísk a skál (Žďárské vrchy, Bítešská vrchovina), kamenných prúdov (Kamenný vrch pri Račine v Žďárskych

vrchoch) (Musil, 1993)]. Na úpätí všetkých pohorí sa nachádzajú deluviálne sedimenty (napr. Dobronín pri Jihlave; Hrádek, 1968; Luka nad Jihlavou; Hrádek, 1938).

Brněnská vrchovina



Suchá a studená klíma umožnila ukládanie spraší a kryoklastických úlomkov vzniknutých trhacími účinkami mrazu v jaskynných vchodoch (napr. Zazdřená jeskyně; Ložek a Cílek, 1995; Žitného jeskyně; Pelíšek, 1957), ako aj mimo jaskynných oblastí (Obřany, Bílovice nad Svitavou; Musil et al., 1955; Jindřichov, v okolí obcí Mníchov, Podolí a Vísky). Počas niektorých výkyvov sa sila vetra zvyšovala. Svedčí o tom prímes piesku v sprašiach (napr. Dolní Kounice, Ivančice; Dvořák, 1955). Okrem typických spraší a sprašových hĺn sú na svahoch uložené zmiešané deluviálno-eolické a deluviálne sedimenty s útržkami pôd (Hladil et al., 1987). Klimatické výkyvy mali veľký vplyv aj na vznik soliflukcie (soliflukčný kamenný prúd – Babí lom pri Brne), kamenných morí a nivelačných karov – pseudokarov (Soběšice; Musil, 1993).

Drsné prírodné podmienky v oblasti Moravského krasu podporili existenciu trávnatých plôch s kamenistými oblasťami chudobnými na vegetáciu, obývanú druhovo chudobnou malakofaunou (Zazdřená jeskyně; Ložek a Cílek, 1995).

Vonkajšie západné Karpaty



Na svahoch kopcov a vrchov vznikali početné zosuvy, pokračovala sedimentácia sutín, kamenných osypov a spraší. Prebiehala aj geliflukčná a eolická činnosť, ktorá dokončila modeláciu terénu. Sprašové pokryvy s gelifluovanými polohami a glejovými horizontmi svedčia o komplikovanom polycyklickom vzniku súvrství. Vo vyššie položených oblastiach vznikali periglaciálne javy [napr. mrazové zruby (Kazničov), kryoplanáčne terasy; Musil, 1993].

V moravskej časti západných Karpát boli vegetačné pomery obdobné ako na Slovensku. S ohľadom na nadmorskú výšku sa na tomto území v priebehu takmer celého pleniglaciálu vyskytovali lesné spoločenstvá rôzneho typu (od lesotundry až po typickú tajgu). Vo vrchnom pleniglaciáli tu rástli dreviny „svetlej sibírskej tajgy“, t. j. *Pinus cembra* a *Larix* sp. (Jankovská, 2003).

Z obdobia sprašovej fázy pleniglaciálu sú dokumentované zásahy studenej arktickej klímy. Potvrdzujú to malakozoologické nálezy a kryogénne deformácie sedimentov (Svoboda et al., 2002).

Malé Karpaty



Podobné klimatické podmienky ako vo Viedenskej panve a Podunajskej nížine panovali aj na území Malých Karpát. Obdobie pleniglaciálu nebolo ani tu klimaticky jednotné. Striedali sa chladné obdobia s priemernou júlovou paleotplotou okolo 14 °C a spoločenstvami chladnomilnej fauny s boreálno-alpínskymi taxónmi malakofauny a obdobia subinterštadiálu so suchšou a teplejšou klímou. Priemerná júlová paleotplota vtedy dosahovala 14,74 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo-kolumelovej fauny s prvkami tridensovej fauny bez *Chondrula tridens*. Po tomto období znovu nasledoval chladný výkyv, zakončený konečnou fázou s miernejšou klímou. Vtedy malo prostredie charakter stepi s ostrovmi parkovej tajgy (Šajgalík a Modlitba, 1983; Kernátsová, 1997, 2001).

Podhůl'no-magurská oblasť a východné Beskydy



Charakter vegetácie stredného a vrchného pleniglaciálu karpatskej oblasti v chladných klimatických výkyvoch (t. j. porasty *Larix* sp. s *Pinus cembra*, *Pinus* sp., *Betula* sp. a s vtrúseným *Picea* sp.) vôbec nevyklučuje prítomnosť permafrostu (Jankovská, 2003). Zvlášť *Larix* sp. a *Pinus cembra* sú dreviny, ktoré dnes rastú napr. na Sibíri na pomerne hlbokom permafroste (Czudek, 1986; Jankovská, 1997).

Slovenské rudohorie



Slovenský kras mal významné postavenie. Slúžil ako refúgium pre druhy, a dokonca pre celé biocenózy, ktoré neprežili glaciálne podmienky v iných oblastiach strednej Európy (Ložek a Cílek, 1995).

Porovnanie a rekonštrukcia vývoja prírodného prostredia študovaných oblastí v období od 23 000 do 15 000 r. BP (27 585 – 18 252 kal. r. BP)

Paleoklimatický a sedimentárny vývoj

Priestorové rozšírenie, stavba a zloženie sedimentov sa vyznačuje určitými zákonitostami faciálnej diferenciácie, ktorá je odrazom pôsobenia denudačných procesov vo vzťahu k vekovej diferenciácii. Na okrajoch styku pohorí a nížin sa na úpätiach svahov a pohorí tvorili sprašové hliny a spraše s polohami soliflukčných alebo ronových sedimentov. Počas teplejších interštádiálnych oscilácií sa prejavovali slabou pedogenézou alebo vznikom dekalciifikovaných horizontov. Smerom do pohorí spraše a sprašové hliny vyznievajú a pribúdajú soliflukčné a deluviálne sedimenty. Na okrajoch kotlin a dolín prechádzajú do soliflukčno-proluviálnych sedimentov a tie smerom do dolín a kotlin prechádzajú do fluviaálnych sedimentov. Fluviaálne sedimenty vytvárajú prevažne terasy, ktorých výška v dolinách jednotlivých tokov v stredohorskej oblasti a oblasti kotlin sa dá navzájom porovnávať. Nie sú však rozšírené a zachované rovnako.

V chladných štádiálnych eventoch sa v oblasti kotlin uplatnilo intenzívne zvetrávanie a procesy periglaciálnej svahovej modelácie (soliflukcia). Popri nich ešte pôsobili voda a vietor. Podobne ako v horských oblastiach, v podmienkach pomerne členitého reliéfu sa produkty zvetrávania často premiestňovali. Následkom toho sú elúviá zachované slabé a nerovnomerne. Mrazové zvetrávanie sa vplyvom veľmi pesternej a nesúrodnej skladby predkvartérneho podložia oblasti prejavilo veľmi diferencovane. Zachovali sa tu aj kryoturbačné štruktúry vo forme mrazových klinov, vrieč a podobne. Najvýraznejším a najrozšírenejším procesom periglaciálnej svahovej modelácie v oblasti kotlin bola soliflukcia. Najintenzívnejšie pôsobila na veľmi mierne uklonených terénoch. V pásme na styku stredohorskej oblasti a oblasti nížin sa koncentrujú najmä pokryvy spraší a sprašových hlin (Vaškovský, 1977). Stredohorská oblasť s kotlinami v porovnaní s ostatnými oblasťami dominuje v počte zosuvov a zosuvných oblastí.

Medzi ďalšie významné geneticko-stratigrafické komponenty kvartéru v stredohorskej oblasti a oblasti kotlin patria fluviaálne sedimenty. Tvoria spojovací článok medzi horskou a nížinnou oblasťou. Väčšina autorov (napr. Hromádka, 1930; Andrusov, 1932; Vitásek, 1932; Hromádka, 1935, 1943; Lukniš, 1946; Fusán et al., 1954; Mazúr a Kalaš, 1963; Mazúr, 1963; Droppa, 1963, 1964; Nemčok, 1962; Činčura, 1969; Vaškovský a Ložek, 1972; Škvarček, 1972) sa na Slovensku zaoberala viac otázkami morfolologickej pozície riečnych terás, no súhrnná predstava, vzájomné porovnávanie terás medzi jednotlivými tokmi a prehľad terás dosiaľ chýba. Pozornosti unikali aj otázky faciálnej skladby, vývoja fluviaálnych sedimentov a pod. (Vaškovský, 1977).

V niektorých častiach stredohorskej oblasti a oblasti kotlin (napr. Zamarovce pri Trenčíne; Prošek a Ložek, 1965; Vaškovská, 1964; Zemianske Lieskové; Šajgalík, 1967; Dolinka v Ipeľskej kotline; Schmidt a Pristaš, 1970) platia rovnaké princípy procesov denudácie, sedimentácie a pedogenézy ako v Podunajskej nížine. Podstatnejší rozdiel je možné badať vo väčšej degradácii fosílnych pôd, čo zrejme zodpovedá výškovej pásmovej zonálnosti pôd počas jednotlivých interštádiálov (Smolíková a Ložek, 1962). Vo vyššie položených miestach a pahorkatinách klimatické podmienky umožnili vznik periglaciálnych javov.

Stredohorské a horské oblasti, na rozdiel od nížinných a kotlinových oblastí, predstavujú znosové časti, kde denudačné procesy prevažujú nad akumuláčnymi. V období od 23 000 do 15 000 r. BP (27 585 – 18 252 kal. r. BP) sa v modelácii terénu uplatnili predovšetkým periglaciálne procesy. Na svahoch kopcov vznikali početné zosuvy, sedimentovali sutiny, kamenné osypy, sprašové hliny a spraše.

Vegetačný vývoj

Zangwinj (os. informácia, 1993, in van Kolfshoten, 1995) predpokladá v období približne od 23 000 do 15 000 BP (27 585 – 18 252 kal. r. BP) dominanciu viac alebo menej otvorených boreálnych ihličnatých lesov a rozptýlené opadavé lesy, zatiaľ čo Guthrie (1982) preferuje hypotézu o otvorenejšej mamutej stepi. Rozpor medzi Zangwinjovým boreálnym lesom a výskytom fauny mamutej stepi vysvetľuje van Kolfshoten (1995) tým, že paleobotanici zakladajú svoje interpretácie na údajoch z močaristých prostredí v blízkosti lokalít, kde paleozoologovia využívajú informácie zo širšieho územia. Ak sa toto vysvetlenie ukáže ako správne, dovedie nás k záveru, že presnosť rekonštrukcie paleoprostredia sa zvyšuje, ak sú zapojené aj údaje o cicavcoch (van Kolfshoten, 1995).

Z niekoľkých profilov nemožno urobiť všeobecné závery, ktoré by platili pre celé územie Slovenska a Moravy. No aj napriek tomu výskumy preukazujú výskyt lesných spoločenstiev rôzneho typu (od lesotundry až po typickú tajgu) v priebehu takmer celého pleniglaciálu s ohľadom na nadmorskú výšku.

V Karpatiskom regióne Slovenska, v jeho plošne rozsiahlejšej severnej časti, boli pravdepodobne v priebehu stredného a vrchného pleniglaciálu a v neskorom glaciáli

na základe palynologických štúdií lesné spoločenstvá, a to od kotlín až po stredné polohy karpatských pohorí. Na južnom úpätí Karpát, predovšetkým v geomorfologicky a expozične pestrom vápencovom území, sa súčasne mohli vyskytovať klimaticky náročnejšie dreviny. S ohľadom na meniaci sa vegetačný a krajinný charakter spôsobený striedaním chladných a suchších a teplých a vlhkejších výkyvov sa menila i fauna – od zástupcov tundier a stepí až po vyložene lesnú faunu. Navyše, v prípade flóry a fauny v pleniglaciáli treba brať do úvahy iné vzájomné väzby ako v súčasnosti.

V moravskej časti Západných Karpát boli vegetačné pomery obdobné ako na Slovensku, to znamená, že tu minimálne ešte vo vrchnom pleniglaciáli rástli dreviny „svetlej sibírskej tajgy“, t. j. *Pinus cembra* a *Larix* sp. Je rovnako pravdepodobné, že v priestore Moravskej brány a všetkých moravských úvalov boli v pleniglaciáli riedke porasty drevín (najmä *Pinus silvestris* s *Betula* sp., *Populus* sp., miestami aj *Alnus* sp. a *Picea* sp.). Výskyt klimaticky náročnejších drevín možno preukázať len v chránených a zatiaľ bližšie nelokalizovaných polohách. Úvaly s riekami mali bohaté krovinaté poschodie a bylennú vysokosteblovitú vegetáciu. Navyše, bolo tu veľa rôznorodých mokradí. Celý priestor tak mohol byť dostatočne úživný aj pre početné stáda veľkej glaciálnej fauny.

Charakter vegetácie stredného a vrchného pleniglaciálu karpatskej oblasti v chladných klimatických výkyvoch, t. j. porasty s *Larix* sp., *Pinus cembra*, *Betula* sp. a s vtúseným *Picea* sp., vôbec nevyučujú (ale ani nedokazujú) prítomnosť permafrostu (Jankovská, 2003). Zvlášť *Larix* sp. a *Pinus cembra* sú dreviny, ktoré dnes rastú napr. na Sibíri na pomerne hlbokom permafroste (Czudek, 1986; Jankovská, 1997).

V extrémnych situáciách kontinentálnej klímy bola v krajine zdôraznená mozaikovitosť rôznych biotopov. Zvlášť v morfológicky členitom teréne sa v malých vzdialenostiach od seba vyskytovala flóra s odlišnými klimatickými nárokmi. Veľkú úlohu zohrávala expozícia, insolácia, hydrologia a pod. (Jankovská, 2001).

Fauna a prírodné prostredie

Prírodné prostredie v období od 23 000 do 15 000 r. BP (27 585 – 18 252 kal. r. BP) v nížinách, stredohorských oblastiach, kotlinách aj horských oblastiach nebolo nemenené, ale menilo sa v závislosti od striedania suchých a chladných stepných a relatívne teplejších a vlhkejších tundrových fáz. Spoločenstvá rastlín a fauny veľmi citlivo reagovali na meniace sa klimatické podmienky. Niektoré oblasti – napríklad Slovenský kras – slúžili ako refúgium pre niektoré druhy a dokonca pre celé biocenózy (Sabol, 2001).

Na základe výskumu malakofauny sa klimatické podmienky vo Viedenskej panve, Podunajskej a Východoslovenskej nížine vyvíjali veľmi podobným spôsobom a prostredie malo charakter stepí s ostrovčekmi parkovej tajgy.

Krajina mala na základe palynologických výskumov charakter prírodnej mozaiky. V chránených polohách panovali miernejšie a priaznivejšie klimatické pomery a vyskytovali sa aj náročnejšie druhy rastlín. Ďalej od vodných

tokov krajina nadobúdala stepný charakter, podobne, ako to dosvedčujú malakologické nálezy. V priebehu celého pleniglaciálu sa vyskytovali rastlinné spoločenstvá od leso-tundry až po typickú tajgu.

V tom čase sa od Španielska a Anglicka až po Aljašku rozprestierala tzv. mamutia step, ktorá zasahovala aj na územie Moravy a Slovenska. V nej dominovala mamutia fauna, predovšetkým veľké pasúce sa zvieratá (*Mamuthus primigenius*, *Bison* sp. a *Equus* sp.), a suché nízke stepné rastlinstvo (Gutherie, 1982). Otázkou je, ako je možné, že sa niektoré druhy s odlišnými ekologickými požiadavkami vyskytovali spolu. Bolo to možné preto, lebo mamutia step bola komplexom mozaikovitých prostredí. Analógia takéhoto prostredia sa vyskytuje v dnešnej Afrike. Hoci na afrických savanách sa nachádza diverzifikovaná komunita veľkých bylinožravcov, existujú tu oblasti ako stepi a uzatvorené lesy, ktoré podporujú život menej diverzifikovanému spoločenstvu veľkých cicavcov.

Regióny so stratigraficky klasifikovanou faunou z tohto obdobia sú relatívne skromné. Nálezy však indikujú predovšetkým tundrové, stepné a tajgové prostredie: *Lepus timidus*, *Gulo gulo*, *Mammuthus primigenius*, *Equus* sp., *Rangifer tarandus* a ojedinele *Cervus elaphus*.

Človek a prírodné prostredie

Pre obdobie od 25 000 do 20 000 r. BP (29 988 až 23 925 kal. r. BP) je charakteristická kultúra willendorfu-kostenkienu. Do tohto časového úseku spadajú na Morave skôr ojedinelé datované údaje z Milovic, Petřkovic, Brna 2, Moravského krasu a Dolních Věstoníc I a II. Svoboda et al. (2002) sa však prikláňajú k údajom, ktoré poskytlo laboratórium v Gröningene, ktorým plne dôverujú. Na rozdiel od Moravy, v tom období sa nápadne rozvíjali osídlenia v oblasti Považského podolia a Dolnoveľkej nivy (Moravany-Žakovská, Banka, Trenčianske Bohuslavice), Podunajskej nížiny (Nitra-Čermáň) a Východoslovenskej nížiny (Cejkov). Podmienky v oblasti toku spodného Váhu a Nitrianskej kotliny boli také priaznivé, že umožnili rozvoj hlavných sídlisk (Bárta, 1980a). V porovnaní s pavlovienom sa umenie willendorfsko-kostenkienskej fázy v Podunajske javí ako chudobnejšie: v podstate sú známe len tvarovo výrazné ženské figurky, tzv. venuše (willendorfská, petřkovicová a moravianska) – odtiaľ pochádza aj pojem horizont osamelých venuší. Pokiaľ ide o celkovú skladbu fauny vnútri sídlisk, stúpol podiel menších zvierat ako *Lepus* sp., *Alopex lagopus*, *Rangifer tarandus*, minimálne aj *Equus* sp., a vtákov (Svoboda et al., 2002).

Postupne sa presadzovala predstava, ktorú načrtnol už Bayer (1925), že zhoršenie klímy vyvolalo hiát v osídlení medzi gravettienom a magdalénienom. Dnešné výskumy znovu zdôrazňujú dôležitosť 5 000-ročného obdobia epigravettienu v strednej Európe (18 000 – 14 000 r. BP; 21 713 – 17 245 kal. r. BP). V priebehu tohto obdobia prebiehali významné zmeny loveckých stratégií a zhotovovania loveckej výzbroje. Zimné sídliská, sezónne miesta, malé lovecké stanice a dielne ukazujú komplexnosť osadového systému. V tom čase sa lovci spoliehali predovšetkým na lov sobov a koní, ktoré majú odlišný plán správania v priebehu roka. Široko izolované malé lovecké

tábory a rozsiahly surovinový systém ukazujú, že ľudské skupiny sa rozšírili v rámci širokého teritória, ktoré sa rozkladalo od severu na juh cez západnú časť Panónskej kotliny (Montet-White, 1994). Ani na vrchole posledného zaľadnenia a v čase nasledujúceho ústupu ľadovca však neboli naše krajiny vyludnené (Valoch, 1975). Pozostatky z tejto doby sú menej nápadné a zatiaľ väčšinou nedostatočne datované. Po vyznení pavlovienu s vysoko vyspelou kultúrou pokračovali neďaleko vodných tokov skromnejšie epigravettianske osídlenia (Oliva, 2002b). Dubosiho výskum (Dubosi, 1991) oblastí pokrytých sprašou medzi hornou Tisou a dunajským ohybom v severnom Maďarsku (Dios, Domos) alebo výskum Monteta-Whitea (1990) v hornom Rakúsku (Grubgraben) priniesli objavenie epigravettianskych miest. Tieto výskumy vyvrátili názor, že extrémne podmienky počas neskorého pleistocénu vytvárali prostredie neobývateľné pre ľudské skupiny. Prostredie tundry bolo vhodné pre ľudí len sezónne, pretože dôležitý zdroj potravy – soby – tu boli len počas leta. Počas zimy tieto zvieratá migrovali do oblastí s teplejšou klímou, kde nachádzali konkurenciu v lesnej faune. Priemerná vzdialenosť ročnej sezónnej migrácie sobov bola 300 – 400 km. Ľudia museli migrovať s nimi. Potreba dlhých sezónnych migrácií každý rok priamo ovplyvnila sociálnu organizáciu lovcov sobov (Janusz et al., 1979). Ďalším obmedzením paleolitických ľudí bol sezónny výskyt hmyzu, predovšetkým komárov, ktoré im zneprijemňovali pobyt vo vlhkejších a nižšie položených miestach.

15 000 – 10 000 r. BP (18 252 – 11 482 kal. r. BP)

Prechod posledného glaciálu do holocénu (okolo 15 000 až 9 000 r. BP; 18 252 – 10 203 kal. r. BP) charakterizovala séria extrémnych a náhlych klimatických zmien (napr. Walker, 1995; Lowe et al., 1994, 1995; Alley a Clark, 1999).

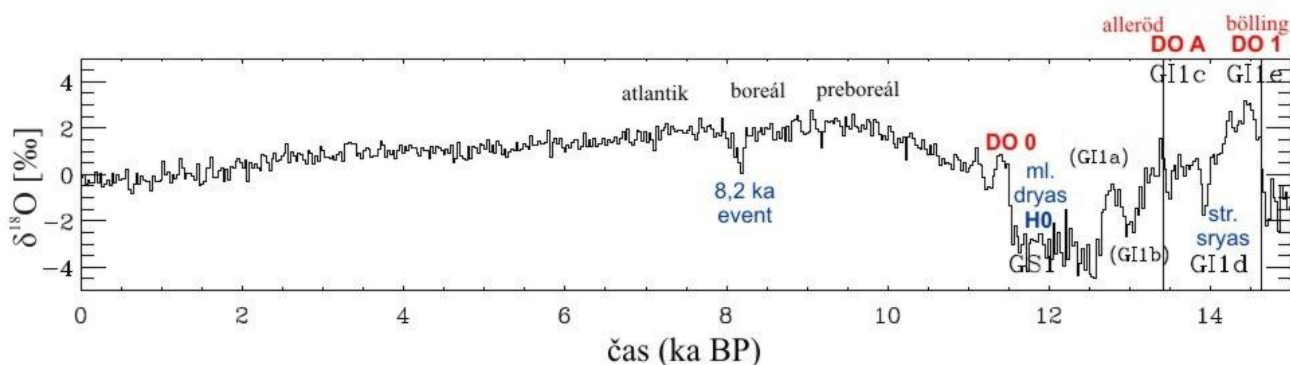
Medzi najvýznamnejšie zmeny klímy podľa Európskych chronozón (Mangerud et al., 1974; Wohlfarth, 1996; Björck et al., 1998) patrí chladné obdobie staršieho dryasu (grónsky štádiál GS2 a Heinrichov event 1), teplé obdobie bölingu a allerödu (grónsky interštádiál GI1 a Dansgaard-Oeschgerov event 1 a A) a chladné obdobie mladšieho dryasu (grónsky štádiál GS1 alebo Heinrichov event 0). Obdobie GI1 je rozdelené na epizódy GI1a (teplá perióda medzi mladším dryasom a GI1b), GI1b (chladná oscilácia v rámci allerödu = IACP = *intra-Alleröd cold period*), GI1c (teplá perióda medzi IACP a stredným dryasom), GI1d (starší dryas) a GI1e (teplá perióda bölingu) (obr. 12).

Toto obdobie predstavuje samý koniec posledného glaciálu. Zodpovedá prvej časti fázy 1. klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). (Celá prvá fáza zahŕňa záver glaciálu a včasný interglaciál). Predstavuje obdobie najväčšieho zvratu v rámci klimatického cyklu, pretože v priebehu niekoľko tisícročí sa podnebie menilo od najchladnejšieho po najteplejšie. Mnoho druhov otvorenej glaciálnej krajiny preto nezmizlo s prvým vzostupom teploty, ale až vtedy, keď v krajine začal prevládať súvislý les (Horáček a Ložek, 1988). Na počiatku prechodu neskorého glaciálu do holocénu sa skončila tvorba spraší a vystriedala

ju mierna sedimentácia svahovín vrátane drobnejších sutín a pôdotvorné procesy. Na spraši sa začali tvoriť černoze, na vápencoch rendziny. Menil sa aj režim vodných tokov. Z divočiacieho štádia, keď nivu tvorili rýchlo sa meniace štrkopieskové náplavy prestúpené neustále sa prekladajúcimi plytkými korytami, prešli do meandrujúceho štádia, v ktorom sa vytváralo trvalejšie koryto s voľnými meandrami a v nive sa usadzoval jemnejší materiál. V miestach, kde pri riekach na väčších plochách vystupovali holé piesčité štrky, ešte pokračovalo navievanie alebo previevanie viatych pieskov, ktoré však ku koncu fázy plynule vyznelo (Ložek, 2002).

Pre spoločenstvo malakofauny neskorého glaciálu bola charakteristická významná zmena fauny. Spôsobila ju vyššia diverzita biotopu, ktorá vyvolala nárast počtu druhov a diferenciaciu malakocenózy. Popri stepných spoločenstvách obsahujúcich stále množstvo sprašových elementov sa objavilo viacej mesických spoločenstiev, skôr zodpovedajúcich lúčnym prostrediam, rovnako ako aj širokému rozpätiu močiarov a malých vodných prostredí. Charakteristické lesné a termofilné druhy však chýbali (Ložek, 1988; Ložek a Čílek, 1995).

Na územie Moravy a Slovenska začali prenikať nové faunistické prvky, ktoré charakterizovali klimatickú zmenu (podobne ako v období gravettien). Popri druhoch žijúcich na študovanom území po celý posledný štádiál würmu sa ojedinele začali objavovať zvieratá, ktoré sú typické pre nasledujúci holocén (napr. *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Bison bonasus* a pod.). Podobne je to aj v prípade nálezov malakofauny (Svoboda et al., 2000). Sú neklamným znamením klimatických zmien, ktoré sa v tejto dobe udiali (v oblasti krasu však omnoho neskoršie ako v južnejších oblastiach) (Musil, 2002a). Prevládajúcimi zvieratami boli stepné druhy [dokumentujú to napr. nálezy fauny z Klentnice-Soutěžky (Ložek, 1985; Horáček et al., 2002)]. Existoval však aj lokálny vývoj fauny. Preto je potrebné vytvárať a používať lokálne stratigrafické škály. Spoločenstvá tohto obdobia sú bohatšie ako počas holocénu. Druhy vyžadujúce teplú klímu chýbajú. Oblasť Moravy a Slovenska v tom čase môžeme zaradiť ku chladnej klíme. Charakteristické druhy tohto obdobia: *Rangifer tarandus*, *Ochotona pusilla*, *Lepus timidus*, *Lemmus lemmus*, *Equus* sp., *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius*, *Gulo gulo*, *Alopex lagopus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Alces alces*, *Citellus citellus*, *Saiga tatarica*, *Cricetus cricetus*, *Vulpes vulpes*, *Martes martes*, *Panthera leo*, *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Lynx lynx*, *Castor fiber*, *Canis lupus*, *Rupicapra rupicapra*, *Talpa europaea*, *Mustela nivalis*, *Sorex araneus* (Musil, 1985, 2000). Popri tejto faune sa v závere ojedinele nachádzali aj druhy, ktoré v tejto oblasti definitívne skončili: mamuty, nosorožce, hyeny a možno aj jaskynné medvede. Skladba nálezov (napr. nálezy v Balcarovej skale) poukazuje skôr na ich prežívanie až do tejto doby, alebo, a to je pravdepodobnejšie, na možné ojedinelé migrácie zo severnej oblasti ako na pôvod zo starších sedimentov (Musil, 2002b). To isté ukazujú aj nálezy malakofauny, kde prežívajú niektoré typické sprašové formy (Ložek, 2000).



Obr. 12. Kyslíkový izotopový záznam z ľadovcového jadra GRIP z konca posledného glaciálu a holocénu. Červenou farbou sú zaznačené Dansgaardove-Oeschgerove eventy (DO 0, DO A, DO 1) (Dansgaard et al., 1993), modrou farbou Heinrichov klimatický event (HO) (Heinrich, 1988; Hemming, 2004) a európske chronozóny (atlantik, boreál, preboreál, mladší dryas, allerd, stredný dryas a bölling), čiernou farbou grónsky štádiál (GS1) a grónske interštádiály (GI1a – GI1e) (Björck et al., 1998; Mangerud et al., 1974; Walker et al., 1999; Wohlfarth, 1996).

Aj keď je štruktúra spoločenstiev rámcovo zhodná s obdobím pleniglaciálu, obohatil ju väčší počet náročnejších druhov špecializovaných na rôzne otvorené stanovišká, od teplých stepných svahov alebo sutinových polí až po močiarne lúky a nívne kroviny. Charakter krajiny bol teda zrejme odlišný od homogénnej chladnej stepi s ostrovčekmi tundry, ktorú predpokladáme v pleniglaciáli. Zrejme zahŕňala nielen vlhké stanovišká, ale aj ostrovčeky tajgy a sezónnych lúk (Horáček et al., 2002).

Do konečných fáz posledného glaciálu časovo spadá kultúra magdalénien. V strednej Európe predstavuje paralelnú kultúru s epigravettienom. Magdalénien je prevažne sústredený do jaskynných oblastí. Niekedy sa nachádza v sprasi, no častejšie sa vyskytuje v hnejdej zemine pokrývajúcej najmladšiu spras (Valoch, 1961; Klíma, 1961). V jaskynných uloženiach sa nachádza v 2 odlišných vrstvách, ktorých fauna sa od seba príliš neodlišuje. V oboch vrstvách (ak sú prítomné) sú najfrekvencovanejšie nálezy *Rangifer tarandus* a *Lepus* sp., v staršej vrstve je prítomných viac jedincov rodu *Equus* sp. (Musil, 2000). Staršie štádium je obsiahnuté v najvyššej časti sprase, mladšie štádium sa vyskytuje na povrchu sprase v nadložnej sivohnejdej pôde, ktorá, ako sa zdá, má ranoholocénny vek (Klíma, 1961).

Na Slovensku typický magdalénien chýba (Valoch, 1961; Klíma, 1961). Východnú hranicu magdalénienskej expanzie podľa doterajších nálezov tvoria lokality krakovskej jaskynnej oblasti (Maszycká jaskyňa), Moravský kras a dolnorakúske jaskyne (Gudenusova jaskyňa). Relatívne hojné osídlenie Moravského krasu predstavuje asi centrum tohto východného magdalénienskeho osídlenia (Svoboda et al., 2002). Na Slovensku v tomto období (paralelne s magdalénienom na Morave) doznievala kultúra epigravettien. Na Slovensku sú nálezy z tohto obdobia zatiaľ zriedkavé (napr. Haligovce – jaskyňa Aksamitka v Pieninách, kde ide asi o presah z Poľska), hoci s nimi treba počítať. Aj kostená industria na lokalite Skalka pri Púchove naznačuje možnosť prieniku magdalénien na západné Slovensko z Moravy. Okolo 13 000 – 9 000 r. BP (15 854 – 10 203 kal. r. BP) sporadicky prenikala z Poľska do Popradskej kotliny kultúra šwiderien [Veľký Slavkov a (?)Silická Jablonica].

Pokusy mnohých autorov o vytvorenie chronologického sledu lokalít moravského magdalénien pomocou typológie kamenných nástrojov nie sú príliš presvedčivé a kostené a parohové artefakty sú v podstate obmedzené na jaskyňu Pekárna. Rádiouhlíkových údajov je zatiaľ príliš málo na to, aby dovolili vytvoriť nejakú postupnosť. Pre moravský magdalénien je charakteristická kultúra lovcov sobov v zmysle Wenigera (1987) a Svobodu (2000). Všetky rádiouhlíkové údaje z magdalénien Moravského krasu (porovnaj Svoboda et al., 2000) spadajú do pomerne krátkeho časového úseku v rozmedzí 13 000 – 12 500 BP (15 854 – 14 821 kal. r. BP).

Populácie magdalénien prenikajúce zo západnej Európy bez nadväznosti na predchádzajúci miestny vývoj osídlili prevažne krasové oblasti (na Morave výraznejšie ako v Čechách) a v nich len údolia s vodnými tokmi. Okolité krajinu pragmaticky využívali len na rýchle presuny za sezónnymi zdrojmi. Nálezy kvalitných poľských silicítov sú dôkazom toho, že komunikácia vo všetkých dobách sa uskutočňovala s územiaми na severe. O komunikácii s oblasťami na juhu zatiaľ neexistujú dôkazy, pretože sa nenašli zdroje kamenných surovín. V čase konečného ústupu ľadovca zo severoeurópskej roviny v neskorom glaciáli pravdepodobne náhle vymizli miestne populácie viazané na dlhodobý lokálny vývoj a uvoľnili priestor expanzii západoeurópskeho magdalénien. Izolovanosť magdalénienskych enkláv na východnej hranici ich rozšírenia možno sčasti vysvetliť krátkym trvaním tejto civilizácie. Počas neho sa adaptovali na iné typy prostredí. Predpokladá sa, že príchod magdaléniencov bol veľmi rýchly (snáď v 2 priestorovo samostatných prúdoch: cez stredné Nemecko do Čiech a Podunajskom na Moravu). Analýza polohy magdalénienskych staníc v Moravskom krase ukázala, že osídlené boli len údolia, cez ktoré po väčšinu roka pretekal vodný tok (údolie Hádeckého potoka/Říčky v južnej časti a Křtinského/Jedovnického potoka v strednej časti), alebo tie ich časti, v ktorých sa prepadali toky z mimokrasových území (Sloupské údolí, hradský a ostrovský žľab v s. časti krasu). Dôležitou podmienkou osídlenia je voda, ktorá je v krasových oblastiach vzácnosťou. Predstavovala nevyhnutnú podmienku aj pri krátkodobom pobyte ľudí a súčasne priľah-

hovala stáda zveri. Ďalšou podmienkou je pohodlný prístup. Orientácia vchodu jaskyne mala len podružný význam. Len málo jaskýň má vchod orientovaný na juh. Faunu z obidvoch veľkých sídlisk pod širým nebom na Morave (Brno – Maloměřice – Borky I a plošiny pri Mokrej) nepoznáme. V Sasku a Durínsku na otvorených sídliskách jednoznačne prevládali pozostatky *Equus* sp., zatiaľ čo vo vnútorných priestoroch moravských jaskýň sa najčastejšie stretávame s kosťami *Rangifer tarandus*. Zdá sa prirodzené, že vnútrajšky jaskýň boli obývané predovšetkým v zime. V lete sa viacej využívali priestory pred jaskyňami a stanovištia v otvorenom teréne (Oliva, 2002a). Podľa Wenigera (1987) bol kôň skôr letným úlovkom, oproti zajacom a inej kožušinovej zveri, ktorú bolo užitočné loviť v zime. Dlhé zvieracie kosti sú na magdalénienskych staniach vždy značne roztrieštené. Bolo to spôsobené zrejme pri vyberaní špiku. Väčšie akumulácie celistvých kostí, aké sprevádzajú veľké sídliská pavlovienu, sa v magdaléniene už neobjavujú, aj keď úlovok sa na sídlisko prinášal spravidla skoro celý a potom sa delil (Musil, 1958). O pohyboch západným a východným smerom svedčí prinášanie kryštálov z Českomoravskej vrchoviny a karpatských rádiolaritov. O využívaní bohatého biotopu juhomoravských nížin nie sú doklady. Na juhu leží niekoľko drobných staníc v mokrianskom lome (Oliva, 2002b).

Bohaté sídliská (jaskyňa Pekárna, Žitného jeskyně, Býčí skála, Balcarka, Kůlna a Borky I) boli pravdepodobne opakovane sezónne alebo dlhodobo (celoročne asi Pekárna) osídlené. Tvorili centrá, okolo ktorých sa vytvárali menšie krátkodobé stanice. Ľudia žili v otvorenej stepnej krajine s chladnou faunou s prevahou soba a s hojným výskytom lumíka *Dicrostonyx torquatus*. V malakofaune aj vo vegetácii sa postupne objavovali náročnejšie druhy, ktoré potom prežívali v alleröde (porovnaj Frenzel, 1983) (Valoch, 2002c).

Medzi dôležité lokality magdalénienu patria: Adlerova jeskyně, Balcarova skála, Sobolova (Barová) jeskyně, Býčí skála, Čertova díra, Děravá jeskyně, Hadí jeskyně (Mokrý-Horákov), Hostim, Hranice v Moravskej bráne, Jáchymka (Evina jeskyně), Kolíbky, Křížova jeskyně, Kůlna, Kateřinská jeskyně, Klímova jeskyně (Pod Vyhlídkou, Jeskyně archeologů), Koňská jáma, Kůlna, Kůlnička, Kvíc, Liščí jeskyně (Poustevna), Maloměřice-Borky I, Mokrý – lom I a V, Nová Drátenická jeskyně, Ochozská jeskyně, Osmnáctka (A 18), Pekárna, Průchodnice, Ražice, Rytířská jeskyně, Sklep, Sloupsko-šošůvské jeskyně, Srnčí jeskyně, Šipka, Švédův stůl, Verunčina jeskyně, Výpustek, Záblatí, Zkamenný zámek, Žitného jeskyně (ČR); Haligovce – jaskyňa Aksamitka, Velký Slavkov a (?) Silická Jablonica, Skalka pri Púchove (SR) (Maška, 1882; Szombathy, 1884; Wankel, 1871b, 1882, 1884; Maška, 1886; Knies, 1891; Kříž, 1891; Wankel, 1892; Trampler, 1897; Knies, 1900, 1901; Kříž, 1903; Knies, 1907; Bayer, 1925; Absolon a Czižek, 1926 až 1932; Skutil, 1928, 1929a, b; Schirmeisen, 1933; Skutil, 1941; Absolon, 1945; Sobol, 1948; Klíma, 1949, 1951, 1953; Valoch, 1953; Musil, 1956; Valoch, 1957; Dvořák et al., 1957; Klíma, 1958; Musil, 1958; Žebera, 1958; Valoch, 1960; Klíma, 1960, 1961; Valoch, 1961; Skutil, 1961, 1962;

Valoch, 1963a, b; Klíma, 1962; Valoch, 1969; Klíma, 1970a; Absolon, 1970; Klíma, 1974; Janusz et al., 1979; Svoboda a Wodecki, 1981; Sobczyk, 1984; Seitl a Svoboda, 1984; Valoch, 1989a, b; Svoboda et al., 1995; Oliva, 1995; Vencel, 1995; Oliva, 1996; Valoch, 1996, 1998; Svoboda, 1998; Škrdla et al., 1999a, b; Musil, 2000; Svoboda, 2000; Valoch, 2002a, b, c; Valoch et al., 2002; Klíma, 2002; Oliva, 2002a, b; Škrdla, 2002).

V priebehu allerödskeho oteplenia sa objavili kultúry neskorého paleolitu – tišnovien a epimagdalénién. Tieto kultúry sa vyvíjali ďalej do začiatku preboreálu. Osídlenie tišnovien bolo na Morave rozptýlené riedko, pritom však zasahovalo aj do oblasti, ktorá bola dovtedy osídlená len minimálne. Prenikalo síce ojedinele, ale najhlbšie do masívu Českomoravskej vrchoviny a sústredilo sa aj v bučovickej oblasti (Svoboda et al., 2002).

Medzi dôležité lokality tišnovien patria: Bučovice, Dřínová (Tišnov), Jabloňany, Kněžice, Mladoňovice, Průchodnice I a Třebíč (ČR) (Musil, 1956; Mazálek, 1960; Klíma, 1963b, 1964; Valoch, 1966; Klíma, 1970b, 1971; Diviš a Grepl, 1984; Svoboda a Ložek, 1993; Horáček et al., 2002; Svoboda et al., 2002).

Medzi dôležité lokality epimagdalénienu patria: Sobolova (Barová) jeskyně, Kůlna a Loštice (ČR) (Kříž, 1891; Sobol, 1948; Seitl et al., 1986; Svoboda a Seitl, 1987; Valoch a Seitl, 1988; Valoch, 1989b; Svoboda et al., 2000; Horáček et al., 2002).

A. Nížiny

Viedenská panva (Juhomoravská panva a Záhorská nížina)



V mladšej fáze posledného glaciálu (Ložek, 1951; Havlíček, 2001; Nehyba a Havlíček, 2001) klimatické pomery podnecovali viatie pieskov. Tvorila rozsiahle plošné pokryvy (predovšetkým na pravom brehu Moravy, najmä pri Vracove, Moravskom Píske, Bzenci, Přívoze, Rohatci, Liděřoviciach, Hodoníne a Vacenoviciach, pozdĺž ľavého brehu Dyje od Rakvíč cez Ladnú až po Břeclav a v okolí Mikulčíc). Na rozdiel od pieskov v Záhorskej nížine, piesky na južnej Morave neprekonali dlhý transport (Havlíček, 1980; Minaříková, 1982). Na niektorých miestach sa nachádzajú aj pod povodňovými hlinami a ležia priamo na štrkoch, niekedy sú štrkami prikrýté (Dlabač a Plička, 1958).

K najrozšírenejším kvartérnym sedimentom Záhorskej nížiny (Borský Mikuláš, Mikulášov, Lakšárska Nová Ves, Šaštin-Stráže, okolie Malaciek, okolie Malých Levár, Gajary, Láb, Zohor – Plavecký Štvrtok, Závod, Moravský Svätý Ján, Sekule, Borský Svätý Jur, Senica) patria aj viate piesky (Pelíšek, 1963).

Hlavná sedimentácia naviatych pieskov [pochádzajúcich z vyfúkaného piesku fluvialných piesčitých štrkov (Minaříková, 1982), menej z panónsko-pontských pieskov (Havlíček, 1980)] prebiehala v neskorom glaciáli, s miestnou resedimentáciou aj v holocéne. Duny vznikali v nadväznosti na fluvialnu sedimentáciu (Nehyba a Havlíček, 2001). Akumulácia psamitického materiálu dún odráža vzťah medzi klímou a dostatkom vhodného materiálu na vyviatie. Klíma ovplyvňuje nielen ariditu, ale aj úroveň podzemnej vody. Jej periodické kolísanie určovalo sedimentárne procesy oblasti, ale spôsobovalo aj čiastočné fixovanie dún a tým znemožňovalo ich výrazné premiestňovanie (Havlíček, 2001).

Po skončení posledného glaciálu sa na južnej Morave vytvorili mnohé jazera (Čejčské, Vracovské, Vacenovické, Vlkošské a Kobylské). Jazierka sa postupne zanášali a zarastali (zazemňovali) v priebehu neskorého glaciálu (poslednej fázy poslednej ľadovej doby, asi 15 000/13 000 až 10 250 r. BP; 18 252/15 854 – 11 979 kal. r. BP) a v priebehu holocénu (približne 10 250 r. BP – dodnes; 11 979 kal. r. BP – dodnes). Čejčské jazero (neskorý glaciál až mladší subatlantik) predstavovalo postupne zarastajúcu vodnú nádrž. Dokladajú to aj zistené vodné druhy malako-fauny, najmä vo vrchnej časti výplne. Toto jazero bolo jedným z mnohých jazierok, ktoré sa vytvorili na južnej Morave po skončení poslednej ľadovej doby (Břízová et al., 2003a). V oblasti Dolnomoravského úvalu v okolí Hodonína sa medzi dunami viatych pieskov nachádzajú depresie vyplnené organickými sedimentmi, alebo v nich vystupujú nepriepustné neogénne ílovité prachovité piesky či jemnozrnné piesky tvoriace ich podložie. Sú to pozostatky bývalých jazierok (Břízová, 2001a, 2001b). V čase ukladania sedimentov sa uplatňovala silná redepozícia kombinovaná s eróziou okolitých terciérnych vrstiev. Pravdepodobne mali význam aj tektonické pohyby. To vyústilo do stratigrafickej a vegetačnej komplikovanosti sedimentov, preukázanej pri analýze vrstiev z tejto oblasti (napr. Břízová et al., 2003a). Z analýz vyplýva, že základy vzniku rašelinísk možno zaradiť na prelom neskorého glaciálu a začiatku holocénu. Ukladanie organickejšieho typu sedimentu, pokiaľ nenastala erózna činnosť sa začalo tiež v tomto období (Břízová et al., 2003a).

Nivy veľkých riek v teplejších územiach sa v tomto období stávali refúgiami klimaticky náročnejšej vegetácie. Výrazne sa líšili od svojho okolia. Tieto aluviálne spoločenstvá boli značne bohatšie ako skladba spoločenstiev podhorských nív (Břízová, 2001a).

Neskorý glaciál sa vyznačoval zmiernením podnebia, ktoré sa prejavilo miernym oteplením, najmä v bölinskom a allerödskom výkyve, a zvlhčením. V týchto teplejších výkyvoch sa šírila svetlá tajga s prevahou *Pinus silvestris* a *Betula* sp. Krajina nadobúdala pestrejší ráz.

V období staršieho dryasu sa šírili trávovo-bylinné spoločenstvá so svetlomilnými druhmi a s kríčkovitými porastmi ako *Ephedra* sp., *Pinus* sp. a *Juniperus* sp. V období bölingu sa šírili nesúvislé lesíky so *Salix* sp. a *Pinus* sp. Nezalesnené plochy pokrývali porasty s hojnejšie sa vyskytujúcimi papraďami (napr. lokality Vracov a Dvůr Anšov; Svobodová, 1991). V alleröde sa šírili lesné spolo-

čenstvá. Objavili sa aj náročnejšie dreviny ako *Quercus* sp. Na mnohých miestach vznikli močiare a plytké nádrže a objavila sa pestrejšia vegetácia otvorenej krajiny, ktorá na vlhkejších miestach má skôr lúčny ako stepný ráz. Veľké plochy sa stále udržovali bezlesné (Rybničková a Rybniček, 1972). Prvá fáza nasledujúceho mladšieho dryasu bola humidnejšia, ako predpokladajú Isarin et al. (1998) na základe svojich výskumov. Druhá fáza bola podľa Břízovej et al. (2003b) suchšia a menej chladná. Podľa Rybničkovej a Rybnička (1972) bola na černozeiach južnej Moravy rozšírená step až lesostep.

Obdobie nástupu neskorého glaciálu sa v areáli Viedenskej panvy (podobne ako v oblasti Podunajskej nížiny a Malých Karpát) na základe nálezov ulitníkov vyznačovalo ešte chladnou a suchšou klímou s júlovou paleotepotou 13,92 °C. Neskôr prevládla vlhkejšia klíma s júlovou paleotepotou okolo 14,89 °C. Zaznamenávame v ňom 2 výraznejšie intervaly charakteru interštadiálov (böling alebo Dansgaardov-Oeschgerov event 1 a alleröd alebo Dansgaardov-Oeschgerov event A). Nastal ústup chladnomilných prvkov otvorených formácií ako *Pupilla loessica* a *Vertigo parcedentata* a nástup teplomilných druhov najmä v teplejších a suchších intervaloch, napr. *Fruticola fruticum*, *Carychium tridens*, *Discus ruderratus*, *Pupilla triplicata*, *Helicopsis striata*... (Kernátsová, 2001). Severnejšie časti môžeme charakterizovať na základe biotopov a druhového zloženia ako stepnú krajinu s ostrovmi parkovej tajgy. Na základe analýz ulitníkov (Kernátsová, 1997) bola klíma chladná (starší dryas, stredný dryas = grónsky interštadiál G11d, grónsky interštadiál G11b, mladší dryas = Heinrichov event 0 = grónsky štadiál 1), s nápadnými teplejšími a humidnejšími výkyvmi (böling alebo Dansgaardov-Oeschgerov event 1 a alleröd alebo Dansgaardov-Oeschgerov event A a Dansgaardov-Oeschgerov event 0).

Podunajská nížina



Počas celkovo chladných klimatických pomerov s nedostatkom vzdušných zrážok prebiehala na niektorých miestach tvorba spraše (napr. Nitriansky Hrádok). K najrozšírenejším sedimentom v oblasti Podunajska (Bratislava, Šamorín, Zlatná, Nová Stráž, Komárno, Radvaň, Čenkovec, Palárikovo) a dolného toku rieky Váh, Nitra, Žitava až Hron (napr. Sereď, Šoporňa, Trnovec, Palárikovo, Nové Zámky, Hurbanovo, Chotín, Mužla, Pribeta, Dvory nad Žitavou) však patria viete piesky. Najmladšie sa nachádzajú na povrchu mladopleistocénnej štrkovitej terasy Dunaja a jeho prítokov. Vznikli vyviatím z tejto terasy koncom neskorého glaciálu alebo v holocéne a v holocéne boli miestami previate (Pelíšek, 1963). Na niektorých vlh-

kých miestach a v oblasti nad terasami riek vznikali sádky na báze so slatinami alebo slienitými almami (napr. Svätý Jur, Pusté Úľany, staré dunajské ramená a Ostrov, Hrabušice; Kovanda, 1971).

Na základe malakozoologického výskumu sa obdobie nástupu neskorého glaciálu v areáli Podunajskej nížiny a Hornonitrianskej kotliny vyznačovalo ešte chladnou a suchšou klímou s júlovou paleoteplotou 13,92 °C. Neskôr prevládala vlhkejšia klíma s júlovou paleoteplotou okolo 14,89 °C. Nastal ústup chladnomilných prvkov otvorených formácií a nástup teplomilných druhov najmä v teplých a suchých intervaloch (Kernátsová, 2001). Na základe biotopov a druhového zloženia severnejšie časti Podunajskej nížiny môžeme charakterizovať ako stepnú krajinu s ostrovmi parkovej tajgy. Klíma bola chladná, s nápadnými teplejšími a humídnejšími výkyvmi (Kernátsová, 1997).

Východoslovenská nížina



Viate piesky patria k najrozšírenejším kvartérnym sedimentom východného Slovenska [dolný tok rieky Ondavy (od Trebišova po Brehov), na juh od rieky Latorice (Streda nad Bodrogom, Kráľovský Chlmec, Belá, Leles, Poľany, Solníčka, Svinice; Pelíšek, 1963)].

B. Kotliny a stredohorské oblasti

Vonkajšie karpatské znížneniny



V priebehu neskorého glaciálu sa striedali chladné a teplé klimatické intervaly s veľmi rýchlymi prechodmi (napr. Taylor et al., 1993; von Grafenstein et al., 1999) v priebehu niekoľkých desaťročí (Alley et al., 1993; Severinghaus a Brook, 1999). Najrozšírenejšie sedimenty úvalov v tomto období boli eolické sedimenty. Smerom na sever plynule nadväzujú na pokryvy eolických sedimentov južnej časti stredného Poľska a smerom na juhozápad plynule prechádzajú do oblasti eolických sedimentov strednej Moravy. Tie zase plynule pokračujú do eolických sedimentov na južnej

Morave a do severnej časti východného Rakúska. Ich hrúbka je značná (na južnej Morave až 30 m, na strednej Morave a v Moravskej bráne 20 m). V období ich ukladania viali severozápadné, západné a juhozápadné vetry. Dokladá to ich geografická situácia, morfológia sprašových návejov a závejov a frakcionovaná sedimentácia v smere vetra (Žebera, 1962b). S rozvojom teplejšej a humídnejšej klímy a vegetačného krytu na konci neskorého glaciálu sa ich ukládanie na našom území skončilo (Chlupáč et al., 2002).

Oblasť úvalov sa v minulosti nachádzala na prechode boreálnych a mediteránnych vplyvov. Postupne sa vzdŕaľovala od vplyvov pôsobenia severských ľadovcov, ale súčasne začala podliehať vplyvom Panónskej nížiny, ktorá zmiernovala subarktickú klímu neskoroglaciálneho obdobia. Vývoj sa začal močaristými machoviskami, ktoré predstavovali miniatúry tundry. V priaznivej konfigurácii terénu a v dôsledku nedostatku vody z okolitých hôr sa pod vplyvom teplejšej Panónskej nížiny skoro vyvinuli slatiny. Ich okolie bolo celkom suché. Dokazujú to horizonty rašeliny so silným zastúpením peľových zŕn *Pinus* sp. v spodnej časti profilu. Tieto horizonty sa považujú za neskoroglaciálne. Ich aktívna tvorba mohla ustať v subboreáli alebo atlantiku (Puchmajerová, 1945; Břízová, 2001b). Medzi ďalšie lokality s výskytom rašeliny alebo slatiny z obdobia neskorého glaciálu až holocénu patria napr. severne od Olomouca Černovír, Plané Lúčky, Horka nad Moravou (Růžička, 1973; Břízová, 2001b), Hlušovice, Šumvald, Tlumačov a Uničov (Demek, 1962).

V priebehu celého neskorého glaciálu bola krajina pokrytá parkovými porastmi *Pinus silvestris* s *Betula* sp. a peľové analýzy dokladajú nesúvislý vegetačný pokryv (Břízová et al., 2003a). Krajina mala otvorený charakter a dobré svetelné pomery umožňovali výskyt *Juniperus* sp. Hojné boli mokrade, od menších vodných nádrží až po rôzne iniciálne štádiá budúcich slatín. Krajina bola prehľadná, ľahko priechodná a mohla poskytovať dobré podmienky na život ľudí (napr. lokalita Černovír; Jankovská, 2003). Na černozeiach bola rozšírená step až lesostep. Dokladajú to peľové analýzy napr. z profilu z Hrabětíc, kde je chladné obdobie neskorého glaciálu charakterizované ako trávovo-bylinná step (Peschke, 1977).

Považské podolie a Dolnovážska niva



Koniec neskorého pleniglaciálu a začiatok neskorého glaciálu sa na západnom Slovensku prejavil chladnou klímou, previevaním spraší a nápadnými teplejšími a humídnejšími výkyvmi (−1 až +3 °C), počas ktorých sa tvorili fosilné pôdy. Na základe biotopov a druhového zloženia možno krajinu charakterizovať ako stepnú, s ostrovcami

parkovej tajgy. Túto situáciu dokumentujú napr. lokality Mnešice v Novom Meste nad Váhom, Moravany nad Váhom, Lúka a Zamarovce (Kernátsová, 1997; Ambrož et al., 1952). Na niektorých miestach sa nachádzajú bahňité a hnilokalové sedimenty. V ich oblasti boli alebo sú vytvorené močariská s preplástkami organických zvyškov (Šajgalík, 1967).

Podtatranská kotlina



V tejto oblasti bola v období staršieho dryasu (Heinrichov event 1 alebo grónsky štadiál 2) vegetačná situácia pravdepodobne taká ako vegetačné pomery dnešnej sz. Sibíri pri polárnej hranici lesa. Zo stromových drevín tu rástol pravdepodobne len *Larix*, vyskytovali sa kričkovité brezy a vrbý (Jankovská, 1998). V polohách okolo 500 až 600 m n. m. prevládali spoločenstvá blízke formáciám lesotundry. V Podtatranskej kotline mali v tomto subarktickej období veľké rozšírenie mokrade, predovšetkým machoviská. Skladba bylinného poschodia bola veľmi pestrá, pretože popri druhoch rašelinných lúk sa vyskytovali aj rastliny dnešného stepného a tundrového spoločenstva.

Je pravdepodobné, že v bölingu (Dansgaardov-Oeschgerov event 1 alebo grónsky interštadiál GI1e) sa nielen viacej rozšírila súvislá lesotundra s *Larix* sp., ale priamo do priestoru kotlín začali prenikať aj borovice (*Pinus mugo?*, *Pinus silvestris?* a *Pinus cembra*). Nie je vylúčený ani sporadický výskyt *Alnus viridis*. Charakteristický ráz krajiny udávali mokradňové spoločenstvá so *Salix* sp. (Jankovská, 1998).

V strednom dryase (grónsky interštadiál GI1d) sa v krajine pod Tatrami stále šírili *Larix* sp. a *Pinus cembra*. Zmenšoval sa počet mokradí a z lemov potokov a jazier ustupovala *Salix* sp. Stále sa vyskytoval *Juniperus* sp. (Jankovská, 1998). Krajina Podtatranskej kotliny bola v období stredného dryasu priehľadná, ľahko prístupná a priestupná. V karpatských kotlinách sa v neskoroglacijných formáciách, na rozdiel od hercynika, objavili *Larix* sp., *Betula pubescens*, *Populus* sp. a *Juniperus* sp. Pravdepodobne existovali aj miestne refúgiá *Picea* sp. (Jankovská, 1991).

Obdobie allerödu (Dansgaardov-Oeschgerov event A alebo grónsky interštadiál GI1c + grónsky interštadiál GI1b + grónsky interštadiál GI1a) predstavuje klimaticky priaznivý výkyv neskorého glaciálu. Dná aj okraje Podtatranskej kotliny pokrývali husté porasty tvorené *Larix* sp. a *Pinus cembra*. Rozšírenie zalesnenia krajiny viedlo k ústupu krikových a bylinných zložiek vegetácie (*Juniperus* sp., *Salix* sp.) predchádzajúcej lesotundry. V tomto období mali lesné porasty vnútrokarpatských kotlín charakter svetlej tajgy s *Larix* sp., *Pinus cembra* a ostatnými borovicami (Jankovská, 1998).

Mladší dryas (Heinrichov event 0 alebo grónsky štadiál 1) predstavuje posledný chladný výkyv neskorého glaciálu (Jankovská, 1991). Vegetačný kryt mal charakter lesotundry až severskej tajgy. Krajina bola prehľadná a ľahko prístupná.

C. Horské a krasové oblasti

Priebeh vývoja v krasových oblastiach (Moravský kras, Pálava, Slovenský kras a ostatné krasové oblasti) možno zhrnúť takto: V staršom (predallerödskom úseku neskorého glaciálu sa skončila tvorba spraše. Tejto etape zodpovedá pokojná fáza svahovej sedimentácie. Neskôr nastúpila tvorba sutín s drobnejšími zrnami a pokračovala aj v spodnom holocéne. Ich hlinitá výplň má najprv ešte sprašovitý, neskôr však čoraz humóznejší charakter, takže môže mať aj povahu rendzinových sedimentov (Ložek a Čílek, 1995).

Jesenická oblasť



Za zmiernujúcich sa klimatických podmienok doznievala tvorba spraše a vystriedala ju mierna sedimentácia svahovín a sutín a pôdotvorné procesy. Hornatý terén a vlhkejšie a chladnejšie klimatické podmienky umožnili sedimentáciu sprašových hĺn (napr. Hrubý Jeseník v údolí Desnej; Prosova, 1963; Musil, 1993). Vhodné usporiadanie terénu, geologické podložie a hydrologické a klimatické podmienky mali kľúčový význam pre vznik rašelinísk v tejto oblasti (napr. Šmarda, 1951; Duda a Krkavec, 1959).

Fauna nájdená z obdobia od 15 000 do 10 000 r. BP (18 252 – 11 482 kal. r. BP) (napr. jaskyňa Průchodnice; Horáček et al., 2002) zodpovedá parkovej krajine v pomerne drsnom podnebí. Ide pravdepodobne o nálezy z chladnej klimatickej oscilácie.

Českomoravská vrchovina (východná časť)



Českomoravská vrchovina (na základe peľových analýz) má charakter prechodu medzi západnou a východnou

Európou a zaujíma veľmi dôležité postavenie v rámci Európy (Knebllová-Vodičková, 1961, 1966, 1970). Obdobie mladšieho dryasu (Heinrichov event 0 alebo grónsky štadiál) a preboreálu sa vyznačovalo procesmi, ktoré zásadne ovplyvnili vývoj krajiny. Nastali významné zmeny v klimatickom systéme a následne deglaciácia a postupná degradácia permafrostu (Rybničková, 1974). Klimatický priebeh a charakter terénu umožnili vznik sprašových zemín (napr. okolie Jihlavy, Kozlov, Rytířsko, Ždírec, Velký Beranov, Bedřichov, Kosov, Bystřice nad Pernštejnem; Prosová, 1963; Musil, 1993) a rašelinísk. Na hranici Žďárskych vrchov a Železných hôr ležalo (dnes už vyčistené) rašelinisko pri Zalíbenom. V profile je zachovaný celý neskorý glaciál a časť spodného holocénu (Knebllová-Vodičková, 1966). Z lokality pochádzajú dve rádiouhlíkové datovania: $11\,420 \pm 180$ r. BP ($13\,321 \pm 204$ kal. r. BP) a $10\,200 \pm 210$ r. BP ($11\,921 \pm 420$ kal. r. BP). Obe merania datujú spodné časti rašeliniska a potvrdzujú domnienky, že ich vznik je podstatne skorší (neskoroglaciálny, 15 000/13 000 – 10 250 r. BP; 18 252/15 854 – 11 979 kal. r. BP). Medzi ďalšie lokality s výskytom rašeliny z obdobia neskorého glaciálu a holocénu patrí napríklad okolie Jihlavy a Bystřice nad Pernštejnem (tu sa rašeliny s hojnými zvyškami rastlín nachádzajú v povodňových hlinách Svratky) (Smolíková, 1964).

Brněnská vrchovina



V oblastiach nachádzajúcich sa v nižšie položených krasových častiach Moravského krasu sú najmladšie spraše (objavujú sa v jaskynných vchodoch, skalných previsoch alebo strmých skalných svahoch), všeobecne prekryté kompletnou sekvenciou neskoroglaciálnych a holocénnych jaskynných opadov, často so sprašovitým matrixom, jemnozrnnými kryoklastickými sedimentmi, sprašami alebo humóznymi pôdami (Ložek, 1988). V období bōlingu (Dansgaardov-Oeschgerov event 1 alebo grónsky interštadiál GI1e) nastalo miernejšie oteplenie a zvlhčenie. To malo za následok vznik sprašovitej pôdy ležiacej uprostred spraší vzniknutých za chladnej klímy. Tenká vrchná spraš sa pripisuje strednému dryasu a predstavuje konečné prerušenie sprašovej sedimentácie. Geologický záznam z terestrických prostredí zvyčajne neposkytuje precíznejšie informácie o počte a povahe klimatických oscilácií (Ložek a Čílek, 1995). Vývoj prírodného prostredia bol určite komplikovanejší. Túto domnienku môžu preukázať palynologické údaje z jaskyne Barová (Svobodová, 1992), naznačujúce oveľa kompletnejší vývoj v období neskorého glaciálu – prinajmenšom tri oscilácie lesného a stepného

prostredia. V období allerōdu (Dansgaardov-Oeschgerov event A alebo grónsky interštadiál GI1c) a mladšieho dryasu (Heinrichov event 0) dochádzalo v jaskyniach k opadávanu a vzniku skalných sutín. V častiach mimo sprašových oblastí, t. j. vyššie ako 350 m n. m. a vo vlhkejších oblastiach, je spraš nahradená jemnozrnným kryoklastickým eolickým a graviačným sedimentom so sprašovitými pôdami obsahujúcimi kryoklastickú prímes (napr. severná časť Moravského krasu – Pustožlebská jaskyně, Zazděná jaskyně a Srnčí jaskyně; Ložek a Čílek, 1995). V klimaticky vlhkejších oblastiach alebo v nadmorskej výške viac ako 300 až 350 m vznikali sprašové zeminy (Prosová, 1963; Musil, 1993).

V období neskorého glaciálu v rastlinnom kryte kolísala rozsať lesa a stepi (Klíma, 1958; Seitl et al., 1986; Svoboda et al., 2000; Horáček et al., 2002). Počas chladných výkyvov (starší dryas, stredný dryas a mladší dryas) sa rozširovala trávnatá step. Dokladajú to peľové analýzy napr. z jaskýň Kůlna, vrstva 6, Barová, Pekárna a Kolibky (Seitl et al., 1986; Svobodová, 1992, 1998). Počas teplejších a vlhkejších oscilácií (bōling a allerōd) sa šíril les a okrsková parková krajina s občasnými ihličnanmi (napr. Zazděná jaskyně; Ložek a Čílek, 1995).

Prostredie Moravského krasu v období neskorého glaciálu zodpovedalo sprašovej stepi so skalným podkladom na svahoch (Ložek, 2000; Horáček et al., 2002). Malakofauna strednej časti Moravského krasu (napr. jaskyňa Barová) predstavovala sprašové spoločenstvo, predovšetkým na úpätí pahorkatín. Teplomilné prvky mizli a nahradili ich *Vallonia tenuilabris*, *Pupilla* sp., *Succinella oblonga* a *Trichia sericea*.

V období allerōdu a mladšieho dryasu sa klíma oteplila a v Moravskom krase sa objavili aj náročnejšie prvky malakofauny [napr. *Granaria*, *Chondrina*, *Truncatellina costulata* z jaskyne Zazděná (Ložek a Čílek, 1995)]. Podobné podmienky sme pozorovali aj v oblasti Pálavy (Soutěžka, Martinka, Tři panny, Dolní Věstonice-Nad cihelnou) a na severnej Morave (Průchodnice, Velká Kobylanka). Chladnejšie výkyvy neskorého glaciálu a boreálno-alpínsky ráz dokumentuje malakofauna napr. z okolia obcí Mnichov a Vísky.

Oblasť Moravského krasu a priľahlého okolia bola z hľadiska prírodného prostredia na základe fauny stavovcov veľmi rozmanitá. Striedali sa tu menšie otvorené stepné plochy s ihličnatými lesmi a nedá sa vylúčiť ani prítomnosť ojedinelých listnatých stromov. Paleoekologická analýza nájdených druhov vtákov a cicavcov v magdalénienských kultúrnych vrstvách ukazuje na tieto stanoviská:

1. stepné plochy až lúky (*Perdix* sp., *Circus* sp., *Corvus* sp.),
2. močiare a vresoviská, močiarné lúky striedajúce sa s vlhkými lesmi (*Tetrao* sp., *Lagopus* sp., *Vanellus* sp., *Tringa* sp., *Sorex* sp., *Sus scrofa*),
3. brehy vodných tokov s veľkým rastlinným porastom (*Porzana* sp., *Castor fiber*),
4. stojaté vody s veľkým rastlinným porastom (*Gallinula* sp.),
5. parková krajina s možnosťou väčších lesných celkov (*Cuculus* sp., *Corvus* sp., *Accipiter* sp., *Turdus* sp., *Capreolus capreolus*, *Meles meles*),

6. ihličnaté lesy (*Garrulus* sp., *Nucifraga* sp., *Tetrao* sp., *Bubo bubo*),
7. zmiešané lesy a možno aj ostrovčeky menších listnatých lesíkov (*Bonasa* sp., *Tetrao* sp., *Bubo* sp., *Glis* sp., *Cervus elaphus*, *Sus scrofa*, *Felis silvestris*),
8. južné prvky (*Dama dama*, *Otus scops*, *Otis* sp.) (Horáček et al., 2002).

Vonkajšie Západné Karpaty



V oblasti českej časti vonkajších Západných Karpát prebiehala raná fáza zosuvnej aktivity (mladší dryas – preboreál) (Břízová et al., 2003b). V najspodnejšej polohe povodňových hĺn sa veľmi často objavovali rašeliny (Teřešov).

Východná časť Moravy, geograficky náležajúca ku karpatskej oblasti, mala v poslednom glaciáli obdobný vegetačný charakter ako slovenské Karpaty. V stredných a vyšších polohách prevládali rastlinné spoločenstvá s charakterom lesotundry (Jankovská, 2003).

Malé Karpaty



Obdobie nástupu neskorého glaciálu sa v areáli Malých Karpát vyznačovalo ešte chladnou a suchšou klímou, ktorú vystriedali nápadné teplejšie a humidnejšie výkyvy. Interštádiálne podmienky bõlingu a allerõdu sa podobne ako v iných oblastiach prejavili 2x. Nastal ústup chladnomilných prvkov otvorených formácií a nastúpili teplomilné druhy, najmä v teplých a suchých intervaloch (Kernátsová, 2001). V severnejších oblastiach dominovala stepná krajina s ostrovmi parkovej tajgy (Kernátsová, 1997).

Vo faune jaskýň sú zastúpené prevažne chladnomilné, lesostepné a tundrové druhy (napr. jaskyňa Trojuholník zachytáva prechod pleistocénu a holocénu; Holec, 1989). Faunistický sled (napr. jaskyne Tmavá skala; Kernátsová, 1994) potvrdzuje špecifickú pozíciu oblasti pri formovaní súčasnej stredoeurópskej fauny. Dokladá raný nástup teplomilných prvkov a veľmi neskorý výskyt foriem glaciálnej fauny.

Tatry, Nízke Tatry a Veľká Fatra



Vývoj v tejto oblasti bol podobný ako v severnej časti Moravského krasu. V častiach mimo sprašových oblastí, t. j. vyššie ako 350 m n. m. a vo vlhkejších oblastiach, bola spraš nahradená jemnozrnným kryoklastickým eolickým a gravitačným sedimentom so sprašovitými pôdami obsahujúcimi kryoklastickú prímes. Významnú výnimku predstavuje jaskyňa Mažarná vo Veľkej Fatre. Spraš staršieho až stredného dryasu tam vystriedala vápnnitá nehumózná pôda vyplňajúca priestory medzi veľkými balvanmi vápenca (Ložek a Cílek, 1995).

V karpatskom regióne Slovenska, teda v jeho plošne rozsiahlejšej severnej časti, boli pravdepodobne v priebehu stredného a vrchného pleniglaciálu a v neskorom glaciáli stromové spoločenstvá, a to od kotlín až po stredné polohy karpatských pohorí. Na južnom úpätí Karpát, predovšetkým v geomorfologicky a expozične pestrom vápencovom území, sa súčasne mohli vyskytovať klimaticky náročnejšie dreviny. S ohľadom na meniaci sa vegetačný a krajinný charakter spôsobený striedaním chladných a suchších a teplých a vlhkejších výkyvov sa menila aj fauna – od zástupcov tundier a stepí až po vyložene lesnú faunu. Navyše, v prípade flóry a fauny v pleniglaciáli treba brať do úvahy iné vzájomné väzby ako v súčasnosti. V závislosti od vegetačných pomerov a vertikálnej zonálnosti sa v kotlinách nachádzali porasty, ktoré mali charakter dnešnej strednej a severnej sibírskej tajgy až lesotundry (Jankovská et al., 2002; Jankovská, 1998, 2002, 2003). Porasty tajgového charakteru Karpát prechádzali na svojom severnom úpätí do vegetačných formácií lesotundry až tundry. Tajga južnej časti karpatského oblúka prechádzala plynule, prípadne mozaikovite do porastov s charakterom lesostepí. Vtedajšia vegetačná situácia bola pravdepodobne veľmi podobná pomerom, ktoré možno v súčasnosti sledovať napr. v oblasti Sibíri južne od Krasnojarska. Analogické pomery v poslednej ľadovej dobe mohli byť aj v transekte Karpaty – Panónska nížina (Jankovská, 2004). Predovšetkým však treba zdôrazniť mozaikovitosť krajiny posledného glaciálu. V tesnej nadväznosti na pomery stanovišť sa mohli v blízkej vzdialenosti od seba vyskytovať rastlinné spoločenstvá, ktoré spolu podľa našich predstáv zdanlivo rásť nemôžu (Jankovská, 2002).

Prechodná zóna medzi sprašovou oblasťou a vyššie položenou humidnejšou trávnatou zónou podobnou na súčasnú subalpínsku zónu existovala v období allerõdu a mladšieho dryasu v oblasti Veľkej Fetry (ako dosvedčujú nálezy z jaskyne Mažarná). Zóna neskorého glaciálu však bola podstatnejšie suchšia ako dnešná. Výskyt tejto zóny predpokladáme na základe nálezov malakofauny. Obsaho-

vala bohaté spoločenstvo horských druhov s veľkým množstvom fatranského endemitu *Faustina cingulella* a niektoré krasové druhy (ako napr. *Pyramidula* alebo *Chondrina*) (Ložek a Cílek, 1995).

Podhôrno-magurská oblasť a Východné Beskydy



V období staršieho dryasu priemerná ročná teplota bola až o 10 °C nižšia než dnešná, vo vyšších polohách aj nižšia. Oblasť tvorila mrazová pustatina bez lesov a bez vyššej vegetácie. Na vhodných miestach sa mohli uchytiť nanajvýš lišajnikové a machové spoločenstvá. V zimných mesiacoch bol povrch pokrytý snehom. Počas niekoľkých letných týždňov sa roztápali veľké množstvá snehu a voda unášala so sebou množstvo anorganického materiálu, ktorý sedimentoval v nížinách.

Počas obdobia allerödu sa klíma zvlhčila a oteplila o 3 až 4 °C. Priemerná ročná teplota vystúpila na 2 – 3 °C. Na južných, nižšie položených svahoch predpokladáme tundrové porasty tvorené zástupcami čeľadí *Cyperaceae* a *Poaceae*, niektoré *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Ranunculaceae* a *Rumex* a boli primiešané niektoré ďalšie druhy ako napr. *Polemonium*, *Polygonum bistorta*, *Trollius europaeus* a iné. Po tomto teplejšom a vlhkejšom výkyve sa klíma v priebehu mladšieho dryasu opäť ochladila, mala suchší charakter, bolo menej zrážok. Priemerná ročná teplota dosahovala hodnoty okolo 0 °C (Krippel, 1986).

Horná hranica lesa v neskorom glaciáli a včasnom holocéne pravdepodobne kolísala. Svedčia o tom paleobotanické nálezy *Larix Europea*, *Pinus cembra* a *Picea excelsa*. Možno predpokladať, že v prealleröde horná hranica lesa východne od Vysokých Tatier v priestore Spišská Magura – Levočské vrchy ležala asi 700 – 800 m n. m. V alleröde mohla vystúpiť do 900 m n. m., v dryase 3 opäť poklesla na 800 m n. m. V preboreáli horná hranica rýchlo stúpala do výšky viac ako 1 000 m n. m. (Jankovská, 1995).

Slovenské rudohorie



Táto oblasť v období prechodu pleistocénu a holocénu mala špecifickú pozíciu pri formovaní súčasnej stredoeu-

rópskej fauny. Dokladá ranný nástup teplomilných prvkov a veľmi neskorý výskyt foriem glaciálnej fauny (táto situácia je zachytená napr. vo faune z jaskyne Frontová). V niektorých jaskyniach sú už zastúpené lesné druhy (napr. Frontová jaskyňa; Kernátsová, 1994).

Porovnanie a rekonštrukcia vývoja prírodného prostredia študovaných oblastí v období od 15 000 – 10 000 r. BP (18 252 – 11 482 kal. r. BP)

Paleoklimatický a sedimentárny vývoj

Striedanie klimatických oscilácií sa výrazne prejavilo na sedimentárnom pokryve jednotlivých študovaných oblastí. Striedajúce sa humídne a aridné klimatické pomery sú v mnohých profiloch zaznamenané ako jemné klimatické výkyvy. Geologický podklad a morfológia spoločne s klimatickými zmenami veľmi silne vplyvajú na charakter sedimentárneho pokryvu. V období neskorého glaciálu prebiehala výrazná veterná činnosť. Prejavovala sa viatím pieskov, ktoré v rôznych oblastiach prekonali rôzne dlhý transport. Na južnej Morave neboli piesky transportované na veľké vzdialenosti. Transportovali ich vetry s rýchlosťou 4 – 7 m/s, niekedy aj silnejšie. V Záhorskej nížine však viate piesky, na rozdiel od pieskov z južnej Moravy, prekonali dlhší transport. Ich pôvod [fluviálne štrkopiesky Moravy (Minaříková, 1982) alebo panónske a pontské piesky (Havlíček, 1980)] a vek [mladšia fáza posledného glaciálu (Ložek, 1951)] sú však rovnaké. Takisto pre oblasť Východoslovenskej nížiny v období neskorého glaciálu bolo charakteristické vyvievanie pieskov. V nížinných oblastiach, predovšetkým v častiach Juhomoravskej panvy a Záhorskej nížiny, po skončení posledného glaciálneho maxima vznikali mnohé jazerá a jazierka, ktoré postupne zarastali. Na rozdiel od Juhomoravskej panvy, Záhorskej nížiny a Východoslovenskej nížiny, v oblasti Brnenskej vrchoviny, Podunajskej nížiny, Vnútrokarpackých znížení, Považského podolia a Dolnovážskej nivy sa usadzovala predovšetkým spraš a v chladnejších a vyššie položených oblastiach Jeseníckej oblasti a Českomoravskej vrchoviny sprašové hliny. Podobne ako v Juhomoravskej panve a Záhorskej nížine, aj v oblastiach Českomoravskej vrchoviny, Podunajskej nížiny, Vnútrokarpackých znížení, Považského podolia, Dolnovážskej nivy a Podtatranskej kotliny na vlhkých miestach a v oblasti nad terasami riek vznikali slatiny, rašeliny a almy. V horských oblastiach vo všeobecnosti ustávala sprašová sedimentácia, ktorú viac a viac striedala tvorba sutín.

Vegetačný vývoj

Pri analýze vegetačného krytu v období mladého paleolitu sa stotožňujeme s názormi Opravila (1994), Damblona (1997) a Svobodovej (2002), že na pomerne malej ploche sa striedali rôzne vegetačné formácie závislé od nadmorskej výšky, podložia, a predovšetkým klímy, ktorá sa v priebehu mladého paleolitu menila v krátkych časových intervaloch. Práve tieto zmeny sú dôvodom, prečo sa analýzy – palynologické, antrakotomické, makrozvyškov, sedimentologické a faunistické – úplne nestotožňujú. Ne-

musia totiž pochádzať z rovnakého obdobia. Barnosky et al. (1987) predpokladajú, že mozaikovitosť krajiny udržovali environmentálne gradienty, ktorými boli predovšetkým funkcia nadmorskej výšky a dostupnosť vlhky. Máme rovnaký názor ako Gutherie (1982), ktorý poznamenáva, že pleistocénne prostredie bolo oveľa viac mozaikovité ako holocénne.

Vodná a mokraďová vegetácia sa sústreďovala do malých jazierok, tóní, mokradí a rašelinísk, galériové lesíky s *Populus* sp., *Salix* sp. a *Alnus* sp. sprevádzali vodné toky. Sprasť usadenú na svahoch sprevádzali ohraničené ostrovy ihličnanov, kroviny a hustá bylenná vegetácia, ktorá rástla v pozdĺžnych depresiách. Tie mohli fungovať aj ako miestne teplé refúgiá. Veľké trávovo-bylinné formácie kvitnúcej stepi s ihličnanmi sa mohli vyskytovať na otvorených svahoch a subalpínske bylinné spoločenstvá na kamenistých vrcholoch. Takéto prostredie poskytovalo veľa možností pre život rozličných druhov zvierat s odlišnými ekologickými nárokmi na malej ploche. Tým zároveň poskytovalo dobrú základňu pre život vtedajších ľudí.

Oblasti nížin sa značne odlišovali od podhorských a horských oblastí aj v charaktere a bohatstve vegetácie. Nivy veľkých riek predstavovali refúgiá klimaticky náročnejšej vegetácie. Tá sa výrazne líšila tak od svojho okolia, ako aj od spoločenstiev podhorských nív, ktoré neboli také vegetačne bohaté ako nivy v nížinách. Východná časť Moravy, geograficky náležajúca ku karpatskej oblasti, mala v poslednom glaciáli obdobný vegetačný charakter ako slovenské Karpaty. Aj Moravský kras, Tatry, Nízke Tatry a Veľká Fatra mali v období neskorého glaciálu podobný vývoj. Počas chladných výkyvov (starší dryas, stredný dryas a mladší dryas) sa rozširovala trávnatá step. Počas teplejších a vlhkejších oscilácií (bölling a alleröd) sa šírila les a okrsková parková krajina s občasnými ihličnanmi. Oblasť Podtatranskej kotliny možno v období staršieho dryasu porovnať s vegetačnými pomermi dnešnej sz. Sibíri pri polárnej hranici lesa.

Fauna a prírodné prostredie

Podobný vývoj v období neskorého glaciálu je na základe malakofauny dokumentovaný z Viedenskej panvy a Podunajskej nížiny. Najprv prevládala chladná a suchšia klíma, potom sa klíma postupne zvlhčovala. V týchto oblastiach sa južné časti líšili od severných, ktoré nadobúdali stepný charakter s ostrovčekmi parkovej tajgy. Na základe analýzy malakofauny aj Slovenské rudohorie a Malé Karpaty mali v období neskorého glaciálu podobný vývoj: faunistický sled potvrdzuje špecifickú pozíciu panónskej oblasti pri formovaní súčasnej stredoeurópskej fauny. Dokladá raný nástup teplomilných prvkov a veľmi neskorý výskyt foriem glaciálnej fauny. Vývoj prírodného prostredia tohto obdobia v Moravskom krase, v karpatských zníženiach a na severnej Morave mal podobný priebeh. V období allerödu a mladšieho dryasu sa klíma otepľovala a začali sa objavovať aj náročnejšie prvky malakofauny. V krasových oblastiach však zmeny fauny prichádzali pomalšie a neskoršie ako v oblasti nížin.

Neskorý glaciál tvorili početné klimatické oscilácie. To sa odrazilo aj na charaktere fauny cicavcov. Počas chladných výkyvov (starší, stredný a mladší dryas) dominovali stepné druhy. V interštadiálnych obdobiach (bölling a alleröd) prevládali teplomilnejšie druhy obývajúce lesné a lúčne prostredia. Na mnohých miestach vznikali jazierka a močiare, čo sa odrazilo aj na rastúcom počte vlhkomilných zvierat. Jaskynné priestory poskytovali výhodné podmienky nielen pre život magdalénienskych ľudí, ale aj fauny (predovšetkým netopierov). Na základe paleontologických výskumov môžeme konštatovať, že spoločenstvá tohto obdobia boli podstatne bohatšie ako počas holocénu. K typickým druhom cicavcov patrili: *Barbastella barbastellus*, *Myotis dasycneme*, *Myotis myotis*, *Myotis mystacinus*, *Myotis bechsteini*, *Myotis dasycneme*, *Nyctalus noctula*, *Rhinolophus hipposideros*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*, *Sorex alpinus*, *Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Sorex pygmaeus*, *Crocidura leucodon*, *Neomys fodiens*, *Ochotona pusilla*, *Lepus timidus*, *Citellus* sp., *Spermophyllus* cf. *major*, *Lemmus lemmus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Dicrostonyx guleilmi*, *Lagurus lagurus*, *Sicista betulina*, *Apodemus* sp., *Sciurus vulgaris*, *Castor fiber*, *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Crucetus cricetus*, *Pitymys subterraneus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Microtus regalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus nivalis*, *Mus* sp., *Felis silvestris*, *Panthera leo*, *Panthera spelaea*, *Hyena spelaea*, *Lynx lynx*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*, *Gulo gulo*, *Martes foina*, *Martes martes*, *Mustela eminea*, *Meles meles*, *Ursus arctos*, *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* sp., *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Capreolus capreolus*, *Rangifer tarandus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Saiga tatarica*, *Rupicapra rupicapra*, *Capra ibex*, *Ovis/Capra* (Musil, 1956; Klíma, 1959; Valoch, 1989b; Musil, 2000, 2002a; Horáček et al., 2002; Svoboda et al., 2002).

Človek a prírodné prostredie

Typickú kultúru magdalénienu poznáme len z oblasti Moravy. Podľa doterajších nálezov na území Slovenska v období neskorého glaciálu paralelne s magdaléniénom na Morave pretrvávala kultúra epigravettien.

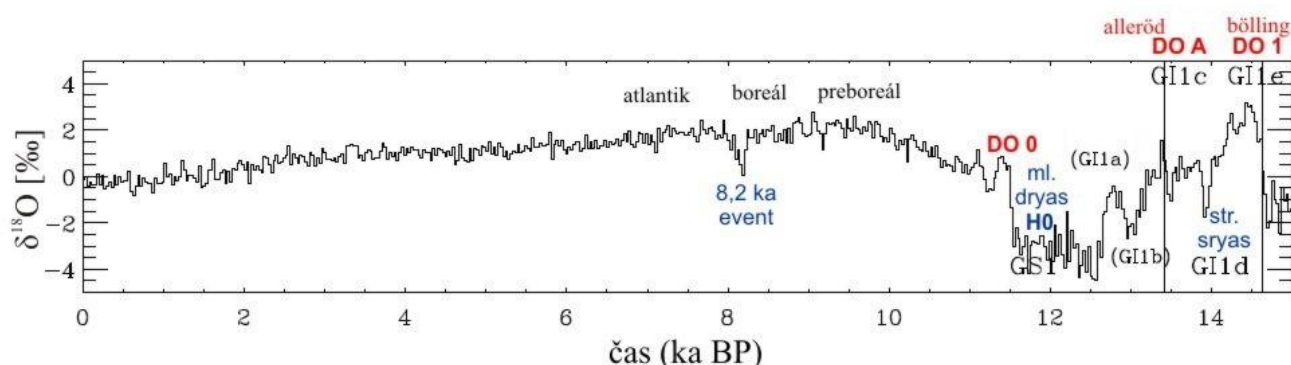
Osídlenie Moravského krasu počas magdalénienu bolo viazané na teplejšiu osciláciu bölling, keď dochádzalo k maximálnej expanzii tejto kultúry na sever a východ Európy (Housley et al., 1997; Jochim et al., 1999). Súhlasíme s názorom Přichystala (2002), že vzhľadom na nízky počet datovaných vzoriek môže byť časový horizont magdalénienského osídlenia Moravského krasu širší. Tomu by podľa Přichystala (2002) mohla nasvedčovať rôznorodosť jednotlivých kolekcii artefaktov (rozdielely v surovinách, technológii a typológii).

Lov sa v tom čase sústredil predovšetkým na druhy ako *Rangifer tarandus*, *Equus* sp. a menšie zvieratá (*Lepus* sp., *Aves*). *Mammuthus primigenius* ako zložka potravy už stratil na význame.

10 000 – 4 700 r. BP (11 482 – 5 545 kal. r. BP)

Prvými klimatickými úsekmi holocénu sú obdobia preboreálu a boreálu. Predpokladá sa, že priemerná ročná teplota bola v preboreáli ešte o 5 stupňov nižšia, ale koncom

boreálu už o 2 stupne vyššia ako dnes. Priemerná ročná teplota v atlantiku bola asi o 3 stupne vyššia ako v súčasnosti. Odvtedy sa klíma len ochladzovala (i keď s nepravidelnými výkyvmi) (obr. 13).



Obr. 13. Kyslíkový izotopový záznam z ľadovcového jadra GRIP z konca posledného glaciálu a holocénu. Červenou farbou sú zaznačené Dansgaardove-Oeschgerove eventy (Dansgaard-Oeschgerove eventy 0, A a 1) (Dansgaard et al., 1993), modrou farbou Heinrichov klimatický event (H0) (Heinrich, 1988; Hemming, 2004) a európske chronozóny (atlantik, boreál, preboreál, mladší dryas, alleröd, stredný dryas a böling), čiernou farbou grónsky štadiál (GSI) a grónske interštadiály (GI1a – GI1e) (Björck et al., 1998; Mangerud et al., 1974; Walker et al., 1999; Wohlfarth, 1996).

V období prechodu glaciálu do interglaciálu sa v priebehu niekoľko tisícročí menilo podnebie od najchladnejšieho po najteplejšie (Horáček a Ložek, 1988). Toto obdobie prechodu zodpovedá druhej časti prvej fázy klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). Po prechodnom období neskorého glaciálu do holocénu nastalo vrcholné a neskoré teplé obdobie. Vyznačovalo sa predovšetkým plynulým rozvojom súvislých lesov podmienených vysokou teplotou a vlhkosťou. Zodpovedá druhej fáze klimatického cyklu v zmysle Ložka (1973). Vo vrcholnom úseku mohla teplota presiahnuť dnešný priemer až o 2 – 4 °C. Zrážky dosahovali veľmi vysoké hodnoty, ktoré v určitých úsekoch mohli byť viac ako dvojnásobné oproti súčasným zrážkam na danom mieste (Smolíková, 1982; Ložek, 2002).

Zo sedimentov majú význam predovšetkým travertíny pri veľkých prameňoch. V jaskyniach sa tvorili sintre. Prebiehala intenzívna korózia vápenca. Fauna mala výrazne lesný ráz a zahŕňala mnoho druhov, ktoré sú jednak citlivé na väčšie zmeny teploty a vlhkosti, jednak sa úzko viažu na lesné prostredie (Ložek, 2002). Zvýšením teploty, a predovšetkým nárastom vlhkosti na začiatku holocénu sa začal proces zvetrávania. Vrchol zvetrávania spadá do obdobia spodného holocénu, pravdepodobne do časového obdobia preboreálu až skorého atlantiku (Ložek a Cílek, 1995). Pre boreál bola charakteristická chladnejšia a suchšia klíma s menším výskytom vegetácie (Pelíšek, 1957).

Povrch údolných nív takmer všetkých vodných tokov na Slovensku aj na Morave tvoria povodňové hliny. Tvorba povodňových hĺn závisela od stupňa zalesnenia krajiny. Na začiatku holocénu išlo o prirodzený proces erózie pri veľkých dažďových zrážkach na nezalesnenom povrchu, neskoršie túto eróziu vyvolalo najmä odlesnenie krajiny človekom (Musil, 1993). Akumuláciu povodňových hĺn prerušovali obdobia pokoja, v ktorých sa tvorili subfosílné pôdy. Medzi boreálom a starším atlantikom dochádzalo k silnej eróziívnej činnosti. Jej pôsobením sa údolná niva

znižovala zhruba o 3 m (Macoun et al., 1965). Potom opäť prebiehala akumulácia povodňových hĺn, ktorá trvá nepretržite až dodnes (Musil, 1993).

Na mnohých miestach sa vytvárali vápnené močiare až plytké jazerá, v ktorých sa usadzovali limnické vápence, najmä sladkovodné sliene, a tiež jazerná krieda, ktorá je však na Morave veľmi vzácna. Pri prameňoch vytekajúcich z vápnených vrstiev sa začínal zrážať penovec. Jeho tvorba sa prudko zvýšila v neskorom úseku prvej fázy klimatického cyklu. Travertíny obsahujú najmä prvky malakofauny miestneho charakteru, väčšinou lesného. Tým sa nápadne líšia od fauny spraší. Atlantické travertíny majú bohatú faunu vlhkeho lesného charakteru (omnoho vlhkejšiu ako dnes). Sú v nej zastúpené prvky, ktoré dnes na týchto miestach nežijú. Fauna travertínov máva takmer vždy značnú prevahu suchozemských druhov, väčšinou vlhkejšieho, zvlášť lesného charakteru. Spoločenstvá sú vždy veľmi silne ovplyvnené miernym prostredím. Z obdobia spodného holocénu, predovšetkým atlantiku, pochádzajú slatiny. Niektoré však zasahujú až do pleistocénu (Ložek, 1951). Kovanda (1971) vo svojej publikácii podal doteraz najúplnejší prehľad výskytu a opisu kvartérnych vápencov na území Slovenskej a Českej republiky. Výskumom travertínov sa zaoberali aj Hochmuth (1976, 1987), Ivan (1943, 1959), Kernátsová (1994), Ložek (1954, 1963, 1966), Musil, (1993), Němejc (1928), Vaškovský (1972, 1980) a Pilous (1985). K výskumu stredoeurópskych holocénnych vápencov významne prispel Jäger (1988, 2002, 2003). V priebehu holocénu vznikali lesné pôdy a úrodné černoze, ktoré v ďalšom priebehu atlantiku poslúžili prvým poľnohospodárom ako orná (ešte neoraná, skôr kyprená) pôda.

Začiatok holocénu vykazuje najprv podobné pomery ako teplejšie fázy neskorého glaciálu, no rýchly vzostup teploty a následné zvýšenie vlhkosti podmienilo trvalú imigráciu klimaticky náročnejších druhov. Najväčšie zmeny sa však prejavili v živej prírode, predovšetkým na vege-

tácii. Sprašová step a kamenité oblasti, poprípade tundrové formácie, postupne prechádzali do borovicovo-brezových porastov svetlej tajgy. Neskôr do nej prenikali náročnejšie listnaté dreviny, najmä *Corylus* sp. a *Quercus* sp. V staršej fáze hrali významnú úlohu aj otvorené formácie s charakterom mezofilných lúk. V suchých a teplých oblastiach sa rozvíjala kontinentálna step na černoze a na teplých vápnných stráňach aj formácie dúbav s *Cornus* sp. Druhy *Betula* sp. a *Pinus* sp. boli postupne zatlačené na extrémne stanovištia, ako sú skalné hrany, piesčiny a podobne. Prírodné podmienky v období atlantiku (oteplenie a zvlhčenie) podnietili vznik uzavretých vlhkých lesov (Ložek, 2002).

Podobne je to aj v prípade fauny. Prvky glaciálnej stepi postupne mizli a nahrádzali ich predovšetkým lesné druhy. Spoločenstvo malakofauny bolo zo začiatku holocénu podobné ako v období neskorého glaciálu. Neskôr sa čoraz viacej objavovali termofilné druhy. Vyskytovali sa aj xertermné druhy, typické pre spoločenstvá žijúce v krasových stepiach a skalách. Pozoruhodný bol aj výskyt suchomilných druhov. Mnoho druhov preživalo z neskorého glaciálu. Malakofauna dokumentuje dynamické zmeny v biote, ktoré sa odrážajú v značnom zvýšení počtu druhov a diverzity biotopov. Plný rozvoj lesných spoločenstiev sa prejavil až v období atlantiku (Ložek, 2002), keď nastala expanzia vlhkých uzavretých lesov. Lesné druhy zaznamenané v predchádzajúcom období sa takisto stávali dôležitými. Vyskytovali sa aj elementy fauny kontinentálnych stepí a reliktov sprášových stepí, ale postupne ubúdali alebo sa sťahovali do extrémnych prostredí reliktného charakteru. Vďaka otepľujúcej sa klíme na vhodných miestach, predovšetkým slnečných vápencových skalách, sa zvyšoval počet xertermných populácií (Ložek, 1985; Ložek a Cílek, 1995).

V období holocénu sa začali rozvíjať kultúry neskorého paleolitu (= mezolitu). Na Morave to bol berounien (západoeurópska mezolitická kultúrna oblasť od stredného Francúzska cez južné Nemecko a Čechy až na Moravu), na západnom Slovensku seredská skupina kultúry sauveterien (Mačianske vŕšky pri Seredi, Tomášikovo, Dolná Streda, povodie Čiernej vody, Bratislava-Dúbravka) a na východnom Slovensku potiská skupina kultúry tardenoisien (len Košice-Barca I a Medvedia jaskyňa pri Ružine).

Mezolit nie je vývojovou fázou celosvetového dosahu, ale obmedzuje sa na časť Eurázie, kde s nástupom holocénu nastali výrazné ekologické zmeny. Najstaršia fáza európskeho mezolitu je súdobá s formujúcim sa prednoázijským neolitom. Jeho trvanie je v rôznych oblastiach podstatne odlišné. Pre nedostatok obsiahlych nálezových celkov s dobrou výpovednou hodnotou (príčinou je jednak nevhodná stratigrafická poloha dnešného povrchu a relatívna nenápadnosť mezolitických reliktov) patrí mezolit na území Moravy a Slovenska k najmenej preskúmaným obdobiam praveku (Sklenář et al., 2002). Všetky environmentálne zmeny mali obrovský vplyv na ľudské sídliská a kultúru. Najvýraznejší vplyv môžeme vidieť na migrácii fauny a flóry, vyvolanej klimatickými zmenami (Janusz et al., 1979).

Náleziská mezolitu v Českej republike sa objavujú prevažne v rovinnom alebo pahorkatinnom teréne. Doklady mezolitu v krasových oblastiach sú viac ako sporadické (Horáček et al., 2002). Hory sa mohli využívať ako sezónne loviská a/alebo sídliská (Sklenář et al., 2002).

Už v období neskorého paleolitu sa lov sústreďoval na lesné a lesostepné druhy zvierat, takže z magdalénienskych lovcov sobov a koní sa stali epimagdalénienski lovcia jeleňov, losov, turov a koní. Tieto zvieratá sa lovili aj v období mezolitu. Oproti predchádzajúcim obdobiam získal na význame jedine rybolov, a to prevažne v jazerných oblastiach.

V zlepšujúcich sa klimatických podmienkach neskorého glaciálu sa neskoropaleolitické osídlenia stávali len sporadickými. Mezolit, spadajúci do plne sa rozvíjajúceho holocénu, je na území Moravy a Slovenska (podobne aj v Rakúsku a Maďarsku) zastúpený len sporadicky. Vznikol teda paradox, že s priaznivejšími ekologickými podmienkami sa zmenšil záujem o osídlenie Moravy a Slovenska. Názny radikálneho poklesu populácií v tej dobe v iných častiach Európy zatiaľ nie sú známe (napr. v Poľsku a Nemecku sú nálezy mezolitu veľmi hojné). Zdá sa, že územie, ktoré bolo pod vplyvom priaznivých klimatických podmienok Panónskej nížiny, nevyhovovalo životnému modelu mezolitickej populácie. Príčinu nie je možné vidieť v tom, že by úrodné sprášové pahorkatiny boli už osídľované neolitickými poľnohospodármi a mezolitické populácie by tvorili len zvyšky periférnych zón zatlačenej populácie. Z hľadiska ekonomiky bol mezolit záverečnou fázou éry neproduktívneho hospodárstva, v ktorom na našom území, rovnako ako v prevažnej časti Európy, sa doteraz nepreukázali predzvesti blížiaceho sa historického prelomu vo vývoji ľudskej spoločnosti – nástupu produktívneho hospodárstva. Toto obdobie postupného vyznievania celej staršej kamennej doby preto ešte ostáva spojené s mnohými otázkami (Valoch, 1992).

Medzi dôležité lokality mezolitu patria: Dolní Věstonice, Luhačovice, Mikulčice, Opava – Kylešovický kopec, Průchodnice I, Přibice, Smolín, Šakvice (Česká republika); Mačianske vŕšky pri Seredi, Mostová, Tomášikovo, Dolná Streda, povodie Čiernej vody, Bratislava-Dúbravka, Košice-Barca I, Medvedia jaskyňa pri Ružine (Slovenská republika) (Knies, 1903; Bárta, 1957, 1959; Prošek, 1959; Klíma, 1961; Bárta, 1973, 1980b, c, d; Bárta a Bánesz, 1891; Bárta, 1985; Valoch, 1989a; Bárta, 1990; Kertész, 2002).

A. Nížiny

Viedenská panva (Juhomoravská panva a Záhorská nížina)

Na povrchu údolných nív sa v období holocénu tvorili povodňové hliny. Na báze povodňových hĺn sa miestami nachádzajú rašeliny (napr. Stavenice), väčšinou však zuhoľnatené drevá (*Acer* sp., *Carpinus* sp., *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp.) (Musil, 1993). V neregulovanom toku rieky Moravy vznikali na mnohých miestach slatiny a hnilokaly (napr. Hodonín, Strážnice – palynologicky ziste-

né zatiaľ najstaršie sedimenty v tejto oblasti, vek $9\,200 \pm 110$ r. BP; $10\,401 \pm 123$ kal. r. BP). Po skončení posledného glaciálu sa v tejto oblasti vytvorili početné jazerá, ktoré sa postupne zanášali a zarastali (zazemňovali) [napr. Vlkošské, Vracovské, Čejčské, Kobylské, (Břízová et al., 2003b)]. Na niektorých miestach dochádzalo k previevaniu viatych pieskov (Dlabač a Plička, 1958).



Obdobie neskorého glaciálu vo Viedenskej panve (podobne ako v Malých Karpatoch a v Podunajskej nížine) sa vyznačovalo teplejším a vlhkejším klimatickým vývojom, hoci jeho nástup prebiehal ešte v chladnejšej klíme. Júlová poleoteplota dosahovala na základe malakotermometrie 18 až $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kernátsová, 2001). Spoločenstvá mäkkýšov druhovo zodpovedajú recentnej faune Viedenskej panvy (Ambrož et al., 1952).

Podunajská nížina



Geologický vývoj počas holocénu mal v Podunajskej nížine pomerne jednotný ráz. Klimatické zmeny a hydrodynamické podmienky väčších riek ovplyvnili štruktúru krajiny a sedimentárny a rastlinný pokryv. V neskorších obdobiach sa k faktorom vplývajúcim na prírodné prostredie pridružila aj ľudská činnosť. Celé územie je silno poznačené vplyvom hydromorfizmu. Obdobie preboreálu sa na študovanom území vyznačovalo dosť náhlým a definitívnym vzostupom teploty a poklesom zrážok. Podstatne sa zmenšila rušivá činnosť vetra. Zmenšila sa aj činnosť Dunaja. Dunaj často prekladal svoje koryto, erodoval vlastné nánosy a resedimentoval ich. Povodňové vody sa rozlievali na širokej ploche a zasahovali aj vyšší stupeň poriečnej nivy Dunaja. Jemnejšie materiály Dunaj sedimentoval na pririečnej nive. Plochy, ktoré sa pravidelne nezalievali vodami, zarastali drevinami a trávnatým porastom. Obdobie preboreálu a boreálu sa vyznačovali najväčším zalesnením, potom nastúpilo zospenenie. V období atlantiku sa klíma oteplila a postupne zvlhčila. Toto obdobie sa vyznačovalo väčšou tvorbou pôd v tých častiach územia, ktoré neboli často zaliate povodňovými vodami. Na vyšších miestach sa tvorili černoze (napr. Kuraľany, Bíňa; Šajgalík a Modlitba, 1983) a glejové pôdy. V tomto období sa v opustených meandroch a ramenách začali tvoriť aj niektoré

slatiny. Na mnohých miestach dochádzalo k previevaniu viatych pieskov (Pelíšek, 1963).

Zo začiatku holocénu panovali chladnejšie klimatické podmienky. Neskôr sa klíma oteplovala a zvlhčovala. Júlová poleoteplota na základe malakotermometrie dosahovala 18 až $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kernátsová, 2001). Spoločenstvá mäkkýšov druhovo zodpovedajú recentnej faune Podunajskej nížiny (Ambrož et al., 1952).

Východoslovenská nížina



V holocéne sa v dolinách zahľbovali toky, bola odstránená značná časť mladopleistocénnych fluvialných sedimentov a akumulácií tenkej vrstvy povodňových hĺn, pieskov a ďalších sedimentov, čiastočne organického pôvodu. Miestami dochádzalo k previevaniu viatych pieskov (Pelíšek, 1963).

B. Kotliny a stredohorské oblasti

Vonkajšie karpatské znížieniny



Zvyšujúce sa množstvo zrážok, ako aj stupeň odlesnenia krajiny boli hlavným spúšťacím mechanizmom vzniku povodní. V údolných nivách vodných tokov sa preto často ukladali povodňové hliny (napr. medzi Vyškovom a Prostějovom; Gam a Stehlík, 1956; na rieke Haná sa zachoval celý sled holocénu; údolia riek Odry a Dyje; Macoun et al., 1965; Musil, 1993). Akumuláciu povodňových hĺn prerušovali obdobia pokoja. Vtedy sa množstvo zrážok zmenšilo a tvorili sa subfósilne pôdy (napr. medzi Šumvaldom a Uničovom v údolnej nive Oskavy; Demek, 1962). Na báze povodňových hĺn sa miestami nachádzajú rašeliny (napr. Čerlinka, Doubrava, Tlumačov, Kvasice, Vyškov, Křížanovice, Lhota), väčšinou však zuhoľnatené drevá (*Acer* sp., *Carpinus* sp., *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp.) (Musil, 1993).

Pri vyústení tokov sa nachádzajú výplavové kužele. Lemujú svahy všetkých okolitých pohorí. Ležia buď na štrkoch, alebo na povodňových hlinách. Vznikajú v rela-

tívne krátkom období. Niekedy vznikali v niekoľkých klimatických obdobiach, ako to dokazuje prítomnosť fosilných pôd (Musil, 1993).

Vo vhodných oblastiach vznikali rašelinné a jazerné sedimenty (napr. v oblasti severne od Olomouca: Černo-vírsky les, Hlušovice, Štětovice – preboreál, možno aj staršie obdobie; Puchmajerová, 1945).

Oteplenie a zvlhčenie prostredia podnietilo v období atlantiku vznik sypkých sintrov a slatín (Horky nad Moravou, Dluhonice; Ložek, 1959).

Oblasť Hornomoravského úvalu sa v minulosti nachádzala na prechode boreálnych a mediteránnych vplyvov. Postupne sa vzdalovala od vplyvov pôsobenia severských ľadovcov, ale súčasne začala podliehať vplyvom Panónskej nížiny, ktorá zmierňovala subarktckú klímu neskoroglaciálnej doby. Vývoj sa začal močaristými machoviskami, ktoré predstavovali miniatúry tundry. Vplyvom priaznivej konfigurácie terénu a nedostatku vody z okolitých hôr a pod vplyvom teplejšej Panónskej nížiny sa skoro vyvinuli slatiny. Ich okolie bolo celkom suché. Dokazujú to horizonty rašeliny so silným zastúpením peľových zŕn *Pinus* sp. v spodnej časti profilu (tieto horizonty sa považujú za neskoroglaciálne). Ich aktívna tvorba mohla ustať v subboreáli alebo atlantiku. Slatiniská ustali vo svojej činnosti po nástupe buka *Fagus* sp. (Puchmajerová, 1945). Nápadný nedostatok teplomilných listnatých drevín sa vysvetľuje ich rozvojom až v čase, keď slatiny odumreli (Břízová, 2001b).

Oteplenie a zvýšenie vlhkosti v období preboreálu až boreálu umožňovalo čoraz väčšiu inváziu náročných, čiastočne lesných druhov malakofauny. V nadväznosti na klimatické podmienky sa znížil počet stepných elementov, napr. *Carychium tridentatum* a *Vertigo angustior*. Ku koncu tohto obdobia dosiahla vrchol druhová bohatosť malakofauny. Veľmi teplá a vlhká klíma v období atlantiku umožnila ešte väčší rozvoj lesných druhov s postupným ústupom elementov otvorenej krajiny (napr. Dolní Věstonice; Ložek a Čílek, 1995).

Považské podolie a Dolnovážska niva



Pri vyústení bočných dolín do hlavného údolia sa vytvárali výplavové kužele. Značná časť kuželov je zložená prevažne z jemného piesčitého a hlinitého materiálu a z preplavených spraší a sprašových hĺn. Náplavové kužele môžu byť v niektorých prípadoch jednej generácie (napr. kužel Chocholnice, kužel severne od Lúky; Šajgalík, 1967). V priestoroch okolo neregulovaných tokov Váhu sa často vytvárali močariská (Šajgalík, 1967). Pre toto obdobie holocénu je charakteristická aj tvorba hĺn (napr. Moravany nad Váhom, Banka; Ambrož et al., 1952).

Podtatranská kotlina



V období preboreálu sa výrazne zmenil vegetačný kryt Podtatranskej kotliny. Oteplenie počiatkom holocénu viedlo k novej expanzii *Larix* sp. Súčasne sa však zlepšili hydrologické pomery a začala sa šíriť *Picea* sp. Druh *Picea* sp. postupne vytlačil konkurenčne slabší *Larix* sp. a *Pinus cembra* do vyšších polôh a na extrémne stanovištia. Porasty s *Picea* sp. s charakterom ihličnatej strednej tajgy boli dominantným vegetačným prvkom Podtatranskej kotliny od konca preboreálu do začiatku vrchného holocénu. Porasty mali v tomto období charakter severnej až strednej tajgy.

V období boreálu prevládajúce porasty v podtatranských kotlinách boli zložené zo stále sa šíriaceho druhu *Picea* sp. a ustupujúcej *Pinus silvestris*, *Pinus cembra* a *Larix* sp. Listnaté dreviny zmiešaných dúbav vtedy dosiahli v tejto oblasti svoje holocénne klimatické optimum skôr ako v ďalších oblastiach Českej a Slovenskej republiky. Lesné porasty Podtatranskej kotliny boli v boreáli už súvislejšie. Na dne kotlin prevládali smrekové porasty, predovšetkým s charakterom rašelinných smrečín.

V období atlantiku pokrývali kotliny aj porasty s *Picea* sp. a šíriacim sa *Alnus* sp. Podtatranská kotlina dosiahla v atlantiku svoje najväčšie holocénne zalesnenie. Pre veľký počet mokradí (rašelinné smrečiny, breziny, jelšiny a rôzne typy rašelinísk) bola krajina takmer nepriepustná. Posledné zvyšky svetlomilnej vegetácie preživali na rašeliniskách a skalných biotopoch. V karpatskej oblasti v tomto období prevládali podhorské a horské ihličnate až listnaté lesy (širokolisté druhy) a stepi. Lesy a lesné stepi horských systémov boli reprezentované predovšetkým formáciami *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp. a *Carpinus* sp (Jankovská, 1998).

C. Horské a krasové oblasti

S pribúdajúcou vlhkosťou boli klastické uloženiny vo vchodoch jaskýň a previsov presýtené vyzrážaným CaCO_3 v podobe sintra – penovca. Jeho tvorba vrcholila na sklonku boreálu a v staršom atlantiku. Vznikali nápadné belavé sintrové horizonty, ktoré však v otvorenom teréne prechádzali do pôd s odvápnou jemnozemu, a to aj na svahoch s veľkým prínosom vápencového detritu, ktorý inak odvápneniu bráni. Sintrové horizonty dokladajú obdobie s najväčšou vlhkosťou, maximálnou migráciou CaCO_3 a ďalšiu pokojnú fázu v svahovej sedimentácii. Potvrzuje to aj intenzívna tvorba čistých penovcov pri vápnitých prameňoch v tomto období. Na vhodných miestach sa už tvorila černozem (Ložek a Čílek, 1995).

Sprašová step postupne prechádzala do parkovej krajiny, v ktorej čoraz viac narastal podiel drevín a teplomilných prvkov (Ložek a Cílek, 1995).

Jesenická oblasť



Vo vhodných oblastiach vznikali rašelinné a jazerné sedimenty (napr. Karlova Studánka; boreál – subatlantik); pri Rejvíze (malé jazierko vzniklo začiatkom boreálu, veľké jazierko začiatkom atlantiku; Šmarda, 1951). V údolných nivách sa po povodniach tvorili povodňové hliny. Na niektorých miestach sa zachoval sled od neskorého glaciálu až po koniec holocénu (napr. Koběřice). Táto lokalita ukázala, že nástup súvislého lesa začiatkom holocénu bol v tejto oblasti pozvoľný (Kovanda, 1987). Na báze povodňových hlien sa miestami nachádzajú rašeliny (napr. Třeština), väčšinou však zuhoľnatené drevá (*Acer* sp., *Carpinus* sp., *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp.) (Musil, 1993). K významným sedimentom patria aj vápence a penovce s malakofaunou spodného holocénu (Kovanda, 1971).

Českomoravská vrchovina (jej východná časť)



Mierna a humídna klíma podnietila vo vyšších oblastiach vplyvom mechanického a chemického zvetrávania vznik rozličných skalných útvarov (skalných výklenkov, voštín, skalných mís a podobne). Na svahoch vznikali svahové hliny. V nižších oblastiach sa ukladali fluvialne piesčité hliny a hlinité piesky. V obdobiach so zvýšenou zrážkovou činnosťou prebiehala sedimentácia povodňových hlien (napr. Kovanda, 1987; Musil, 1993). Vo vhodných oblastiach vznikali počas holocénu rašelinné a jazerné sedimenty (Salaschek, 1935; Puchmajerová, 1943; Břízová, 2003a, b, 2004).

Brněnská vrchovina

Postupné pribúdanie vzdušnej vlhkosti a teploty v období preboreálu až skorého boreálu podnietilo v jaskyniach

Moravského krasu vznik drobnoulomkového opadu s humóznym matrixom podobným rendzine. V období boreálu bola klíma suchšia a chladnejšia. V nasledujúcom veľmi vlhkom a teplom období atlantiku v jaskyniach Moravského krasu vznikali najprv drobnozrnný a neskôr hrubozrnný opad a prebiehala intenzívna precipitácia CaCO_3 (Ložek a Cílek, 1995). Mimo krasových oblastí sa tvorili hnedozeme (Musil et al., 1955).



V severnej časti Moravského krasu nastalo podstatné oživenie mnohých, dovtedy pomerne pustých plôch, kedysi charakteristických tvorbou mrazovej drviny. Krajina mala mozaikovitý charakter a v porovnaní s predchádzajúcou pleniglaciálnou krajinou sa vyznačovala väčšou druhovou rozmanitosťou (Rybníčková a Rybníček, 1972). Začiatkom holocénu sa rozvíjali teplejšie otvorené formácie a mokradňové stanovišťa (napr. lokalita Klentnice-Soutěska na južnej Morave; Horáček et al., 2002).

Analýzy spoločenstiev Moravského krasu (napr. jaskyňa Barová; Ložek, 2000; Horáček et al., 2002) z obdobia neskorého glaciálu až spodného holocénu dokladajú postupné miznutie typických prvkov spráša a rýchly nárast teplomilných skalných druhov. Otvorenú krajinu postupne nahrádzal viac-menej otvorený les. Fauna odrážala rýchly nárast teploty a neskoršie aj vlhkosti. Došlo k invázii mnohých druhov (Ložek a Cílek, 1995). Klíma v období preboreálu až boreálu bola veľmi teplá a vlhká, ako to dokumentuje termofilná malakofauna (napr. z Barovej jaskyne; Ložek, 2000).

V období atlantiku bola klíma teplejšia a vlhkejšia ako v súčasnosti. Na svahoch môžeme predpokladať uzavretý les, pričom otvorené stepné plochy pretrvávali len na zvislých skalných stenách. Prevládali náročné druhy ulitníkov s prevahou teplomilných skalných prvkov, sprevádzané značným počtom lesných druhov [túto situáciu dokumentujú napr. nálezy z jaskyne Barová alebo Zazděná v Moravskom krase (Ložek a Cílek, 1995; Ložek, 2000; Horáček et al., 2002)].

Spoločenstvá fauny sa vyznačujú mimoriadne vysokou diverzitou. Objavujú sa tu indexové interglaciálne prvky, ako aj reliktné glaciálne formy a druhy charakteristické pre spodný holocén (napr. Barová jaskyňa; Horáček et al., 2002).

Vonkajšie Západné Karpaty

S humidizáciou klímy na rozhraní pleistocénu a holocénu súvisí aj dokázaná zvýšená erózna aktivita vodných tokov, ktorá sa prejavovala hĺbkovou eróziou (Břízová et

al., 2003b). Obdobie mladšieho dryasu až preboreálu sa vyznačovalo procesmi, ktoré zásadne ovplyvnili vývoj krajiny a boli vhodné na selektívnu denudáciu pasívnych morfoštruktúr. Dochádzalo k významným zmenám v klimatickom systéme a následne k deglaciácii a postupnej degradácii permafrostu (Břízová et al., 2003b).



Pribúdalo vzdušných zrážok a teplotné priemery sa zvýšili. V oblasti Karpát vznikali početné zosuvy a skalné rútenia. Niektoré sú dokonca presne datované: Sliezske Beskydy: Kotoń 10 910 ± 75 r. BP (12 866 ± 94 kal. r. BP) (Margielewski, 1998); Kotelnice 10 235 ± 290 r. BP (11 944 ± 487 kal. r. BP) (Alexandrowicz, 1996; Břízová et al., 2003b). Na svahoch sa vytvárali deluviálne sedimenty (napr. okolie Hukvald; Ambrož et al., 1962) a úpätia svahov pri dnách údolí lemovali deluviálno-fluviálne sedimenty. Na niektorých miestach dochádzalo k previevaniu viatych pieskov. Vo vhodných oblastiach počas holocénu vznikali rašelinné a jazerné sedimenty [napr. pri Blate: Kadonice, Svárov; v oblasti Beskýd (atlantik)]. Rašeliny (napr. Terešov) alebo častejšie zuhoľnatené dreva (*Acer* sp., *Carpinus* sp., *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp.) sa miestami nachádzajú na báze povodňových hĺn (Musil, 1993).

V období atlantiku sa rýchlo šírili lesné biocenózy, pričom vrcholila druhová a stanovištná diverzita (Horáček et al., 2002).

Spoločenstvá fauny majú mimoriadne vysokú diverzitu. Objavujú sa tu indexové interglaciálne prvky, reliktné glaciálne formy aj druhy charakteristické pre spodný holocén (Horáček et al., 2002).

Malé Karpaty



Nástup holocénu prebiehal ešte v chladnejšom klimatickom vývoji, no postupne prevažoval teplejší a vlhkejší klimatický vývoj. Júlová paleoteplota dosahovala hodnotu 18 až 20 °C (Kernátsová, 2001). Spoločenstvá mäkkýšov druhovo zodpovedajú recentnej faune Malých Karpát (Ambrož et al., 1952).

Tatry, Nízke Tatry a Veľká Fatra



V období preboreálu Krippel (1963a, b) z palynologických výskumov rašelinísk zistil, že z celkového územia Vysokých Tatier 50 % zaberali lesy s *Pinus* sp. a *Betula* sp. Bezlesný zvyšok pokrývali trávno-bylinné spoločenstvá skalných stepí, ktoré počas celého obdobia veľmi rýchlo ustupovali mohutnému náporu lesov. V boreáli aj naďalej prevládali lesy s *Pinus* sp., *Betula* sp. a hojnou *Corylus* sp., do ktorých sa veľmi intenzívne pretláčala *Picea* sp. V nižších polohách boli lesy zmiešané s *Ulmus* sp., *Tilia* sp., *Quercus* sp. a zriedkavo aj s *Carpinus* sp. a *Fraxinus* sp. Obdobie atlantiku sa vyznačovalo optimálnym zastúpením drevín. Hlavnú zložku lesa tvorila *Picea* sp. Druhy *Pinus* sp. a *Betula* sp. ustúpili a ich miesto zaujali *Ulmus* sp., *Tilia* sp. a *Quercus* sp. V období atlantiku táto oblasť poskytovala refúgiá pre klimaticky nenáročné druhy rastlín dnešného arktalpínskeho rozšírenia (Jankovská, 1998).

Podhôrno-magurská oblasť a Východné Beskydy



V oblasti Karpát vznikali početné zosuvy a skalné rútenia. Niektoré sú dokonca presne datované, napr. Malé Pieňiny – Homole 9 940 ± 100 r. BP (11 464 ± 172 kal. r. BP) (Alexandrowicz, 1996). V období preboreálu nastalo definitívne oteplenie podnebia. Priemerná ročná teplota v nížinách bola asi 5 °C a množstvo zrážok približne rovnaké ako v súčasnosti. V stredných polohách pohoria sa vyskytovali prevažne smrekové lesy s bohatou prímiesou *Pinus* sp. Podrasty v nich, podobne ako dnes vo vyšších polohách, tvorili rozličné druhy *Cyperaceae* a *Vaccinium*. V nižších oblastiach, najmä z východnej strany, boli hojne zastúpené borovicové lesy s prímiesou *Betula* sp. a *Quercus* sp. s trávno-bylinným podrastom. Vo vyšších polohách pohoria zhruba od výšky 1 000 m sa vyskytovali porasty tundrového a alpínskeho typu.

V období boreálu bolo podnebie oproti preboreálu teplejšie (priemerne až o 2 °C teplejšie ako dnes). Bolo však suchšie, zrážok bolo menej, podnebie malo kontinentálnejší charakter. Letá boli veľmi teplé a suché, zimy pomerne tuhé, s malým množstvom zrážok. Preboreálne borovicové

lesy na severovýchodnej strane pohoria v menšej nadmorskej výške vystriedali zmiešané dúbavy s hojným *Ulmus* sp. a *Tilia* sp. Od nadmorskej výšky zhruba 500 – 600 m boli ihličnanové lesy, zložené prevažne z *Pinus* sp. Bohato v nich bola zastúpená *Picea* sp. Tieto lesy rástli aj v najvyšších polohách. Ich vrchná hranica na Slovensku bola asi 1 700 m.

Podnebie v atlantiku malo výrazne oceánsky charakter. Bolo teplé a vlhké, zrážky v prvej polovici obdobia boli až o 60 – 70 % výdatnejšie ako dnešné a priemerná ročná teplota bola vyššia približne o 3 – 4 °C. V období atlantiku dosiahlo podnebie pozvoľna svoj teplotný vrchol. Táto klíma mala priaznivý vplyv na rýchle šírenie lesa. V nižších polohách rástli zmiešané dúbavy, ktoré boli floristickým zložením veľmi podobné dnešným xerofilným a subxerofilným dúbavam. Popri *Quercus* sp. v týchto lesoch rástli podľa miestnych stanovištných podmienok *Ulmus* sp., *Acer* sp. a *Carpinus* sp. Na mnohých miestach, najmä v polohách vyšších ako 500 m n. m. s hlbšími pôdami, vnikal do týchto porastov aj *Fagus* sp. Podrast takýchto lesov bol najmä na trochu presvetlených miestach veľmi bohatý. Okrem teplomilných kríkov *Corylus*, *Euonymus*, *Lonicera*, *Pyrus*, *Prunus*, *Rhamnus* a *Rosa* bol bohatý aj bylinno-trávnatý podrast. Tvorili ho prevažne teplomilné druhy čeľadí *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae* a iné. V polohách vyšších ako 700 – 800 m n. m. začali do porastov zmiešaných dubín pristupovať ihličnany, a to už v takej miere, že môžeme hovoriť o zmiešanom ihličnato-listnatom lese. Z ihličnanov mala zrejme prevahu *Pinus* sp. a *Picea* sp., *Abies* sp. sa v tomto období vyskytovala ešte veľmi zriedkavo (Korpeľ, 1989; Krippel, 1986).

Nízke Beskydy



Pre obdobie holocénu bolo charakteristické ukladanie fluviaálnych sedimentov a hĺn [napr. Bardejovská Nová Ves, Hanušovce a Lužany pri Topli, v okolí Giraltoviec, v Miňovciach (preboreál – boreál); Pelíšek, 1959].

Slovenské rudohorie

Slovenský kras má z hľadiska nálezov fauny významné postavenie. Rozbory fauny nasvedčujú, že sled fauny sa tu vyvíjal inak ako v západných oblastiach Európy. Spodný holocén tu mal otvorenejší charakter. To umožnilo prežitie niektorých prvkov otvorenej glaciálnej krajiny, ako sú *Microtus gregalis*, *Ochotona* sp. či *Sicista subtilis*. Pomerne skoro sa tu však objavili aj niektoré klimaticky náročné prvky. To nám dovoľuje domnievať sa, že Slovenský

kras bol počas glaciálov refúgiom niektorých náročnejších druhov (Kernátsová, 1994).



Situáciu, ktorú naznačujú rozbory malakofauny, potvrdzujú aj analýzy cicavcov. Spoločenstvá majú mimoriadne vysokú diverzitu. Objavujú sa tu interglaciálne indexové prvky, ako aj reliktne glaciálne formy a druhy charakteristické pre spodný holocén (Horáček et al., 2002).

Porovnanie a rekonštrukcia vývoja prírodného prostredia študovaných oblastí v období medzi 10 000 až 4 700 r. BP (11 482 – 5 545 kal. r. BP)

Paleoklimatický a sedimentárny vývoj

V holocéne rieky formovali riečne nivy, prebiehala bočná erózia, v menšej miere prebiehalo zahľbovanie riečnych korýt a striedali sa erózne a akumulčné fázy. V opustených ramenách sa vytvárali slatiny. Eolická činnosť vetra prakticky ustala, alebo sa obmedzila iba na lokálne previevanie pieskov, ktoré neboli spevnené porastmi. Na svahoch pahorkatín vplyvom nadmerných zrážok dochádzalo k pôdnej erózii. V sprašiach sa vytvárali výmlové jarky, ktorých dna vystielajú deluviálno-fluviálne sedimenty. Na sprašových a fluviaálnych sedimentoch a v eolických pieskoch prebiehali pôdotvorné procesy. Na svahoch a dnách dolín a zníženín sa často vyskytujú sladkovodné vápence, ktoré vznikali pri prameňoch vystupujúcich po tektonických poruchách, a organické sedimenty.

V Jeseníckej oblasti, na Českomoravskej vrchovine a vo vonkajších Západných Karpatoch panovali priaznivé podmienky na vývoj rašelinísk – priaznivé klimatické podmienky (veľká relatívna vlhkosť), geologické podmienky (nepriepustné podložie) a vhodný reliéf. Organické sedimenty na území nížin nie sú veľmi rozšírené a nedosahujú ani veľkú hrúbku. Povrchové organické sedimenty vznikali v opustených mŕtvych ramenách riek, v medzidunových depresiách, v depresiách medzi proluviaálnymi kužeľmi alebo na ich koncoch. V pohoriach sa zvyšovala tvorba sladkovodných vápencov, slatín, rašelin a jaskynných sedimentov.

V oblasti vnútrokarpatských zníženín, Viedenskej panvy, Podunajskej a Východoslovenskej nížiny sa tvorili predovšetkým povodňové hliny. Spúšťacím mechanizmom bolo zvyšujúce sa množstvo zrážok a čiastočne aj stupeň odlesnenia krajiny. Vznikali aj rašeliny, slatiny a hnilokaly. Na niektorých miestach po skončení posledného glaciálu vznikali jazerá. Miestami dochádzalo k previevaniu viatych pieskov. Pri svahoch pohorí vznikali výplavové kužele. V krasových oblastiach vo východoch jaskýň na sklonku boreálu a v staršom atlantiku dominovala tvorba

penovcov. V niektorých oblastiach vonkajších Západných Karpát, podhľadno-magurskej oblasti a Východných Beskyd vznikali početné zosuvy.

Vegetačný vývoj

Začiatkom preboreálu vplyvom zmeny klimatických podmienok sa výrazne začal meniť vegetačný pokryv vo všetkých študovaných oblastiach – nížinnej, stredohorskej, kotlinovej aj horskej. V oblasti Podtatranskej kotliny však listnaté dreviny zmiešaných dúbav dosiahli svoje klimatické optimum už v období boreálu, to znamená skôr ako v ostatných oblastiach Moravy a Slovenska. V nížinách sa rozširovali lesy s *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Fraxinus* sp. a *Tilia* sp. Na chudobnejších piesčitých a skalnatých polohách sa darilo predovšetkým *Pinus silvestris*. Z nížin do pahorkatín postupovali kríky *Corylus* sp., ktoré dosiahli svoje najväčšie rozšírenie v období atlantiku.

Fauna a prírodné prostredie

Obdobie prechodu neskorého glaciálu do holocénu sa vyznačovalo zmiešanou faunou, ktorá ešte obsahovala glaciálne prvky, ale už aj teplomilné – holocénne. Záležalo aj na oblasti, pretože krasové oblasti s hlbokými údoliami boli studené, ale ich vrchné časti boli teplejšie. Spoločenstvá charakterizujú predovšetkým druhy ako: *Myotis* sp., *Myotis bechsteini*, *Myotis* gr. *nattereri*, *Myotis* cf. *Daubentoni*, *Rhyncholophus hipposideros*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Plecotus* cf. *auritus*, *Erinaceus europaeus*, *Talpella europaea*, *Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Crocidura* sp., *Ochotona pusilla*, *Lepus europeus*, *Citellus citellus*, *Dicrostonyx guleilmi*, *Sicista subtilis*, *Apodemus* sp., *Micromys minutus*, *Eliomys quercinus*, *Sciurus vulgaris*, *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Cricetus* sp., *Pitymys subterraneus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Microtus gregalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus nivalis*, *Felis* sp., *Vulpes vulpes*, *Martes foina*, *Putorius*, *Mustela nivalis*, *Mustela minuta*, *Meles meles*, *Ursus* sp.

S pribúdajúcou vlhkosťou a teplotou od začiatku holocénu začalo pribúdať čoraz viac náročnejších druhov. Druhy charakteristické pre toto obdobie: *Barbastella barbastellus*, *Nyctalus noctula*, *Vespertilio murinus*, *Talpa europea*, *Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Crocidura leucodon*, *Lepus* sp., *Lemmus* sp., *Dicrostonyx guleilmi*, *Sicista betulina*, *Apodemus* sp., *Micromys minutus*, *Muscardinus avellanarius*, *Cricetus cricetus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Microtus arestis*, *Microtus gregalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus subterraneus*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Mustela* sp., *Ursus arctos*, *Equus caballus*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, *Ovis/Capra* (Prošek, 1959; Holec, 1989; Valoch, 1989a; Kernátsová, 1994).

Pre obdobie pleistocénno-holocénnej hranice boli charakteristické rýchle evolučné zmeny, frakcionácia biotických spoločenstiev a veľké redukcie v distribučnom rozsahu. Zastávame podobný názor ako Guthrie (1990), ktorý toto obdobie nazýva neskoropleistocénna faunistická

revolúcia. Hnacou silou tejto revolúcie boli klimatické a vegetačné zmeny. Owen-Smith (1987) uvádza, rovnako ako mnoho iných autorov, že podľa hlavných proxy údajov holocén nebol odlišný od ostatných interglaciálov. Nie je mu jasné, prečo by pre hranicu pleistocén/holocén mali byť charakteristické ekologicky vyvolané vyhynutia alebo faunistické eventy mimoriadnej dôležitosti. Podľa neho jedinou významnou udalosťou v holocéne bola expanzia ľudí. Naopak, Guthrie (1990) si myslí, že hranica pleistocén/holocén bola oveľa odlišnejšia: environmentálne zmeny na konci pleistocénu mali za následok viaceré značné zmeny v cicavčej faune celého sveta. Klimatické zmeny zapríčinili posunutie geografického rozšírenia mnohých druhov. Nepresúvali sa celé spoločenstvá a biómy, ale každý druh reagoval individuálne. Následkom toho sa na konci pleistocénu vytvoril nový ekosystém. V mnohých prípadoch bola diverzita značne redukovaná. Mnoho veľkých byľožravcov a mäsožravcov, ktoré prežili toto vyhynutie, zmenilo svoju telesnú veľkosť. Aj ďalšie druhy stavovcov podstúpili zmenu morfológie, ale inú ako telesnej veľkosti (napríklad morfológia zubov). Táto zmena bola odrazom zmenených prírodných podmienok. Zloženie, diverzita a štruktúra súčasných spoločenstiev cicavcov je z väčšej časti výsledkom týchto environmentálnych fluktuácií (Graham, 1990).

Podľa Kozłowskeho (2000) sa Panónska nížina líšila od severoeurópskych nížin v niekoľkých bodoch. Oblasti boli oddelené horskými bariérami: Západnými Karpatmi a Beskydami na severe, Bielymi Karpatmi na SZ, Východnými Karpatmi na východe, Dinárskymi Alpami na juhu a Alpami na západe. Kozłowski (2000) uvádza, že ploché a slabozavodňované územie kryla lesostep. V atlantiku ho obývali druhy ako *European bison*, *Cervus elaphus*, *Sus scrofa* a *Capreolus capreolus*. Kozłowski (2000) považoval Panónsku panvu za homogénnu oblasť, a to aj napriek odlišnej paleoekológii a terénu. Odlišný názor majú Kertész a Sümegi (1999, 2001), Kertész (2002), Sümegi a Kertész (1998, 2001), Sümegi et al. (2002) a Sümegi (1996), ktorí charakterizujú Panónsku panvu ako oblasť so silne mozaikovitým prostredím. Na základe porovnania sedimentologických, paleobotanických a faunistických údajov sa prikláňame k druhému názoru.

Z veľkých a stádových zvierat prežili do mezolitu len *Equus* sp., *Bos primigenius*, *European bison* a *Sus scrofa*. Ešte koncom boreálu však prežívali niektoré hlodavce typické pre glaciálne obdobie, aj niektoré chladnomilné druhy stepných mäkkýšov. K nim sa pripojili lesné druhy. Bohaté zrážky prospievali vlhkomilným zvieratám ako *Castor fiber*. O prírodnú rovnováhu sa starali šelmy, najmä *Felis silvestris*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus* alebo *Ursus arctos*. Ich častú korisť predstavovali druhy ako *Lepus europeus* a rozličné drobné hlodavce.

Faunistické spoločenstvá nížinných oblastí (Viedenskej panvy, Podunajskej a Východoslovenskej nížiny) mali v tomto období charakter recentných druhov. Podobné klimatické pomery panovali v krasových oblastiach Slovenského rudohoria, Brnenskej vrchoviny a vonkajších Západných Karpatoch. Malakofauna sa vyznačovala vysokou diverzitou, pretože obsahovala tak interglaciálne prv-

ky, ako aj reliktné glaciálne formy. Vývoj prírodného prostredia v oblasti Malých Karpát, Viedenskej panvy a Podunajskej nížiny v období holocénu bol na základe ulitníkov rovnaký.

Človek a prírodné prostredie

Mezolitický ľud zanechal na našom území len málo stôp. To viedlo vedcov k podceňovaniu historickej úlohy tejto doby vo všeobecnom meradle. Mezolitickí ľudia boli považovaní len za vymierajúce zvyšky paleolitických lovcov a upierala sa im akákoľvek úloha pri utváraní produktívneho hospodárenia nášho neolitu. Mezolitické náleziská sa vyskytujú prevažne v rovinnom alebo pahorkatinnom teréne. Hory sa mohli využívať ako sezónne loviská/sídliská. Väčšina mezolitických staníc sú sídliská vo voľnej krajine. Od chladnomilnej stádovej zveri otvorenej tundry (*Equus sp.*, *Rangifer tarandus*) sa lovci museli preorientovať na lesnú zver žijúcu skôr jednotlivo či v malých stádach (*Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Alces alces*, *Sus scrofa*). Väčší význam nadobudol rybolov a lov vodného vtáctva. Rozptýlenosť zdrojov potravy znamenala aj rozptýlenosť osídlenia. Osady boli malé, v priebehu roka sa pravdepodobne sťahovali podľa zdrojov obživy. Ak však okolitá krajina poskytovala dostatok potravy v každom ročnom období, nebolo nutné tábor premiestňovať aj po niekoľko rokov. Takéto podmienky mohli nastať najskôr pri vodných tokoch a jazerách bohatých na ryby. Navyše, nablízku sa nachádzali zvyšky stepných biotopov so stádami koní a pahorkatiny s menšou lesnou zverou. Typickým príkladom sú juhomoravské piesčiny okolo rieky Jihlavy a Dyje. Tam sa pri Smolíne a Přibiciach nachádzajú najbohatšie moravské mezolitické sídliská. Podobné podmienky ako na južnej Morave panovali aj na Slovensku popri riekach Váh (Mačianske vršky pri Sereďi, Dolná Streda), Malý Dunaj (Tomášikovo), v povodí Čiernej vody, Dunaja (Bratislava-Dúbravka) a Hornádu (Košice-Barca I). Trošku inú loveckú stratégiu pravdepodobne uplatňovali lovci vo vyššie položených oblastiach (napr. Medvedia jaskyňa pri Ružíne) (Vizdal, 2003).

Interpretácie, závery a odporúčania pre ďalší výskum

V práci sú zhrnuté a interpretované údaje z výskumov a analýz z nížinných, stredohorských, horských a krásnych oblastí Moravy a Slovenska. Závery vychádzajú zo sedimentologických, paleontologických a archeologických výskumov. Časovo ide o obdobie od 30 000 do 4 700 r. BP (35 038 – 5 545 kal. r. BP). Tieto údaje sa využili na rekonštrukciu prírodného prostredia z priestorového aj časového hľadiska. Analýzy zistených údajov podporujú tieto závery:

- Z jednotlivých výskumov, ako aj z tejto práce vidieť, že obdobie kvartéru – konkrétne konca posledného glaciálu a začiatku holocénu – bolo veľmi dynamické. Odrazilo sa to na rôznorodosti a špecifickosti jednotlivých študovaných oblastí. Tie sa vyznačujú charakteristickými

znakmi priestorového rozšírenia sedimentov, ich genézy, stavby, paleontologickým a archeologickým obsahom. Každá oblasť alebo jej časť mala charakteristické klimatické podmienky, reliéf a geologickú stavbu predkvartérnych útvarov, ktoré sa prejavili na type sedimentárneho pokryvu, charakteristickej faune a flóre, ako aj na obývaní a využívaní prírodného prostredia človekom.

- Táto práca zdôrazňuje interdisciplinárne štúdium vývoja ekosystému. V mnohých prípadoch sa poznatky získané čiastkovými výskumami od seba podstatne líšia. Ak sa však využijú komplexné možnosti a štúdium problému ako celku, vynoria sa závery, ktoré by sa pri využití len jedného vedného odboru nedali postrehnúť. Detailné interdisciplinárne štúdie v súčasnosti dovoľujú študovať obdobia nielen po tisíckach, ale dokonca po stovkách rokov. Zistujeme, že dokonca aj interštádiály a štádiály je možné ďalej členiť na drobné klimatické oscilácie a že nepredstavujú jednotný klimatický výkyv.

- Študované obdobie tvoril celý rad takýchto klimatických oscilácií suchšieho i vlhkejšieho charakteru, chladnejšie i teplejšie. Lokálna diferenciácia klímy a vývoja prírodného prostredia bola pomerne vysoká, a to aj na takom relatívne malom území, ako je Morava a Slovenská republika. Klimatický vývoj ani vývoj prírodného prostredia nemožno zovšeobecňovať na veľké oblasti. Veľký vplyv na rozdielny vývoj sedimentárneho pokryvu, flóry, fauny a v nadväznosti na ne aj ľudských sídlisk mali predovšetkým klimatické oscilácie a vertikálna členitosť reliéfu, ktorá je na študovanom území značná.

- Vo výskume vývoja prírodného prostredia sa niekedy stretávame s paradoxmi. Tie sú podľa nášho názoru len zdanlivé a klamlivé. Spôsobuje to nedostatok detailných vedomostí o danom časovom úseku alebo študovanej oblasti. Napríklad z Moravy z obdobia 30 000 až 15 000 r. BP (34 287 – 18 252 kal. r. BP) sú zaznamenané soliflukčné javy, ale aj výskyt opadavých náročnejších druhov stromov. Tieto dva javy sa navzájom nevylučujú, pretože výskyt opadavých stromov je charakteristický pre klimaticky priaznivejšie oblasti v tesnej blízkosti vodných tokov. Pri interpretáciách prostredia musíme brať do úvahy jeho mikroklimu, ktorá môže byť na odlišných lokalitách rovnakého časového obdobia odlišná. Permafrost v tomto období pravdepodobne nemal také veľké plošné rozšírenie. Vznik mrazových klinov sa môže viazať len na určité kratšie časové obdobia a len na určité miesta. Určité dreviny (ako napr. *Larix sp.* a *Pinus cembra*) dnes rastú napr. na Sibíri na pomerne hlbokom permafroste. O otázke rastlinného pokryvu a permafrostu sa doteraz veľmi živo diskutuje a na riešenie tohto problému stále existuje viacero názorov.

- Klimatické zmeny sa odrazili aj na spôsobe života a love paleolitických a mezolitických lovcov. Lov mamutov, sobov, lišok a zajacov, ktorý dominoval v období gravettien, bol neskôr v období neskorého paleolitu vystriedaný lovom lesných a lesostepných druhov zvierat. Z magdalénienskych lovcov sobov a koní sa stali epimagdalénienski lovci jeleňov, losov, turov a koní. Tieto zvieratá sa lovili aj v období mezolitu. Na význame získaval aj rybolov.

Pod'akovanie

Vďaka za odborné rady, konzultácie a pripomienky patrí prof. RNDr. Rudolfovi Musilovi, DrSc., RNDr. Vojenovi Ložekovi, DrSc., a prof. Dr. rer. nat. habil. Klausovi D. Jägrovi.

Prácu finančne podporili: grant fondu rozvoja vysokých škôl FRVŠ *Význam posledného glaciálu pre formovanie holocénneho ekosystému*, č. 109/2006, výskumný zámer Ministerstva školstva, mládeže a telovýchovy Českej republiky *Interakce mezi chemickými látkami, prostředím a biologickými systémy a jejich důsledky na globální, regionální a lokální úrovni*, č. 0021622412, Český literární fond, Stredo-európsky výmenný program pre univerzitné štúdiá (CEEPUS) a Prírodovedecká fakulta Masarykovej univerzity v Brne.

Literatúra

- Absolon, K., 1945: Die praehistorische Erforschung der Býčí skála – Höhle in Mähren vergleichend dargestellt. III. Kritischer Beitrag zur Kenntnis des Uraignaciens. Brno.
- Absolon, K., 1970: Moravský kras I, II. Praha.
- Absolon, K. a Czižek, R., 1926 – 1932: Paleolitický výzkum jeskyně Pékárny na Morave. Acta Musei Moraviae, 24, 1 – 59; 25, 112 – 201; 26 – 27, 479 – 598.
- Adams, J. M., 1997: Global land environments since the last interglacial. Oak Ridge National Laboratory, TN, USA. <http://www.esd.ornl.gov/ern/qen/nerc.html>.
- Adams, J. M. a Faure, H. (eds.), 1997: QEN members. Review and Atlas of Palaeovegetation: Preliminary land ecosystem maps of the world since the Last Glacial Maximum. Oak Ridge National Laboratory, TN, USA. <http://www.esd.ornl.gov/ern/qen/adams1.html>.
- Aguirre, E. a Pasini, G., 1985: The Pliocene-Pleistocene boundary. Episodes, 8, 116 – 120.
- Alexandrowicz, S. W., 1996: Holocénske fázy intenzifikacji procesów osuwiskowych w Karpatach. Kwart. AGH, Geol., 22, 3, 223 – 262.
- Alley, R. B. a Clark, P. U., 1999: The deglaciation of the northern hemisphere: a global perspective. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 27, 149 – 182.
- Alley, R. B., Meese, D. A., Shuman, C. A., Gow, A. J., Taylor, K. C., Grootes, P. M., White, J. W. C., Ram, M., Waddington, E. D., Mayewski, P. A. a Zielinski, G. A., 1993: Abrupt accumulation increase at the Younger Dryas termination in the GISP2 ice core. Nature, 362, 527 – 529.
- Alley, R., Marotzke, J., Nordhaus, W. D., Overpeck, J. T., M. Peteet, D., Pielke Jr., R. A., Pierrehumbert, R. T., Rhines, P. B., Stocker, T. F., Talley, L. D., Wallace, J. M., 2003: Abrupt Climate Change. Science, 299, 5 615, 2 005 – 2 010.
- Ambrož, V., Ložek, V. a Prošek, F., 1952: Mladý pleistocén v okolí Moravan u Piešťan nad Váhom. Anthropozoikum, 1, 53 – 142.
- Ambrož, V., Tyráček, J., Šibrava, V., Pokorný, M., Macoun, J. a Holánek, F., 1962: Zpráva o výzkumu a mapování čtvrtohorných pokryvných útvarů Ostravska a Moravské brány za rok 1959. Anthropozoikum, 10/1962, 189 – 220.
- Anderson, D. E., 1997: Younger Dryas research and its implications for understanding abrupt climatic change. Progress in Physical Geography, 21, 230 – 249.
- Andrusov, D., 1932: O čtvrtohorních terasách Oravy a středního Váhu a několik poznámek o geomorfologii Západních Karpát slovenských. Věst. Ústř. Úst. geol., 8.
- Arnold, A. S., van Andel, T. H. a Valen, V., 2002: Extent and dynamic of the Scandinavian ice sheet during Oxygen Isotope Stage 3 (60 000 – 20 000) yr BP. Quaternary Research, 57, 38 – 48.
- Atkinson, T. C., Briffa, K. R. a Coope, G. R., 1987: Seasonal temperatures in Britain during the past 22,000 years, reconstructed using beetle remains. Nature, 325, 587 – 592.
- Baňacký, V., 1967: Správa o základnom geologickom výskume kvartéru severnej časti Východoslovenskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ.
- Bánész, L., 1992: Prvé absolútne datovanie nálezov z paleolitickej stanice Kašov I metódou C14. Archeologické výskumy a nálezy na Slovensku v roku 1991, 16.
- Barnosky, C. W., Anderson, P. M. a Bartlein, P. J., 1987: The northwestern U. S. during deglaciation; vegetational history and paleoclimatic implications. In: Ruddiman, W. F. and Wright, H. E. Jr. (Eds.): North American and Adjacent Oceans During the Last Deglaciation. Boulder, Geol. Soc. North Amer., V, K-3, 289 – 321.
- Barron, E. J. a Pollard, D., 2002: High-resolution climate simulations of Oxygen Isotope Stage 3 in Europe. Quaternary Research, 58, 296 – 309.
- Barron, E., van Andel, T. H. a Pollard, D., 2003: Glacial Environments II: Reconstructing the Climate of Europe in the Last Glaciation. In: van Andel, T. H. and Davies, W. (Ed.): Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glacial glaciation. Cambridge, McDonalds institute monographs, 57 – 78.
- Bárta, J., 1980b: Paleolit a mezolit. Slov. Archeol., 28, 1, 119 – 136.
- Bárta, J., 1957: Pleistocénne piesočné duny pri Sereďi a ich paleolitické a mezolitické osídlenie. Slov. Archeol., 5, 5 – 72.
- Bárta, J., 1959: Mezolitické a neolitické kamenné nástroje z dún „Vřšky“ pri Dolnej Strede. Slov. Archeol., 7, 241 – 259.
- Bárta, J., 1965: Slovensko v staršej a strednej dobe kamennej. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 305 s.
- Bárta, J., 1973: Le Mésolithique en Slovaquie. In: Kozłowski, S. K. (Ed.): The Mesolithic in Europe. Warsaw, 53 – 75.
- Bárta, J., 1980a: Importants sites paléolithiques de la Slovaquie Centrale at Occidentale. Nitra, Archeol. Inst. Slovak Acad. Sci., 69.
- Bárta, J., 1980c: Paleolit a mezolit. Slov. Archeol., 28, 119 – 136.
- Bárta, J., 1980d: Das Mesolithikum im nordwestlichen Teil des Karpatenbeckens. Veröffentlichungen des Museums für Urund Frühgeschichte, 14 – 15, 295 – 300.
- Bárta, J., 1985: Hunting of Brown Bears in the Mesolithic: Evidence from the Medvedia Cave Near Ružín in Slovakia. In: Bonsall, C. (Ed.): The Mesolithic in Europe. Edinburgh, 456 – 460.
- Bárta, J., 1987: Prínos nových poznatkov slovenskej archeológie ku stratigrafii pleistocénu a starého holocénu. Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum, 18, 203 – 228.
- Bárta, J., 1990: Mezolitický lovci v Medvedej jaskyni pri Ružíne. Slov. Archeol., 38, 5 – 25.
- Bárta, J. a Bánész, L., 1981: The Paleolithic and Mesolithic. Archeol. Research in Slovakia, Nitra, 11 – 29.
- Bayer, J., 1925: Die ältere Steinzeit in den Sudetenländern. Sude-ta, 1, 21 – 120.
- Bayer, J. a Stumpf, G., 1929: Die eiszeitlichen Stationen auf dem Gilschwitzer Berg in Troppau. Eiszeit und Urgeschichte, 6, 109 – 137.
- Bennet, K. D., Tzedakis, P. C. a Willis, K. J., 1991: Quaternary refugia of north European trees. J. Biogeography, 18, 103 – 115.
- Berger, W. H., 1990: The Younger Dryas cold spell – a quest for causes. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Global and Planetary Change Section) 89, 219 – 237.
- Bigelow, N. H., Brubaker, L. B., Edwards, M. E., Harrison, S. P., Prentice, I. C., Anderson, P. M., Andreev, A. A., Bartlein, P. J., Christensen, T. R., Cramer, W., Kaplan, J. O., Lozhkin, A. V., Matveyeva, N. V., Murray, D. V., McGuire, A. D., Razzhivin, V. Y., Ritchie, J. C., Smith, B., Walker, D. A., Gajew-

- ski, K., Wolf, V., Holmqvist, B. H., Igarashi, Y., Kremenetskii, K., Paus, A., Pisaric, M. F. J. a Vokova, V. S., 2003: Climate change and Arctic ecosystems I. Vegetation changes north of 55°N between the last glacial maximum, mid-Holocene and present. *J. geophys. Res.*, 108, D19, 8 170.
- Billings, W. D., 1952: The environmental complex in relation to plant growth and distribution. *Quart. Rev. Biol.*, 27, 251 – 265.
- Björck, S., Alker, M. J. C., Cwynar, L. C., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Lowe, J. J., Wohlfarth, B. a INTIMATE Members, 1998: An event stratigraphy for the last termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group. *J. Quater. Sci.*, 13, 283 – 292.
- Blunier, T., Chapellaz, J., Schwander, J., Stauffer, B. a Raynaud, D., 1995: Variations in methane concentration during the Holocene epoch. *Nature*, 374, 46 – 49.
- Bond, G. a Lotti, R., 1995: Iceberg discharges into the North Atlantic on millennial time scales during the last glaciation. *Science*, 267, 1 005 – 1 010.
- Bond, G., Broecker, W., Johnsen, S., McManus, J., Labeyrie, L., Jouyél, J. a Bonani, G., 1993: Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature*, 365, 143 – 147.
- Bond, G., Heinrich, H., Broecker, W. S., Labeyrie, L., McManus, J., Andrews, J., Huon, S., Jantschik, R., Clasen, S., Simmet, C., Tedesco, K., Klas, M., Bonani, G. a Ivy, S., 1992: Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic ocean during the last glacial period. *Nature*, 360, 245 – 249.
- Bowen, D. Q., Rose, J., McCabe, A. M. a Sutherland, D. G., 1986: Correlation of Quaternary glaciations in England, Ireland, Scotland and Wales. *Quater. Sci. Rev.*, 5, 299 – 340.
- Brook, E. J., Harder, S., Severinghaus, J. P. a Bender, M., 1999: Atmospheric methane and millennial-scale climate change. In: Clark, P. U., Webb, R. S. a Keigwin, L. D. (Eds.): Mechanism of Global Climate Change at Millennial Time Scales. Washington DC, Geophysical Monograph Series, American Geophysical Union, 1 212, 165 – 176.
- Břízová, E., Hradecký, J. a Pánek, T., 2003b: Využití pylové analýzy při řešení problematiky chronologie sesuvů ve Slezských Beskydech. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2002*. Praha, Český geol. úst., 65 – 69.
- Břízová, E., 2001a: Výzkum řeky Moravy a jeho význam pro studium povodní. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2000*. Praha, Český geol. úst., 61 – 62.
- Břízová, E., 2001b: Organické sedimenty na listu Olomouc. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2000*. Praha, Český geol. úst., 62 – 63.
- Břízová, E. a Havlíček, P., 2002: Výzkum organických sedimentů Hodonínska. *Zpr. geol. Vv ýzk. v Roce 2001*. Praha, Český geol. úst., 119 – 121.
- Břízová, E., Havlíček, P. a Vachek, M., 2003a: Přírodní památka Čejčské jezero – palynologický, paleoalologický a geologický výzkum. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2002*. Praha, Český geol. úst., 61 – 65.
- Campen, K. R., Sowers, T. a Alley, R. B., 2003: Evidence of microbial consortia metabolizing within a low-latitude mountain glacier. *Geology*, 31, 3, 231 – 234.
- Carcaillet, Ch. a Vernet, J. L., 2001: Letter to the editor. Comments on “The Full-Glacial Forests of Central and South-eastern Europe” by Willis et al. *Quaternary Research*, 55, 385 – 387.
- Cox, J. D., 2005: *Climate Crash: Abrupt Climate Change and What It Means for Our Future*. Joseph Henry Press, Washington DC, 224.
- Czudek, T., 1986: Pleistocenní permafrost na území Československa. *Geogr. Čas.*, 38, 2 – 3, 245 – 252.
- Czudek, T., 1997: Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. *Tišnov, Sursum*, 213.
- Czudek, T., Demek, J., Panoš, V. a Seichterová, H., 1962: Periglaciální zjevy ve spraších střední části Hornomoravského úvalu. *Anthropozoikum*, 11, 185 – 195.
- Czudek, T., Demek, J., Lázníčka, Z., Linhart, J., Quitt, E., Seichterová, H., Stehlík, O. a Štelcl, O., 1961: Přehled geomorfologických poměrů střední části Československé socialistické republiky. Praha, Nakladatelství Československé akademie Věd, 544.
- Činčura, J., 1969: Morfogenéza jižní části Turčianskej kotliny a severnej části Kremnických vrchov. *Náuka o Zemi, Sér. geogr.*, 4, 2.
- Dahl-Jensen, D., Mosegaard, K., Gundestrup, N., Johnsen, S. J. a Hansen, A. W., 1998: Past temperatures directly from the Greenland ice sheet. *Science*, 282, 268 – 271.
- Damblon, F., 1997: Palaeobotanical study of representative upper palaeolithic sites in the central European plain: A contribution to the SC-004 Project. *Préhistoire Européenne*, 11, 245 – 253.
- Damblon, F., Haesaerts, P. a van der Plicht, J., 1996: New datings and considerations on the chronology of upper Palaeolithic sites in the Great Eurasian Plain. *Préhistoire Européenne*, 9, 177 – 231.
- Dansgaard, W., Johnsen, S., Clausen, H., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N., Hammer, C., Hvidberg, C., Steffensen, J., Sveinbjornsdottir, A., Jouzel, J. a Bong, G., 1993: Evidence for general instability in past climate from a 250 kyr ice-core record. *Nature*, 364, 218 – 220.
- Danzeglocke, U., Jöris, O. a Weninger, B., 2007: CalPal-2007 online. <http://www.calpal-online.de>.
- Dawson, A. G., 1992: *Ice Age Earth: Late Quaternary Geology and Climate*. London, Routledge, 293.
- Dällenbach, A., Blunier, T., Flückiger, J., Stauffer, B., Chappellaz, J. a Raynaud, D., 2000: Changes in the atmospheric CH₄ gradient between Greenland and Antarctica during the Last Glacial and the transition to the Holocene. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 1 005 – 1 008.
- Deli, T. a Sümegi, P., 1999: Biogeographical characterisation of Szatmár-Bereg plain based on the mollusc fauna. In: Hamar, J. a Sárkány-Kiss, A. (Eds): *The Upper Tisa Valley*. Szeged, Tiscia Monograph Series, 471 – 477.
- Demek, J., 1962: Zpráva o podrobném výzkumu uničovského výběžku Hornomoravského úvalu. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1961*, 279 – 281.
- Demek, J., 1987: *Obecná geomorfologie*. Praha, Academia, 476.
- Demek, J., 1989: Karst processes in cold climate (on example of the Moravian karst). Praha, Czech Speleol. Society 1986 – 1989, 18 – 21.
- Demek, J. a Mackovčín, P., 2006: *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Brno, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 582.
- Ditlevsen, P. D., Kristensen, M. S. a Andersen, K. K., 2005: The recurrence time of Dansgaard-Oeschger events and limits on the possible periodic component. *J. Climate*, 18, 2 594 – 2 603.
- Diviš, J. a Grepl, E., 1984: Nález křišťálové a pazourkové industrie z Kněžic (okr. Třebíč). *Památky archeologické*, 1982, 14.
- Dlabač, M. a Plička, M., 1958: Příspěvek ke geologii vátných písků mezi Rohatcem a železniční stanicí Strážnica-Přívov. *Sbor. Ústř. Úst. geol.*, 25, 121 – 133.
- Dressler, A. E. a Parson, E. A., 2006: *The science and politics of global climate change: a guide to the debate*. Cambridge, Cambridge University Press, 190.
- Droppa, A., 1963: Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. *Geol. Práce, Zpr.*, 64, 93 – 96.
- Droppa, A., 1964: Výzkum terás Váhu v strednej časti Liptovskej kotliny. *Geogr. Čas.*, 16, 4.
- Dubosi, V., 1991: Upper Paleolithic excavations in Hungary 1986 – 1990. In: Monet-White, A., 1994: Alternative interpretations of the late upper paleolithic in central Europe. *A. Rev. Anthropology*, 23, 483 – 508.
- Duda, J. a Krkavec, F., 1959: Rašelinné louky v okolí Březové na Vítkovsku. *Čas. Slez. Mus., Sér. A*, 8, 11 – 36.

- Dvořák, J., 1955: Výzkum kvartéru u Dolních Kounic a Ivančic. *Práce Brn. zákl. ČSAV*, 27, 6, 318, 269 – 278.
- Dvořák, J., Pelíšek, J., Musil, R. a Valoch, K., 1957: Komplexní výzkum Žitného jaskyně v Moravském krasu. *Práce Brn. zákl. ČSAV*, 29/12, 541 – 600.
- Emiliani, C., 1955: Pleistocene temperatures. *J. Geol.*, 63, 538 – 578.
- EPICA members, 2004: Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature*, 429, 623 – 628.
- Fejfar, O. a Sekyra, J., 1964: Periglaciální sedimenty a fauna tatranských velehorských jeskyní. *Čs. Kras*, 16, 57 – 66
- Frenzel, B., 1983: Die Vegetationsgeschichte Süddeutschlands im Eiszeitalter. In: Müller-Beck (Hrsg.): *Urgeschichte in Baden-Württemberg*, Stuttgart, 91 – 166.
- Frenzel, B., 1992b: August mean temperature. Maximum cooling of the Last Glaciation. In: Frenzel, B., Pecci, B. a Velichko, A. A.: *Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere*. Budapest, INQUA/Hung. Acad. Sci., 41.
- Frenzel, B., Pecci, B. a Velichko, A. A. (Eds.), 1992: *Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere*. Budapest, INQUA/Hung. Acad. Sci.
- Frenzel, B., 1964: Zur Pollenanalyse von Lössen. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 15, 5 – 39.
- Frenzel, B., 1992a: February mean temperature. Maximum cooling of the Last Glaciation. In: Frenzel, B., Pecci, B. a Velichko, A. A.: *Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere*. Budapest, INQUA/Hung. Acad. Sci., 39.
- Fusán, O., Záruba, O. a Hromádka, K., 1954: Geologický výzkum údolia Hornádu pre štúdium vodných diel medzi Margecanmi a Kysakom. *Geotechnika*, 7, 48.
- Gam, K. a Stehlík, O., 1956: Příspěvek k poznání stržové eroze na Moravě a ve Slezsku. *Sbor. Čs. Společ. zeměp.*, 61, 214 – 216.
- Gauthier, E., 2001: Evolution de l'impact de l'Homme sur la végétation du massif jurassien au cours des quatre derniers millénaires. *Nouvelles données palynologiques*. Thèse de doctorat. Besançon, Université de Franche-Comté, 250.
- Gibbard, P. L. a van Kolfshoten, T., 2005: *The Quaternary System*. (The Pleistocene and Holocene Series), In: Gradstein, F., Ogg, J. a Smith, A. (Eds.): *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press, 589.
- Graham, R. W., 1990: Evolution of New Ecosystems at the End of the Pleistocene. A New Perspective on the Extinction Debate. *Megafauna and Man. Discovery of America's Heartland. Scientific Papers*, 1, 54 – 60.
- GRIP Greenland Ice-Core Project Members, 1993: Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. *Nature*, 364, 203 – 207.
- Grootes, P. M., Stuiver, M., White, J. W. C., Johnsen, S. J. a Jouzel, J., 1993: Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland Ice cores. *Nature*, 366, 552 – 554.
- Guiot, J. a Pons, A., 1986: Une méthode de reconstruction quantitative du climat à partir de chroniques pollénanalytiques: le climat de la France depuis 15 000 ans (A method for quantitative reconstruction of climate from pollen time-series; the French climate back to 15 000 years B. P.). *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre, 302, 14, 911 – 916.
- Guiot, J., Pons, A., de Beaulieu, J. L. a Reille, M., 1989: A 140,000 year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*, 338, 309 – 313.
- Gutherie, R. D., 1982: Mammals of the arctic steppe as paleoenvironmental indicators. In: Hopkins, D. M., Matthews, J. V. Jr., Schweger, C. E. a Young, S. B. (Eds.): *Paleoecology of Beringia*. New York, Academic Press, 307 – 328.
- Gutherie, R. D., 1990: Late Pleistocene Faunal Revolution – A New Perspective on the Extinction Debate. *Megafauna and Man. Discovery of America's Heartland. Scientific Papers*, 1, 42 – 53.
- Halouzka, R., 1989: Nové poznatky o kvartérnej stratigrafii a zaľadneniach v Západných Tatrách a ich predpolí (vo vzťahu k oblasti Vysokých Tatier). *Region. geol. Západ. Karpát*, 25, 35 – 40.
- Harrison, S. P., Yu, G. a Tarasov, P. E., 1996: Late Quaternary lake-level record from northern Eurasia. *Quat. Res.*, 45, 138 – 159.
- Havlíček, P., 1980: Vývoj terasového systému řeky Moravy v hradištském příkopu. *Anthropozoikum*, 13, 93 – 125.
- Havlíček, P., 2001: Geologická stavba okolí Mikulčic-Valů (Geology of the environs of Mikulčice-Valy.) *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2000*, 73 – 75.
- Havlíček, P. a Kovanda, J., 1985: Nové výzkumy kvartéru v okolí Pavlovských vrchů. *Anthropozoikum*, 16, 21 – 59.
- Havlíček, P. a Zeman, A., 1986: Kvartérní sedimenty moravské části Vídeňské pánve. *Anthropozoikum*, 17, 9 – 41.
- Havlíček, P. a Macoun, J., 2002: Paleogeografický a stratigrafický vývoj Moravy a Slezska v pleistocénu. In: Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová, H. a Vlček, E., 2002: *Paleolit Moravy a Slezska*. 2. aktualiz. vyd. *Dolnověst. stud.*, 8, 22 – 37.
- Heinrich, H., 1988: Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quat. Res.*, 29, 142 – 152.
- Hemming, S. R., 2004: Heinrich events: Massive late pleistocene detritus layers of the North Atlantic and their global climate imprint. *Rev. Geophys.*, 42, RG1005.
- Hladil, J. (ed.), 1987: *Vysvětlivky ke geologické mapě 1 : 25 000, list Mokrá-Horákov*. Manuskript. Praha, Český geologický ústav.
- Hochmuth, Z., 1976: Jaskyne v travertínoch pri Bielom Potoku. *Čs. Kras*, 27, 116 – 119.
- Hochmuth, Z., 1987: *Velká Fatra, turistický sprievodca ČSSR*. Šport, Bratislava.
- Holánek, F., 1957: Přehled geologických poměrů severní části Jihlavy a jejich vztahy k některým prvkům územní výstavby. *Vlastivěd. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přír.*, 1, 13 – 30.
- Holec, P., 1989: Kvartérna fauna niektorých jaskýň v Malých Karpatoch. In: *Současný stav a perspektivy výzkumu kvartéru v ČSSR*. Brno, PŕF UJEP, 58 – 62.
- Holec, P. a Kernátsová, J., 1997: Cicavce (Mammalia) a ulitníky (Gastropoda) vrchného pleistocénu mladopaleolitického táboriska v Trenčianskych Bohuslaviciach. *Miner. Slov.*, 29, 3, 234 – 236.
- Horáček, I. a Ložek, V., 1988: Paleozoology and the Mid-European Quaternary past: scope of the approach and selected results. *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd*, 98/4, 106.
- Horáček, I., Ložek, V., Svoboda, J. a Šajnerová, A., 2002: Přírodní prostředí a osídlení krasu v pozdním paleolitu a mezolitu. In: Svoboda, J. (Ed.): *Prehistorické jeskyně: katalogy, dokumenty, studie*. Brno, Archeol. ústav Čs. Akad. Věd, 313 – 354.
- Horník, S., 1986: *Fyzická geografie II*. Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 320.
- Housley, R., Gamble, C., Street, M. a Pettitt, P., 1997: Radiocarbon Evidence for the Lateglacial Human Recolonisation of Northern Europe. *Proc. Prehist. Soc.*, 63, 25 – 54.
- Hrádek, M., 1938: Vývoj údolních svahů v periglaciálních podmínkách pleistocénu na území jižní části Jihlavsko-sázavské brázdy. *Brno, Univ. J. E. Purkyně, Přírodověd. fakulta*, 101.
- Hrádek, M., 1968: Zpráva o geomorfologickém a kvartérně geologickém výzkumu na Jihlavsku. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1966*, 360 – 361.

- Hromada, J. a Kozłowski, J. (ed.), 1995: Complex of Upper Palaeolithic Sites Near Moravany, Western Slovakia. Vol. I. Moravany Žakovská (Excavations 1991 – 1992), Kraków.
- Hromádka, J., 1930: Terasy Hornádu medzi Obyšovcami a Košicami. Sbor. Čs. Společ. zeměp.
- Hromádka, J., 1935: Riečne terasy horného a stredného Hrona. Sborník III. sjezdu čl. geografů v Plzni.
- Hromádka, J., 1943: Všeobecný zemepis Slovenska. Bratislava, Slov. Akad. Vied, 256.
- Hrubý, V., 1951: Paleolitické nálezy z Uhersko-Hradištska. Čas. Morav. Muz., 36, 65 – 101.
- <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/FrozenSoils/>.
- http://gsc.nrcan.gc.ca/permafrost/index_e.php.
- Chapin, F. S. III, Reynolds, H. L., D'Antonio, C. M. a Eckhart, V. M., 1996: The functional role of species in terrestrial ecosystems. Global Change and Terrestrial Ecosystems. IGBP Book Series, Cambridge University Press, Cambridge, 2, 403 – 429.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J. a Stráník, Z., 2002: Geologická minulost české republiky. Praha, Academia, 436.
- Churcher, C. S. a Wilson, M. C., 1990: Methods in Quaternary Ecology, 10. Vertebrates. Geoscience Canada, 17, 2, 59 – 77.
- Indermühle, A., Stocker, T. F., Joos, F., Fischer, H., Smith, H. J., Wahlen, M., Deck, B., Mastroianni, D., Tschumi, J., Blunier, T., Meyer, R. a Stauffer, B., 1999: Holocene carbon-cycle dynamics based on CO₂ trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica. Nature, 398, 121 – 126.
- International Union of Geological Sciences (IUGS): <http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk/meetings/task.html>
- Isarin, R. F. B., Renssen, H. a Vandenberghe, J., 1998: The impact of the North Atlantic Ocean on the Younger Dryas climate in northwestern and central Europe. J. Quat. Sci., 13, 447 – 453.
- Ivan, L., 1943: Výskyt travertínov na Slovensku. Práce Št. geol. Ust., 9, 1 – 71.
- Ivan, L., 1959: Slovenské traveríny. Vesmír, 38, 226 – 227.
- Jankovská, V., 1991: Vývoj vegetačného krytu podtatranských kotlin od konce doby ľadovej po súčasnosť. Zbor. Prác Tatran. nár. Parku, 31, 73 – 84.
- Jankovská, V., 1995: Paleoekológia Pinus cembra, Larix europaea a Picea excelsa v popradskej časti Spišskej kotliny. Diverzita rastlinstva Slovenska. Zbor. zo IV. zjazdu SBS pri SAV, Blatnica, 6. – 10. júna 1994. Nitra, 141 – 145.
- Jankovská, V., 1997: Počátečný vývoj rašeliníšť Česka a Slovenska republiky a kryogénny jevy – fakta a úvahy. In: Baranec, T. (Ed.): Flóra a vegetácia rašelinísk. Poľnohospodárska univerzita Nitra, 51 – 54.
- Jankovská, V., 1998: Pozdní glaciál a časný holocén podtatranských kotlin – obdoba sibiřské boreálné a subboreálné zóny? In: Benčaťová, B. a Hrivnák, R. (Eds.): Rastliny a človek. Zvolen, Technická univerzita, 89 – 95.
- Jankovská, V., 2001: Řeka a niva v minulosti – komunikační a životní prostředí fauny a člověka. Sbor. rozšíř. abstr. 4. semináře Niva z multidisciplinárního pohledu IV, 10. 10. 2001, Brno, 41 – 43.
- Jankovská, V., 2002: Poslední doba ľadová a lesy Západných Karpat. Zbor. ref. z medzinár. ved. konf. venovanej 100. výročiu narodenia prof. Aloisa Zlatníka Ekologický výskum a ochrana prírody Karpát. Zvolen, 110 – 121.
- Jankovská, V., 2003: Vegetační poměry Slovenska a Českých zemí v posledním glaciálu jako přírodního prostředí člověka a fauny. Ve službách archeologie IV, 186 – 201.
- Jankovská, V., 2004: Lesy České a Slovenské republiky v tisícileté minulosti. In: Polehla, P. (Ed): Hodnocení stavu a vývoje lesních geobiocenóz. Sbor. příspěvků z mezinár. konf. 15. – 16. 10. 2004 v Brně. MZLU v Brně, Geobiocenologické spisy, 9, 250.
- Jankovská, V., Chromý, P. a Nižnanská, M., 2002: „Šafárka“ – first palaeobotanical data of the character of Last Glacial vegetation and landscape in the West Carpathians (Slovakia). Acta palaeobot., 42, 1, 29 – 52.
- Janusz, K., Kozłowski, J. K. a Kozłowski, S. K., 1979: Upper Palaeolithic and Mesolithic in Europe. Taxonomy and Palaeohistory. Wrocław – Warszawa – Kraków, Polska akademia nauk, 179.
- Járai-Komlódi, M., 1987: Postglacial Climate and Vegetation History in Hungary. In: Pécsi, M. a Kordos, L. (Eds.): Holocene Environment in Hungary. Budapest, 37 – 47.
- Járai-Komlódi, M., 2000: A Kárpátmedence növényzetének kialakulása. Tilia, 9, 5 – 59.
- Jäger, K. D., 1988: Radiometrické datování pleistocenních travertínů střední Evropy. Čas. Mineral. Geol., 33, 4, 440 – 44.
- Jäger, K. D., 2002: Oscillations of the water balance during the Holocene in interior Central Europe – features, dating and consequences. Quat. International, 91, 1, 33 – 37.
- Jäger, K. D., 2003: On The Role Of Karstified Regions For Understanding Holocene Climatic Change In Interior Central Europe. XVI INQUA Congress, 23 – 31 July 2003, Reno, Nevada, USA, 225.
- Jelínek, J., 1969: Neanderthal man and Homo sapiens in central and eastern Europe. Current anthropology, 10, 475 – 503.
- Jeník, J., 1995: Ekosystémy (Ecosystems). Praha, Univerzita Karlova, 135.
- Jenny, H., 1941: Factors of soil formation. New York, McGraw-Hill, 191.
- Jisl, L., 1971: Poznámky k poznání paleolitu ve Slezsku. Čas. Slez. Muz., B/20, 1 – 9.
- Johnsen, S. J., Dansgaard, W., Fuhrer, K., Gundestrup, N., Hammer, C. U., Iversen, P., Jouzel, J., Stauffer, B. a Steffensen, J. P., 1992: Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. Nature, 359, 311 – 313.
- Jochim, M., Hernahn, C. a Starr, H., 1999: The Magdalenian Colonization of Southern Germany. Amer. Anthropologist, 101, 1, 129 – 142.
- Kaminská, E., 2004: Peuplement de Gravettien/Epigravettien de la Slovaquie orientale. BAR International, Series, 1 240, 145 – 151.
- Kaminská, E. a Tomášková, S., 2004: Time space systematics of Gravettian finds from Cejkov I. In: Svoboda, J. A. a Sedláčková, L. (Eds.): The Gravettian along the Danube. Brno, 186 – 216.
- Kaminská, E., Kozłowski, J. K. a Svoboda, J. A., 2004a: The 2002 – 2003 excavation in the Dzeravá skala cave, West Slovakia. Anthropologie, 42, 321 – 332.
- Kaminská, E., Kozłowski, J. K. a Svoboda, J. A., 2004b: Ukončenie rievišného výskumu v jaskyni Dzeravá skala. AVANS 2003. Nitra, 97.
- Karniš, J. a Kvitkovič, J., 1970: Prehľad geomorfologických pomerov východného Slovenska. Geogr. Práce, 1, Bratislava.
- Kernátsová, J., 1994: Kvartérne stavovce – najmä cicavce (hmyzožravce, netopiere a hlodavce) Slovenska a ich biostratigrafický význam. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, PrIF Univ. Komen., 92.
- Kernátsová, J., 1997: Mollusc Fauna of loess complex from Mnešice locality, Danube Basin. Slovak Geol. Mag., 3, 4, 247 – 261.
- Kernátsová, J., 2001: Vrchnepleistocénna a holocénna fauna mäkkýšov Slovenska v oblasti Malých Karpát, Podunajskej nížiny, Hornonitrianskej kotliny a Záhorskej nížiny. Doktorandská práca. Manuskript. Bratislava, PrIF Univ. Komen., Katedra geol. a paleont., 255.
- Kernátsová, J., 2006: Nálezy fosilnej malakofauny na lokalitách Sokolovce, Ratnovce, Banka (list Piešťany – 35-324), Moravany nad Váhom, Modrovka, Lúka (list Horná Streda – 35-322), Hrádok (list Nové mesto nad Váhom – 35-144) a Krivosúd-Bodovka (list Beckov – 35-142). Čiastk. spr. In: Ivanička, J. (Ed.): Geologická mapa regiónu Považský Inovec

- a jv. časť Trenčianskej kotliny v mierke 1 : 50 000. Manuscript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ.
- Kertész, R., 2002: Mesolithic hunter-gatherers in the North-western part of the great Hungarian plain. *Praehistoria*, 3, 281 – 304.
- Kertész, R. a Sümegei, P., 1999: Az Északi-középhegység negyedidőszak végi őstörténete (Ember és környezet kapcsolata 30.000 és 5.000 BP évek között). *Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve*, 23, 66 – 93.
- Kertész, R. a Sümegei, P., 2001: Theories, Critiques and a Model: Why Did Expansion of the Körös – Starčevo Culture Stop in the Centre of the Carpathian Basin? In: Kertész, R. a Makkay, J. (Eds.): From the Mesolithic to the Neolithic. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22 – 27, 1996. Budapest, *Archaeolingua*, 225 – 246.
- Kirchner, K., 1983: Periglaciální tvary a některé aspekty pleistocenního vývoje reliéfu v okolí Žďáru nad Sázavou na Českomoravské vrchovině. *Zpr. Geogr. Úst. ČSAV*, 20, 4, 33 – 47.
- Klein, R. G. a Cruz-Uribe, K., 1984: The Analysis of Animal Bones from Archeological Sites. Chicago, University of Chicago Press, 273.
- Klíma, B., 1949: Výzkum jeskyně „Nové rátenické“ u Křtin. *Čas. Mor. Muz.*, 34, 123 – 137.
- Klíma, B., 1951: Křížova jeskyně v Moravském krasu. *Archeologické rozhledy*, 3, 2 – 3, 109, 129 – 130.
- Klíma, B., 1953: Archeologický výzkum jeskyně Adlerovy. *Čs. Kras*, 6, 94 – 102.
- Klíma, B., 1955: Přínos nové paleolitické stanice v Pavlově k problematice nejstarších zemědělských nástrojů. *Památ. archeol.*, XLVI, 7 – 29.
- Klíma, B., 1958: Příspěvek ke stratigrafii najmladšího sprašového pokryvu. *Anthropozoikum*, 7, 11 – 136.
- Klíma, B., 1959: Archeologický výzkum jeskyně Hadí (Mokrá u Brna). *Anthropozoikum*, 9, 277 – 285.
- Klíma, B., 1960: Zjišťovací výzkum v jeskyni „Liščí díra“ u Hoštěnic. *Přehl. výzk. Archeol. úst. ČSAV (AV ČR)*, 1959, 11 – 12.
- Klíma, B., 1961: The chronology of the Paleolithic occupation in Czechoslovakia. *INQUA*, Warszawa, 34, 139 – 143.
- Klíma, B., 1962: Die archäologische Erforschung der Höhle „Švédův stůl“ in Mähren. *Athropos (Brno)*, 13.
- Klíma, B., 1963a: Dolní Věstonice. Výzkum tábořiště lovců mamutů v letech 1947 – 1952. *Monumenta archaeol.*, 11, 427.
- Klíma, B., 1963b: Epipaleolitická kamenná industrie z Tišnova. *Anthropozoikum*, 1, 127 – 164.
- Klíma, B., 1964: Nové epipaleolitické stanoviště u Hustopečí na jižní Moravě. *Sbor. Prací Filozof. Fak. Brn. Univ.*, Ř. E, 13, 7 – 17.
- Klíma, B., 1970a: Eine jungpaläolithische Behausung im Mährischen Karst. *Anthropologie*, 8, 31 – 34.
- Klíma, B., 1970b: Pozdně paleolitická kamenná industrie z Třebíče. *Archeol. rozhl.*, 22, 85 – 89.
- Klíma, B., 1971: Die spätpaläolithische Steinindustrie aus Jablonany in Mähren (ČSSR). *Proc. Prehist. Soc.*, 37, 118 – 130.
- Klíma, B., 1974: Archeologický výzkum plošiny před jeskyní Pekárnou. *Stud. Archeol. Úst. Čs. Akad. Věd (Brno)*, Praha.
- Klíma, B., 1983: Mladopaleolitická kamenná industrie ze Zelené hory. *Archeol. rozhl.*, 35, 601 – 605.
- Klíma, B., 1985: Hradištní osada u Dolních Věstonic, okr. Břeclav. *Archeol. rozhl.*, 37, 27 – 48.
- Klíma, B., 2002: Jeskyně údolí říčky Kůlnička, Liščí a Klímova. In: Svoboda, J. (Ed.): Prehistorické jeskyně. *Dolnověst. studie*, 7, 158 – 180.
- Knebllová-Vodičková, V., 1961: Pozdní glaciál v rašeliništi v Zalíbeném. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 36, 445.
- Knebllová-Vodičková, V., 1966: Předběžné výsledky paleobotanického výzkumu. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1964*, 1, 374 – 375.
- Knebllová-Vodičková, V., 1970: Das Spätglacial im Moor bei Zalíbené in Ostböhmen. *Preslia*, 42, 377 – 378.
- Knies, J., 1891: Pravěké nálezy z jeskyně Šošůvecké na Moravě. *Čas. Vlastivěd. spolku muz. (Olomouc)*, 8, 141 – 148.
- Knies, J., 1900: Pravěké nálezy jaskyní Balcarovy skály u Ostrova na vysočině Dražanské. *Věst. Klubu přírodověd. Prostějov*, 3, 31 – 81.
- Knies, J., 1901: Druhá zpráva o pravěkých nálezech v Balcarově skále u Ostrova. *Věst. Klubu přírodověd. Prostějov*, 4, 126 – 127.
- Knies, J., 1903: Soupis paleontologicko-archeologických sbírek konservátora Moravského zemského muzea Jana Kniese.
- Knies, J., 1907: Nové sídliště diluviálního člověka u Jedovnic na Moravě. *Lid. noviny*, 15, 344, 13. dec.
- Knor, A., Ložek, V., Pelišek, J. a Žebera, K., 1953: Dolní Věstonice. Výzkum tábořiště lovců mamutů v letech 1945 – 1947. *Praha, Čs. Akad. Věd.*
- Korpel, Š., 1989: *Pralesy Slovenska*. Bratislava, Veda, 332.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. a Rubel, F., 2006: World Map of Köppen-Geiger Climate Classification Updated. Submitted to *Meteorol. Zeitsch.* 15, 259 – 263.
- Kozłowski, J. K. (Ed.), 1998: Complex of Upper Palaeolithic Sites near Moravany, Western Slovakia. Vol. 2. Moravany-Lopata II (Excavations 1993 – 1996). Cracow, *Instit. Archaeol., Jagellon. Univ. – Nitra, Archaeol. Inst., Slovak Acad. Sci.*
- Kovanda, J., 1971: Kvartérní vápence Československa. *Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum*, 7, 236.
- Kovanda, J., 1987: K dynamice tvorby a faciálnímu rozrůznění terestrického kvartéru v extraglaciálních oblastech. *Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum*, 103 – 157.
- Kozłowski, J. K. (Ed.), 1998: Complex of Upper Palaeolithic Sites near Moravany, Western Slovakia. Vol. 2. Moravany-Lopata II (Excavations 1993 – 1996). Cracow, *Inst. Archaeol., Jagellon. Univ. – Nitra, Archaeol. Inst., Slovak Acad. Sci.*
- Kozłowski, J. K. (Ed.), 2000: Complex of upper palaeolithic sites near Moravany, Western Slovakia. Vol. III. Late gravettian shouldered points horizon sites in the Moravany-Banka area. *Nitra*, 180.
- Krippel, E., 1963a: Postglaciální vývoj lesov Tatranského národného parku. *Biol. Práce*, 9, 5, 1 – 41.
- Krippel, E., 1963b: Vývoj rastlinnej pokrývky počas kvartéru na Slovensku. *Geol. Práce, Zpr.*, 64, 53 – 58.
- Krippel, E., 1986: Postglaciální vývoj vegetácie Slovenska. *Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied*, 312.
- Krolopp, E. a Sümegei, P., 1990: Vorkommen von *Vestia turgida* (Rossmässler, 1836) in den Pleistozänen Sedimenten Ungarns. *Soosiana*, 18, 5 – 10.
- Kříž, M., 1891: Kůlna a Kostelík. Dvě jeskyně v útvaru devonského vápence na Moravě. *Brno*.
- Kříž, M., 1903: Beiträge zur Kenntnis der Quartärzeit in Mähren. *Steinitz*.
- Kuzbach, J. a Guetter, P. J., 1986: The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18, 000 years. *J. Atmosph. Sci.*, 43, 1 726 – 1 759.
- Kvitkovič, J., 1961: Príspevok k poznaniu neotektonických pohybov vo Východoslovenskej nížine a priľahlých oblastiach. *Geogr. čas.*, 12, 1.
- Lais, R., 1954: Über den Löss von Urterwisternitz (Mähren). *Palaeohistoria II. Groningen 1954*, 135 – 170.
- Laval, H., Medus, J. a Roux, M., 1991: Palynological and sedimentological records of Holocene human impact from the Etang de Berre, southeastern France. *The Holocene*, 1, 269 – 272.
- Liebig, J., 1840: *Chemistry in its application to agriculture and physiology*. London, Taylor and Walton, 409.
- Lowe, J. J. a Walker, M. J. C., 1997: *Reconstructing Quaternary Environments*. 2nd ed. Edinburgh, Pearson Education, 446.

- Lowe, J. J., Ammann, B., Birks, H. H., Björck, S., Coope, G. R., Cwynar, L. C., Beaulieu, J. L. de, Mott, R. J., Peteet, D. M. a Walker, M. J. C., 1994: Climatic changes in areas adjacent to the North Atlantic during the last glacial-interglacial transition (14–9 ka BP). *J. Quat. Sci.*, 9, 185–198.
- Lowe, J. J., Coope, G. R., Lerndahl, G. a Walker, M. J. C., 1995: The Younger Dryas climate signal in land records from NW Europe. In: Troelstra, S. R., Van Hinte, J. E. a Gansen, G. M. (Eds.): *The Younger Dryas*. Amsterdam, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 3–26.
- Ložek, V. a Čilek, V., 1995: Klimatické zmeny a vývoj krasových sedimentů. *Vesmír*, 74, 16–24.
- Ložek, V., 1951: Přehled měkkýších faun kvarterních sedimentů na základě novějších výzkumů. *Sbor. Ústř. Úst. geol. věnovaný k šedesátinám profesora Dr. Radima Kettnera*, XVIII, 553–572.
- Ložek, V., 1954: Noví měkkýši Československého pleistocénu *Vertigo pseudosubstriata* sp. N., *Pupilla muscorum densegyrata* ssp. N. a *Pupilla lossica* sp. n. *Anthropozoikum*, 3, 327–333.
- Ložek, V., 1955: Měkkýši československého kvartéru. *Rozpr. Ústř. Úst. geol.*, XVIII, 510.
- Ložek, V., 1959: Význam krasových oblastí pro paleontologii kvartéru. *Čs. Kras*, 12, 126.
- Ložek, V., 1963: Interglaciály na Slovensku a jejich význam pro stratigrafii kvartéru. *Geol. Práce, zoš. 64*, 77–92.
- Ložek, V., 1964: Quartärmollusken der Tchechoslowakei. *Rozpr. Ústř. Úst. geol.*, 31, 374.
- Ložek, V., 1965: Das Problem der Lossbildung und die Lossmollusken. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 16, 61–75.
- Ložek, V., 1966: Paleogeografický výzkum československého kvartéru na podkladě měkkýšů. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1964*, 1, 372–374.
- Ložek, V., 1973: Příroda ve čtvrtohorách. Praha, Academia, 372.
- Ložek, V., 1976: Klimaabhängige Zyklen der Sedimentation und Bodenbildung während des Quartärs im Lichte malakozoologischer Untersuchungen. *Rozpr. Čs. Akad. Věd*, 97.
- Ložek, V., 1980: Quaternary molluscs and stratigraphy of the Mažarná Cave. *Čs. Kras*, 30, 67–80.
- Ložek, V., 1981: Změny krajiny v souvislosti s osídlením ve světle malakozoologických poznatků. *Archeol. rozhl.*, XXXIII, 176–188.
- Ložek, V., 1985: The site Soutěska and its significance for Holocene climatic development. *Čs. Kras*, 36, 7–22.
- Ložek, V., 1988: Slope depositions in karst environments of Central Europe. *Čs. Kras*, 39, 15–33.
- Ložek, V., 2000: Palaeoecology of Quaternary Mollusca. *Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum*, 24, 35–59.
- Ložek, V., 2002: Vývoj přírody a podnebí. In: Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová, H. a Vlček, E. (2002): *Paleolit Moravy a Slezska*. 2. aktual. vyd. Dolnověst. stud., 8, 38–47.
- Lukniš, M., 1946: Poznámky ku geomorfologii Beckovskej brány a priľahlých území. *Práce Št. geol. Úst.*, 15, 1–32.
- Lukniš, M., Bako, J., Berta, J., Ferienc, O., Feriancová-Masárová, Z., Fusán, O., Hejny, S., Jurko, A., Orbel, L., Kurpelová, M., Lukniš, M., Mičian, L., Michalko, J., Petrovič, Š., Shmidt, Z., Šimo, E., Vilček, F. a Zaťko, M., 1972: Slovensko, príroda. Bratislava, Obzor, 920.
- Macoun, J., 1962: Stratigrafie sprašových pokryvů na Opavsku. *Přírodověd. Čas. Slez.*, 23, 15–24.
- Macoun, J., 1982: Stellung des paläolithischen Standorts Předmostí im Quartär Mitteleuropas. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 57, 17–36.
- Macoun, J., Šibrava, V., Tyráček, J. a Knebllová-Vodičková, V., 1965: Kvartér Ostravska a Moravské brány. Praha.
- Magyari, E., Jakab, G., Rudner, E. a Sümegi, P., 1999: Palynological and plant macrofossil data on the Late Pleistocene short-term climatic oscillations in North-Eastern Hungary. *Proc. 5th EPPC. Acta palaeobot.*, 2, 491–502.
- Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. a Donner, J. J., 1974: Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas*, 3, 109–128.
- Mania, D., 1995: The influence of Quaternary climatic development on the Central European mollusc fauna. *Acta zool. cracov.*, 38, 1, 17–34.
- Margielewski, W., 1998: Landslide phases in the Polish Outer Carpathians and their Relation o Climatic Chnges in the Late Glacial and th holocene. *Quat. Stud. Pol.*, 15, 37–53.
- Markova, A. K., Simakova A. N. a Puzachenko, A. Yu., 2002: Ecosystems of Eastern Europe in the Late Glacial Maximum of the Valdai Glaciation (24–18 ka B. P.) Based on Floristic and Theriological Data. *Dokl. Earth Sci.*, 387, 8, 925–928.
- Maška, K., 1882: Ueber den diluvialen menschen in Stramberg. *Mitt. Anthropol. Gesell.*, 12, 32–38.
- Maška, K., 1886: Der diluviale Mensch in Mähren. Ein Beitrag zur Urgeschichte für das Schuljahr 1886. Neutitschen.
- Matis, Š. a Lešinský, G., 2002: Zimoviská netopierov v Slovenskom krase. IV. katalóg zimovísk netopierov SR. *Vesperiolum*, 6, 229–230.
- Mazálek, M., 1960: Paleolitický výzkum Bučovska na Moravě. *Čas. Mor. Muz.*, 45, 27–68.
- Mazúr, E., 1963: Žilinská kotlina a príľahlé pohoria: geomorfológia a kvartér. Bratislava, Slov. Aakad. Vied, 184.
- Mazúr, E. a Kalaš, L., 1963: Vývoj doliny stredného Váhu v mladom pleistocéne. *Geogr. Čas. Slov. Akad. Vied*, XV, 2, 115–131.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1980: Regionálna geografická syntéza Slovenskej socialistickej republiky. Súbor diagnostických a prognostických máp o krajine a životnom prostredí. Regionálne geomorfologické členenie. Bratislava, Geograf. Úst. Slov. Akad. Vied.
- Minaříková, D., 1982: Petrografie kvartérních sedimentů severní části Dolnomoravského úvalu. *Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum*, 14, 95–126.
- Minaříková, D. a Havlíček, P., 1990: Correlation of fluvial sediments of the Dyje and Morava rivers along the Czechoslovak-Austrian border. In: Minaříková, D. a Lobitzer, H.: *Thirty years of Geological cooperation between Austria and Czechoslovakia*. Praha, Ústř. úst. geol., 280.
- Monnin, E., Indermuhle, A., Dallenbach, A., Fluckiger, J., Stauffer, B., Stocker, T. F., Raynaud, D. a Barnola, J. M., 2001: Atmospheric CO₂ concentrations over the last glacial termination. *Science*, 291, 112–114.
- Montet-White, A., 1990: The Epigravettien site of Grubgraben, Lower Austria. The 1986 and 1987 excavations. ERAUL, Liège, 40.
- Montet-White, A., 1994: Alternative interpretations of the late upper paleolithic in central Europe. *Ann. Rev. Anthropol.*, 23, 483–508.
- Musil, R., 1956: Nové osteologické nálezy z jeskyně Axamitky (New osteological finds in the cave Axamitka). *Anthropozoikum*, 5, 47–60.
- Musil, R., 1958: Fauna moravských magdalénských stanic. *Anthropozoikum*, 7, 7–26. Musil, R., 1959: Poznámky k paleontologickému materiálu z Dolních Věstonic. [Bemerkungen zum paläontologischen Material aus Dolní Věstonice (Unterwisternitz)]. *Anthropozoikum*, 8/1958, 73–82.
- Musil, R., 1980: Fázovité vymírání savců v pleistocénu. *Scr. Fac. Sci. nat. Univ. Purkyn. brun.*, 10/7, 351–353.
- Musil, R., 1985: Palaeobiography of Terrestrial Communities in Europe during the Last Glacial. *Sbor. Nár. Muz. (Praha)*, 41 B/1–2, 84.
- Musil, R., 1993: Geologický vývoj Moravy a Slezska v kvartéru. (Geological development of Moravia and Silesia in the Quaternary). Brno, Geologický vývoj Moravy a Slezska, 133–151.
- Musil, R., 1996: Čertova pec a její fauna. *Slov. Kras*, 34, 5–56.

- Musil, R., 1997b: Hunting game analysis. The Dolní Věstonice Studies, Pavlov – Northwest, 4, 443 – 468.
- Musil, R., 1999: Životní prostředí v posledním glaciálu na území Moravy. *Acta Mus. Morav. Sci. Geol.*, LXXXIV, 161 – 186.
- Musil, R., 2000: Natural environment. *Anthropologie*, 38/3, 307 – 310.
- Musil, R., 2002a: Fauna moravských jeskyní s paleolitickými nálezy. In: Svoboda, J. (Ed.), 2002: Prehistorické jeskyně. *Dolnověst. stud.*, 7, 53 – 101.
- Musil, R., 2002b: Prostředí jako ekonomická báze paleolitických lovců. In: Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová H. a Vlček, E., 2002: Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktual. vyd. *Dolnověst. stud.*, 8, 52 – 66.
- Musil, R., 2003: The Middle and Upper Palaeolithic Game Suite in Central and Southeastern Europe. In: Andel, T. H. a William, D. (Eds.): Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Project. Cambridge, Mc. Donald Institute Monographs, 167 – 190.
- Musil, R., Valoch, K. a Nečesaný, V., 1955: Pleistocenní sedimenty okolí Brna. (The Pleistocene sediments in the vicinity of Brno). *Anthropozoikum*, 4, 107 – 168.
- Nečesaný, V., 1951: Studie o diluviální flóře Dyjskosvrateckého úvalu. *Práce Moravskoslez. Akad. Věd přír.*, 14, 219 – 308.
- Nehyba, S. a Havlíček, P., 200: Granulometrie kvartérních sedimentů v soutokové oblasti Moravy s Dyjí. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 2000*, 84 – 87.
- Nemčok, A., 1962: Inžinierskogeologické podmienky pre využitie vodnej energie Hornádu a Torysy. *Geol. zbor.*, 13, 2.
- Němejc, F., 1928: Paleobotanický výzkum travertinového masivu kolem vesničky Lúčky a Ružomberka na Slovensku. *Rozpr. Čes. Akad. Věd*, 37, 18.
- Oliva, M., 1986: Kapitoly Přírodní prostředí a člověk a Starší doba kamenná (Paleolit). In: Košťurík, P. (Ed.): *Pravěk Třebíčska*. Brno – Třebíč, 13 – 18, 31 – 56.
- Oliva, M., 1991: Mladopaleolitická stanice s radiolaritovou industrií v Brně-Jundrově. *Čas. Morav. Muz. (Brno)*, 76, 19 – 29.
- Oliva, M., 1995: Das Paläolithikum aus der Býčí skála – Höhle. *Pravěk NŘ*, 5, 25 – 38.
- Oliva, M., 1996: Le Paléolithique supérieur de la République Tchèque (1991 – 1995). *UISPP, Congrès de Forlì 1996, Commission Pal. sup., Bilan 1991 – 1996, ERAUL 76, Liège*, 115 – 129.
- Oliva, M., 1998: Gravettien východní Moravy. *Acta Mus. Morav., Sci. soc.*, 83 – 65.
- Oliva, M., 2002a: Geografie moravského gravettien. *Památky archeologické*, 89, 39 – 63.
- Oliva, M., 2002b: Využívání krajiny a zdrojů kamenných surovin v mladém paleolitu Českých zemí. *Archeol. rozhl.*, 54, 555 – 581.
- Oliva, M. a Neruda, P., 1999: Gravettien severní Moravy a Českého Slezska. K otázce horizontu s vrubovými hroty. *Acta Mus. Morav., Sci. soc.*, LXXXIV, 43 – 115.
- Opravil, E., 1994: The vegetation. In: Svoboda, J. (Ed.): Pavlov I, Excavations 1952 – 53, ERAUL 66, Liège, 163 – 167.
- Owen-Smith, N., 1987: Pleistocene extinctions: the pivotal role of megaherbivores. *Paleobiology*, 13, 351 – 362.
- Pawlikowski, M., Alexandrowicz, W., Bánesz, L., Hromada, J., Kozłowski, J. K., Sobczyk, K. a Kazior, B., 1998a: Correlation between loess profiles on the basis of mineralogical, malacological and anthropogenic indicators: a case study from Moravany-Lopata, Western Slovakia. *Geoarcheology*, 13, 6, 565 – 594.
- Pawlikowski, M., Alexandrowicz, W., Kozłowski, J. K., Sobczyk, K., Kazior, B., Bánesz, L. a Hromada, J., 1998b: Korelácia sprašových profilov na základe mineralogických, malakozologických a antropogenických údajov podľa výsledkov archeologických výskumov v Moravanoch (Lopata II) v okolí minerálnych prameňov pri Piešťanoch. *Balneol. sprievod.* 1977, 175 – 194.
- Péan, S., 2001: Mammoth and subsistence practices during the Mid Upper Paleolithic of Central Europe (Moravia, Czech Republic). *The World of Elephants, International Congress, Roma*, 331 – 336.
- Pécsi, M., 1993: Quaternary and loess research. Budapest, Hung. Akad. Press, 375.
- Pelíšek, J., 1957: Kvartérní sedimenty Žitného jeskyně v Moravském krasu. *Práce Brn. zákl. Čs. Akad. Věd*, 29, 547 – 557.
- Pelíšek, J., 1949: Příspěvek ke stratigrafii spraší Svrateckého úvalu. *Práce Moravskoslez. Akad. Věd přír.*, 21, 11, 1 – 19.
- Pelíšek, J., 1952: K otázce zalednění Moravskoslezských Beskyd. *Sbor. ČSSZ*, 57, 60 – 65.
- Pelíšek, J., 1959: Pleistocenní sprašové zeminy a holocenní říční sedimenty karpatské oblasti východního Slovenska. *Anthropozoikum*, 9, 175 – 203.
- Pelíšek, J., 1963: Charakteristika váťých písků Slovenska. *Geol. Práce, Zpr.*, 64, 103 – 120.
- Pelíšek, J., Knor, A., Ložek, V. a Žebera, K., 1953: Dolní Věstonice: Výskum tábořiště lovců mamutů v letech 1945 – 1947. *Monum. archeol.*, II, Praha.
- Peschke, P., 1977: Zur Vegetations- und Besiedlungsgeschichte des Waldviertels (Niederösterreich). *Mitt. Kommiss. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss.*, 2, 1 – 84.
- Pilous, V., 1985: Morfofenetická typizace pramenitvých, pěnových a travertinových forem reliéfu. *Rozpr. Čs. Akad. Věd*, 95, 4.
- Porter, S. C. (Ed.), 1983: Late Quaternary Enironments of the United States, 1, The Late Pleistocene. London, Longman.
- Prosová, M., 1963: Zpráva o výzkumu kvartéru v hrubém Jeseníku v povodí řek Děsné, Branné a Bělé. *Zpr. geol. Výzk. v Roce 1962*, 275 – 276.
- Prošek, F., 1959: Mesolitická obsidiánová industrie ze stanice Barca I. *Archeol. rozhl.*, 11, 145 – 148.
- Prošek, F. a Ložek, V., 1965: Výzkum sprašového profilu v Zamarovcích u Trenčína. *Anthropozoikum*, 4, 181, 211.
- Přichystal, A., 2002: Zdroje kamenných surovin. In: Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová H. a Vlček, E., 2002: Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktual. vyd. *Dolnověst. stud.*, 8, 67 – 76.
- Puchmajerová, M., 1943: Rašeliniště v oblasti Žďárských vrchů na Českomoravské vysočině. *Zeměděl. archiv*, 34/6, 1 – 20.
- Puchmajerová, M., 1945: Slatiny úvalu Hornomoravského. *Věst. Král. Čes. Společ. Nauk*, 1 – 14.
- Putschkov, P. V., 1997: Were the mammoths killed by the warming? (Testing of the climatic versions of Wurm extinctions). *Vest. Zool.*, 4 – 81.
- Rahmstorf, S., 2003: Timing of abrupt climate change: a precise clock. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1 510.
- Raymo, M. E. a Ruddiman, W. F., 1992: Tectonic forcing of late Cenozoic climate. *Nature*, 359, 117 – 12.
- Reichle, D. E. (Ed.), 1981: Dynamic properties of forest Ecosystems. Cambridge, Cambridge University Press, 683.
- Renssen, H. a Isarin, R. F. B., 2001: The two major warming phases of the last deglaciation at ~14.7 and ~11.5 kyr cal BP in Europe: climate reconstructions and AGCM experiments. *Global and Planetary Change*, 30, 117 – 154.
- Roberts, N. a Wright, H. E. Jr., 1993: Vegetational, lake-level and climatic history of the Near East and southwest Asia. In: Wright, H. E. (Ed.): *Global climates since the last glacial maximum*. Minneapolis, University of Minnesota Press, 194 – 220.
- Rousseau, D. D., 1991: Climatic transfer function quaternary molluscs in European loess deposits. *Quat. Res.*, 36, 195 – 209.
- Růžicka, M., 1973: Fluvialní sedimenty řeky Moravy. *Sbor. geol. Věd, Anthropozoikum*, A/9, 7 – 44.
- Rybničková, E. a Rybniček, K., 1992: The environment of th Pavlovian-palaeoecological results from Bulhary, South Moravia.

- In: Kovar-Eder, J. (Ed.): Palaeovegetational development in Europe. Proceedings of the PEPC 1991, Vienna, 73 – 79.
- Rybničková, E. a Rybniček, K., 1991: The environment of the Pavlovian, palaeoecological results from Bulhary, South Moravia. In: Kovar-Eder, J. (Ed.): Palaeovegetational development in Europe, 73 – 79.
- Rybničková, E. a Rybniček, K., 1972: Erste Ergebnisse paläogeobotanischer Untersuchungen des Moores bei Vracov, Südmähren. Foli Geobot. Phytotaxon., 7, 285 – 308.
- Rybničková, M., 1974: Die Entwicklung der Vegetation und Flora im südlichen Teil der Böhmischo-mährischen Höhe während des Spätglazial und Holozäns. Vegetace ČSSR A7. Praha, Academia, 163.
- Sabol, M., 2001: Fossil brown bears of Slovakia. Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe, 26, 311 – 316.
- Seitl, L. a Svoboda, J., 1984: Výzkum jeskynních výplní severní a střední části Moravského krasu (okr. Blansko). Přehled výzk., 1982, 11.
- Seitl, L., Svoboda, J., Ložek, V. Přichystal, A. a Svobodová, H., 1986: Das Spätglazial in der Barová-Höhle im Mährischen karst. Archäol. Korrespondenzblatt, 16, 393 – 398.
- Severinghaus, J. P. a Brook, E. J., 1999: Abrupt climate change at the end of the last glacial period inferred from trapped air in polar ice. Science, 286, 930 – 934.
- Severinghaus, J. P., 1998: Timing of abrupt climate change at the end of the Younger Dryas interval from thermally fractionated gases in polar ice. Nature, 391, 141 – 146.
- Shackleton, N. J. a Opdyke, N. D., 1973: Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28 – 238: oxygen isotope temperatures and ice volume on a 105 and 106 year scale. Quat. Res., 3, 39 – 55.
- Shackleton, N. J., Berger, A. a Peltier, W. R., 1990: An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677. Trans. Roy. Soc. Edinburgh: Earth Sci., 81, 251 – 261.
- Shelford, V. E., 1913: Animal communities in temperate North America. Chicago, University Chicago Press, 392.
- Schirmeisen, K., 1933: Beiträge zur Vorgeschichte des Mähr. Neustadter Gebietes. Verh. Naturforsch. Ver. (Brünn), 64, 115 – 143.
- Schmidt, Z. a Pristaš, J., 1970: Nález pleistocénných mákkýšov v Ipel'skej kotline. Geol. Práce, Spr., 51.
- Sklenář, K., Sklenářová, Z. a Slabina, M., 2002: Encyklopedie pravěku v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha, 428.
- Skutil, J., 1928: Paleolithická stanice ve Verunčíně díře. Čas. Vlastivěd. Společ. muz. (Olomouc), 40, 149 – 152.
- Skutil, J., 1929a: Paleolithická stanice „V Kolibkách“ u Jedovnic. Čas. Vlastivěd. Společ. muz. (Olomouc), 41 – 42, 294 – 295.
- Skutil, J., 1929b: Paleolithická stanice v Kateřinské jeskyni. Čas. Vlastivěd. Společ. muz. (Olomouc), 41 – 42, 294 – 295.
- Skutil, J., 1941: Tři drobné příspěvky paleolitické z Moravského krasu. Čas. Vlastivěd. Společ. muz. (Olomouc), 54, 1 – 9.
- Skutil, J., 1961: Předběžná zpráva o výzkumu Verunčiny díry a některých jiných jeskyní v Suchém žlebu v Moravském krasu. Přehl. výzk. Archeol. Úst. Čs. Akad. Věd (AV ČR), 1960, 29 – 36.
- Skutil, J., 1962: Nález figurální plastiky na volutové keramice z jeskyně Koňské jámy v Moravském krasu. Přehl. výzk. Archeol. Úst. Čs. Akad. Věd (AV ČR), 1961, 33 – 37.
- Smolíková, L., 1964: Pedologický výzkum na listu Letovice. Zpr. geol. Výzk. v Roce 1963, 326 – 328.
- Smolíková, L., 1982: Pedologie I. a II. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta přírodovědecká. Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 129 a 284.
- Smolíková, L. a Ložek, V., 1962: Zur Altersfrage der mitteleuropäischen Terrae calcis. Eiszeitalter und Gegenwart, 13, 157 – 177.
- Sobczyk, K., 1984: Modes de débitage dans le magdalénien d'Europe centrale. L'Anthropologie, 88, 309 – 326.
- Sobol, A., 1948: Nová jeskyně u Býčí skály. Čs. Kras, 1, 60 – 65.
- Spahni, R., Chappellaz, J., Stocker, T. F., Loulergue, L., Hausammann, G., Kawamura, K. Flückiger, J., Schwander, J., Raynaud, D., Masson-Delmotte, V. a Jouzel, J., 2005: Atmospheric methane and nitrous oxide of the late Pleistocene from Antarctic ice cores. Science, 310, 1317 – 1321.
- Spahni, R., Schwander, J., Flückiger, J., Stauffer, B., Chappellaz, J. a Raynaud, D., 2003: The attenuation of fast atmospheric CH₄ variations recorded in polar ice cores. Geophys. Res. Lett., 30, 11, 1571.
- Starkel, L., 1991: Environmental changes at the Younger Dryas – Preboreal Transition and during the early Holocene: some distinctive aspects in central Europe. The Holocene, 1, 234 – 242.
- Stauffer, B., 2007: CO₂ Studies. In: Elias, S. A. (Ed.): Encyclopedia of Quaternary science. Four-volume set, 1 – 4. Elsevier, 1181 – 1189.
- Stewart, J. a Lister, A., 2001: Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. Trends Ecol. Evol., 16, 608 – 613.
- Stieber, J., 1967: Hungarian Upper Pleistocene vegetation history based on the macrocharcoal results (until 1957). Földt. Közl., 97, 308 – 316.
- Stuart, A. J. a Lister, A. M., 2007: Patterns of Late Quaternary megafaunal extinctions in Europe and northern Asia. Cour. Forsch. – Inst. Senckenberg, 259, 287 – 297.
- Subcommission on Quaternary Stratigraphy (SQS): <http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk/about/history.html>.
- Sümegi, P., 1996: Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító paleoökológiai és sztratiográfiai értékelése. Kandidátusi értekezés, Debrecen, 120.
- Sümegi, P., 1999: Reconstruction of Flora, Soil and Landscape Evolution, and Human Impact on the Bereg Plain from Late-Glacial up to the Present, Based on Palaeoecological Analysis. In: Hamar, J. a Sárkány-Kiss, A. (Eds.): The Upper Tisza Valley. Szeged, Tiscia Monograph Series, 173 – 204.
- Sümegi, P. a Hertelendi, E., 1998: Reconstruction of microenvironmental changes in Kopasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15,000 – 70,000 BP years. Radiocarbon 40, Hungarian national Museum, Museum of Samogy Country, Archeocomp Association Budapest, 855 – 863.
- Sümegi, P. a Kertész, R., 1998: Ablak az időre. Ember és környezet kapcsolata a Kárpát-medencében az időtudományok tükrében. Szolnoki Tudományos Közlemények, 1, 66 – 69.
- Sümegi, P. a Kertész, R., 2001: Palaeogeographic Characteristics of the Carpathian Basin – an Ecological Trap During the Early Neolithic? In: Kertész, R. a Makkay, J. (Eds.): From the Mesolithic to the Neolithic. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22 – 27, Budapest, Archaeolingua, 405 – 415.
- Sümegi, P. a Krolopp, E., 2000: Palaeoecological conditions of the Carpathian Basin during a climatic event of the Upper Weichselian. Part I. Soosiana, 25 – 49.
- Sümegi, P. a Krolopp, E., 2002: Quaternary palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. Quat. International, 91, 11, 53 – 63.
- Sümegi, P., Kertész, R. a Hertelendi, E., 2002: Environmental Change and Human Adaptation in the Carpathian Basin at the Late Glacial/Postglacial Transition. In: Jerem, E. a T. Biró, K. (Eds.): Archaeometry 98: Proceedings of the 31st Symposium. Budapest, April 26 – May 3. 1998. BAR International Series 1043 (1) – Archaeolingua Central European Series, 1, 171 – 177.
- Sümegi, P., Magyari, E., Daniel, P., Hertelendi, E. a Rudner, E., 1999: Reconstruction of the Quaternary evolution of the Fehér-lake at Karoskút (Hungary). Földt. Közl., 129, 479 – 519.

- Svoboda, J., 1994: The Upper Paleolithic settlement of the Vyškov Gate. Regional survey, 1988 – 1992, Památky archeologické, Praha, 85, 18 – 34.
- Svoboda, J., 1998: Magdalénské umění v českých zemích. Variabilita stylu u paleolitických lovců. Umění, 46, 515 – 521.
- Svoboda, J., 2000: The Eastern Magdalenian: Hunters, landscapes, and caves. In: Peterkin, G. L. a Price, H. A. (Eds.): Regional Approaches to Adaptation in Late Pleistocene Western Europe. Brit. Archeol. Reports Intern. Ser. (Oxford), 896, 179 – 189.
- Svoboda, J., 2001: Gravettian mammoth bone deposits in Moravia. In: Cavaretta, G., Gioia, P., Mussi, M. a Palombo, M. R. (Eds.): Laterra deli elefanti. Actes du 1er Congrès international de Rome (16 – 20 octobre 2001), Rome, 359 – 362.
- Svoboda, J. a Fišáková, M., 1999: Velké Pavlovice (okr. Břeclav). Památky archeologické, 40, 1997 – 1998, 184 – 186.
- Svoboda, J. a Ložek, V., 1993: Nález mezolitu a sled malakofauny v Průchodnicích. Bull. Čes. geol. společ., 1, 39 – 40.
- Svoboda, J. a Seitl, L., 1987: Výzkumy v Moravském krasu v roce 1985 (okr. Blansko, Brno-venkov). Přehl. výzk., 1985, 18.
- Svoboda, J. a Wodecki, P., 1981: Paleolitická stanice v Záblatí, okr. Karviná. Archeol. rozhl., 33, 676 – 679.
- Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová, H. a Vlček, E., 2002: Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktual. vyd. Brno, Archeol. Úst. Akad. Věd ČR, 303.
- Svoboda, J., Horáček, I., Ložek, V., Svobodová, H. a Šilar, J., 2000: The Pekárna Cave. Magdalenian stratigraphy, environment, and the termination of the loess formation in the Moravian Karst. Anthropolozikum, 24, 61 – 79.
- Svoboda, J., Přichystal, A., Ložek, V., Svobodová, H. a Toul, J., 1995: Kolíbky, a Magdalenian Site in the Moravian Karst. Quartär, 45/46, 135 – 159.
- Svobodová, H., 1988: Pollenanalytische Untersuchung aus der Kůlna-Höhle. In: Valoch, K. (Ed.): Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961 – 1976. Anthropos, 24, 209 – 214.
- Svobodová, H., 1991: The pollen analyses of Golní Věstonice II, section No 1. In: Svoboda, J. (Ed.): Dolní Věstonice II, Western slope, ERAUL 54, Liège, 75 – 88.
- Svobodová, H., 1992: Paleobotanical evidence on the Late Glacial in the Moravian karst. In: Eder-Kovar, J. (Ed.): Palaeovegetational development in Europe and the regions relevant to its palaeofloristic evolution. Wien, 81 – 85.
- Svobodová, H., 2002: Vývoj vegetace. In: Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová, H. a Vlček, E., 2002: Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktual. vyd. Dolnověst. stud., 8, 48 – 51.
- Svobodová, H., Soukupová, L. a Reille, M., 2001: Diversified development of mountain mires, Bohemian Forest, Central Europe, in the last 13,000 years. Quat. International, 91, 1, 123 – 135.
- Szombathy, J., 1884: Über Ausgrabungen in den mährischen Höhlen im Jahre 1881. Sitz.- Bber. K. Akad. Wiss., 85, 90 – 107.
- Šajgalík, J., 1967: Kvartérne sedimenty údolia Váhu medzi Trenčínom a Piešťanmi. Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 12, 133 – 149.
- Šajgalík, J. a Modlitba, I., 1983: Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied.
- Škrdla, P., 1999: Jaroslavice (okr. Znojmo). Přehl. výzk., 40 (1997 – 1998), 156 – 157.
- Škrdla, P., 2002: The Gravettian occupation of the Uherské Hradiště area. In: Svoboda, J. A. a Sedláčková, L. (Eds.): The Gravettian along the Danube. Proceedings of the Mikulov Conference. Brno, Institute of Archeology, AS ČR, 153 – 163.
- Škrdla, P., 2005: The Upper Paleolithic on the Middle Course of the Morava River. Dolnověst. stud., 13, Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, Brno, 229.
- Škrdla, P., 2007: Napajedla (okr. Zlín). Přehl. výzk., 48, 317 – 321.
- Škrdla, P. a Kos, P., 1999: Mokrá-Horákov (k. ú. Horákov, okr. Brno-venkov). Přehl. výzk. Archeol. Úst. Čs. Akad. Věd (AV ČR), Brno, 40, 1997 – 1998, 160 – 165.
- Škrdla, P., Cílek, V. a Přichystal, A., 1996: Dolní Věstonice III, excavations 1993 – 1995. In: Svoboda, J. (Ed.): Paleolithic in the Middle Danube region. Spisy Archeol. Úst. Brno, 5, 421 – 435.
- Škrdla, P., Kos, P. a Přichystal, A., 1999: Nová magdalénská stanice v jižní části Moravského krasu. A new Magdalenian site in the southern part of Moravian karst. Přehl. výzk., 40, 51 – 63.
- Škrdla, P., Nývltová Fišáková, M. a Nývlt, D., 2005: Napajedla (okr. Zlín). Přehl. výzk. Archeol. Úst. Čs. Akad. Věd, 6, 198 – 201.
- Škvarček, A., 1972: Náčrt kvartérneho vývoja horského úseku doliny Hrona. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK.
- Šmarda, J., 1951: Květena Hrubého Jeseníku v době ledové a vývoj v době poledové. Oblast Hrubého Jeseníku v době ledové. Přírodověd. Sbor. Ostrav. Kraje, 12, 2, 317 – 323.
- Taylor, K. C., Lamorey, G. W., Doyle, G. A., Alley, R. B., Groottes, P. M., Mayewski, P. A., White, J. W. C. a Barlow, L. K., 1993: The Flickering switch of late Pleistocene climate change. Nature, 361, 432 – 436.
- Trampler, R., 1897: Meine Grabungen in den mähtischen Karsthöhlen. Mitt. U. Vortr. D. facht. Clubs d. Beamten u. Factoren d. k.k. Hof-und Staatsdruckerei, separát, 15.
- Turner, C. a Hannon, G. E., 1988: Vegetational evidence for late Quaternary climate changes in SW Europe. Philos. trans. Roy. Soc. London, 451 – 485.
- Tyráček, J., 1995: IGCP projekt 253 končí. Bull. Czech Geol. Surv., 70, 3, 84 – 86.
- Tzedakis, P. C., 1993: Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. Nature, 364, 437 – 40.
- Valoch, K., 1953: Paleolitické sídliště u Ochozské jeskyně v Moravském krasu. Čas. Morav. Mus., 38, 11 – 26.
- Valoch, K., 1957: Paleolitické osídlení Žitného jeskyně. Právo Brněnské základny ČSAV XXIX, 364, 12, 573 – 600.
- Valoch, K., 1960: Magdalénien na Moravě. Anthropos, 12, Brno, 100.
- Valoch, K., 1961: K chronologii paleolitických kultur v Československu. Anthropolozikum, 9 (1959), 15 – 20.
- Valoch, K., 1963a: Jeskyně Kůlna. Sjezdový průvodce XIV. Sjezdu. Čas. Společ. Mineral. Geol., 99 – 100.
- Valoch, K., 1963b: Borky I, eine Freilandstation des Magdalénien Brno-Maloměřice. Čas. Morav. Mus., Sci. soc., 48, 5 – 30.
- Valoch, K., 1966: Spätpaläolithische Industrien im Raum von Bučovice in Mähren. Sbor. Prací FF Brn. Univ., XV, E 11, 5 – 14.
- Valoch, K., 1969: Das Paläolithikum in der Tschechoslovakei. Quaternary in Czechoslovakia. Praha, 69 – 149.
- Valoch, K., 1975: Paleolitická stanice v Koněvově ulici v Brně. Archeol. rozhl., 27, 3 – 17.
- Valoch, K., 1979a: Paleolitický nález z Brna-Maloměřic. Archeol. rozhl. 31, 3, 290 – 291.
- Valoch, K., 1979b: Paläolithische Artefakte aus früheren Grabungen in der Kůlna-Höhle im Mähr. Karst. Čas. Morav. Muz., Sci. soc., 64, 7 – 44.
- Valoch, K., 1989a: Osídlení a klimatické změny v poslední době ledové na Moravě. Čas. Morav. Muz., 74, 7 – 34.
- Valoch, K., 1989b: Die Erforschung der Kůlna Höhle. Anthropos, 24.
- Valoch, K., 1992: Příspěvek k otázkám mezolitu na Moravě. Acta Mus. Morav., LXXVII, 67 – 74.
- Valoch, K., 1996: Příspěvek k ekologii pozdního glaciálu v Moravském krasu. Čas. Morav. Muz., Vědy společ., 81, 61 – 71.

- Valoch, K., 1998: L'art magdalénien en Moravie (Rép. Tchèque). Riv. Sci. Preistor., XLIX, 65 – 81.
- Valoch, K., 2002a: Záchranný výzkum v Šošůvských jeskyních u Sloupu v Moravském krasu. Acta Morav. Muz., Sci. geol., 87, 289 – 291.
- Valoch, K., 2002b: Eine Notgrabung in der Kůlna-Höhle im Mährischen Karst. Acta Mus. Morav., Sci. soc., 87, 3 – 34, 407.
- Valoch, K., 2002c: Die Magdalénien-Fundstelle an der Ochoser-Höhle im Mährischen Karst. Ein Beitrag zur Problematik des Magdalénien in Mähren. In: Svoboda (Ed.): Prehistorické jeskyně. Dolonověst. stud., 7, 183 – 225.
- Valoch, K. a Seitl, L., 1988: Grabung auf der paläolithischen Fundstelle Maršovice II. (Bez. Znojmo) in Südmähren. Čas. Morav. Muz., Sci. soc., 73, 15 – 28.
- Van Andel, T. H a Davies, W. (Eds.), 2003: Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glacial glaciation. Cambridge, McDonsals institute monographs, 265.
- Van Kolfschoten, T., 1995: On the application of fossil mammals to the reconstruction of the palaeoenvironment of northwestern Europe. Acta Zool. Cracov., 38, 73 – 84.
- Vaněková, H., 2006: Paleobotanické nálezy z lokalit Hrádok (list Nové Mesto nad Váhom 35-144), Lúka a Modrovka (list Horná Streda 35-322). Čiastk. spr. In: Ivanička, J. (Ed.): Geologická mapa regiónu Považský Inovec a jv. časť Trenčianskej kotliny v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ.
- Vaškovská, E., 1964: Správa o litologickom výskume spráši Západných Karpát. Spr. geol. Výsk. v roku 1963, Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Vaškovský, I., 1972: On the lithology, genesis and age of loesses in the Danube valley in the section Komárno – Štúrovo. Geol. Práce, Spr., 58.
- Vaškovský, I., 1977: Kvartér Slovenska. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 247.
- Vaškovský, I., 1980: Geológia kvartérnych sedimentov. In: Gross, P. a Köhler, E. (Eds.): Geológia Liptovskej kotliny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 96 – 115.
- Vaškovský, I. a Ložek, V., 1972: To the Quaternary Stratigraphy in the Western Part of the basin Liptovská kotlina. Geol. Práce, Spr., 59.
- Velichko, A. A., 1989: Golotsen kak element obshcheplanetarnogo prirodnoho protsessa. Paleoklimaty pozdnelednikovaya i golotsena (Holocene as an Element of the Universal Planetary Natural Process: Late Glaciation and Holocene Paleoclimates). Moscow, Nauka, 5 – 12.
- Velichko, A. A., 1993: Evolution of Landscapes and Climates of Northern Eurasia. Late Pleistocene-Holocene elements of prognosis. Vol. 2, Moscow, Nauka.
- Vencl, S., 1995: Hostim. Magdalenian in Bohemia. Památky archeologické – suppl. 4, 264.
- Vidal, L., Schneider, R. R., Marchal, O., Bickert, T., Stocker, T. F. a Wefer, G., 1999: Link between the North and South Atlantic during the Heinrich events of the last glacial period. Climate Dynamics, 15, 909 – 919.
- Vitásek, F., 1932: Terasy horního Váhu. Spisy Tatranské komise v Brně, Řada A/4, 23.
- Vizdal, M., 2003: Sprievodca pravekom východného Slovenska. 2. vyd. Metodicko-pedagogické centrum v Prešove, 84.
- Von Grafenstein, U., Erlenkeuser, H., Brauer, A., Jouzel, J. a Johnsen, S., 1999: A Mid European decadal isotope-climate record from 15,000 to 5000 years B. P. Science, 284, 1 654 – 1 657.
- Walker, M. J. C., 1995: Climatic changes in Europe during the last glacial-interglacial transition. Quat. International, 28, 63 – 76.
- Walker, M. J. C., Björk, S., Cwynar, L. C., Johnsen, S., Knudsen, K. L., Wohlfarth, B. a INTIMATE group, 1999: Isotopic “events” in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene. Quat. Sci. Rev., 18, 1 143 – 1 150.
- Wankel, H., 1871b: Der Menschenknochenfund in der Byčí skála Höhle. Mitt. Anthropol. Gesell. Wien, 1, 101.
- Wankel, H., 1882: Bilder aus der Mährischen Schweiz. Wien.
- Wankel, H., 1884: První stopy lidské na Moravě. Čas. Vlastivěd. Spol. mus. (Olomouc), 1, 2 – 7, 41 – 49, 89 – 100, 137 – 147.
- Watts, W. A., Allen, J. R. M. a Huntley, B., 1996: Vegetation history and palaeoclimate of the last glacial period at Lago Grande di Monticchio, Southern Italy. Quat. Sci. Rev., 5, 133 – 153.
- Weniger, G. C., 1987: Magdalenian settlement pattern and subsistence in Central Europe: The Southwestern and Central German cases. In: Soffer, O. (Ed.): The Pleistocene Old World. New York – London, 201 – 215.
- Whitley, R. C., 1993: Ostracoda as biostratigraphical indices in Cainozoic deep-sea sequences. In: Hailwoos, E. A. a Kidd, R. B. (Ed.): High Resolution Stratigraphy. London, Geol. Soc. Spec. Publ., 70, 155 – 167.
- Willis, K. J., Rudner, E. a Sümegei, P., 2000: The full-glacial forests of central and southeastern Europe. Quat. Res., 53, 203 – 213.
- Willis, K. J., Bennett, K. D. a Birks, H. J. B., 1998: Late Quaternary dynamics of pines in Europe. In: Richardson, D. M. (Eds.): Ecology and biogeography of Pinus. Cambridge, Cambridge university press, 107 – 121.
- Willis, K. J., Braun, M., Sümegei, P. a Toth, A., 1997: Does soil development cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from Hungary. Ecology, 78, 3, 740 – 750.
- Willis, K. J., Sümegei, P., Braun, M. a Tóth, A., 1995: The late quaternary environmental history of Bátorliget, N. E. Hungary. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 118, 25 – 47.
- Wilson, R. C. L., Drury, S. A. a Chapman, J. L., 2000: The Great Ice Age. Climate Change and Life. London, Routledge and Open university, 268.
- www.agu.org/revgeophys/mayews01/node6.html
- www.answers.com/topic/b-lling-oscillation
- www.czech.cz/cz/
- www.chmi.cz/meteo/ok/atlas/uvod.html
- www.ncdc.noaa.gov/paleo/abrupt/data_glacial2.html
- www.pkrupa.zsm.sk/meteorologia.htm
- www.shmu.sk
- Zicheng, Y. a Wright, H. E., 2000: Response of interior North America to abrupt climate oscillations in the North Atlantic region during the last deglaciation. Earth Sci. Rev., 52, 4, 333 – 370.
- Žebera, K., 1943: Devět sprašových pokryvů s fosilními půdními typy pod „Novou horou“ na líšeňském katastru Brna. Příroda, XXXVI, 3, 83 – 89.
- Žebera, K., 1949: K současnému výzkumu kvartéru v oblasti Českého masivu. Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., XVI, 731 – 781.
- Žebera, K., 1954: Některé zajímavější výsledky výzkumu čtvrtého v oblasti Českého masivu v roce 1951. Athropozoikum, 3, 93 – 100.
- Žebera, K., 1958: Mladopaleolitické kultúry v systému Československých pleistocenných sedimentov. Anthropol. 7, 85 – 136.
- Žebera, K., 1962a: Stratigrafie některých paleolitických sídlišť ČSSR. Anthropol. 10, 129 – 133.
- Žebera, K., 1962b: Geografické rozšíření některých kvartérnych sedimentů v Československu. Anthropol. 10, 25 – 34.

Resumé

Územie Moravy a Slovenskej republiky (obr. 4, 5) sa nielen u nás, ale aj v Európe považuje za klasickú oblasť výskumu kvartéru. Z hľadiska celej Európy je svojim spôsobom unikátne, pretože leží medzi dvoma veľkými, pôvodne zaľadnenými oblasťami.

Na konci würmského interpleniglaciálu (vrchný pleistocén) sa klimatické podmienky stávali čoraz drsnejšími a viedli až k poslednému glaciálnemu maximu (LGM). Po ňom nasledoval neskorý glaciál a holocén, charakteristický postupným otepľovaním. S tým súviseli zmeny vo faunistickom a floristickom zložení, ako aj charakteristickým type sedimentácie.

Súvisiace ľudské sídliská náležia ku kultúram vrchného paleolitu (gravettien, epigravettien, magdalénien, epimagdalénien) a mezolitu (tab. 3). Ľudia sa museli vyrovnávať s tvrdými klimatickými podmienkami a adaptovať sa na tieto paleoenvironmentálne zmeny. Vývoj klímy dokumentujú zmeny sedimentárneho pokryvu, na ktorý bezprostredne reagujú spoločenstvá flóry a fauny. Tento dramatický vývoj z interštadiálnych podmienok do neskoroglaciálneho maxima dokumentujú početné profily a nálezy tak z otvorených lokalít a sídlisk, ako aj z jaskynných sedimentov po celom území Moravy a Slovenska.

Veľká geomorfologická variabilita študovaného územia dovoľuje porovnávať tento vývoj jednak vo vysokohorských a horských polohách, krasových a stredohorských oblastiach, jednak v nížinách a údoliach riek.

Študované obdobie kvartéru – konca posledného glaciálu a začiatku holocénu – bolo veľmi dynamické. Odrazilo sa to na rôznorodosti a špecifickosti jednotlivých študovaných oblastí. Tie sa vyznačujú charakteristickými znakmi priestorového rozšírenia sedimentov, ich genézy, stavby a paleontologickým a archeologickým obsahom. Každá oblasť alebo jej časť mala charakteristické klimatické podmienky, reliéf a geologickú stavbu predkvartérnych útvarov. To všetko sa prejavilo na type sedimentárneho pokryvu, charakteristickej faune a flóre, ako aj na obývaní a využívaní prírodného prostredia človekom.

Študované obdobie sa vyznačovalo celým radom takýchto klimatických oscilácií, suchším aj vlhkejším charakterom, chladnejšou aj teplejšou klímou (obr. 10, 11, 12, 13). Lokálna diferenciácia klímy a vývoja prírodného prostredia bola pomerne vysoká, a to aj napriek tomu, že Morava a Slovenská republika je relatívne malé územie. Klimatický vývoj a vývoj prírodného prostredia nemožno zovšeobecňovať na veľké oblasti. Veľký vplyv na rozdielny vývoj sedimentárneho pokryvu, flóry, fauny a v nadväznosti na ne aj na vývoj ľudských sídlisk mali predovšetkým klimatické oscilácie a vertikálna členitosť reliéfu, ktorá je na študovanom území značná.

Klimatické zmeny sa prejavili aj na spôsobe života a love paleolitických a mezolitických lovcov. Lov mamutov, sobov, lišok a zajacov, ktorý dominoval v období gravettien, neskôr v období neskorého paleolitu vystriedal lov lesných a lesostepných druhov zvierat. Z magdalénienskych lovcov sobov a koní sa stali epimagdalénienski lovci jeleňov, losov, turov a koní. Tieto zvieratá sa lovili aj v období mezolitu. Na význame získaval aj rybolov.

Resume

The area of Moravia and Slovak Republic (fig. 4, 5) is considered as classical region for Quaternary research. This area is unique from viewpoint of Europe because it lies between two large originally glaciated areas.

Climatic conditions become severer and lead to Last Glacial Maximum (LGM) at the end of Würm interpleniglacial. LGM was followed by Late Glacial and Holocene, characterized by gradual warming, faunistic, floristic and sedimentation changes.

Related human settlements belong to cultures of Upper Paleolithic (Gravettian, Epigravettian, Magdalenian, Epimagdalenian) and Mesolithic (table 3).

Human beings have to adapt to severe climatic conditions and paleoenvironmental changes. Climate development is documented by sedimentary changes, on which plant and fauna communities immediately respond. This dramatic development from interstadial conditions to Late Glacial Maximum is documented from the whole area of Moravia and Slovak Republic by numerous profiles, findings and artifacts from open sites and caves.

Large geomorphological variability of studied area allows us to compare this development at mountains, karst and lowlands.

The studied Quaternary period – concretely end of the Last Glacial and beginning of the Holocene was very dynamic, which is reflected on diversity and specificity of individual studied areas. These areas have the distinction of characteristic features of spatial deposit of the sediments, their genesis, structure, paleontological and archeological content.

Every studied area or its part has characteristic climatic conditions, relief and geological structure of non Quaternary formations, which also has influence on the sedimentary type, fauna, flora and occupation and exploitation of environment by humans.

The studied area was formed by numerous climatic oscillations, character of which were arid or humid, cool or warm (fig. 10, 11, 12, 13).

Local differentiation of the climate and environment development was relatively great. Climatic and environmental development is not possible generalize on large areas. Climatic oscillations and vertical relief segmentations has large influence on different development of sedimentary cover, flora, fauna and human cultures.

Climatic changes caused also changes in the way of life and hunting of Paleolithic and Mesolithic hunters. The hunting of the mammoths, reindeers, foxes and hares which dominated during the Gravettian was later, during the Late Glacial replaced by hunting of forest and steppe-forest animals. From Magdalenian hunters of horses and reindeers become Epimagdalenian hunters of deer, moose, oxen and horses. These animals were hunted also during the Mesolithic. Fishing was also very important way of hunting.

Hydrogeologické a hydrogeochemické pomery Žiarskej kotliny

Hydrogeological and hydrogeochemical settings of the Žiarska kotlina basin

ERIKA KOVÁČOVÁ*, JOZEF KORDÍK*, NATÁLIA BAHNOVÁ*, FRANTIŠEK BOTTLIK*, MILOŠ GREGOR*, DANIEL MARCIN*, JURAJ MICHALKO*, SLAVOMÍR MIKITA*, LADISLAV ŠIMON*

*Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Abstract. Hydrogeological and hydrogeochemical properties of Žiarska kotlina basin have been specified on the basis of hydrogeological investigations task No. 03 07 held by Slovak Geological Institute of Dionyz Stur, Slovakia. In the framework of this research, the relative impermeable rock body (aquitards) of clay and lignite formations have been identified in central and northern part of the basin with average transmissivity value of $T = 7,97 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. The relative permeable rock body (aquifers) of sandstone Neogene formation have been found in the west and south-east border of basin with average transmissivity value of $T = 7,97 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Chemical composition of groundwater strongly coincides with mineralogical character of host rock formations. In natural (not contaminated) groundwater of the first aquifer, the Ca-HCO₃ or Ca-Mg-HCO₃ water types dominate. Contribution of sulphates in groundwater was also observed in around 25 % of samples. Groundwaters in the more than half of the area are strongly contaminated and high contents of nitrogen compounds and phosphates (from agriculture) as well as other contaminants such as chemical oxygen demand, arsenic and aluminium typically were documented.

Kľúčové slová: hydrogeológia, hydrogeochemia, Žiarska kotlina, prietoknosť, obeh a režim podzemnej vody, chemické zloženie

Key words: hydrogeology, hydrogeochemistry, Žiarska kotlina basin, transmissivity, groundwater regime, chemical composition

Úvod

V rokoch 2007 až 2009 prebiehalo hydrogeologické a hydrogeochemické mapovanie Žiarskej kotliny ako súčasť geologickej úlohy 03 07 *Základné hydrogeologické mapy v mierke 1 : 50 000* (situácia územia je uvedená na obr. 1). Hlavným výstupom geologickej úlohy bola základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Žiarskej kotliny v mierke 1 : 50 000 a textové vysvetlivky s podrobnou charakteristikou hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov oblastí. Základná hydrogeologická mapa bola zostavená v zmysle smernice Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky na zostavovanie základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 50 000 č. 8/2004 z 26. októbra 2004. Jej cieľom je podať základné informácie o podzemných vodách a podmienkach ich tvorby, akumulácie a pohybu v hodnotenom území. Základná hydrogeochemická mapa bola vypracovaná v zmysle smernice MŽP SR č. 9/2004-7 na zostavovanie základných hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000. Jej cieľom

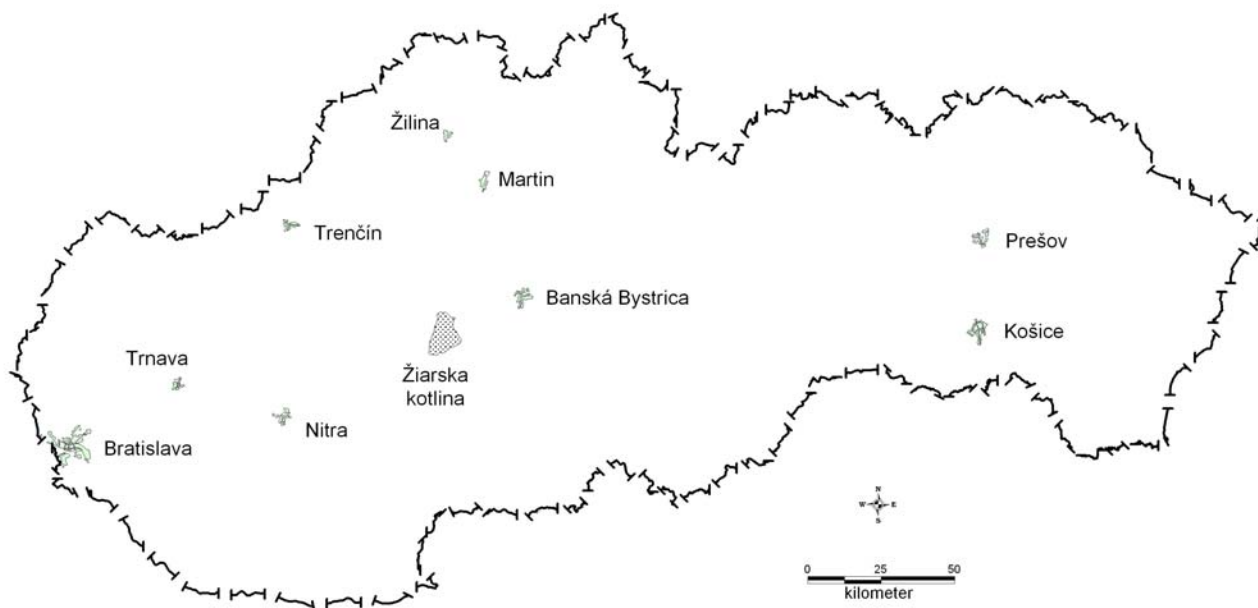
je zhodnotenie zákonitostí tvorby chemického zloženia a kvalitatívnych vlastností podzemných vôd vrátane hodnotenia antropogénnych vplyvov na úrovni danej mierky.

Prírodné pomery

Žiarska kotlina predstavuje vnútrohorskú depresiu s hladko modelovaným reliéfom a nadmorskou výškou v rozmedzí od 210 m v južných častiach kotliny s postupným zvyšovaním smerom na sever do 470 m. Priemerný ročný úhrn zrážok v oblasti Žiarskej kotliny sa pohybuje od 600 do 900 mm a priemerný ročný výpar (reálna evapotranspirácia) predstavuje až 400 (450) mm. Podľa mapy priemerných efektívnych zrážok Slovenska bola za roky 1951 – 1980 (Švasta a Malík, 2006) priemerná hodnota efektívnych zrážok na území Žiarskej kotliny 104,9 mm. Južnou časťou kotliny preteká rieka Hron, do ktorej sú ako pravostranné prítoky Hrona z oblasti Žiarskej kotliny privádzané povrchové vody Lutílskeho, Prochotského a Trubínskeho potoka a potoka Zákruty. Pre Žiarsku kotlinu je charakteristický výskyt tzv. občasných tokov, ktoré v letných obdobiach vplyvom vysokej teploty vzduchu a výrazného výparu úplne vysychajú. Sedimentárnu výplň kotliny tvoria prevažne neogénne sedimenty trubínskeho súvrstvia (panón – pont) a vulkanické horniny ležiace v ich podloží (báden – sarmat) pochádzajúce z okolitých pohorí Vtáčnika, Kremnických vrchov a Štiavnických vrchov.

Metodika práce

Hydrogeologický dokumentačný materiál tvorí zoznam prameňov získaný terénnymi pochôdkami, zoznam dokumentovaných hydrogeologických vrtov získaný zarchívovaných materiálov, hodnoty prietoku, prírastkov a strát na prietoku získané jeho meraniami na povrchových tokoch a údaje o skrytých prítokoch do rieky Hron získané termometrickými a rezistivimetrickými meraniami. Podkladom na zostavenie základnej hydrogeologickej mapy Žiarskej kotliny boli predovšetkým výsledky vlastných terénnych prác a archivované materiály z čerpacích skúšok hydrogeologických vrtov, ktoré umožnili stanoviť základné hydrogeologické parametre prostredia.



Obr. 1. Situácia študovaného územia Žiarskej kotliny.
Fig. 1. Study area of Žiarska kotlina basin.

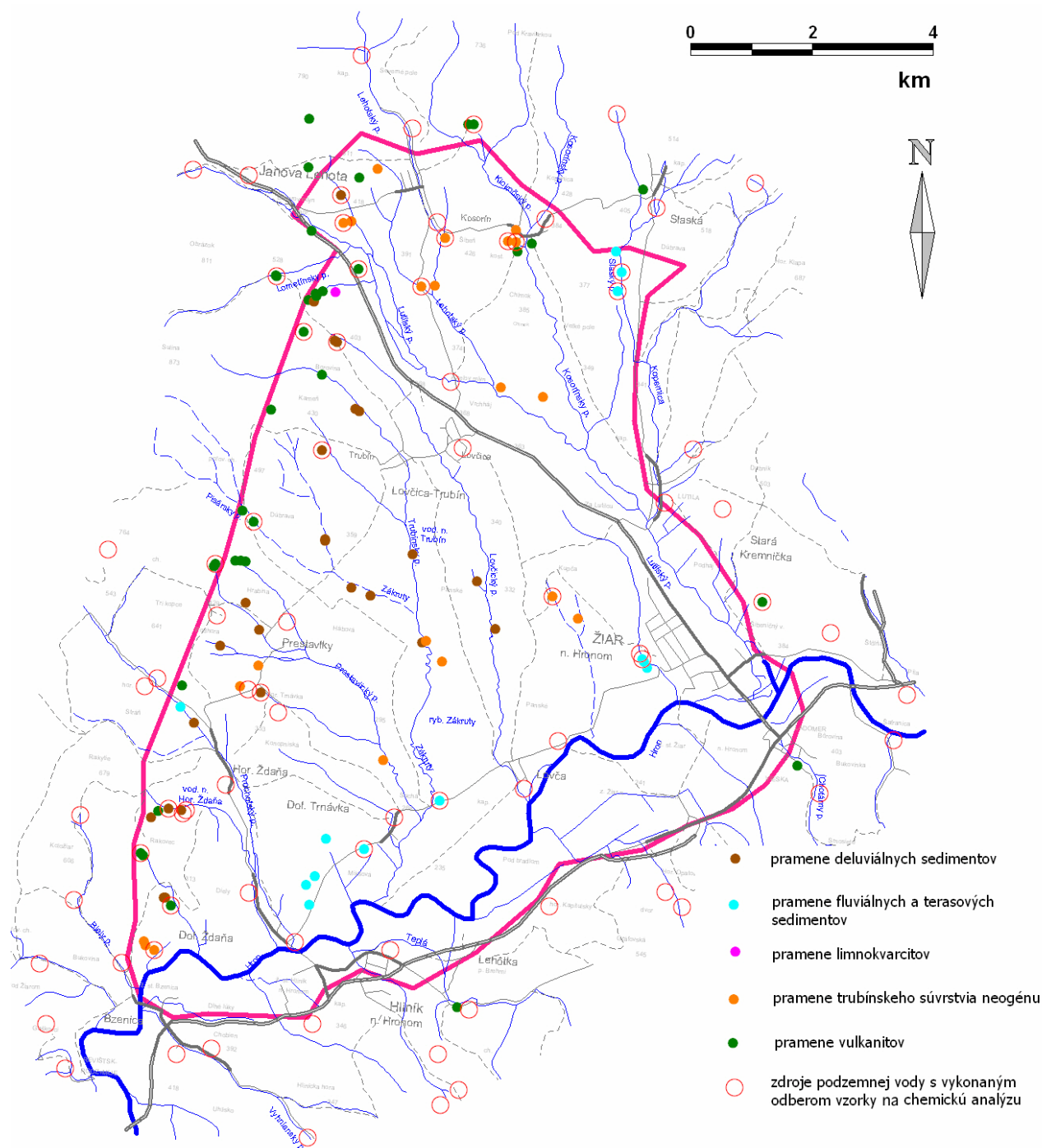
Interpretácia vlastných a prevzatých výsledkov bola založená na štatistickom spracovaní dokumentačného materiálu (základná štatistika) a grafickej prezentácii výsledkov formou hydrogeologickej mapy (Kováčová et al., 2009). Prvým krokom pri hodnotení hydrogeologických pomerov územia bolo rozčlenenie hodnoteného územia na kvázihomogénne hydrogeologické celky z hľadiska ich geologicko-tektonických pomerov a následné štatistické spracovanie a stanovenie hydraulických vlastností (koeficientu prietochnosti T , koeficientu filtrácie k) pre každý hodnotený hydrogeologický celok. Štatistické spracovanie hydraulických vlastností hodnotených celkov vychádza zo spracovania hodnôt porovnávacích hydrogeologických parametrov hornín – indexu prietochnosti Y a indexu priepustnosti Z – podľa metodiky regionálneho hodnotenia hydraulických parametrov hornín (Jetel, 1985, 1995). Výsledná hydrogeologická mapa plošne znázorňuje prvý zvodnený kolektor pri povrchu a jeho priemernú prietochnosť, ktorá je vyjadrená farbou plochy. Variabilita prietochnosti je na mape zobrazená intenzitou farby plochy a číselným indexom. Litologické zloženie kolektora je znázornené druhom a smerom šrafy na ploche a litostratigrafické zaradenie kolektorov indexom na ploche. Okienkovým spôsobom je na mape znázornený zvodnený kolektor uložený hlbšie pod povrchom, v podloží prvého zvodneného kolektora. Veľkosť strany okienka zodpovedá hĺbke hornej hranice zvodnene pod povrchom.

Hydrogeochemický dokumentačný materiál predstavujú chemické analýzy anorganických látok stanovených v podzemných vodách prameňov, vrtov, domových studní a štôlní. V rámci riešenia geologickej úlohy sa odobralo a v geoanalytických laboratóriách (GAL) ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi analyzovalo 15 vzoriek podzemných vôd. Z archívnych zdrojov sa využili najmä analýzy podzemných vôd realizované v rámci *Geochemického atlasu SR*, časť *Podzemné vody* (Rapant et al., 1996). Celkovo sa na hodnotenie chemického zloženia a kvality využilo 79 che-

mických analýz podzemných vôd zo 78 odberových miest. Pri interpretácii výsledkov sa zohľadnili aj údaje z národného monitoringu podzemných vôd realizovaného Slovenským hydrometeorologickým ústavom (celkovo 109 chemických analýz zo 4 monitorovaných vrtov základnej siete). Údaje o monitoringu kvality podzemných vôd realizovanom SHMÚ je možné získať z ročných hodnotiacich správ (napr. SHMÚ, 2009).

Vzorky podzemných vôd sa odoberali počas stabilných klimatických podmienok a analyzovali štandardnými analytickými postupmi v autorizovaných a akreditovaných laboratóriách INGENEO, a. s., Žilina (údaje z geochemického atlasu) a GAL ŠGÚDŠ (údaje z geologickej úlohy, monitoring). Priamo v teréne sa vykonávali merania pH, teploty vody a vzduchu, mernej elektrickej vodivosti (elektrickej konduktivity), rozpusteného O_2 , alkality ($KNK_{4,5}$) a acidity ($ZNK_{8,3}$). Vzorky vôd sa po odbere chemicky stabilizovali v zmysle požiadaviek príslušného laboratória (prehľad analytických metód a medzi stanovenia, intervalov spoľahlivosti meraní a kontroly kvality analýz sú bližšie rozobrané v práci Kováčová et al., 2009).

Interpretácia hydrogeochemických výsledkov je založená na štatistickom spracovaní dokumentačného materiálu (základná štatistika) a grafickej prezentácii výsledkov formou hydrogeochemickej mapy (Kováčová et al., 2009). Základné informácie vyjadrené na hydrogeochemickej mape reprezentujú najmä kvalitatívne a geochemické kritériá. Kvalitatívne vlastnosti podzemných vôd sú vyjadrené prostredníctvom 8 tried kvality podzemných vôd (A až H). Vyčleňujú sa na základe zoskupenia medzných ukazovateľov v zmysle štandardu platného v príslušnom čase – v našom prípade nariadenia vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu. Geochemická charakteristika podzemných vôd prezentovaná vo výsledkovej časti je spracovaná na základe vyčlenenia hydrogeochemických skupín podzemných vôd daných prírodnými vlastnosťami mapovaného územia a vyčlenenými na základe genetických a chemických typov vôd, hodnôt



Obr. 2. Lokalizácia dokumentovaných prameňov s určením geológie v oblasti výveru a odberné miesta na chemickú analýzu.
Fig. 2. Documented springs with definition of local geology and sampling sites for chemical analysis.

celkovej mineralizácie, resp. geologického charakteru a typu priepustnosti zvodneného kolektora.

Hydrogeologická charakteristika

Výsledky terénnych prác

Hydrogeologické mapovanie prameňov

V rámci riešenia úlohy sa v lete v roku 2007 realizovalo hydrogeologické mapovanie s cieľom dokumentovať výveru podzemných vôd (prameňov), ako aj umelých hyd-

rogeologicky významných objektov. Vzhľadom na nie veľkú rozlohu územia (99 km²) sa podarilo zmapovať celú Žiarsku kotlinu v priebehu dvoch týždňov vo veľmi stabilnom období bez zrážok. Údaje z hydrogeologického mapovania Žiarskej kotliny sú vysoko homogénne, s celistvým obrazom výstupov podzemných vôd na povrch. Dokumentovalo sa celkovo **76 prameňov**, ktorých sumárna výdatnosť dosiahla 7,46 l · s⁻¹ (tab. 1). Priemerná výdatnosť prameňov Žiarskej kotliny je nízka, a to 0,09 l · s⁻¹.

Celkovo **najvyššiu sumárnu výdatnosť** (3,74 l · s⁻¹), čo je až 50 % z celkového množstva (7,46 l · s⁻¹) dokumentovaných podzemných vôd vystupujúcich vo forme prame-

ňov, preukazujú vulkanické horniny zasahujúce do oblasti kotliny z okolitých pohorí Vtáčnika a Kremnických vrchov. Ide najmä o puklinové alebo sutinovo-puklinové pramene vystupujúce na tektonickom kontakte Vtáčnika so Žiarskou kotlinou pozdĺž jej západného okraja (obr. 2). V prostredí vulkanických hornín sa dokumentovalo 21 prameňov, vyšší počet prameňov bol dokumentovaný už len v deluviálnych sedimentoch, a to 22. Sumárna výdatnosť prameňov ($1,34 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) vystupujúcich v deluviálnych sedimentoch kvartéru však predstavuje len 18 % z celkového množstva v podobe prameňov vyvierajúcich podzemných vôd. Druhú najvyššiu sumárnu výdatnosť ($1,53 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), 20 % z celkového množstva, dosiahlo 19 sutinovo-vrstvových a sutinových prameňov vystupujúcich z trubínskeho súvrstvia neogénu v centre a na severe Žiarskej kotliny. Podzemné vody vystupujúce z iných horninových typov (zobrazené sú v tab. 1) tvoria už len nepatrnú časť a nepresahujú viac ako 5 % z celkového množstva dokumentovaných výstupov podzemných vôd.

Najvyšší počet prameňov bol dokumentovaný v hlinito-kamenitých zosuvných deluviálnych sedimentoch pozdĺž západného okraja kotliny (tab. 1, obr. 2). Pramene vyvierajúce v prostredí zosuvov dosiahli druhú najnižšiu priemernú výdatnosť ($0,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a z vodohospodárskeho hľadiska nemajú praktický význam. Ide prevažne o pramene sutinového typu s krátkym a plytkým obehom vôd a malou výdatnosťou. Z hľadiska typu výveru majú v Žiarskej kotline najvyššiu početnosť sutinové pramene (29 dokumentovaných prameňov), charakteristické najmä pre deluviálne sedimenty. V letnom období sa dajú charakterizovať malou a nestálou výdatnosťou, vysokou teplotou vody (blízka teplote vzduchu) a krátkym a plytkým obehom.

Druhý najčastejší typ výveru je sutinovo-vrstvový typ, ktorý sa z celkového počtu prameňov (76) vyskytol v 24 prípadoch. Ide prevažne o pramene vystupujúce na povrchu erodovaných vrstiev trubínskeho súvrstvia. V 17 prípadoch sa zaznamenal sutinovo-puklinový typ prameňa, pre ktorý je charakteristická kombinácia obehu vôd v puklinovom a sutinovom prostredí. Tento typ výveru je v Žiarskej kotline charakteristický pre pramene vystupujúce na západnom okraji z vulkanitov Vtáčnika, ktoré následne prestupujú cez sedimenty deluviálnych zosuvov. Sutinovo-puklinové pramene neogénnych vulkanitov dosahujú v hodnotenom území najnižšie hodnoty mernej elektrickej vodivosti vody (priemer $209 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) aj celkovej mineralizácie. Celková mineralizácia v prostredí ryolitov s priemernou hodnotou $179 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a prostredí andezitov s priemernou hodnotou $317 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ je pritom rozdielna. Vrstvové pramene vyvierajúce na báze priepustnej vrstvy sa zistili v 8 prípadoch, a to v trubínskom súvrství a vulkanických horninách v centre a na západnom okraji kotliny. Iba zriedkavo v Žiarskej kotline vystupujú pramene puklinového typu, ktoré predstavujú výstup podzemných vôd na povrch po pukline horninového masívu. Tri puklinové pramene boli dokumentované v prostredí andezitov pod úpätím Vtáčnika a jeden puklinový prameň vystupujúci

z limnokvarcitového telesa na severozápade kotliny. Charakteristický je pre ne dlhší a hlbší obeh vôd v horninovom prostredí a následne v letnom období aj nižšia teplota vody. Na obr. 2 sú lokalizované aj miesta odberov vzoriek podzemných vôd na chemickú analýzu, odoberané v rámci iných výskumných úloh v minulosti, ako aj v rámci zostavovania našej mapy (odbery v máji 2008). Geologické začlenenie odberových miest podzemných vôd na chemickú analýzu je bližšie uvedené v práci Kováčovej et al. (2009).

Merania prietoku na povrchových tokoch

Merania prietoku na povrchových tokoch realizované s cieľom získať predstavu o vzájomnej komunikácii povrchových a podzemných vôd v území sa realizovali v dvoch periódach, a to na jar a na jeseň v roku 2008. Meranie prietoku sa robilo na Prochotskom, Lovčickom, Lutilskom, Lehotskom a Kosorínskom potoku a na potoku Zákruty. Prietok sa meral na tých úsekoch tokov, kde sa predpokladala vzájomná komunikácia povrchových vôd a horninového prostredia. Celkovo sa v rámci riešenia úlohy odmeralo 2 x 52 profilov v roku 2008 a 1 x 7 profilov v júni 2009.

Takmer všetky odmerané toky neprejavovali výrazné straty a prírastky vôd v jarnom ani jesennom meracom cykle. Straty na povrchových tokoch sa pohybovali v rozmedzí od $0,66$ do $19,19 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, prírastky od $0,05$ do $54,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Najvýraznejšia strata prietoku ($19,19 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) vznikla na Lehotskom potoku v oblasti Ábelovho mlyna, a to pravdepodobne prestupom povrchových vôd do okolitých proluviálnych sedimentov. Najväčší nárast prietoku ($54,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) bol nameraný na Lutilskom potoku, kde predpokladáme prestup vôd pravdepodobne pozdĺž zlomu, ktorý prebieha súbežne s Lutilským potokom. Uvedené hodnoty sa namerali v jarnom cykle, keď sa ešte predpokladá vyprázdňovanie vôd pochádzajúcich z jarného topenia snehu.

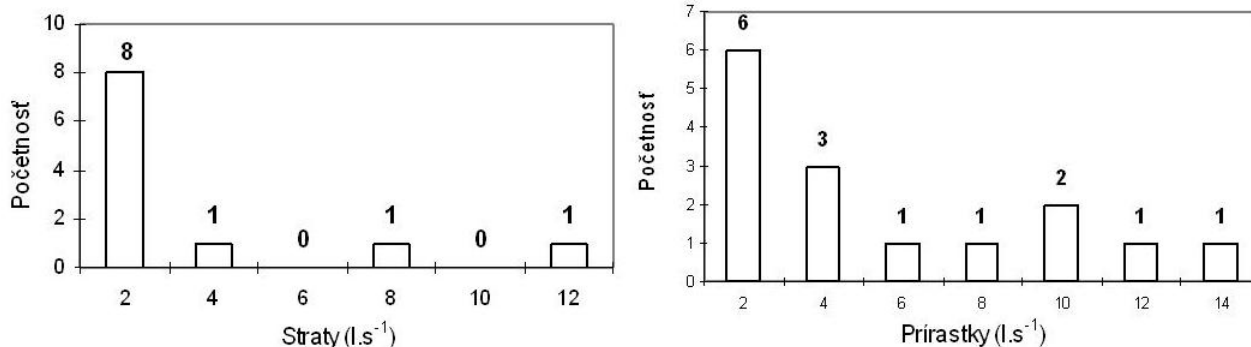
Trend prírastkov a strát v jesennom cykle bol podobný ako v jarnom období. Najvýraznejšia strata ($11,34 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a zároveň najvýraznejší nárast prietoku ($11,42 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) bol nameraný v tých istých meraných úsekoch (Lehotský a Lutilský potok v oblasti Ábelovho mlyna na severe kotliny), rovnako ako v jarnom cykle. Najčastejšie prírastky na povrchových tokoch boli v intervale od $0,5$ do $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a v intervale od 2 do $4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Prítoky podzemných vôd do povrchových tokov Žiarskej kotliny väčšie ako $4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (na úseku 500 m) sú skôr výnimočné. Podobný trend majú aj prestupy povrchových vôd do horninového prostredia, kde bol najčastejší prestup vôd v množstve od $0,5$ do $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, najmä na tokoch v južnej časti kotliny. Merania len v troch prípadoch prevyšili toto množstvo. Histogramy nameraných prírastkov a strát prietoku namerané na povrchových tokoch Žiarskej kotliny v jeseni 2008 sú uvedené na obr. 3. Po vyhodnotení merania prietoku môžeme konštatovať, že v severnej časti kotliny oproti južnej časti územia dochádza k výraznejším výmenám vody medzi povrchovým tokom a horninovým prostredím, a to vplyvom výraznejšieho tektonického porušenia oblasti.

Tab. 1. Základné charakteristiky prameňov viazaných na jednotlivé horninové celky Žiarskej kotliny.
Tab. 1. Basic characteristics of springs related to individual rock formations of the Žiarska kotlina basin.

Horninový typ	Počet prameňov	Počet prameňov na km ²	Min. T (°C)	Max. T (°C)	Priemer T (°C)	Min. EC (μS . cm ⁻¹)	Max. EC (μS . cm ⁻¹)	Priemer EC (μS . cm ⁻¹)	Min. Q (l . s ⁻¹)	Max. Q (l . s ⁻¹)	Priemer Q (l . s ⁻¹)	ΣQ (l . s ⁻¹)	Jednorazový merný odtok vo forme prameňov q (l . s ⁻¹ . km ²)
Deluviálne sedimenty	22	2,66	10,8	27,7	16,8	221	723	417	0,000 1	0,25	0,06	1,34	0,16
Fluviálne sedimenty menších tokov kotliny	4	0,43	12,6	19	15,5	279	369	312	0,02	0,24	0,09	0,35	0,04
Fluviálne sedimenty terás	9	0,78	9,9	18,3	14,9	447	632	541	0,01	0,15	0,05	0,43	0,04
Linnokvarcity	1	1,37	–	–	10,0	–	–	142	–	–	–	0,07	0,10
Trubínske stvrstvie	19	0,56	9,70	16,20	13,6	241	541	368	0,01	0,50	0,08	1,53	0,04
Vulkanity Vláčnika a Kremnických vrchov	21	1,62	8,9	18,8	13,3	134	307	209	0,01	1	0,18	3,74	0,29
SPOLU	76	0,99	8,9	27,7	14,2	134	723	331	0,000 1	1	0,09	7,46	0,10

Vysvetlivky: min. T – minimálna teplota, max. T – maximálna teplota, priemer T – priemerná teplota, min. EC – minimálna hodnota mernej elektrickej vodivosti vody, max. EC – maximálna hodnota mernej elektrickej vodivosti vody, priemer EC – priemerná hodnota mernej elektrickej vodivosti vody, min. Q – minimálna výdatnosť prameňa, max. Q – maximálna výdatnosť prameňa, priemer Q – priemerná výdatnosť prameňa, ΣQ – sumárna výdatnosť prameňov.

Legend: min. T – minimum temperature, max. T – maximum temperature, priemer T – average temperature, min. EC – minimum of specific electric conductivity of water, max. EC – maximum of specific electric conductivity of water, priemer EC – average of specific electric conductivity of water, min. Q – minimum of spring discharge, max. Q – maximum of spring discharge, priemer Q – average of spring discharge, ΣQ – total springs' discharge.



Obr. 3. Histogramy prírastkov a strát prietoku na povrchových tokoch v jesennom cykle 2008.

Fig. 3. Histograms of surpluses and losses of surface water discharges in autumn season 2008.

Termometrické a rezistivimetrické merania pozdĺž rieky Hron

S cieľom zistiť skryté prestupy podzemných vôd do rieky Hron (predpokladané na základe predchádzajúcich prác) sa 9. 6. 2009 realizovalo termometrické meranie teploty vody a rezistivimetrické meranie mernej elektrickej vodivosti vody pozdĺž rieky Hron. Uskutočnila sa plavba pozdĺž pravého brehu Hrona v celkovej dĺžke 18 km a plavba pozdĺž ľavého brehu Hrona v celkovej dĺžke 12 km, pričom dĺžka odmeraného úseku závisela od prístupnosti a schodnosti terénu. Realizované termometrické a rezistivimetrické merania vody v Hrone nepotvrdili predpoklad skrytého prestupu ($160 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$; Böhm, 1962) podzemných vôd cez aluviálne náplavy do rieky Hron.

Hodnoty teploty a mernej elektrickej vodivosti vody vykazovali veľmi vyrovnaný a kontinuálny nárast hodnôt v smere toku rieky. Postupné zvyšovanie hodnôt vodivosti a teploty vody v smere toku bolo spôsobené prítokmi menších povrchových tokov, ktoré vykazujú vyššiu hodnotu vodivosti vody spôsobenú geologickým prostredím a tiež znečistením Žiarskej kotliny poľnohospodárskou a priemyselnou činnosťou (prevažne v okolí mesta Žiar nad Hronom). Hodnoty vodivosti vody na oboch brehoch rieky sa v smere toku postupne rovnomerne zvyšovali v rozpätí od 270 do $320 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Priemerná hodnota mernej elektrickej vodivosti vody na pravom brehu Hrona bola $303 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a na ľavom brehu Hrona $305 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Priemerná teplota vody na pravom brehu Hrona bola $17,43 \text{ }^\circ\text{C}$, na ľavom brehu $19,15 \text{ }^\circ\text{C}$. Rozdiel v priemernej teplote vody na pravom a ľavom brehu Hrona je spôsobený zvyšovaním teploty vody počas dňa, keď prevládalo slnečné a teplé počasie. Je to možné pozorovať aj na rozpätí hodnôt nameranej teploty. Na pravom brehu meraním v doobedňajších hodinách sa hodnoty pohybovali od $16,1$ do $18,8 \text{ }^\circ\text{C}$ a na ľavom brehu, ktorý sa meral v popoludňajších hodinách, od 18 do $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Najvýraznejší nárast vodivosti sa zistil v oblasti vyústenia povrchových odpadových vôd zo skládky Závodu SNP v Žiari nad Hronom na ľavom brehu Hrona. Hodnota mernej elektrickej vodivosti vody tam stúpila na $1370 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a teplota vody dosiahla $23,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Druhým extrémnym prípadom bolo vyústenie toku Teplá na tom istom brehu Hrona. Hodnota vodivosti vody tam dosiahla $737 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a teplota vody $17,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Namerané zmeny sú len výsledkom po-

vrchových prítokov do Hrona a neindikujú nami hľadané skryté prítoky podzemných vôd. Pretože uvedenou metódou sa nezaznamenali žiadne výrazné zmeny (iné ako spôsobené povrchovými prítokmi a znečistením), nepredpokladáme skrytý prestup podzemných vôd z oblasti Žiarskej kotliny do rieky Hron v takom výraznom množstve ($160 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ako sa predpokladalo v práci Böhma (1962). V hodnotenej oblasti môžeme predpokladať prestup podzemných vôd len vo výrazne menšom množstve.

Hydrogeologická charakteristika hornín

Základné hydrogeologické parametre hornín (koeficient prietochnosti T a koeficient filtrácie k) boli stanovené na základe údajov z hydrodynamických skúšok a s použitím porovnávacích indexov (index prietochnosti Y , index priepustnosti Z) podľa metódy Jetela (1985, 1995). Na základe geologicko-tektonických pomerov a z nich vyplývajúcich rozdielov hydrogeologických charakteristík boli v študovanom území Žiarskej kotliny vyčlenené tieto hydrogeologické celky:

- hydrogeologický celok kvartérnych sedimentov,
- hydrogeologický celok neogénnych sedimentov,
- hydrogeologický celok neogénnych vulkanitov.

Územie Žiarskej kotliny z hľadiska využívania významného množstva podzemných vôd na vodohospodárske účely sa dá charakterizovať ako nie príliš perspektívne. Takmer v celej centrálnej časti hodnoteného územia v hrúbke 200 až 400 m (Bajo et al., 2008) sa rozprestierajú ílovité a na severe kotliny aj organogénne (s obsahom uhlia) sedimenty trubínskeho súvrstvia, ktoré plnia funkciu hydrogeologického izolátora. Priemerná prietochnosť týchto vrstiev $T = 7,97 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a tvoria tak najmenej priepustné polohy v rámci hodnoteného územia Žiarskej kotliny.

Naopak, piesčité a štrkové polohy trubínskeho súvrstvia neogénneho veku ($T = 5,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) na západnom a juhovýchodnom okraji kotliny tvoria spolu s aluviálnymi náplavami rieky Hron (ľavý breh $T = 2,74 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, pravý breh $T = 6,59 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) prostredie s najvyššou hodnotou prietochnosti. V ich podloží sa nachádza kolektor vulkanických sedimentov jastrabskej formácie, ktorý prechádza pozdĺž východného okraja smerom k centru kotliny. Priemerná prietochnosť týchto sedimentov s artézskym typom vôd $T = 4,58 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a po aluviálnych sedimentoch Hrona a kolektoroch trubínskeho

súvrstvia tak predstavuje ďalší, potenciálne výdatnejší (relatívne) zdroj podzemných vôd v hodnotenom území. Prehľad stanovených hydrogeologických charakteristík vyčlenených hydrogeologických celkov a ich základná štatistika sú uvedené v tab. 2.

Obeh a režim podzemných vôd

Pre každý hodnotený hydrogeologický celok je charakteristický vlastný obeh a režim prúdenia podzemných vôd, ako aj odlišná schopnosť infiltrácie, akumulácie a odtoku podzemných vôd.

Hydrogeologický celok kvartérnych sedimentov sa vyznačuje medzizrnovým typom priepustnosti a plytkým obehom podzemných vôd s voľnou alebo mierne napätou hladinou. Ide o deluviálne a proluviálne sedimenty lokalizované v západnej a severnej časti kotliny a aluviálne alebo terasové sedimenty v okolí tokov. Podzemné vody týchto horninových celkov sa dopĺňajú predovšetkým zo zrážok alebo v prípade zosuvov a aluviálnych sedimentov aj prestupom vôd z vyššie položených alebo susedných horninových celkov (vulkanitov Vtáčnika, terasových sedimentov). Odvodňovanie deluviálnych sedimentov sa uskutočňuje najmä prostredníctvom prameňov, v prípade proluviálnych a terasových sedimentov aj prostredníctvom prestupu vôd do susedných, nižšie položených celkov a tiež priamym prestupom do povrchových tokov.

Hydrogeologický celok neogénnych sedimentov sa vyznačuje medzizrnovým typom priepustnosti, obehom podzemných vôd viazaným na priepustné štrkovo-piesčité polohy trubínskeho súvrstvia a voľnou alebo mierne napätou hladinou podzemných vôd. V prípade polôh pieskovcov a štrkov trubínskeho súvrstvia, ktoré tvoria prvý zvodnený kolektor na západnom a východnom okraji kotliny, sa zásoby podzemných vôd dopĺňajú najmä zo zrážkovej činnosti, v menšej miere (na základe výsledkov Bučekovej et al., 2001) pri západnom okraji kotliny aj skrytým prestupom vôd z pohoria Vtáčnik. Polohy pieskovcov a štrkov trubínskeho súvrstvia sa odvodňujú prostredníctvom 19 prameňov, vystupujúcich rovnomerne na území celej kotliny. Limnokvarcity trubínskeho súvrstvia vystupujúce na malej ploche (0,73 km²) na severozápade územia majú puklinovú priepustnosť a napätú hladinu podzemných vôd. Predpokladáme infiltráciu vôd zo zrážok a odtok prostredníctvom prameňov alebo prostredníctvom prestupu cez pukliny do okolitých sedimentov trubínskeho súvrstvia.

Pre hydrogeologický celok neogénnych vulkanitov je charakteristická medzizrnová, puklinová alebo kombinovaná, medzizrnovo-puklinová priepustnosť. Obeh sa viaže na tektonicky porušené zóny alebo polohy vulkanoklastických hornín prevažne s napätou hladinou podzemných vôd. V hodnotenom území Žiarskej kotliny na povrch vystupujú len členy jastrabskej formácie, a to v severnej časti územia v podobe malých extrúzií s celkovou povrchovou rozlohou len 0,26 km². Na zhodnotenie obehu a režimu na takej malej ploche nie je k dispozícii dostatočné množstvo údajov, a tak je možné len všeobecne predpokladať dopĺňanie prostredia infiltráciou zo zrážok a následný obeh v pripovrchovej zóne rozvoľnenia. K odvodňovaniu prostredníctvom prameňov v území nedochádza. Podzemná

voda extrúzií, ak sa tu nachádza, preto pravdepodobne skryto prestupuje prostredníctvom puklín do okolitých horninových celkov alebo povrchových tokov Lutilského alebo Kosorínskeho potoka. V území nepredpokladáme výskyt súvislých polôh, ktoré by boli schopné akumulovať väčšie množstvo podzemných vôd. Vulkanoklastiká jastrabskej formácie vystupujú na povrchu na východnom okraji kotliny v úzkom pruhu medzi Lutilou a Žiarom nad Hronom a pod obcou Slaská na celkovej ploche 0,72 km². Následne klesajú a vyklinujú sa pod neogénnymi sedimentmi trubínskeho súvrstvia. V Žiarskej kotline sa dopĺňajú najmä prestupom podzemných vôd z oblasti Kremnických vrchov do kotliny. Vzhľadom na svoje úložné pomery sa neodvodňujú žiadnym prameňom, ale voda z nich sa vodárensky využíva niekoľkými hydrogeologickými vrtmi v oblasti Žiaru nad Hronom. Vulkanoklastiká jastrabskej formácie predstavujú v území lokálne významný kolektor podzemných vôd.

Hydrogeochemická charakteristika

Charakteristika procesov tvorby chemického zloženia podzemných vôd

Chemické zloženie podzemných vôd Žiarskej kotliny je výsledkom týchto, prevažne spolupôsobiacich faktorov:

- množstvo a fyzikálno-chemické vlastnosti zrážkových vôd, prípadne povrchových vôd vstupujúcich do podzemného obehu,
- charakter pôdneho pokryvu a vegetácie (zloženie pôdnej atmosféry, obsah organických látok, mineralogické zloženie a mikrobiologická aktivita),
- mineralogicko-petrografické zloženie horninového prostredia (interakcia voda – hornina) a charakter jeho priepustnosti (medzizrnová, medzizrnovo-puklinová, prípadne puklinová),
- hydrodynamické, termodynamické, resp. oxidačno-redukčné podmienky obehu podzemných vôd a dĺžka ich interakcie s horninami,
- druhotné procesy metamorfózy vôd – napr. miešanie prestupujúcich podzemných vôd,
- antropogénne znečistenie.

V **zrážkových vodách (snehu)** v nasledujúcom poradí prevládajú katióny Ca–NH₄–Na–Fe–Mg a anióny SO₄–NO₃–Cl–HCO₃. Veľmi nízke priemerné hodnoty celkovej mineralizácie na dvoch monitorovaných lokalitách (Handlová-Nová Dedina – 15,55 mg · l⁻¹; resp. Lehôtka pod Brehmi – 14,21 mg · l⁻¹) sú blízke celoslovenskému priemeru s hodnotou 15,06 mg · l⁻¹. Zimné zrážky sa vyznačujú výrazne kyslou reakciou (hodnoty pH prevažne <5). Ide o tzv. kyslé zrážky obsahujúce voľné kyseliny, potenciálne vplývajúce na mineralizačné procesy prebiehajúce v horninovom prostredí. Pri hodnotení vývoja chemického zloženia snehu v čase sa zistil výrazný zosťupný trend hodnôt celkovej mineralizácie (obr. 4), resp. obsahu hliníka, zinku, olova, a naopak, mierny nevýrazný nárast hodnôt pH (Kordík in Kováčová et al., 2009). Postupné znižovanie hodnôt uvedených ukazovateľov sa začalo predovšetkým koncom 80. a začiatkom 90. rokov minulého storočia. Je zapríčinené pravdepodobne útlmom prevádzky hlinikárne v Žiari nad Hronom, prípadne iných

Tab. 2. Základné hydrogeologické charakteristiky vyčlenených hydrogeologických celkov.
 Tab. 2. Basic hydrogeological characteristics of defined hydrogeological units.

HG celok	HG index	Horninový typ (hydrogeologický podcelok)	Počet HG vrtov	Počet prameňov	Variab. prietoknosť T	Geometrický priemer T ($m^2 \cdot s^{-1}$)	Geometrický priemer k ($m \cdot s^{-1}$)	Typ prietoknosti	HG funkcia
Hydrogeologický celok kvartéru	aQ	antropogénne sedimenty: skládky a navážky (holocén)	0	0	–	–	–	medzizimová	kolector
	oQ	organogénne sedimenty: slatiný a slatinné hliny (holocén)	3	0	0,191	4,52 E-04	8,51 E-05	medzizimová	regionálny izolátor
	dQ ^{pk}	deluviálne sedimenty: hlinito-kamenité svahoviny a sutiny, zosuvy	10	22	0,789	5,42 E-05	2,04 E-05	medzizimová	kolector
	pQ	proluviálne sedimenty pleistocénu až holocénu: hlinité a piesčité štrky s úlomkami hornín v náplavových kuželoch	2	0	0,127	2,01 E-04	6,88 E-05	medzizimová	kolector
	fQ ^{HP}	fluviálne pravobrežné sedimenty Hrona: piesky, piesčité štrky a jemné až hrubé štrky dnovej akumulácie niv s pokryvom hlin	15	0	0,446	6,59 E-04	1,37 E-04	medzizimová	kolector
	fQ ^{HE}	fluviálne ľavobrežné sedimenty Hrona: piesky, piesčité štrky a jemné až hrubé štrky dnovej akumulácie niv s pokryvom hlin	19	0	0,249	2,74 E-03	5,44 E-04	medzizimová	kolector
	fQ	fluviálne nivné sedimenty ostatných tokov: piesky, piesčité štrky a jemné až hrubé štrky dnovej akumulácie niv s pokryvom hlin	2	4	0,672	1,15 E-05	2,18 E-06	medzizimová	kolector
	fQ ^I	fluviálne sedimenty terás spolu (pravé + ľavé): štrky a piesčité štrky s pokryvom fluvio-lych a piesčitých hlin	8	9	0,535	4,72 E-04	8,84 E-05	medzizimová	kolector
	fN ^{LP}	fluviálne balvanovité sedimenty riečnej delty Lutiského potoka (pliocén)	167*	0	0,806	6,75 E-04	3,16 E-05	medzizimová	kolector
	N ^{Tr-Ko}	trubinske súvrstvie – kosorínske vrstvy: íly, lignity, uhlie s prepláskkami pieskov a drobných štrkov (pont)	5	0	0,738	7,97 E-06	–	medzizimová	izolátor
	N ^{Tr}	trubinske súvrstvie: tuffitické ílovce a siltovce s polohami pieskovcov a štrkov (panón – pont)	6	19	0,579	1,32 E-04	1,49 E-05	medzizimová	regionálny izolátor
	N ^{likv}	limnokvarcity (panón)	0*	1	0,000	1,00 E-04	1,00 E-05	puklinová	kolector
	Ns	vulkanosedimentárna výplň Žiarskej kotliny: ílovce, siltovce s polohami pieskovcov a štrkov (sarmat)	63*	0	1,010	1,65 E-04	1,09 E-5	medzizimová	regionálny izolátor
N ^{Kor}	kordické súvrstvie: ílovce, siltovce a pieskovce s polohami uhľových ílovcov, brekcií a konglomerátov (spodný bádén)	670*	0	0,800	3,10 E-04	2,09 E-05	medzizimová	regionálny izolátor	
rN ^{rf}	jastrabská formácia: ľavové prúdy ryolitov (sarmat)	2	0	0,007	5,59 E-05	1,12 E-06	puklinová	kolector	
vKN ^{rf}	jastrabská formácia: pieskovce, tufy, brekie a konglomeráty ryolitov (sarmat)	4	1	0,310	4,16 E-04	6,00 E-06	medzizimová	kolector	
aN ^{Fus}	formácia Kremnického štítu: ľavové prúdy andezitov a ich blokové ľavové brekie (bádén – sarmat)	4		0,859	6,02 E-04	9,03 E-06	puklinová	kolector	
vKN ^{Fus}	formácia Kremnického štítu: pyroklastiká (brekie ± tufy) pyroxenických andezitov (bádén – sarmat)	2	21	0,314	2,57 E-04	1,25 E-5	medzizimová	kolector	
aN ^{urf}	turčecká formácia: ľavové prúdy andezitov a ich prevažne blokové ľavové brekie (bádén – sarmat)	1		0,011	1,79 E-04	9,02 E-7	puklinová	kolector	
vKN ^{urf}	turčecká formácia: tufy a pemzové tufy bazaltov a bázických andezitov (bádén – sarmat)	2		0,444	7,36 E-05	2,08 E-6	medzizimová	kolector	
N ^{ka}	kamenské súvrstvie: vulkanické zlepenca a pieskovce andezitov s polohami tufov (bádén)	203*	0	0,644	6,30 E-04	2,76 E-5	medzizimová	kolector	

Vysvetlivky: * – hodnoty variability prietoknosti T, koeficientu prietoknosti T a koeficientu filtrácie k prevzaté z výsledkov Malíka et al. (2007).

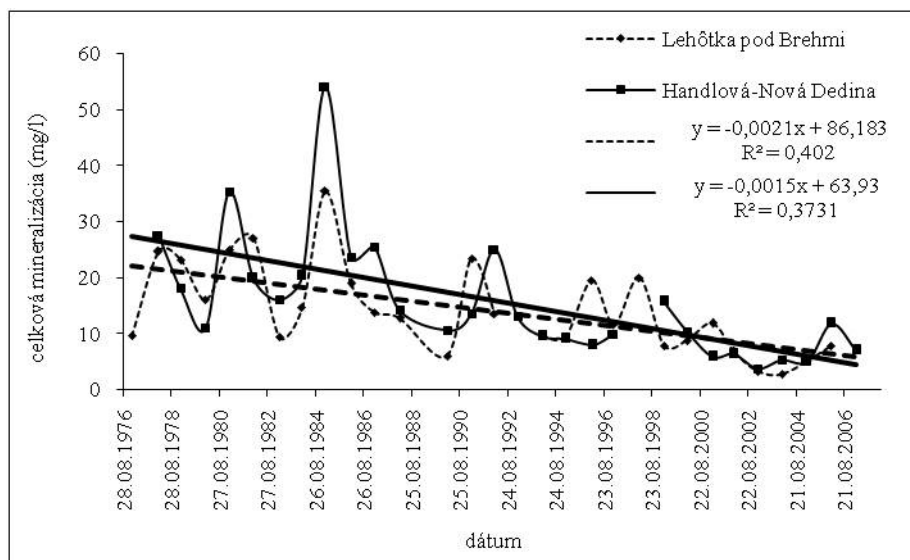
HG celok – hydrogeologický celok, T – koeficient prietoknosti, k – koeficient filtrácie.

* – values of variability of transmissivity, coefficient of transmissivity and coefficient of hydraulic conductivity from Malík et al. (2007).

HG celok – hydrogeological unit, T – coefficient of transmissivity, k – coefficient of hydraulic conductivity.

Obr. 4. Vývoj chemického zloženia snehovej pokrývky – hodnoty celkovej mineralizácie.

Fig. 4. Trend of chemical composition of snow cover – total dissolved solids.



potenciálnych znečisťovateľov širšieho územia. Na zlepšení kvality zrážkových vôd má pravdepodobne podiel aj zlepšenie technológie spracovania hliníka v Závode SNP Žiar nad Hronom (resp. následníckych spoločnostiach) a pridružených prevádzkach a následná menšia produkcia znečistenia v porovnaní s minulosťou.

Chemické zloženie infiltrujúcich zrážkových vôd je výrazne metamorfované pri prestupe pôdnym pokryvom. Stupeň tejto metamorfózy závisí od priepustnosti a hrúbky pôdneho pokryvu, typu pôdy, nadmorskej výšky a expozície, ročného obdobia, obsahu organických látok, asociácie prítomných organizmov atď. Všeobecne sa predpokladá značný, často až niekoľkonásobný nárast obsahu väčšiny základných iónových zložiek po ich prechode pokrývnymi útvarmi (napr. Pitter, 1999).

Mineralizačné procesy (interakcia voda – hornina), ich vnútorný mechanizmus a kinetika sú podrobne opísané v mnohých prácach (napr. Garrels, 1960; Gazda, 1965, 1974; Pačes, 1972, 1983; Pitter, 1999). Ich výsledný kvantitatívny efekt v rozhodujúcej miere závisí od fyzikálno-chemických vlastností stýkajúcich sa fáz a faktorov určujúcich hydrodynamické, termodynamické a oxidačno-redukčné podmienky na fázovom rozhraní. Po mineralogicko-petrografickej stránke je horninové prostredie skúmaného územia značne rôznorodé. Tvoria ho predovšetkým kvartérne a neogénne sedimenty (pestré štrkovo-piesčité súvrstvia úlomkami rozličných materiálov). V okrajovej časti územia sa Žiarska kotlina stýka s horninovým prostredím neovulkanitov Vtáčnika, Kremnických vrchov a Štiavnických vrchov (andezity, menej ryolity, ryodacity a bazaltoidné andezity a ich pyroklastiká). Chemické zloženie podzemných vôd **neovulkanitov** sa tvorí predovšetkým hydrolytickým rozkladom silikátových minerálov, resp. rozpúšťaním karbonátového materiálu (tmelu prítomného prevažne vo vulkanoklastikách). Tvorbu chemického zloženia môže lokálne ovplyvňovať aj oxidačná degradácia sulfidickej síry. Mineralizácia podzemných vôd **sedimentov výplne kotliny** pochádza z obdobných procesov ako v prípade podzemných vôd neovulkanitov (t. j. rozpúšťania karbonátového materiálu, hydrolytického rozkladu siliká-

tot a v menšej miere aj ďalších procesov – oxidácie sulfidov, resp. rozpúšťania amorfných foriem SiO_2 , ionovýmenných procesov a iných). Kvantitatívny efekt prebiehajúcich procesov na styku voda – hornina je v sedimentárnom prostredí o niečo väčší ako pri podzemných vodách neovulkanitov. Prejavuje sa vyššími hodnotami celkovej mineralizácie a vyšším obsahom základných iónov.

Lokálne významným genetickým faktorom uplatňujúcim sa pri tvorbe chemického zloženia podzemných vôd územia je **prítomnosť hlbinného (juvenilného) CO_2** . Do prostredia sa CO_2 privádza najmä prostredníctvom zlomov obmedzujúcich západný okraj Žiarskej kotliny. Podmieňuje vznik niekoľkých drobných prameňov uhličitých minerálnych vôd v širšom okolí Lovčice-Trubína, Dolnej Ždane a Bukoviny.

Osobitné postavenie v študovanom území majú podzemné vody **fluviálnych sedimentov údolnej nivy Hrona** a jeho prítokov. Hlavným zdrojom týchto vôd môžu byť povrchové vody Hrona, prípadne jeho prítokov infiltrujúce do náplavov, a to podľa toho, aká je hydraulická spojitosť podzemných vôd údolnej nivy s povrchovým tokom (povrchový tok ako donor, resp. drenážny charakter toku). Z toho vyplýva, že chemické zloženie podzemných vôd údolnej nivy Hrona sa môže formovať miešaním vôd s rôznou mineralizáciou, rôznym zložením a rôznou genézou a nielen mineralizačnými procesmi prebiehajúcimi na fázovom rozhraní voda – horninové prostredie.

Antropogénne aktivity majú v Žiarskej kotline dlhodobú tradíciu. Spájajú sa jednak s priemyselnou činnosťou, jednak s poľnohospodárstvom. Medzi produkty, resp. zložky odpadu spojené s ľudskou činnosťou, ktoré môžu ovplyvňovať kvalitu podzemnej vody v oblasti, patria najmä exhaláty (všetky plynné a prašné anorganické a organické látky vypúšťané do ovzdušia) a pevný odpad (z osídlenia), ale aj odpadové vody z priemyselnej výroby, miest a obcí, resp. agrochemikálie (najmä z poľnohospodárskej činnosti). Za hlavné indikátory antropogénneho znečistenia je možné okrem bakteriologického a organického znečistenia zvyčajne považovať zvýšenú koncentráciu iónov NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} a K^+ .

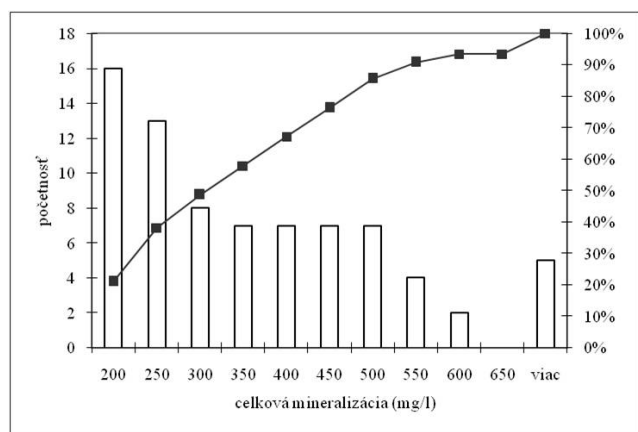
Charakteristika a klasifikácia chemického zloženia podzemných vôd

Pri hodnotení hydrogeochemických pomerov boli na základe geologicko-tektonického a hydrogeologického pomerov a výsledkov chemického zloženia podzemných vôd územia vyčlenené nasledujúce **hydrogeochemické skupiny podzemných vôd s petrogénnou mineralizáciou**:

- podzemné vody so silikátogénnou, silikátovo-karbonátogénnou, prípadne silikátovo-sulfidogénnou mineralizáciou s obehom v neovulkanitoch,
- podzemné vody s karbonátovo-silikátogénnou mineralizáciou s obehom v horninovom prostredí sedimentárneho neogénu a kvartérnych proluviálno-deluviálnych sedimentoch, resp. fluviálnych sedimentoch riečnych terás.

V pririečnych oblastiach významných vodných tokov regiónu (Hron) majú zastúpenie podzemné vody s **polygénnou, petrogénno-potamogénnou mineralizáciou**, pre ktoré je charakteristický výraznejší vplyv infiltrujúcej vody povrchových tokov na ich celkové chemické zloženie.

Na obrázku 5 je uvedený **charakter distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie** podzemných vôd Žiarskej kotliny. Približne pätina vzoriek zodpovedá prvému distribučnému intervalu hodnôt do 200 mg · l⁻¹, ktorý je zároveň aj vrcholom distribúcie. Na základe matematicko-statistického spracovania vyčlenených hydrogeochemických skupín podzemných vôd (tab. 3 a 4) sú hodnoty celkovej mineralizácie pohybujúce sa do 250 – 300 mg · l⁻¹ charakteristické predovšetkým pre podzemné vody cirkulujúce v horninovom prostredí neogénnych vulkanitov. Vyššie hodnoty, zhruba od 250 do 500 – 550 mg · l⁻¹, sú typické pre podzemné vody s obehom v horninovom prostredí sedimentárneho neogénu, resp. kvartérnych sedimentoch. Hodnoty celkovej mineralizácie vyššie ako 600, resp. 650 mg · l⁻¹ pravdepodobne v mnohých prípadoch indikujú okrem prírodných procesov podieľajúcich sa na vývoji chemického zloženia aj prínos antropogénnych látok do podzemných vôd.



Obr. 5. Histogram rozdelenia početnosti hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd.

Fig. 5. Histogram of total dissolved solids in groundwaters.

V podzemných vodách Žiarskej kotliny je evidentná pomerne výrazná variabilita prakticky všetkých sledovaných základných chemických ukazovateľov, odrážajúca predo-

všetkým rôznorodosť horninového prostredia obehu podzemných vôd, ako aj zložitosť hydrogeologických a hydrogeochemických podmienok tvorby ich chemického zloženia. **V podzemných, antropogénne neovplyvnených vodách** prvého zvodneného horizontu vzhľadom na dominujúce procesy tvorby chemického zloženia **prevláda** (80 % analýz) typ **A2, t. j. základný výrazný a nevýrazný Ca–HCO₃, prípadne Ca–Mg–HCO₃ typ** chemického zloženia (priemerné zastúpenie zložky A2 zo všetkých analýz je viac ako 60 ekv. %). Približne v jednej štvrtine vzoriek je v podzemných vodách zastúpený zvýšený podiel zložky S₂(SO₄) (vyše 20 ekv. %) s Ca–HCO₃–SO₄, Ca–Mg–SO₄–HCO₃, Ca–Na–HCO₃–SO₄, Ca–SO₄, resp. Ca–SO₄–HCO₃ typmi chemického zloženia. V 10 analýzach sa zistili rôzne zmiešané typy chemického zloženia podzemných vôd, ktoré sú dôsledkom pravdepodobne aj antropogénne, resp. čiastočne antropogénne podmienenej mineralizácie vôd. Vhodnými indikátormi antropogénneho znečistenia v prostredí je najmä zvýšená koncentrácia chloridov, dusičnanov, fosforečnanov, prípadne síranov (s maximálnym obsahom 51,6 mg · l⁻¹ v prípade Cl⁻, 80,5 mg · l⁻¹ NO₃⁻, 2,4 mg · l⁻¹ PO₄³⁻, resp. 134 mg · l⁻¹ SO₄²⁻). Vo vzorke prameňa v Lehôtke pod Brehmi sa zistil extrémne vysoký obsah arzénu (0,127 mg · l⁻¹) a antimónu (2,04 mg · l⁻¹). Ich spoločný výskyt naznačuje, že by mohlo ísť o dôsledok výskytu zrudnenia v oblasti.

Najvyšším priemerným, resp. stredným obsahom základných iónov, ako aj najvyššími priemernými, resp. strednými hodnotami celkovej mineralizácie (tab. 3 a 4) sa vyznačujú podzemné vody kvartérnych deluviálno-proluviálnych sedimentov, resp. fluviálnych sedimentov riečnych terás (priemerná hodnota celkovej mineralizácie je 403 mg · l⁻¹, resp. 470 mg · l⁻¹). O niečo nižšia koncentrácia základných chemických ukazovateľov sa zaznamenala v podzemných vodách kvartérnych sedimentov riečnych nív a sedimentárneho neogénu (priemerná hodnota celkovej mineralizácie je 362 mg · l⁻¹, resp. 336 mg · l⁻¹). Všeobecne **najnižšími hodnotami** základných ukazovateľov chemického zloženia sa vyznačujú podzemné vody neovulkanitov, hoci v tomto prostredí je badateľný pomerne výrazný rozdiel v chemickom zastúpení jednotlivých zložiek v individuálne hodnotených hydrogeochemických skupinách (andezity, ryolity, pyroklastiká ryolitov). Výrazne najnižším obsahom rozpustených látok sa v prostredí neovulkanitov vyznačujú podzemné vody ryolitov (priemerná hodnota celkovej mineralizácie je 179 mg · l⁻¹). Naopak, v prípade podzemných vôd s obehom v andezitoch sa sledoval pomerne vysoký obsah rozpustených látok, s priemernou hodnotou celkovej mineralizácie 317 mg · l⁻¹ (medián 317 mg · l⁻¹). Koncentrácia stopových prvkov v podzemných vodách je okrem arzénu vo väčšine prípadov veľmi nízka. Zvýšený obsah arzénu sa zistil na viacerých miestach Žiarskej kotliny. Pochádza jednak z prírodných zdrojov (zrudnené oblasti, väzba na výskyt uhoľných slojov), jednak predpokladáme, že v niektorých zdrojoch čiastočne aj z antropogénneho znečistenia (prevádzka hliníkárne v Žiari nad Hronom). Určenie podielu prírodného, resp. antropogénneho podielu As v podzemných vodách je obťažné a exaktné sa neriešilo.

Tab. 3. Priemerné zastúpenie sledovaných ukazovateľov v podzemných vodách vo vyčlenených hydrogeochemických skupinách.
 Tab. 3. Average values of observed parameters in groundwaters in individual hydrogeochemical groups.

	Horninové prostredie							Všetky vzorky (79)
	Nva 15)	NVr (4)	NVr-p (9)	NS (6)	Qdp (23)	Qf (8)	Qft (9)	
Fyzikálno-chemické parametre (okrem vyznačených jednotiek a pH v mg · l ⁻¹)								
Teplota vody (°C)	11,9	10,2	11,9	12,2	13,3	12,8	13,6	12,2
pH	7,54	7,62	7,40	7,30	7,52	7,45	7,47	7,43
Celková mineralizácia	317	179	273	336	403	362	470	338
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (mmol · l ⁻¹)	1,44	0,65	1,09	1,55	2,02	1,60	2,41	1,56
O ₂	6,9	8,1	5,8	5,8	5,9	5,8	5,1	6,1
ChSK _{Mn}	1,15	0,96	1,66	1,26	1,69	2,05	1,09	1,39
Li ⁺	0,006	0,018	0,014	0,008	0,014	0,006	0,022	0,011
Na ⁺	13,0	9,63	10,2	10,7	13,4	12,8	16,4	12,0
K ⁺	3,90	4,53	4,67	3,49	9,34	11,7	4,28	5,26
Ca ²⁺	38,9	19,1	29,1	41,3	56,0	44,5	66,8	42,5
Mg ²⁺	11,4	4,20	8,81	12,7	15,2	11,9	18,2	12,1
Sr ²⁺	0,18	0,30	0,15	0,18	0,21	0,21	0,32	0,21
Fe _{celk}	0,044	0,140	0,211	0,138	0,038	0,247	0,156	0,139
Mn ²⁺	0,163	0,009	0,028	0,088	0,050	0,050	0,013	0,078
NH ₄ ⁺	0,050	0,031	0,036	0,084	0,048	0,332	0,050	0,086
F ⁻	0,050	0,050	0,050	0,131	0,108	0,093	0,133	0,094
Cl ⁻	6,31	2,44	4,93	12,4	22,9	13,7	27,8	12,5
SO ₄ ²⁻	38,9	46,1	26,6	26,6	47,4	37,1	44,5	34,9
NO ₃ ⁻	11,1	5,36	8,17	11,1	37,6	20,2	29,5	15,8
PO ₄ ³⁻	0,274	0,213	0,479	0,210	0,388	0,701	0,243	0,331
HCO ₃ ⁻	148	45,8	118	163	160	158	212	152
SiO ₂	44,5	40,2	61,0	53,5	40,0	49,6	49,4	49,6
Vol. CO ₂	20,6	16,0	35,9	47,3	39,2	38,2	33,1	34,8
Agres. CO ₂	13,1	17,2	19,3	23,6	32,9	25,2	14,0	20,1
Cr	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 7	0,000 4	0,000 3	0,000 5	0,000 4
Cu	0,001 0	0,000 9	0,000 6	0,004 6	0,000 9	0,001 0	0,001 6	0,002 1
Zn	0,038 5	0,004 0	0,011 8	0,065 2	0,132 2	0,069 3	0,090 7	0,062 4
As	0,002 7	0,010 1	0,029 3	0,007 1	0,004 6	0,008 3	0,008 9	0,009 1
Cd	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 2	0,000 4	0,000 3	0,000 2	0,000 3
Se	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 7	0,000 6	0,000 5	0,000 5	0,000 6
Pb	0,000 5	0,000 5	0,000 6	0,001 6	0,001 1	0,001 4	0,001 8	0,001 2
Hg	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 14	0,000 09	0,000 13	0,001 13	0,000 24
Ba ²⁺	0,030 3	0,052 5	0,036 7	0,042 7	0,062 0	0,071 1	0,076 6	0,049 4
Al ³⁺	0,222 7	0,592 5	0,377 2	0,091 1	0,029 2	0,105 0	0,225 6	0,190 3
Sb	0,000 2	0,000 4	0,001 5	0,000 5	0,000 2	0,000 3	0,000 2	0,000 5
Filtrovaný Al ³⁺	0,012 7	0,015 0	0,016 7	0,010 9	0,016 0	0,010 7	0,008 3	0,012 6
Palmerove-Gazdove charakteristiky (%)								
S ₁	17,5	27,0	21,3	13,7	18,3	18,1	12,8	16,9
S ₂	10,4	38,3	12,7	14,2	28,9	11,5	24,5	16,9
A ₂	69,7	29,6	63,9	68,9	52,6	62,6	57,6	62,8
S ₂ (SO ₄)	9,5	38,3	12,7	11,1	18,8	9,3	13,3	13,4
Charakterizačné koeficienty (-)								
r(Na + rK)/r(Mg + rCa)	0,242	0,404	0,287	0,199	0,234	0,394	0,245	0,258
rMg/rCa	0,484	0,369	0,508	0,516	0,431	0,456	0,472	0,478
SO ₄ /M	0,100	0,258	0,119	0,076	0,114	0,079	0,076	0,100

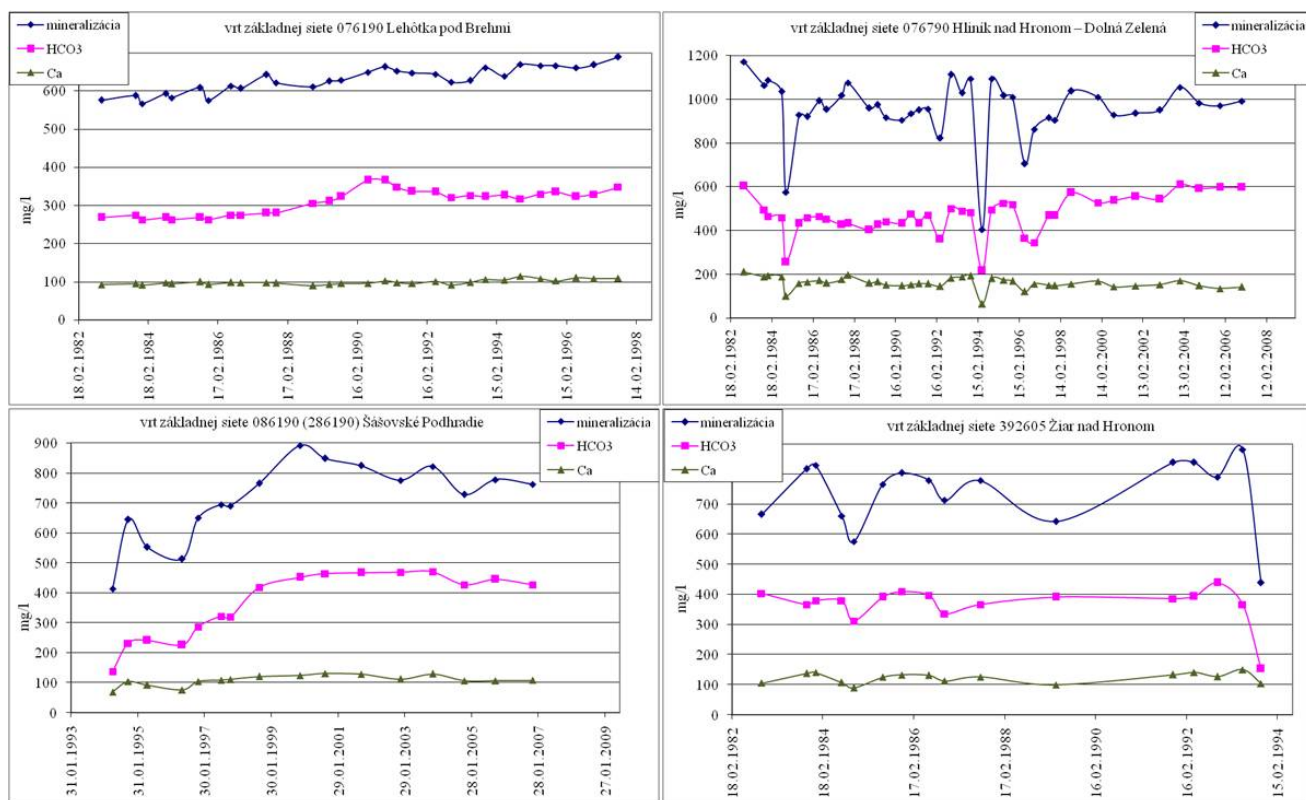
Vysvetlivky: Nva – neovulkanity (andezity), NVr – neovulkanity (ryolity), NVr-p – neovulkanity (pyroklastiká ryolitov), NS – sedimentárny neogén v celku, Qdp – deluviálno-proluviálne sedimenty, Qf – fluviálne nívne sedimenty, Qft – fluviálne sedimenty riečnych terás; v zátvorke je uvedený počet vzoriek.

Legend: Nva – andezites, NVr – rhyolites, NVr-p – volcanoclastics of rhyolites, NS – sedimentary neogene, Qdp – deluvial-proluvial sediments Qf – fluvial sediments (recent), Qft – fluvial sediments (terraces); number of samples given in brackets.

Tab. 4. Mediány sledovaných ukazovateľov v podzemných vodách vo vyčlenených hydrogeochemických skupinách.
 Tab. 4. Medians of observed parameters in groundwaters in individual hydrogeochemical groups.

	Horninové prostredie							Všetky vzorky
	Nva (15)	NVr (4)	NVr-p (9)	NS (6)	Qdp (23)	Qf (8)	Qft (9)	
Fyzikálno-chemické parametre (okrem vyznačených jednotiek a pH v mg · l ⁻¹)								
Teplota vody (°C)	11,7	11,7	11,4	11,7	13,3	12,9	13,2	12,1
pH	7,50	7,64	7,46	7,42	7,54	7,42	7,48	7,47
Celková mineralizácia	264	128	234	343	415	311	468	309
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (mmol · l ⁻¹)	1,08	0,43	0,90	1,33	2,10	1,39	2,54	1,24
O ₂	8,2	7,6	5,4	7,2	6,0	6,2	5,2	6,5
ChSK _{Mn}	0,88	0,88	0,96	0,88	1,68	2,00	0,72	0,96
Li ⁺	0,002	0,004	0,014	0,005	0,014	0,005	0,020	0,006
Na ⁺	7,10	5,30	9,50	9,67	13,7	11,9	14,9	10,9
K ⁺	2,10	3,85	3,10	2,70	4,05	4,55	2,68	2,90
Ca ²⁺	27,3	12,8	26,5	36,3	59,5	40,5	69,7	34,5
Mg ²⁺	9,48	2,92	7,54	12,50	14,84	9,24	18,7	9,61
Si ²⁺	0,13	0,15	0,13	0,14	0,22	0,20	0,29	0,16
Fe _{celk}	0,030	0,070	0,080	0,080	0,035	0,095	0,040	0,065
Mn ²⁺	0,003	0,003	0,003	0,010	0,003	0,003	0,003	0,003
NH ₄ ⁺	0,025	0,025	0,025	0,050	0,025	0,075	0,050	0,025
F ⁻	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cl ⁻	1,95	2,57	3,37	5,14	25,2	5,41	28,2	4,46
SO ₄ ²⁻	22,96	32,61	23,29	23,46	39,53	22,43	33,33	25,41
NO ₃ ⁻	2,80	5,45	7,10	3,92	33,7	11,3	35,6	5,22
PO ₄ ³⁻	0,160	0,220	0,200	0,160	0,360	0,535	0,190	0,190
HCO ₃ ⁻	116	25,3	104	146	149	151	220	135
SiO ₂	49,9	41,4	61,1	51,4	30,2	48,9	45,3	50,3
Vol. CO ₂	15,4	14,3	28,6	30,8	28,6	39,6	33,0	26,4
Agres. CO ₂	9,24	14,5	10,1	11,9	17,8	22,6	6,38	12,4
Cr	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 5	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3
Cu	0,000 8	0,000 3	0,000 7	0,001 0	0,000 9	0,001 0	0,001 0	0,001 0
Zn	0,003 0	0,003 3	0,007 0	0,004 0	0,053 5	0,005 5	0,007 0	0,004 0
As	0,001 5	0,010 1	0,012 8	0,005 0	0,004 8	0,004 1	0,003 4	0,003 8
Cd	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3	0,000 3
Se	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 5
Pb	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,001 0	0,001 0	0,000 5	0,001 0	0,000 5
Hg	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 10	0,000 10
Ba ²⁺	0,005 0	0,052 5	0,005 0	0,017 0	0,081 0	0,077 0	0,100 0	0,039 0
Al ³⁺	0,150 0	0,120 0	0,160 0	0,020 0	0,015 0	0,040 0	0,030 0	0,050 0
Sb	0,000 1	0,000 5	0,000 1	0,000 5	0,000 1	0,000 2	0,000 1	0,000 1
Filtrovaný Al ³⁺	0,010 0	0,015 0	0,010 0	0,010 0	0,010 0	0,010 0	0,010 0	0,010 0
Palmerove-Gazdove charakteristiky (%)								
S ₁	17,6	27,8	19,3	14,3	15,7	17,0	12,4	15,9
S ₂	7,7	41,4	11,0	14,9	19,1	3,8	26,2	16,1
A ₂	74,5	26,6	66,3	69,2	57,9	63,5	60,3	65,8
S ₂ (SO ₄)	7,7	41,4	11,0	13,2	14,6	3,8	14,8	13,1
Charakterizačné koeficienty (-)								
r(Na + rK)/r(Mg + rCa)	0,222	0,441	0,239	0,177	0,186	0,235	0,145	0,207
rMg/rCa	0,448	0,357	0,507	0,503	0,426	0,465	0,467	0,473
SO ₄ /M	0,098	0,243	0,101	0,073	0,091	0,072	0,074	0,087

Vysvetlivky: ako v tab. 3. Legend: same as tab. 3.



Obr. 6. Časový vývoj obsahu základných chemických zložiek a hodnôt celkovej mineralizácie v podzemných vodách vybraných monitorovaných objektov.

Fig. 6. Evolution of chemical composition of groundwaters from selected monitoring sites.

Aj z pohľadu časového vývoja sa monitorované podzemné vody (monitorované v rámci národného monitoringu SHMÚ) vyznačujú výrazne variabilným chemickým zložením (obr. 6). Jednoznačný stúpajúci trend obsahu základných zložiek (Ca^{2+} , HCO_3^-) a hodnôt celkovej mineralizácie sa zistil na monitorovanom vrte základnej siete 076 190 (Lehôtka pod Brehmi). Podobne rastúci trend sa zaznamenal aj na monitorovanom vrte základnej siete 086 190 (Šášovské Podhradie) v období od začiatku monitorovania (rok 1994) do roku 2000 (po roku 2000, naopak, nastal postupný pokles hodnôt). Na monitorovaných vrtoch základnej siete 076 790 (Hliník nad Hronom – Dolná Zelená) a 392 605 (Žiar nad Hronom) sa výraznejší trend v obsahu základných chemických zložiek a rozpustených látok nezistil. V niekoľkých prípadoch sa však zistili odľahlé merania, ktorých bližšia interpretácia je diskutabilná (mohli by súvisieť so sezónnym vývojom chemického zloženia, úlohu môže zohrávať aktuálny stav hladiny podzemnej vody vo vrte, resp. aktuálne hydrologické podmienky – obdobie sucha, zrážkové obdobie a pod.). Trendy vývoja obsahu ďalších chemických ukazovateľov detailnejšie interpretoval Kordík (in Kováčová et al., 2009).

Charakteristika kvalitatívnych vlastností podzemných vôd

V zmysle požiadaviek nariadenia vlády č. 354/2006, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu, sa ako *vplyv prírodných faktorov* v študovanom území najvýraznejšie „negatívne“ prejavuje nízka geochemická aktivita horninového prostredia neovulka-

nitov. Jej dôsledkom je nedosýtenosť a agresívne vlastnosti podzemných vôd. Okrem toho sa tieto, zvyčajne nízko mineralizované podzemné vody vyznačujú aj nízkym obsahom vápnika, resp. nízkymi hodnotami tvrdosti vody vyjadrenej sumou zastúpenia vápnika a horčíka (t. j. nižšími, ako sú odporúčané hodnoty $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, resp. $1,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$). Do tejto skupiny je možné zaradiť približne tretinu zdrojov podzemných vôd v oblasti (tab. 5). Územie sa vyznačuje aj prírodne zvýšenou koncentráciou arzenu (v niektorých prípadoch vyššou ako povolený limit $0,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ pre vodu určenú na ľudskú spotrebu), pretože v piesčito-ílovitých neogénnych súvrstviach Žiarskej kotliny sa na viacerých miestach zistili polohy lignitických uhoľných slojov obsahujúce As (Lutila, Hliník, Slaská, Trubín, Vieska, Opatovce a i.). V podzemných vodách sa zistil nadlimitný obsah ChSK_{Mn} (chemická spotreba kyslíka manganistanom draselným) (10 vzoriek) indikujúci organické znečistenie, resp. sa sledovali prekročenia medzných hodnôt zložiek indikujúcich *antropogénnu kontamináciu* predovšetkým z poľnohospodárskej činnosti (dusičnany – dve vzorky, dusičnany – sedem vzoriek, resp. fosforečnany – štyri vzorky).

Distribúcia stopových prvkov v sledovanom území vo väčšine prípadov zodpovedá prírodným podmienkam obehu podzemnej vody, t. j. koncentrácia stopových prvkov je veľmi nízka a v mnohých prípadoch nedosiahla hranicu analytickej stanoviteľnosti. Najčastejšie boli medzné hodnoty zo stopových prvkov prekročené v prípade železa, mangánu a hliníka (tab. 5), čo korešponduje so zisteniami z iných regiónov Slovenska (napr. Slaninka et al., 2001; Kordík, 2005 in Michalko et al., 2005; Kordík, 2006 in

Malík et al., 2006). V oblasti Žiarskej kotliny sa až v 12 prípadoch zaznamenala nadlimitná koncentrácia arzénu. Ako sme už uviedli, väčšinou ide pravdepodobne o hodnoty, ktoré súvisia s geochemickým pozadím v príslušnom

prostredí obehu podzemných vôd. Vzhľadom na to, že územie Žiarskej kotliny predstavuje významnú priemyselnú oblasť, vyjadrenie prirodzeného podielu arzénu v podzemnej vode nemusí byť jednoznačné.

Tab. 5. Medzné a najvyššie medzné hodnoty fyzikálno-chemických ukazovateľov a podiel meraní nevyhovujúcich požiadavkám nariadenia vlády č. 354/2006, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu.

Tab. 5. Standard values of physico-chemical parameters and contribution of samples in coincident meeting the standard criteria according to Government Act No. 354/2006 on requests on drinking water.

Zložka	Limitná koncentrácia (mg · l ⁻¹)	Počet prekročení	Počet prekročení (%)	Zložka	Limitná koncentrácia (mg · l ⁻¹)	Počet prekročení	Počet prekročení (%)
Mineralizácia	1 000	2	2,5	F ⁻	1,5	0	0
ChSK _{Mn}	3	10	12,7	Cl ⁻	100	0	0
NH ₄ ⁺	0,5	2	2,5	SO ₄ ²⁻	250	0	0
NO ₂ ⁻	0,1	2	9,5	Mg ²⁺	125	0	0
NO ₃ ⁻	50	7	8,9	PO ₄ ³⁻	1	4	5,1
Fe _{celk}	0,2	16	20,3	As	0,01	12	15,8
Mn	0,05	17	21,5	Cd	0,003	0	0
Al ³⁺	0,2	17	22,4	Se	0,01	0	0
Filtrovaný Al ³⁺	0,2	0	0	Pb	0,01	0	0
Cr	0,05	0	0	Hg	0,001	1	1,3
Cu	0,5	0	0	Ba	1	0	0
Zn	3	0	0	Sb	0,005	1	1,4

Výskyt železa je v podzemných vodách bežný, spravidla však menej ako 0,5 mg · l⁻¹ (medzná hodnota však pripúšťa koncentráciu na úrovni 0,2 mg · l⁻¹). Zvýšená koncentrácia Fe v prírodných podmienkach zvyčajne indikujú redukčné podmienky obehu podzemnej vody. Medzné hodnoty pre vodu určenú na ľudskú spotrebu boli v hodnotenom regióne prekročené na viac ako 20 % odberových miest podzemných vôd. Výrazne najvyšší obsah železa (v oboch prípadoch 14 mg · l⁻¹) sa zaznamenal v podzemných vodách prameňov minerálnych vôd v Bukovine a Dolnej Ždani. Vo vrtoch a studniach (5 prípadov) by mohla zvýšená koncentrácia železa pochádzať z ich vystrojenia. Podobne bežnou chemickou zložkou podzemných vôd je aj mangán. Jeho zvýšená koncentrácia v prírodných podmienkach zvyčajne indikuje redukčné podmienky obehu podzemnej vody. Medzná hodnota pre vodu určenú na ľudskú spotrebu bola na území prekročená navyše ako 20 % odberových miest podzemných vôd, podobne ako v prípade železa. Najvyšší obsah mangánu (1,4, resp. 1,14 mg · l⁻¹) sa zaznamenal v podzemných vodách prameňov minerálnych vôd v Bukovine a Dolnej Ždani. Koncentrácia hliníka v prírodných, antropogénne neovplyvnených vodách je nízka (v oblasti Žiarskej kotliny sa pohybuje zvyčajne do 1,0 mg · l⁻¹). Medzná hodnota 0,2 mg · l⁻¹ bola v prípade nefiltrovaného hliníka na území prekročená na viac ako 20 % odberových miest podzemných vôd. Na základe zistení v iných, zväčša antropogénne neovplyvnených alebo len málo ovplyvnených oblastiach, napr. v pohorí Žiar, horskej časti Stredného Považia, v Myjavskej pahorkatine, Turčianskej kotline či Veľkej Fatre (Kordík, 2004 in Černák et al., 2004; Kordík a Slaninka, 2005; Slaninka et al., 2001; Kordík, 2005 in Michalko et al., 2005; Kordík, 2006 in Malík et al., 2006), je možné nadlimitnú koncentráciu nefiltrovaného hliníka pravdepodobne až do 1,0 mg · l⁻¹ považovať za prírodnú. V prípade filtrovaných vzoriek

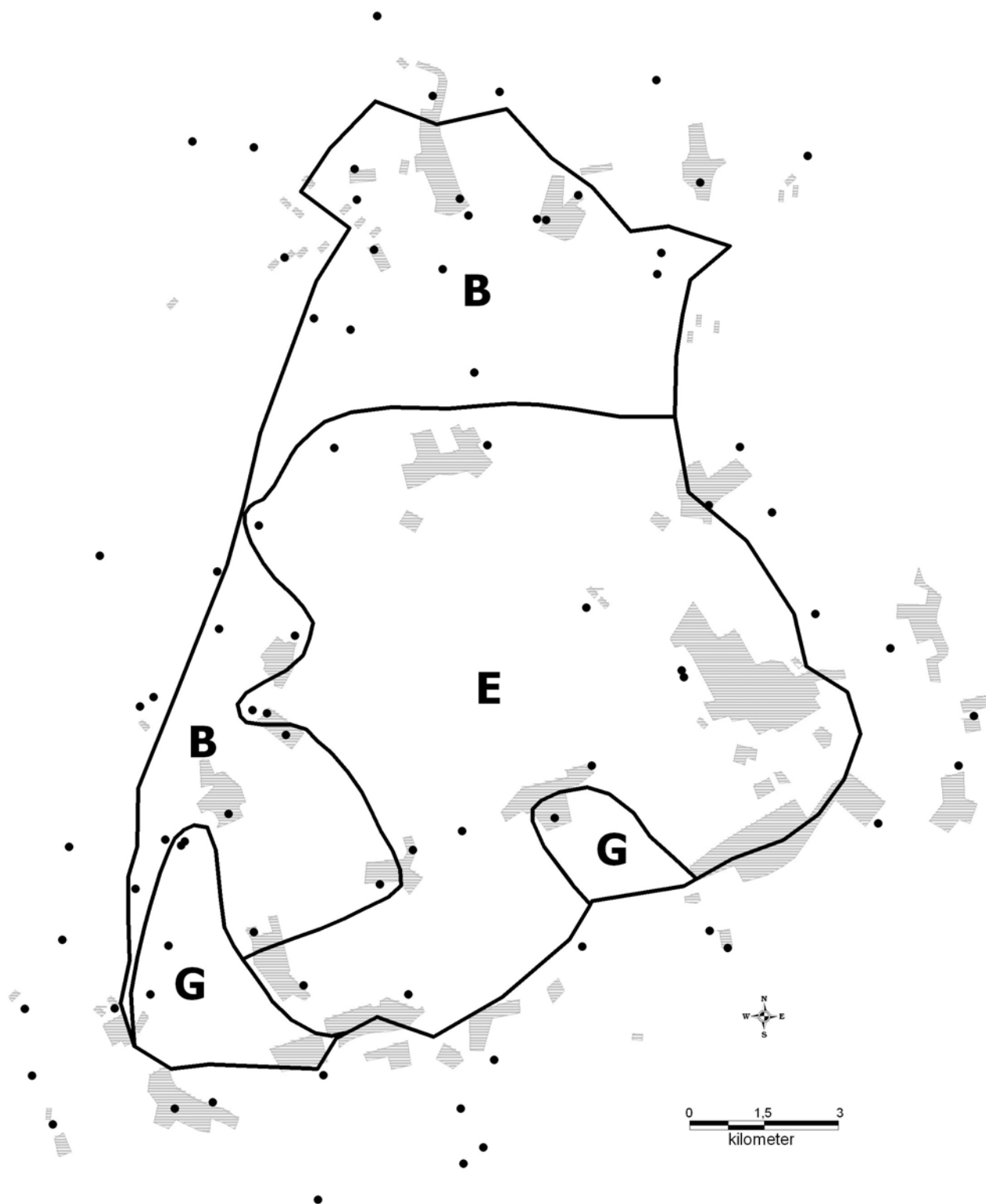
obsah hliníka ani v jednom prípade neprekročili medznú hodnotu stanovenú pre vodu určenú na ľudskú spotrebu.

Na základe výsledkov chemických analýz podzemných vôd a ich porovnaní s hodnotami ukazovateľov podľa nariadenia vlády č. 354/2006, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu, sa plošne vymedzili podzemné vody s dobrou kvalitou (trieda kvality B), resp. podzemné vody so zhoršenými kvalitatívnymi vlastnosťami (triedy kvality E a G) (obr. 7).

Viac ako polovicu územia (54,8 %) tvoria podzemné vody zhoršenej **kvality triedy E**. Ide prevažne o centrálnu časť Žiarskej kotliny – oblasť väčšej časti pohronskej nivy, resp. oblasť medzi Žiarom nad Hronom, Lovčicou-Trubínom a Dolnou Trnávku. Podzemné vody triedy kvality E nevyhovujú ukazovateľom nariadenia vlády SR č. 354/2006 najmä pre vysokú koncentráciu dusíkatých látok a fosforečnanov z poľnohospodárskej činnosti. Na niektorých odberových miestach sa zaznamenal nevyhovujúci obsah ChskMn, arzénu a hliníka, resp. nízky obsah rozpusteného O₂.

Viac ako tretinu územia (36 %) charakterizujú podzemné vody **triedy kvality B**. Viazu sa predovšetkým na oblasť silikátogénnych, resp. karbonátovo-silikátogénnych podzemných vôd neovulkanitov a priľahlej oblasti. Pre podzemné vody triedy kvality B sú typické nízke hodnoty tvrdosti vody (suma obsahu vápnika a horčíka) a celkovej mineralizácie, ktoré sú odrazom nízkej efektivity mineralizačných procesov. Aj napriek týmto vlastnostiam sú podzemné vody po jednoduchej úprave vhodné na pitné účely.

Pre takmer desatinu územia (8,3 %) bola vymedzená najhoršia **trieda kvality G** podzemných vôd. Príčinou zhoršených kvalitatívnych vlastností podzemných vôd tejto skupiny je neprípustná koncentrácia najmä týchto ukazovateľov: dusičnany, železo, hliník, arzén a ChskMn. Plošne je



Obr. 7. Schematická mapa kvality podzemných vôd Žiarskej kotliny.
 Fig. 7. Schematic map of groundwater quality of the Žiarska kotlina basin.

trieda kvality G vymedzená v oblasti Dolnej Ždane, Hliníka nad Hronom a v páse medzi obcami Lehôtka pod Brehmi a Lovča.

Záver

Podľa výsledkov hydrogeologického prieskumu územie Žiarskej kotliny sa dá charakterizovať ako nie príliš bohaté

na infiltráciu, akumuláciu a odtok významného množstva podzemných vôd. V centrálnej časti hodnoteného územia sú uložené ílovité a na severe kotliny aj uhľonosné sedimenty trubínskeho súvrstvia, ktoré plnia funkciu hydrogeologického izolátora. Vodohospodársky perspektívne, ale kvalitatívne nevyhovujúce sú aluviálne náplavy rieky Hron a okrajové polohy pieskocov a štrkov trubínskeho súvrstvia avulkanoklastické sedimenty jastrabskej formácie

sarmatského veku ležiace pod nimi, lokalizované pozdĺž východného okraja Žiarskej kotliny.

Chemické zloženie týchto vôd je prevažne v úzkej korelácii s mineralogicko-petrografickým charakterom horninového prostredia ich obehu. V podzemných, antropogénne neovplyvnených vodách prvého zvodneného horizontu prevláda Ca–HCO₃, prípadne Ca–Mg–HCO₃ typ chemického zloženia. V približne jednej štvrtine vzoriek je v podzemných vodách zastúpený zvýšený podiel síranov. Najvyšším obsahom rozpustených látok sa vyznačujú podzemné vody kvartérnych deluviálno-proluviálnych sedimentov, resp. fluviálnych sedimentov riečnych terás (priemerná hodnota celkovej mineralizácie je 403 mg · l⁻¹, resp. 470 mg · l⁻¹). Naopak, všeobecne najnižšie hodnoty celkovej mineralizácie sú typické pre podzemné vody neovulkanitov (priemerná hodnota v prípade ryolitov je 179 mg · l⁻¹, andezitov 317 mg · l⁻¹). Viac ako polovicu územia tvoria podzemné vody zhoršenej kvality, vyznačujúce sa najmä vysokou koncentráciou dusíkatých látok a fosforečnanov z poľnohospodárskej činnosti, resp. ďalších indikujúcich kontaminantov, najmä ChskMn, As a Al.

Literatúra

- Bajo, I., Franko, O., Grexová, S. a Mlynarčík, M., 2008: Neogén Žiarskej kotliny – hydrogeologický rajón N 087. Vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. Bratislava, MŽP SR, Košice, Geo Slovakia. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 116 s.
- Böhm, V., 1962: Hydrogeologické pomery Žiarskej kotliny. Vedecko-výskumný ústav geologicko-geografický Univerzity Komenského, Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 42 s.
- Bučeková, M., Bajo, I., Mlynarčík, M. a Pospiechová, O., 2001: Vtáčnik a Pohronský Inovec, vyhľadávaci HGP. Košice, Geokonzult. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 157 s.
- Garrels, R. M., 1960: Mineral Equilibria at Low Temperature and Pressure. New York, Harper Brothers, 254 s.
- Gazda, S., 1965: Rozpúšťacia schopnosť vody a jej význam pre tvorbu chemizmu podzemných vôd a roztokov. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 251 s.
- Gazda, S., 1974: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a ich genetická klasifikácia. In: Materiály z III. Celoslovenskej hydrogeologickej konferencie, Sekcia hydrogeológia. Bratislava, SGÚ, s. 43 – 50.
- Jetel, J., 1985: Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností hornin. Metodická příručka. Praha, Ústř. Úst. geol., 1, 147 s.
- Jetel, J., 1995: Utilizing data on specific capacities of wells and water-injection rates in regional assessment of permeability and transmissivity. In: Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 1/95, s. 7 – 18.
- Kordík, J., 2004: Hydrogeochemická mapa pohoria Žiar v mierke 1 : 50 000. In: Černák, R., Kordík, J., Bottlik, F., Havrila, M., Helma, J., Kohút, M. a Šimon, L.: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa pohoria Žiar v mierke 1 : 50 000. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 57 s.
- Kordík, J., 2005: Hydrogeochemická mapa Turčianskej kotliny v mierke 1 : 50 000. In: Michalko, J., Kordík, J. a Bottlik, F.: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Turčianskej kotliny v mierke 1 : 50 000. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 248 s.
- Kordík, J. a Slaninka, I., 2005: Mapa kvality prírodných vôd regiónu Myjavská pahorkatina a Biele Karpaty. Príloha 3.0 k záverečnej správe. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 92 s.
- Kordík, J., 2006: Hydrogeochemická mapa západnej časti Veľkej Fatry v mierke 1 : 50 000. In: Malík, P., Kordík, J., Bottlik, F. a Kováčová, E.: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa západnej časti Veľkej Fatry v mierke 1 : 50 000. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 90 s.
- Kováčová, E., Kordík, J., Bahnová, N., Bottlik, F., Gregor, M., Marcin, D., Michalko, J., Mikita, S. a Šimon, L., 2009: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Žiarskej kotliny v mierke 1 : 50 000. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 206 s.
- Malík, P. a Švasta, J., 2006: Priestorové rozloženie priemerných efektívnych zrážok na území Slovenska. In: Podzemná voda (Bratislava), roč. XII, č. 1, s. 65 – 77.
- Malík, P., Bačová, N., Hronček, S., Ivanič, B., Káčer, Š., Kočický, D., Maglay, J., Marsina, K., Ondrášik, M., Šefčík, P., Černák, R., Švasta, J. a Lexa, J., 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1 : 50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 555 s.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 10. mája 2006, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. Zbierka zákonov č. 354/2006, s. 2 524 – 2 542.
- Pačes, T., 1972: Chemical Characteristic and Equilibration in Natural Water – felsic rock – CO₂ System. In: Geochim. cosmochim. Acta, č. 36, s. 217 – 240.
- Pačes, T., 1983: Základy geochemie vod. Praha, ČGÚ, 283 s.
- Pitter, P., 1999: Hydrochemie. 3. vyd. Praha, Vydavatelství VŠCHT, 568 s.
- Rapant, S., Vrana, K., Bodiš, D., Doboš, V., Hanzel, V., Kordík, J., Repčoková, Z., Slaninka, I. a Zvara, I., 1996: Geochemický atlas Slovenskej republiky – časť Podzemné vody. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 127 s.
- SHMÚ, 2009: Celkové hodnotenie kvality podzemných vôd na Slovensku v roku 2008. Bratislava, SHMÚ. <http://www.shmu.sk>.
- Slaninka, I., Kordík, J. a Rapant, S., 2001: Mapa kvality prírodných vôd 1 : 50 000 regiónu Stredné Považie. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív ŠGÚDŠ, 56 s.

GEOLOGICKÉ PRÁCE, SPRÁVY 116

Vydal Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2010

Vedúci odd. vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie: RNDr. Ladislav Martinský

Jazyková redaktorka: Ing. Janka Hrtusová

Grafická úprava a technické spracovanie: Gabriela Šipošová

Tlač a knižárske spracovanie: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava