ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XC (2005): 223–246, 2005

KLIMA V POSLEDNÍM GLACIÁLU

THE CLIMATE OF THE LAST GLACIAL

RUDOLF MUSIL

Abstract

Musil, R., 2005: Klima v posledním glaciálu. – Acta Musei Moraviae, Sci. Geol., 90, 223–246.

The climate of the Last Glacial

The paper confronts all information of environment of some dated sites in Europe. Mosaic environment concerns not only vegetable and animal associations but in similar degree the anorganic nature too (for instance permafrost, ice wedges).

Key words: Europe, Last Glacial, environment, changes.

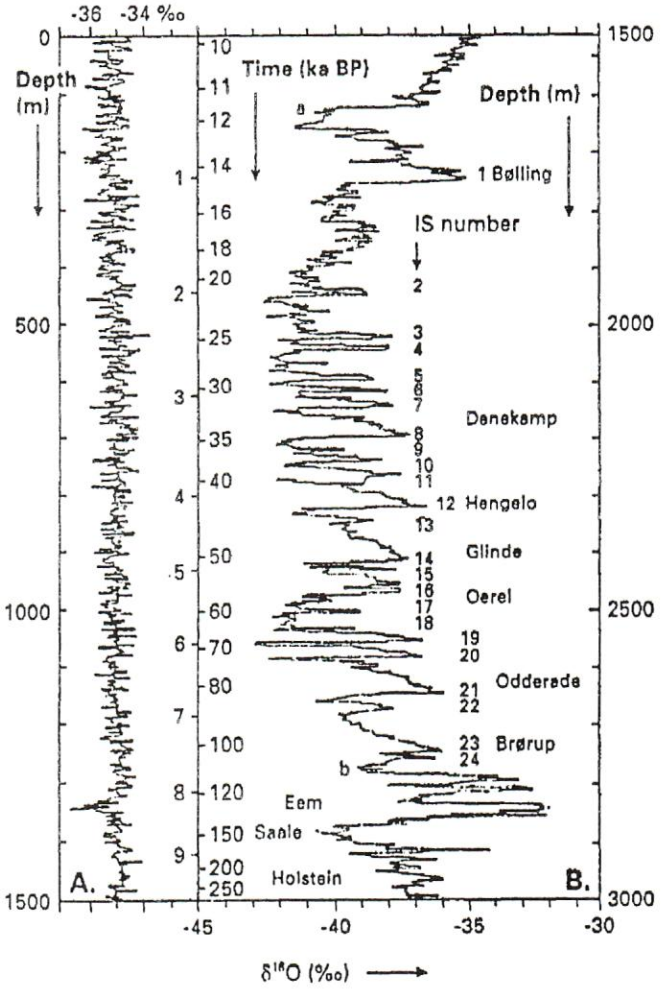
Musil Rudolf, Institut of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: rudolf@sci.muni. cz

Úvod

Poslední glaciál trval přibližně 110 000 až 115 000 let. Studium mořských sedimentů a ledovců v Grónsku a Antarktidě přineslo mnoho zcela nových poznatků z hlediska jeho detailního klimatického vývoje. Podívejme se nyní stručně na některé informace, které o této době existují. Využívám přitom především ty informace, které přinesl nedávno dokončený projekt Cambridgské university pod názvem Stage 3 Project. Tento projekt studoval klimatické výkyvy v Evropě a jejich možný vztah na lidskou historii, pozornost zaměřil především na období mezi 60 000 až 24 000 BP. Výchozí byla přitom syntéza nejnovějších výsledků z nejrůznějších podkladů: lakustrinní a fluviální sedimenty, fosilní půdy, erozní a denudační procesy, periglaciální jevy, oblačnost ve spojení se srážkami a výparem, mocnost sněhové pokrývky, počet dní v roce se sněhem, směr proudění větrů, jejich teplota a rychlost, teplota půdy, počet dní s teplotou přes 0 °C a přes 5 °C, minimální a maximální teplotní extrémy, zimní a letní střední teploty, kolísání mořské hladiny, přibývání a zmenšování horských ledovců, teplota mořské vody, ledové kry na moři a jejich rozšíření na jih a samozřejmě vše co souvisí s flórou a faunou. V závěrečné části došlo k syntéze všech abiotických a biotických faktorů. Souběžně s těmito studiemi probíhal i simulační program na počítačích.

Zároveň jsem využil poznatků z vrtného jádra GRIP a GISP2 v konfrontaci s vrtným jádrem Vostok z Antarktidy a teplotních výkyvů mořské hladiny dokumentovaných z vápnitých schránek foraminifer (obr. 1). Na základě všech těchto informací bylo zřejmé,

že terestrické suchozemské sedimenty zdaleka nezaznamenávají všechny teplé a studené výkyvy. Jen studených eventů různé intenzity je v posledním glaciálu 26 (viz např. výsledky projektu univerzity v Cambridgi, Stage Three Project (van Andel et Davies. 2003). Znamená to, že ne v každém studeném eventu došlo k akumulaci spraší, což zřejmě mohlo způsobit, že jedna fosilní půda ve sprašovém pokryvu v sobě skrývá větší počet teplých a studených eventů samozřejmě časově různě dlouhých a různé intenzity. Příkladem může být např. jeskyně Ramesch v Alpách (ca. 3000 n. m.), ve které se v makroskopicky jednotné homogenní vrstvě hnědé zbarvené půdy nacházelo velké množství kostí jeskynních medvědů. Tato a jí analogické vrstvy byly vždy považovány za produkt posledního interglaciálu. Dnešní analýzy však ukázaly, že se jedná o období sedimentace sice ve výrazně teplém klimatu, ne však o poslední interglaciál, ale o dobu od 64 000 BP (báze vrstvy) až do 31 000 BP (povrch vrstvy, Rabeder et al. 2000). Makroskopicky jednotná vrstva v sobě tedy skrývala celkem 13 různě teplých výkyvů, samozřejmě se studenými, které se mezi teplými nacházely.



Obr. 1. Klimatické oscilace v posledním glaciálu. Zpracováno na základě informací ze všech publikací uvedených v citované literatuře. Jako podklad byl použit záznam z vrtu GISP 2 (Huntley, Allen 2003). Čísla v grafu značí výrazně teplé eventy. Interstadiály zaznamenané v terestrických sedimentech jsou označeny v příslušném časovém období svými termíny. Interstadiál bohunice je časově totožný s interstadiálem hengelo.

Fig 1. Climatic oscilations in the Last Glacial adapted at the basis of all publications used in this article. GISP 2 core after Huntley and Allen (2003). Numbers in the picture indicate markedly warm events. The interstadial Bohunice is identical with the interstadial Hengelo.

Dva ca. 3 000 m hluboké vrty v ledovcích ve střední části Grónska z roku 1990 (GRIP a GISP 2) hrají klíčovou úlohu při rekonstrukci klimatu severní polokoule. Byly v současné době doplněny novými poznatky z projektu „North Greenland Ice Core Project" (NGRIP), který trval sedm let a skončil v r. 2003.

Tato studie se opírá pouze o výběr některých lokalit, a to těch, u kterých je udáváno jejich stáří, nálezy rostlin a typ zeminy, pokud byl uveden, včetně jejich zařazení do teplého nebo studeného eventu. Všímám si přitom především teplotních výkyvů a s nimi souvisejícího rostlinného pokryvu, stranou ponechávám všechny ostatní faktory jako např. množství srážek, erozní pochody atd. Uvádím tedy vrstvy pouze těch lokalit, u kterých je známé izotopové datování. To nacházíme především u lokalit s paleolitickými kulturními vrstvami, případně u fosilních půd a bohužel pouze výjimečně u vrstev, ve kterých se nacházely kryogenní struktury. Tímto způsobená nevyváženost v údajích je určitým nedostatkem.

Všechny výše uvedené lokality jsem soustředil pro lepší přehled a pro možnost vzájemného srovnávání jednak do jednotlivých větších oblastí (1 až 6), jednak do časových teplotně zhruba stejných období (A–H). Pokud se týče jednotlivých oblastí jsem si vědom toho, že v některých případech nemohly být klimaticky jednotné, jejich rozdělení by však způsobilo, že množství údajů by bylo velmi malé (obr. 2).

Evropské oblasti:

1. Západní Evropa (Anglie, Francie, Belgie, Holandsko, západní a jihozápadní Německo.
2. Východní Německo, Polsko, Litva a Estonsko.
3. Skandinávie.
4. Bělorusko, Ukrajina, Rusko.
5. Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Srbsko a Rumunsko.
6. Arktická oblast (severní Rusko a severní Sibiř).

A. Období 110–107 ka BP

Na začátku posledního glaciálu nedochází k nějaké rychlé změně klimatu, ale spíše k poznenáhlému a postupnému ochlazování. Menší zhoršení klimatu netrvá však příliš dlouho, nacházíme je jen v době mezi 109 ka až 107 ka BP. Trvá tedy pouhých 3 tisíce let.

1. Západní Evropa: stadiál herning/melisey 1 v období 110–104 ka BP je charakterizován rychlou změnou ve složení rostlinstva, kontinentální a chladné klima (Guiter et al. 2003)

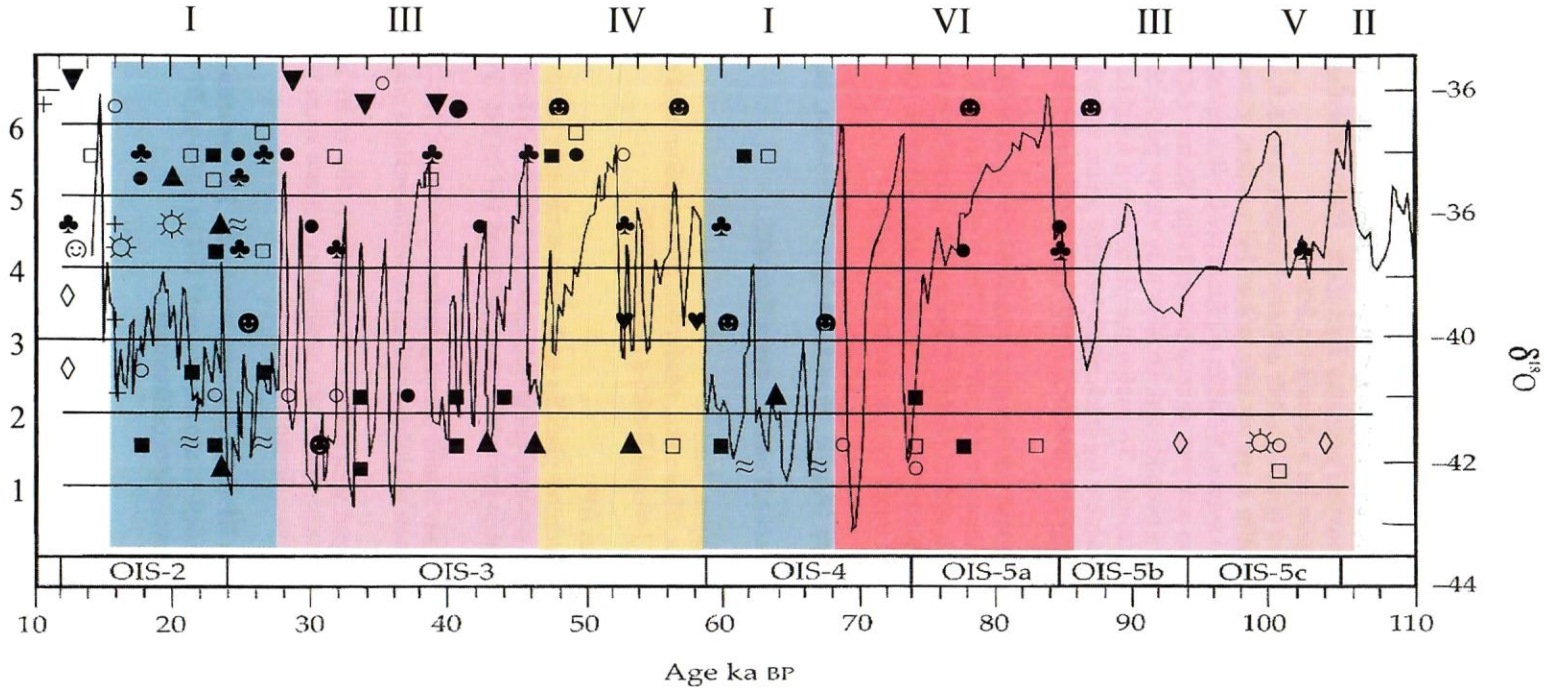
4. Bělorusko, stupeň west dvina 1: V období 111–104 ka BP břízový a borovicový les s otevřenými plochami. Méně jsou zastoupeny listnaté stromy jako dub, lípa, jilm, habr a líska (Yelovicheva a Sanko 1999).

B. Období 107–98 ka BP (MIS 5c, teplé eventy 24, 23 – brörup)

Po této době následují v časovém rozmezí 107 ka až 98 ka BP dva teplé eventy oddělené mezi sebou krátkodobým ochlazením.

1. Francie.

Do období 104–92 ka BP je dáván interstadiál amersfoort/brörup (= st.germain 2, MIS 5 c), ve Vogézách se v této době nacházejí lesy s listnatými stromy (dub, habr), dále na jih v oblasti Lyonu i buky.


I
III
IV
I
VI
III
V
II
6
5
4
3
2
1
OIS-2
OIS-3
OIS-4
OIS-5a
OIS-5b
OIS-5c
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
Age ka BP
−36
−36
−40
−42
−44
δ18O

Obr. 2. Teplotní změny v posledním glaciálu na základě analýzy ^{18}O v grónském ledovci. Klimatické oscilace GRIP jako podklad podle van Andela (2003). Rozdělení Evropy do oblastí 1 až 6 odpovídá textu. Různé barvy odpovídají zhruba průměrným teplotám daného časového období. Bíle značená časová perioda není v článku diskutována. Modré odstíny značí chladná období, různé odstíny červené barvy období teplá. Pro lepší orientaci jsou nad grafem uvedena římská čísla., číslo I značí nejchladnější období, VI pak nejteplejší. V případě delšího časového rozpětí je v tabulce udáván jeho průměr. Časové údaje jednotlivých lokalit neodpovídají někdy křivce grónského ledovce, v těchto případech se pravděpodobně jedná o nepřesné údaje. Někdy by časové údaje odpovídaly známým interstadiálům z terestrických sedimentů, pokud ovšem připustíme, že daný interstadiál obsahuje větší počet studených a teplých výkyvů.

Vysvětlivky k časově dokumentovanými informacemi. Použité symboly: ● stadiál, ○ interstadiál, □ půdní horizont, ■ sprašová vrstva, ▲ glejový (pseudoglejový) horizont, arktická hnědozem ☻ zalednění, ≈ permafrost, mrazové klíny, ♣ břízovo-borovicové lesy promíšené s listnatými stromy a otevřené stepní plochy, ☼ listnaté lesy, ♥ deglaciace, ◊ křovinatá tundra nebo parková tundra, ▼ aridní klima, + poslední nálezy mamutů, ☺ eolické písky. Umístění jednotlivých symbolů v jednotlivých oblastech 1 až 6 odpovídá době, ze které pocházejí.

Fig. 2. Temperature oscilations in the Last Glacial. Climatic record of the GRIP ice core after van Andel (2003). The Europe separation in 1–6 regions corresponds to text. The various blue shades mean cold periods, the various red shades warm stages. The white coloured time period is not discussed in the text.

Explanatory notes: ● stadial, ○ interstadial, □ ice wedges, ♣ birch and pine woods, sporadically deciduous trees with open steppe areas, ☼ deciduous trees, ♥ deglaciation, ◊ schrub tundra or park tundra, ▼ arid climate + last finds of mamoths, ☺ blown sands.

V období 92-84 ka BP stadiál rederstall/melisey 2, chladnější erozní fáze následovaná vznikem stepí (Guiter et al. 2003).

1. Německo

Tönchesberg: paleopůda podobná černozemi (MIS 5c).

Füramoos, jz. Německo: v době ca. 103 ka BP na základě pylových analýz zjištěno krátké výrazné zhoršení klimatu známé i z jiných evropských lokalit (montaigu event) (Müller et al. 2003).

C. Období 98–88 ka BP (MIS 5b, teplý event 22)

Období trvající ca. 6 000 let mezi 98 ka až 88 ka BP se vyznačuje opětným poklesem průměrných teplot. V žádném případě však nedochází ještě ke vzniku typického arktického klimatu.

4. Bělorusko

Mezistupeň black shore (interstadiál) z doby 86 ka BP, otevřený borovicový a břízový les, řídce se nachází habr, olše, líska a vrba (Yelovicheva a Sanko 1999).

4. Rusko

Mezin: velmi slabá vrstva spraše buď z této doby nebo spíše z předcházejícího ochlazení v době 109–107 ka BP.

6. Arktická oblast

Jižní Tajmyr a Pečora: v období mezi 90–80 ka BP první maximum zalednění této oblasti ve viselském glaciálu (Svendsen et al. 2004).

D. Období 88–68 ka BP (MIS 5 a a starší fáze MIS 4, teplé eventy 21 – odderade, 20 a 19)

Začátek dalšího období je charakterizován rychlým zvýšením teplot. Od 88 ka BP let až do 68 ka BP následuje výrazně teplé klima, období ovšem není teplotně homo-

genní, ale má celou řadu časově různě velkých chladných výkyvů. Teplotní eventy jsou klimaticky velmi podobné předcházejícímu interglaciálu. Časově se jedná o ca. 20 000 let výrazně teplého klimatu, přerušeného ke konci dvěma výrazně studenými výkyvy. Starší část tohoto období (bez následujících dvou výrazných teplotních výkyvů) patří MIS 5 a, tj. interstadiálu odderade. Mladší část tohoto období patří již začátku MIS 4 a je charakterizována jako klimaticky nestabilní období.

1. Severní Francie

V období 84–72 ka BP interstadiál odderade (= st. germain 2), vracejí se lesy s dubem a habrem. Klimatické podmínky podobné předcházejícímu interstadiálu amersfoort/brörup.

Achenheim, Alsasko: černá půda z doby 68.3 ±8.0 ka BP, v nadloží šedý marker z doby 64,9 ± 6,9 ka BP (Zöller et al. 2004).

1. Německo

Tönchesberg: paleopůda podobná černozemi (MIS 5a) (in Frechen et al. 2003).

Tönchesberg: tenká sprašová vrstva – sprašový marker na hranici mezi MIS 5 a a MIS 4. Časově se nachází v prvním výrazném krátkodobém ochlazení, podle mého názoru se může jednat o splynutí obou výrazně studených výkyvů. Tento sprašový marker nacházíme podle Kukly (in Frechen et al. 2003) u více lokalit střední Evropy.

Wallertheim, Rheinhessen: V době 75.7 ±7.6 ka BP akumulace spraše (Zöller et al. 2004).

2. Německo

Burgtonna: sprašový derivát z doby 72.2 ±9.0 ka BP (Zöller et al. 2004).

Tundrový glejový horizont z období mezi 72–61 ka BP (Zöller et al. 2004).

4. Bělorusko

Stupeň west dvina 2 z doby 82 ka BP s břízovým lesem s borovicemi, ojediněle pak dub, lípa, habr, líska a vrba, otevřené plochy (Yelovichova a Sanko 1999)

Mezistupeň chericov (interstadiál, podle autorů amersfoort) z doby 79 ka BP břízové a borovico-břízové lesy, otevřené plochy (Yelovichova a Sanko 1999).

Stupeň mirogotshi z doby 73 ka, řídký břízový les s borovicemi, řídce spolu s olší, dubem, lípou, lískou a vrbou (Yelovichova a Sanko 1999).

Mezistupeň suraz (interstadiál, podle autorů brörup), z doby 68 ka BP, břízový les s přimíšením borovic.

4. Rusko

Arktická oblast: v období 85–75 ka velká deglaciace (Svendsen et al. 2004).

Je nutné si uvědomit, že první polovina posledního glaciálu v délce ca. 70 ka má celou řadu klimatických výkyvů různé intenzity a nelze ji vůbec charakterizovat jako období nějakého výrazně drsného a chladného podnebí. Klima je spíše teplé s krátkodobými výkyvy, které jsou však spíše mírné, v žádném případě ne arktické, takže v průměru panuje stále teplé až mírné klima. Z toho důvodu bývá toto období někdy ještě řazeno do posledního interglaciálu.

E. Období 68–60 ka PB (MIS 4, mladší fáze, teplý event 18)

Ledovce v horách Skandinávie se v období 66–60 ka BP posunují jižním a jihovýchodním směrem, ale nedosáhly zřejmě ani pobřeží Baltického moře. Jejich rozšíření trvalo pouze několik tisíc let. Již okolo 57 ka BP se stáhly zpět do hor. Jedná se o první glaciální maximum trvající ca. 8 ka let s výraznou a náhlou klimatickou změnou (Barron et al. 2003). Arktické podmínky, vzniká typická mamutová step. Alpy bez zvětšování ledovců.

1. Francie

Podél řeky Seiny: mezi 65–55 ka (část MIS 4 a část MIS 3) akumulace spraše (Frechen et al., 2003). V době 67 ka BP první objevení permafrostu v severní Francii (Guiter et al. 2003).

SZ Francie: extrémně chladné klima v období mezi 67.4–61.2 ka BP (Genty et al. 2003).

V době 60 ka BP studený event s akumulací spraše a vznikem permafrostu (Guiter et al. 2003).

4. Bělorusko

Stupeň sloboda: Z doby 60 ka BP borovicový a borovico-břízový les s otevřenými stepními plochami, ojediněle modřín, jilm, dub, lípa a líska (Yelovichova a Sanko 1999).

5. Maďarsko

Gödöllö-Albertirsa: spodní část fosilní půdy z doby 65 ka BP.

Gödöllö-Albertirsa: akumulace spraše okolo 50 ka BP (Novothny et al. 2002)

5. Srbsko

Ruma: akumulace spraše v MIS 4.

Teprve nyní, kolem 68 000 BP, nastává výrazná klimatická změna. Nastupuje arktické podnebí, které se vyznačuje typickou mamutovou stepí. Termín sprašová step, který má být analogický výše uvedenému termínu, nepovažuji za vhodný, poněvadž ne každý studený výkyv – stadiál – se vyznačuje tvorbou spraše, ale většinou vždy tvorbou stepi. Jedná se o první větší zhoršení klimatu, o první glaciální maximum ve würmu, které však netrvá příliš dlouho, celkem 8 000 let (v době mezi 68 000 až 60 000 let BP). Teprve nyní, mnoho let po začátku posledního glaciálu, dochází k sestupu horských skandinávských ledovců do nížin a tím i ke tvorbě plošného kontinentálního ledovce. Před tím se jednalo pouze o běžné údolní horské ledovce. Kontinentální ledovec se však i ve svém největším rozsahu dostal pouze k severnímu pobřeží Baltického moře. Pokud se pak týče Alp, nelze v této době ještě pozorovat nějaké zvýšené zvětšování horských ledovců.

Vysloveně studené klima netrvalo tedy nějak dlouho. Hned po jeho konci dochází k pomalému zmenšování skandinávského ledovce a k jeho ústupu do hor, které trvá zhruba do 50 000 BP. Až do období posledního glaciálního maxima nacházíme pak ve skandinávských horách pouze různě velké údolní horské ledovce.

F. Období 60–28 ka BP (MIS 3)

Období mezi 60 000 až 28 000 let BP můžeme označit jako přechodné mírně teplé období, přerušované různě velkými chladnými výkyvy. Mírné oteplení trvá ca až do 44 ka BP a pak již dochází k poznenáhlému ochlazování až do ca 37 ka BP. Event MIS 3 je v severozápadní Evropě charakterizován minimální akumulací spraše. Bylo to spíše humidní období, které nebylo vhodné pro její vátí. Jeho začátek je charakterizován náhlým oteplením, které je přerušováno krátkými velmi studenými eventy.

Pohled na klimatické křivky ukazuje, že je můžeme rozdělit do dvou klimaticky odlišných fází. Zatím co průměrné teploty jednotlivých teplých eventů jsou po celou dobu velmi podobné, liší se obě fáze intenzitou chladných výkyvů. Zatím co v první starší části, v době mezi 60 až 46 ka BP (= komplex interstadiálů pod názvem moershoofd mezi 60–43 ka BP (Streif et al. 2004), samotný moershoofd pak mezi 50–43 ka BP nedosahují ještě výrazně studených výkyvů (teplota byla podobná dnešní), je tomu v druhé polovině tohoto období (46 000–28 000 BP) jinak. Studené výkyvy jsou již výrazně chladné, mnohem chladnější než v předcházející době. Jedná se zřejmě o přechodnou fázi k poslednímu glaciálnímu maximu. Především z tohoto období jsou popisované jednotlivé interstadiály dobře zachované v terestrických suchozemských sedimentech.

F. a. Starší fáze 60–46 ka BP (MIS 3, teplé eventy 17, 16 – oerel, 15, 14 – glinde, 13)

57 ka BP: heinrich event 6, krátkodobé chladné období (Fronval et al.1995).

1. Francie

Les Echets (Massif Central): na začátku MIS 3 teplé a vlhké eventy s průměrnými ročními teplotami kolem 7 °C (dnešní teploty kolem 11 °C), střední hodnoty studených eventů mezi 0–2 °C (Barron, van Andel, Pollard 2003).

V době 60 ka BP interstadiál goulotte časově korespondující pravděpodobně s první fází interstadiálu moershoofd.

35 km severně od Paříže: několik půdních typů pravděpodobně v časovém období 55–35 ka BP (MIS 3), vyvinutých jako arktické hnědozemě a tundrové glejové půdy.

1. Belgie

Limbourg: akumulace spraše v období mezi 36–33 ka BP (časově mladší část MIS 3).

1. Německo

V době ca 59 ka BP migrace stromů severním směrem. Doba 59–40 ka BP je obdobím velké eroze (MIS 3, převážně starší část a krátké období mladší fáze).

Körner, blízko Mühlhausen: Tvorba pedokomplexu ca. mezi 60–55 ka BP (Zöller et al. 2004).

Füramoos, jz. Německo: v době 51 ka BP podle pylových analýz interstadiální optimum (interstadiál bellamont 1). Předpokládaná délka trvání ca 7 000 let (Frechen et al. 2003).

Körner, blízko Mühlhausen: akumulace spraše z doby ca. 45 ka BP, maximálně však z doby ca. 50 ka BP (Zöller et al. 2004).

Füramoos, jz. Německo: na základě pylových analýz v době 44 ka BP teplotní interstadiální optimum (interstadiál bellamont 2). Předpokládaná délka trvání 1 300 let. V době mladší než 40 ka BP eroze sedimentů.

Füramoos, jz. Německo: v době ca. 40 ka BP na základě pylových analýz interstadiální klima (interstadiál bellamont 3, Müller et al. 2003).

Nochten, vých. Německo: v době 40 ka BP chladný event trvající pouze ca. 1 500 let (Kasse et al. 2003).

Tönchesberg: období sprašové akumulace mezi 40–25 ka BP (mladší fáze) přerušené dvěma periodami tvorby půd (Frechen et al. 2003).

4. Bělorusko

Mezistupeň polotsk (interstadiál, podle autorů odderade) z doby 55 ka BP, břízový les s borovicemi, řídce dub, vrba, lípa, buk a líska. Počet bylin silně redukován (Yelovichova a Sanko 1999).

5. Česká republika

Moravský kras, jeskyně Kůlna: Vrstva 7 a období 50–45 ka BP (ESR, borovice, brslen, smrk, modřín, javor klen, jasan, a líska (Opravil 1988). Z faunistického společenstva nejvíce zastoupen *Rangifer tarandus, Microtus gregalis, Lagurus lagurus, Pitymys subterraneus* (Musil 1988).

5. Slovensko

Vysoké Tatry, údolí říčky Bystré: morény z doby 57 ± 9 ka BP (stadiál bystrá, Lindner et al. 2003).

5. Maďarsko

Gödöllö-Albertirsa: fosilní půda z období 49 ka BP (Novothny et al. 2002)

6. Arktická oblast

V období 60–50 ka BP druhé velké zalednění ve viselském glaciálu (Svendsen et al. 2004) – Sibiř, poloostrov Bykovskyj, Laptěvovo moře, jv. od delty Leny: Na základě studia krytenek (Testacea) v době ca. 53 ka BP klima podobné dnešní tundře (Bobrov et al. 2004).

F. b. Mladší fáze 46–28 ka BP (MIS 3, teplé eventy 12 – hengelo, 9 a 8 – denekamp)

43 ka BP: heinrich event 5, krátkodobé chladné období (Fronval et al.1995).

V období 42-38 ka BP studené H/O eventy s minimálními teplotami (Barron, van Andel, Pollard 2003).

39 ka (Prange et al. 2003) nebo 32 ka BP (Fronval et al.1995): heinrich event 4, krátkodobé chladné období.

1. Anglie

Skotsko v době 32,8–28,7 ka BP (interstadiál tolsta) nebylo zaledněno (Bowen et al. 2003).

1. Francie

Grande Pile (Vogézy, sv. Francie): dva teplé eventy v době 37 ka BP a 43–40 ka BP (Barron, van Andel, Pollard 2003).

1. Holandsko

Interstadiál hengelo v období 38–37 ka BP, charakterizovaný křovinatou tundrou. Společenstvo nalezeného hmyzu na lokalitě La Grande Pile ukazuje v této době na krátkou teplou periodu s teplotním průměrem v červnu 20 °C.

Interstadiál denekamp (34–29 ka BP), vegetace pravděpodobně podobná jako v interstadiálu hengelo (Guiter et al. 2003).

1. Německo

Remagen-Schwalbenberg: v období mezi 45–25 ka BP (mladší fáze MIS 3 a část MIS 2) spraš dělená šesti slabě vyvinutými půdami.

2. Německo

Burgtonna: sprašová akumulace v době 41.7 ±4.2 ka BP (Zöller et al. 2004).

Nussloch: v období 31–19 ka BP sekvence osmi sprašových pokryvů a osmi tundrových glejových horizontů (Rousseau et al. 2002).

3. Finsko

Území bylo během období 33–25 ka BP bez ledovce, tedy před LGM (Svendsen et al. 2004).

2. Polsko

Jutrosin: organické sedimenty datované 39 ka BP dokumentující postupné oteplování klimatu, podle autorů interstadiál hengelo (Kuszell a Winnicki 2002).

Jutrosin: organické sedimenty datované 29 ka BP, parková tundra, podle autorů interstadiál denekamp (Kuszell a Winnicki 2002).

Vysoké Tatry, Podhale: glacifluviální sedimenty z období 27 ± 4 BP až 25 ±3 ka BP (Lindner et al. 2003).

Vysoké Tatry, údolí říčky Sucha Woda: koncová moréna z doby 28 ±4 ka BP (Lindner et al. 2003).

Vysoké Tatry, údolí říčky Mala Laka: koncová moréna z období 31 ±5 BP až 25 ± ± 3 ka BP (Lindner et al. 2003).

Hurkotne, údolí říčky Bialka: koncová moréna kontinentálního zalednění z doby 32 ± 5 ka BP (bialka stadiál, Lindner et al. 2003).

Roztoka: koncová moréna kontinentálního zalednění z doby 23 ± 3 ka BP (Lindner et al. 2003).

5. Česká republika

Bohunice, fosilní půda: Z období 42–40 ka BP z uhlíků jedle, smrk, javor klen, jeřáb, jilm a habr, z pylové analýzy ještě bříza, líska a borovice, byliny. Interstadiál bohunice (Musil 2003a).

Stránská skála III (ca. 40.3 + 3.1–2.2 ka BP) a Stránská skála III a (41–38 ka BP, parahnědozem), nalezené dřeviny: borovice, jedle, olše, smrk, bříza, vrba, modřín a dub,

různé druhy bylin. Vzhledem k tomu, že tato lokalita se nachází na plošině, která je tvořena vápencem, není možné, aby všechny druhy nalezených dřevin rostly v nejbližším okolí a je nutné předpokládat nějaké vzdálenější místo. Interstadiál bohunice (Musil 2003).

Moravský kras, jeskyně Pod hradem a Švédův stůl: Z období 33–28 ka BP velké množství jeskynních medvědů, poslední velké množství turů a bizonů a velkých maralům podobných jelenů. Bezprostředně po něm velká změna podnebí, stává se výrazně chladným a mění se celé faunistické společenstvo (Musil 1999). V žádném případě nemůže být tato poloha (interstadiál podhradem) časově identická s hnědozemí PK I v Dolních Věstonicích a v Pavlově.

5. Maďarsko

Fosilní půda z období 32–28 ka BP (MIS 3), klima na základě studia společenstev plžů podobné dnešnímu. Střední červencový průměr 18–19 °C na jihu a 16–17 °C na severu. Parková krajina s extrémně aridním klimatem (Sümegi a Krolopp 2002).

Gödöllö-Albertirsa: tvorba spodní části fosilní půdy (unit 2) v době 36,7 ka BP (Novothny et al. 2002).

Syntéza z 31 lokalit: V období 32.5– 28.7 ka BP teplejší a humidnější klima, v refugiích Panonské nížiny se rozkládají vedle jehličnanů i lesy s termofilními listnatými dřevinami jako habr, dub, líska, jilm (Willis et al. 2000).

Érd, z doby ca. 44 ka BP. Dominantní nálezy zvířat patří druhům *Ursus spelaeus, Coelodonta antiquitatis, Equus sp.*, flóra: borovice, limba, modřín.

4. Bělorusko, Rusko

Mezistupeň turov (interstadiál, podle autorů moershoofd), časově v době 44 ka BP, řídké břízové lesy s borovicemi, otevřené plochy (Yelovichova a Sanko 1999).

Stupeň rogachevo z období 37–35 ka BP, břízovo-borovicový les, otevřené plochy (Yelovichova a Sanko 1999).

Mezistupeň shapurovo (interstadiál, podle autorů hengelo) z období 36–29 ka BP, řídký břízový les s borovicemi, dále habr, olše, líska, jilm a dub (Yelovichova a Sanko 1999).

Mezistupeň borisov (interstadiál, podle autorů denekamp) z doby 28 ka, borovico-břízový les, řídce jilm, javor, olše, líska, zakrslá bříza (Yelovichova a Sanko 1999).

Mezin: na samém konci období 32–24 ka PB (MIS 2) půda interstadiálu bryansk. Jedná se možná o časově poněkud starší půdu než v Dolních Věstonicích z podloží pavlovienu (PK I).V nadloží tři sprašové vrstvy oddělené slabými tundrovými glejovými polohami s kryogenními strukturami, mrazovými klíny a jinými indikátory permafrostu. Pravděpodobně totéž jako glejové horizonty, které objevil v Dolních Věstonicích Klíma (1958).

Bryansk interstadiál (písemné sdělení dr. A. Markové z Moskvy z roku 2002), nalezené rostliny: smrk, borovice, bříza, bříza zakrslá, olše, líska, dub, lípa, jilm, a byliny *Artemisia*, Chenopodiaceae. Složení rostlinného společenstva se velmi blíží tomu, které známe z Dolních Věstonic a Pavlova z doby kolem 26 ka BP.

6. Arktická oblast

V období 50–35 ka BP deglaciace (Svendsen et al. 2004).

Sibiř, poloostrov Bykovskyj, Laptěvovo moře, jv. od delty Leny: Na základě studia krytenek (Testacea) v období 45.3–43 ka BP vlhčí a teplejší podmínky. V době okolo 42 ka BP výrazné sucho. V období 39.3–35 ka BP aridní a studené klima (Bobrov et al. 2004).

Sibiř, poloostrov Bykovskyj, Laptěvovo moře, jv. od delty Leny: Na základě studia krytenek (Testacea) v období 33.4–12.2 ka BP extrémně chladné a aridní podnebí (Bobrov et al. 2004).

G. Období 28–16 ka BP (konec MIS 3 a začátek MIS 2, teplé eventy 7, 6, 5 , 4 a 3 – interstadiál pavlov)

Poznenáhlu dochází k poslednímu zhoršení klimatu a k velkému ochlazení průběhu posledního glaciálu. Období 27–16 ka BP představuje největší ochlazení v posledním glaciálu, které dosáhlo svého vrcholu v době mezi 27 až 20 ka BP, ochlazení trvá však ještě dále až do 16 000 BP (poslední glaciální maximum, LGM). Maximum ochlazení bylo v době kolem 20 ka BP. Do doby ca. 26–25 ka BP jsou ještě hory ve Skandinávii pod úrovní 1 500 m n. m. bez ledu. Teprve pak se rozšiřují horské ledovce Skandinávie do nížin a překračují jako kontinentální ledovec Baltické moře, aby se rozšířily hluboko do severoněmeckých a polských nížin. Toto bezesporu velmi rychlé rozšíření svědčí mimo jiné o jeho velké dynamičnosti, a to jak v jeho rozšíření, tak i v jeho ústupu. Rozšíření kontinentálního ledovce do Německa a Polska trvalo poměrně krátkou dobu, kolem 9 000 let. Kolem 15 000 BP byla již oblasti jižně od Baltického moře bez ledovce.

24 ka BP: heinrich event 3, krátkodobé chladné období (Fronval et al. 1995).

1. Severní Španělsko

Cueto de la Mina: poslední mamut v době 19.700 ±500 BP (Stuart et al. 2002) .

1. Britské ostrovy

Poslední nálezy mamutů Pin Hole: 12.460±160 BP a Robin Hood's Cave 12.320 ± 120 BP, Kent's Cavern 11.650 ±130 BP (Stuart et al. 2002) .

Anglie, sev. Belgie, Holandsko

V období po 28 ka BP kontinuitní permafrost (Renssen a Vandenberghe 2003).

1. Severní Francie

V období mezi 25–20 ka BP (přechod MIS 3 do MIS 2) akumulace spraše s vloženými horizonty glejových půd vzniklých za velmi studeného klimatu. Jedná se pravděpodobně o tytéž horizonty, které popsal v Dolních Věstonicích Klíma (1958) a které byly objeveny i při výzkumu Škrdly (ústní sdělení) na lokalitě Jarošov.

Řeka Oise: akumulace spraše v době 23.5 ka BP (MIS 2).

Bay of Saint Brieue: V období mezi 28.4–19.7 ka BP (MIS 2) akumulace spraše.

Severní Francie, poslední mamuti z lokality Etiolles, magdalénien, pravděpodobně z doby 12.000 ± 220 BP, pravdivější údaje však budou z lokality La Colombière Rockshelter 13.390 ± 300 BP (Stuart et al. 2002) .

1. Belgie a Holandsko

Z období 22–21 ka BP pouze málo mrazových klínů, pravděpodobně vlivem teplejší oscilace (Renssen a Vandenberghe 2003).

1. Holandsko

Po době 20 ka BP mizí kontinuitní permafrost (Renssen a Vandenberghe 2003).

1. Belgie

Eltville: akumulace spraše v době okolo 24.8 ka BP (MIS 2).

Remicourt: akumulace spraše v období mezi 25.8–18.7 ka BP (MIS 2).

Rocourt: akumulace spraše v období mezi 22–20 ka BP (MIS 2).

Něco před dobou 17 ka BP poslední mrazové klíny (Renssen a Vandenberghe 2003).

Německo

V severní Německu a Polsku v období po 28 ka BP kontinuitní permafrost (Renssen a Vandenberghe 2003).

Koblenz-Metternich: akumulace spraše v období mezi 24–20 ka BP (MIS 2).

V době 27–25 ka BP akumulace spraše (Guiter et al. 2003).

Körner, blízko Mühlhausen: akumulace spraše v době 15 ka BP, časově pravděpodobně souvisí s pomořanským stadiálem viselského zalednění (Zöller et al. 2004).

2. Polsko

Fáze Leszno, počátek LGM v době po 21 ka BP. Jižní hranice rozšíření kontinentálního ledovce v LGM měla několik různě dlouhých laloků, které nebyly synchronní (Leszek 2002).

5. Česká republika

Dolní Věstonice: Kulturní vrstva pavlovienu z období ca. 29–27 ka BP. Z uhlíků určeny tyto taxony: jedle, modřín, smrk, borovice, limba, kleč, jalovec, tis, jilm, vrba a buk (Klíma 1963).

Pavlov, z doby ca. 26–25 ka BP, flóra: borovice, jedle, smrk, limba, kleč, jalovec, modřín (Musil 2003b).

Milovice, v nadloží půdy PK I báze nejmladšího sprašového pokryvu je datována 27–25 ka BP.

Moravský kras: V období mezi denekampem a böllingem mocnost permafrostu až 300 m (Czudek 1997, Demek 1989).

Bulhary, 6 km od Dolních Věstonic: slatina stáří 26.675 + 2.750–2.045 BP. Vodní a bahenní rostliny – 16 druhů, dřeviny: borovice, kleč, limba, jedle, modřín, jalovec, bříza, jilm, javor, líska, dub, lípa, vrba a olše, z bylin celkem 40 taxonů (Rybníčková a Rybníček 1991).

Předmostí, z doby ca. 26–25 ka BP, dominantní *Mammuthus primigenius*, flóra: jedle, líska, dub a habr (Musil 2003b).

5. Slovensko

Moravany Lopata: Z období ca 24–21 ka BP, dominantní lovnou zvěří byl sob.

5. Maďarsko

V období mezi 27–25 ka BP (MIS 2) – ochlazení a aridní podnebí, akumulace spraše – na základě analýzy plžů v některých oblastech tundrové klima. Červencové teploty v severní části 11–12 °C, na jihu místy okolo 14 °C.

Syntéza z 31 lokalit: V období 32.5–28.7 ka BP teplejší a humidnější klima, v refugiích Panonské nížiny se rozkládají vedle jehličnanů i listnaté lesy s termofilními dřevinami (Willis et al. 2000).

V období mezi 23–22 ka BP (MIS 2) – teplé klima, zalesnění, expanze listnatých stromů, červencové teploty 15–17 °C, interstadiál (= D/O interstadiál level 2).

V období mezi 22–20 ka BP (MIS 2) – ochlazení, červencové teploty na severu okolo 12 °C, na jihu okolo 14 °C. Přítomnost menších „oáz", ve kterých humidita a teplota spolu s vegetací byla příznivější. Potvrzuje to náš dřívější názor o existenci refugií v oblastech střední Evropy.

V období 20–18.2 ka BP mírná a humidní klimatická fáze.

V období 18.2–15 ka BP chladná a aridní klimatická fáze, step. Červencové teploty mezi 15–12 °C.

V období mezi 34–12 ka BP bylo dokumentováno v oblasti Panonské nížiny celkem devět klimatických výkyvů časově velmi krátkých, trvajících pouze 1 000 až 3 000 let (Sümegi a Krolopp 2002).

Gödöllö-Albertirsa: tvorba svrchní části fosilní půdy (unit 2) v době 24.8 ka BP (Novothny et al. 2002). Jedná se o makroskopicky stejnou půdu, jaká byla popsána z doby 36.7 ka BP. Potvrzuje se tím to, co jsem již dříve předpokládal, že totiž může docházet ke splynutí většího počtu klimatických výkyvů v jeden půdní horizont, v tomto případě o splynutí šesti výrazně teplých eventů včetně studených období.

V období 21.5 ka BP akumulace spraše.

V období 19.6 ka BP půdní horizont.

V období 19.4 ka BP akumulace spraše.

4. Ukrajina, severní část

V období 24–12 ka BP lesostep (borovice, vrby, modříny, Putshkov 1997).

4. Rusko, centrální část:

V období 24–12 ka BP lesostep (borovice, vrby, modříny, Putshkov 1997).

Jz. část a okolí Azovského moře: Z období 24–21 ka BP popisovány jilmy, duby, javory a lísky, z období 21–17 ka BP jilmy, javory, lísky, lípy a habry (Markova et al. 1995)

Lichvin: V období 24 ± 2–23 ± 1 ka BP (konec MIS 2) akumulace spraše v nadloží interstadiálu bryansk.

6. Arktická oblast

Třetí velké zalednění ve viselském glaciálu (Svendsen et al. 2004).

H. Období 16–10 ka BP (MIS 2, teplé eventy bölling a alleröd a studené eventy)

Přechod z pleniglaciálu do holocénu. Je zde zaznamenána celá řada chladných oscilací s náhlými teplými eventy. Od 15 ka BP se teplota začíná zvyšovat, záhy však mezi 14–13 ka BP je toto zvyšování teploty přerušeno chladnou epizodou. Mezi 16–15 ka BP je zaznamenána akumulace spraše v Normandii, Anglii, Belgii, Holandsku a v celé střední Evropě. Tomuto období mezi 16.000–10.000 BP nebylo zatím u nás věnováno tolik pozornosti, kolik by si zasluhovalo. Přitom se jedná o dobu, která je nesmírně důležitá nejen z hlediska rostlinstva a zvířeny, ale i člověka. V této době postupně zaniká dlouhou dobu trvající ekosystém posledního glaciálu, který byl na začátku holocénu nahrazen ekosystémem dnešním. I v tomto období jsou patrné klimatické výkyvy. Paleoklimatické záznamy např. ze stalagmitů střední a západní Evropy zaznamenávají teplejší periody mezi 20–17.6 ka BP a pak až kolem 14 ka BP.

19 ka BP: heinrich event 2, krátkodobé chladné období (Fronval et al.1995).

1. Anglie

Jv. část v údolí Temže: akumulace spraše v období mezi 18–13 ka BP (MIS 2), 18.8–14.5 ka BP (MIS 2), 23–10 ka BP (MIS 2).

1. Francie

Akumulace spraše v období 18–13 ka BP (MIS 2).

Normandie, Saint Romain: poslední akumulace spraše v době 16.4 ka BP a v době 12.6 ka BP (MIS 2).

Bay of Saint Brieue: poslední akumulace spraše v době 17.8–15.9 ka BP (MIS 2).

Do období 13–12.2 ka BP spadá interstadiál bölling, v Pařížské pánvi se zalesněnou krajinou, která byla přerušována stepními ostrůvky. V této době existoval s největší pravděpodobností velký klimatický rozdíl mezi jižní Anglií a jižním Švédskem.

Následující střední dryas (12.2–12 ka BP) je charakterizován zvětšujícím se počtem pylu. *Artemisia.*

Během allerödu (12–11 ka BP) dochází k velké expanzi borovic (Guiter et al. 2003).

1. Belgie

Rocourt: akumulace spraše v období mezi 17.1–13.2 ka BP (MIS 2).

1. Holandsko

V období mladšího dryasu v jižním Holandsku nejen ochlazení, ale i vznik eolických písků (Guiter et al. 2003).

1. Německo

Koblenz-Metternich: akumulace spraše v období mezi 17–13 ka BP (MIS 2). Trochu tomu odporuje další údaj, kdy kolem 17 ka, tedy v době pozvolného nástupu teplejšího

klimatu, má docházet v této oblasti k velké destabilizaci povrchu, která se projevuje vznikem sedimentačního hiátu. Byl zaznamenán i v Belgii a Holandsku a byl zřejmě vyvolán větší humiditou, poněvadž směrem na východ, kde postupně dochází k větší aridině klimatu, intenzita tohoto jevu klesá.

Sársko, jeskyně Iserlohn-Letmathe, stalagmit: V období mezi 17.6–16.7 ka BP výrazně teplý event, který není zaznamenán v GRIP.

Sársko, jeskyně Iserlohn-Letmathe, stalagmit: v období 12.6–12.4 ka BP zaznamenán mladší dryas (Niggemann et al. 2003).

Andernach, magdalénien, poslední mamuti z doby 13.2–12.9 ka BP (Stuart et al. 2002).

Gönnersdorf, magdalénien, poslední mamuti z doby 12.9–12.7 ka BP, nové údaje 14.570 ± 90 a 14.380 ± 100 BP (Stuart et al. 2002).

Oelknitz, magdalénien, poslední mamuti z doby 14.100 ± 100 BP (Stuart et al. 2002).

1. Švýcarsko

Praz Rodet: poslední mamuti z doby 12.270 ± 220 ka BP (Stuart et al. 2002) .

Kesslerloch Cave, magdalénien, poslední mamuti z doby 13.980 ± 110 BP (Stuart et al. 2002).

5. Česká republika

Dolní Věstonice: Spraš v nadloží půdy PK I s pseudoglejovými horizonty z období 18–15 ka BP (Svoboda et kol. 2002).

Stránská skála IV: nejvyšší část poslední würmské spraše 18–17 ka BP (Svoboda et kol. 2002).

Velké Pavlovice: nejvyšší část poslední würmské spraše 14 ka BP (Svoboda et al. 2002).

Moravský kras, jeskyně Pekárna: šedá hlinitá půda 13–12,5 ka BP, magdalénien (bölling, Svoboda et al. 2002).

V böllingu má docházet k postupnému tání permafrostu (Czudek 1997).

2. Polsko

Vysoké Tatry, Wlosienica a Pieciu Stawów: koncové morény 16 ± 2 ka BP a 14 ± 2 ka BP (Lindner et al. 2003).

2. Nejsevernější část Německa a Polska

V období 17–15 ka BP ještě kontinuitní permafrost (Renssen a Vandenberghe 2003).

3. Švédsko

V období 12.900–12.650 BP (konec teplého eventu alleröd) jižní část Östergötland bez ledovce, parková tundra s břízami. Severní část Östergötland bez ledovce v době ca 12.650 BP (začátek mladšího dryasu), travnatá tundrová vegetace se zakrslými keři. V době 11.500 BP rychlé oteplení severní Atlantické oblasti s velmi rychlou imigrací stromů. Červencové teploty 12–14 °C. Kolem 11.305 BP (bazální část preboreálu) komplex chladných a teplých oscilací. Kolem 11.185 BP chladný event (Björck et al. 2002).

Lockarp: poslední mamuti z doby 13.090 ± 120 BP, 13.260 ± 110 BP a 13.360 ± ± 95 BP (Stuart et al. 2002).

3. Finsko

Herttoniemi: poslední mamuti z doby 15.500 ± 200 BP (Stuart et al. 2002) .

2. Estonsko

Puurmani, poslední mamuti z doby 10.100 ± 100 BP a 10.200 ± 200 BP (Stuart et al. 2002).

4. Bělorusko

Mladší dryas I z doby 12.8 ka BP, stepní tundra (Yelovichova a Sanko 1999).

Bölling, časově 12.7 ka BP, otevřená krajina, borovice, bříza, smrk, sporadicky olše a vrba (Yelovichova a Sanko 1999).

Střední dryas II, časově 12.3 ka BP, stepní tundra (Yelovichova a Sanko 1999).

Alleröd, časově 11.7–11 ka BP, borovicový les, dále bříza, smrk, olše, dub, lípa, jilm a líska (Yelovichova a Sanko 1999).

Pozdní dryas III, časově 10.6–10.8 ka BP, borovice a břízy, otevřená krajina (Yelovichova a Sanko 1999).

4. Ukrajina, severní část

V období 18–12 ka BP lípy, jilmy, duby a asi i buky (Putshkov 1997).

Bug, spraš, mocnost až 15 m akumulovaná během MIS 2.

Oblast mezi Lubny a Kyjev: Poslední akumulace spraše Prychernomorsk ke konci MIS 2, v nadloží leží holocenní půda.

Dobranichevka, poslední z doby 12.700 ± 200 BP (Stuart et al. 2002).

4. Rusko, centrální část

V období 18–12 ka BP zaznamenány lípy, jilmy, duby a buky (Putshkov 1997).

Jezero Timan, severní ruská arktická oblast: V době 13.800 cal yr BP na základě pylových analýz začátek oteplování. Červencové teploty byly podobné dnešním (Paus et al., 2003).

Timonovka: poslední mamuti z doby 12.200 ± 300 BP (Stuart et al. 2002).

Eliseevichi, poslední mamuti z doby 12.630 ± 360 BP (Stuart et al. 2002).

6. Arktická oblast

Severní Sibiř, poloostrov Jamal: poslední mamuti z doby 10.350 ± 50 BP a 10.460 ± ± 120 BP (Stuart et al. 2002) .

Severní Sibiř, řeka Juribej, poslední mamuti z doby 10.420 ± 130 BP (Stuart et al. 2002).

Severní Sibiř, poloostrov Gydan: tělo mamuta z doby 10.000 ± BP (Stuart et al. 2002).

Severní Sibiř, poloostrov Tajmyr: nejmladší údaje nálezů mamutů v této oblasti z doby 9.670 ± 60 BP, 9780 ± 40 BP a 9.860 ± 50 BP (Stuart et al. 2002) .

Severní Sibiř, ostrov Severní Země: poslední mamuti z doby 11.500 ± 60 BP (Stuart et al. 2002) .

Severní Sibiř, Laptěvovo moře: poslední mamuti z doby 12.700 ± 170 BP (Stuart et al. 2002).

Severní Sibiř, Wrangelův ostrov: vůbec nejmladší nálezy mamutů z doby 3.730 ± ± 40 BP, 3.920 ± 30 BP, 4.010 ± 50 BP, 4.040 ± 30 BP (Stuart et al. 2002) .

5. Maďarsko

Po období 15 ka BP začíná zalesňování. Okolo 13 ka BP přestává v Panonské pánvi akumulace spraší (Sümegi a Krolopp 2002).

Dunavarsány, mezi Dunajem a Tisou: Půda z období 14.762–14.630 cal. BP a z doby 12.040 ± 60 BP, bölling, listnaté stromy. V období 12.0 ± 1.9 ka BP (= 9.6 ± 1.4 cal. BP), dryas I, vrstva eolických písků (Ujházy et al. 2003).

Kisoroszi, poblíž Dunaje: Půda z období 14.938–14.879 a 14.0 BP. V období 12.04 ± 0.1 ka BP (= 14.129–14.007 cal. BP) tvorba půdy, bölling, Ujházy et al. 2003).

5. Rumunsko

Kráterové jezero Preluca Tiganului (SZ Rumunska):

V období mezi 14.7–14.5 ka BP (MIS 2) chladnější a humidnější klima.

V období mezi 14.5–14.4 ka BP (MIS 2, začátek zvyšujících se teplot) – postupně teplejší a humidnější klima s aridními léty.

V období mezi 14.4–14.3 ka BP (MIS 2, začátek zvyšujících se teplot) – teplé a suché klima.

V období mezi 14.3–14.15 ka BP (MIS 2, začátek zvyšujících se teplot) – chladné a vlhké klima.

V období mezi 14.15–14.1 ka BP teplé a suché klima.

V období mezi 14.1–13.85 ka BP teplé a humidní klima.

V době od 13.85 ka BP teplo a sucho (Wohlfahrt et al. 2001).

Výsledky a diskuse

Oblast I. – Západní Evropa

Tato oblast je nejlépe zpracována. V časové fázi A (110–104 ka BP) je zaznamenán první výkyv chladného kontinentálního klimatu. Hned po něm (časová fáze B) dochází ke změně klimatu, objevuje se teplý event s listnatými stromy (104–92 ka BP), který byl opět vystřídán chladným klimatem s tvorbou stepí (92–84 ka BP). Toto se týká Francie. V době 103 ka BP, kdy je ve Francii výrazné teplé podnebí, je však v jz. Německu popsáno výrazné zhoršení klimatu. Domnívám se, že tento časový údaj nebude pravděpodobně správný.

V časovém období D z doby 84–72 ka BP se do studovaného území opět vracejí lesy s listnatými stromy, klima je podobné předcházejícímu interstadiálu brörup. Zdá se, že rozsah uvedeného časové rozmezí bude menší, poněvadž z doby 75 ka BP je již signalizována tvorba spraše. V Alsasku pochází z doby 68 ka BP fosilní půda. Hned po této době (67–61 ka BP) dochází k výraznému ochlazení, v době 67 ka BP se po prvé v sv. Francii objevuje permafrost. V době před 60 ka BP nastává opět výrazné ochlazení s tvorbou spraše a permafrostu. Můžeme předpokládat, že je to první výrazné ochlazení v této oblasti. Jedná se zřejmě o dobu prvního maximálního ochlazení v posledním glaciálu, které se ve Skandinávii projevuje sestupem ledovců do nížin. Dá se předpokládat, že toto ochlazení mělo globální charakter, můžeme je totiž vystopovat v celé Evropě.

Další časové údaje nebudou asi příliš přesné. Někdy v době 60–46 ka BP nebo v době 50–43 ka BP má vznikat pedokomplex zařazovaný do interstadiálu moershoofd, v 59 ka BP dochází k rozšiřování stromů na sever až do Německa. V době 57 ka BP se začíná již ochlazovat. Z doby 51 ka BP je popsáno teplé období (interstadiál), z doby 45 ka BP akumulace spraše, z doby 43–40 ka BP interstadiální optimum. Z doby 55–35 ka BP (a z celé řady dalších časových údajů 49, 39 a 32 ka BP) jsou dokumentovány arktické hnědozemě a několik tundrových glejových poloh. Svědčí o celkové změně klimatu, o jeho ochlazení v této době. Jsou to v této oblasti dosud nejstarší známé tundrové glejové horizonty z posledního glaciálu. V období 36–33 ka BP dochází ke tvorbě spraše. Z doby 31–19 ka BP je zaznamenáno celkem osm sprašových vrstev, které jsou opět dělené osmi tundrovými glejovými polohami. Neznamená to však, že celé toto období bylo chladné. Z doby 38–37 ka BP je z Holandska popisován interstadiál hengelo, krajina měla být křovinatou tundrou, z doby 33–28 ka BP je popisován interstadiál denekamp a pohoří Skotska měla být v této době bez ledovců.

Další ochlazení pak nacházíme až v době 25–20 ka BP. Z této doby jsou popisovány spraše, tundrové glejové půdy a v oblasti Anglie, sev. Belgie, Holandska, ze sev. Německa a Polska kontinuitní permafrost s mrazovými klíny. Poslední mrazové klíny jsou známé z oblasti Holandska z doby z doby ca. před 17 ka BP, poslední spraš z doby kolem 15–12 ka BP.

Od 15 ka BP začíná se podnebí zlepšovat. Velmi rychle se střídají teplé a studené eventy. Kolem 13 ka BP dochází ve střední Francii k rozšíření lesů parkového typu. Od

17 ka BP můžeme již pozorovat nástup teplejšího podnebí a výrazné teplo. Mamuti přežívají až do doby kolem 13 ka BP.

Z přehledu je patrná cykličnost klimatu a výrazný klimatický rozdíl mezi spodní, střední a svrchní částí posledního glaciálu. Nedá se vyloučit, že některé časové údaje nebudou zcela přesné nebo že se zde mohou projevovat lokální klimatické odlišnosti.

Oblast 2. – Východní Německo, Polsko, Litva a Estonsko.

Klimaticky se odlišuje od předchozí oblasti. Zdá se, že chladné klima zde začíná o něco dříve. Z doby kolem 72 ka BP je popisován sprašový derivát a z doby 72–61 ka BP již tundrové glejové horizonty. Pak následují jen jednotlivé polohy spraší a mezi nimi oteplování. Poslední teplá perioda pochází z interstadiálu hengelo (kolem 39 ka BP), zatím co interstadiál denekamp je již charakterizován tundrou. Začátek LGM je patrný od 21 ka BP. V době 17–15 ka BP se předpokládá v severních částech území kontinuitní permafrost. Pokud se týče vysokých hor, konkrétně Vysokých Tater, měly tam být nalezeny glacigenní sedimenty od začátku pleistocénu, poslední pak z doby 16–14 ka BP. Vzhledem však k tomu, že ani v Alpách nebyly nalezeny morény před glaciálem günz, zdá se mně toto tvrzení málo pravděpodobné.

Poslední mamuty nacházíme v oblasti Estonska ještě v době kolem 10 ka BP.

Oblast 3. – Skandinávie

První velké ochlazení s posunem ledovců do nížin je známé až z doby 66–60 ka BP. Jedná se o první glaciální maximum, které má globální platnost a které můžeme pozorovat po celé Evropě. Alpy měly být v této době ještě bez větších ledovců. V době 57 ka BP se však již ledovec stahuje do hor. Od této doby až do 25 ka BP nebyla jižní část Skandinávie pokryta ledovcem. Teprve v době LGM se horské ledovce začínají rozšiřovat a dosáhnou nejen severní pobřeží Baltického moře jako dříve, ale rozšíří se až do severních částí Německa a Polska. V době 13–15 ka BP je však i jižní část Skandinávie již bez ledovců, z této doby jsou odtud popisovány i nálezy mamutů.V allerödu se rozkládá všude parková tundra s břízami, na začátku mladšího dryasu travnatá tundra se zakrslými keři. Teprve kolem 11.300 BP dochází v tohoto území k migraci stromů (v sev. Německu již kolem 15 ka BP). Poslední mamuti jsou popisováni z doby kolem 13 ka BP.

Oblast 4. – Bělorusko, Ukrajina, Rusko

Zdá se, že tato oblast (převážně Ukrajina a Rusko) se dosti liší od předcházejících (Německo, Polsko a Skandinávie), které měly zřejmě jiné klimatické podmínky než oblasti západní a východní Evropy. Jedná se o neočekávané informace. Z uvedené oblasti máme k dispozici především nálezy dřevin z teplých nebo z teplejších období, chladná období vyskytující se mezi nimi nejsou datována. Nejzajímavější je ovšem diverzita rostlinného společenstva z hlediska průběhu celého posledního glaciálu.

V období 111–104 ka BP březové a borovicové porosty s přimíšením dubů, lip, jilmů, habrů a lísek. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu.

V období 109–107 ka BP akumulace spraše.

A nyní již následují pouze údaje z teplých eventů:

86 ka BP: březové a borovicové porosty s přimíšením habrů, olší, lísek a vrb.

82 ka BP: interstadiál, březové a borovicové porosty s přimíšením dubů, lísek, habrů, lip a vrb. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu.

79 ka BP: interstadiál, březové a borovicové porosty parkového rázu.

73 ka BP: březové a borovicové porosty s přimíšením olší, dubů, lip, lísek a vrb.

62 ka BP: interstadiál, březové a borovicové porosty.

60 ka BP: březové a borovicové porosty s přimíšením modřínů, jilmů, dubů, lip a lísek. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu.

55 ka BP: interstadiál, březové a borovicové porosty s přimíšením dubů, vrb, lip, buků a lísek.

44 ka BP: Bělorusko, interstadiál, březové a borovicové porosty. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu.

37–35 ka BP: Bělorusko, březové a borovicové porosty. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu.

36–29 ka BP: interstadiál, březové a borovicové porosty s přimíšením habrů, olší, lísek, jilmů a dubů.

32–24 ka BP: interstadiál, půda. V nadloží se nachází spraš se třemi tundrovými glejovými horizonty. Jsou patrné kryogenní struktury s mrazovými klíny, časově asi z doby akumulace nadložní spraše. Dřeviny: smrk, borovice, bříza, bříza zakrslá, olše, líska, dub, lípa.

28 ka BP: interstadiál denekamp, březové a borovicové porosty s přimíšením jilmů, javorů, olší, lísek, vrb a zakrslé břízy.

24–23 ka BP: vrstva spraše v nadloží interstadiálu bryansk (bryansk je časově totéž co půda v Dolních Věstonicích, interstadiál pavlov).

24–17 ka BP: pobřeží kolem Azovského moře. Dřeviny: jilm, dub, javor, líska, jilm, lípa, habr.

18–12 ka BP: Ukrajina – Rusko, dřeviny: Lípy, jilmy, duby, buky (souhrn).

24–12 ka BP: březové a borovicové porosty. Nejednalo se o uzavřené lesy, ale o lesy parkového rázu (souhrn).

16–10 ka BP: akumulace spraše.

13,8 ka BP: Rusko, začátek oteplování.

13 ka BP: poslední mamuti.

12,8 ka BP: Bělorusko, mladší dryas, stepní tundra.

12,7 ka BP: Bělorusko, bölling, březové a borovicové porosty s přimíšením smrků, olší a vrb, otevřená krajina.

12,3 ka BP: Bělorusko, střední dryas, stepní tundra.

11,7 ka BP: Bělorusko, alleröd, březové a borovicové porosty s přimíšením smrků, olší dubů, lip, jilmů a lísek.

10,8–10,6 ka BP: Bělorusko, pozdní dryas, březové a borovicové porosty s přimíšením listnatých stromů, otevřená krajina.

Z přehledu rostlinných pokryvů v posledním glaciálu vyplývá, že skoro ve všech teplých obdobích posledního glaciálu se na rovinách Ukrajiny a Ruska vyskytovaly řídké břízovo-borovicové lesy parkového rázu, většinou s přimíšenými listnatými stromy. Největší ochlazení se projevuje zřejmě až na samém konci glaciálu.

Oblast 5. – Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Srbsko a Rumunsko.

V době 65 ka BP se tvoří fosilní půda, v období 60–44 má ve střední Evropě panovat mírné teplo a pak až do 44 ka BP lze pozorovat postupné ochlazování. V době 58 ka BP je zaznamenán stadiál ve Vysokých Tatrách. Z doby 50 ka BP je datována akumulace spraše.

Z doby 50–46 ka BP je popisováno rostlinné společenstvo složené z borovic, smrků, lísek, javorů, klenů, brslenů a jasanů a v době 49 ka BP tvorba půdy v Maďarsku. Z doby 44 ka BP je odtud popisována borovice, modřín a limba.

Z období 42–40 je popisován interstadiál s tvorbou půdy a s dřevinami: jedle, smrk,

javor klen, jeřáb, jasan, javor, bříza, líska a borovice. K němu z bude zřejmě patřit i doba 41–38 ka BP s dřevinami: borovice, jedle, olše, smrk, bříza, vrba, modřín a dub (interstadiál bohunice).

V období 37 ka BP půda v Maďarsku.

V období 32–29 ka BP panuje v Panonské nížině teplé a vlhké klima s jehličnany a přimíšeny jsou habry, duby, lísky, jilmy a lípy. Zhruba v téže době je známo z Moravského krasu poslední teplé období (interstadiál podhradem) charakterizované velkým množstvím jeskynních medvědů, velkých počtem turů a bizonů a maralům podobných jelenů (naposled v tomto glaciálu). Hned po něm následuje výrazná změna ve faunistickém společenstvu, které se stává typicky chladným.

Z doby 27–25 ka BP, interstadiál pavlov, z jižní a střední Moravy jsou popsány nálezy dřevin: jedle, modřín, smrk, borovice, limba, kleč, jalovec, tis, vrba, jilm, buk, javor, líska, bříza, dub, olše, lípa, vrba, habr.

Všechen další čas až do pozdního glaciálu je velmi dobře zpracován z území Panonské nížiny. Z téže doby jako je interstadiál pavlov, tj. z 27–25 ka BP, je v Maďarsku zaznamenána tvorba spraše, tundra a aridní studené podnebí. Do doby 20 ka BP je datována tvorba půdy.

Doba 23–22 ka BP: interstadiál, teplo, lesy s listnatými stromy.

Doba 22–20 ka BP: Ochlazení, přítomnost „oáz" s příznivějším klimatem (zřejmě se jedná o totéž jako je mnou užívaný termín refugia).

V dalším období od 21–17 ka BP následuje větší množství klimatických výkyvů, chladných a teplých. Přestává akumulace spraše (13 ka BP) a do Panonské nížiny začínají pronikat listnaté stromy. Ca. kolem 14–12 ka BP dochází ke tvorbě eolických písků.

Podobně se střídající teplé a studené eventy známe i z oblasti Rumunska.

Oblast 6. – Arktická oblast (severní Rusko a severní Sibiř).

Z okolí Tajmyru a řeky Pečory je popisováno maximum zalednění z doby kolem 90–80 ka BP. Jedná se o dobu, která je mnohem starší než první glaciální maximum ve Skandinávii a ve střední Evropě (66–60 ka BP). V době 85–75 nastává tam pak oteplení a deglaciace. Ještě v 53 ka BP dochází k oteplení, podnebí je více humidní, kolem 42 přešlo do výrazné aridity. To je zaznamenáno ještě v době mezi 39–35 ka BP (sucho a chladno). Extrémně chladné a suché klima se objevuje až v době 33–12 ka BP. Ze Sibiře známe také poslední žijící mamuty: Severní Země – 11 ka BP, severní Sibiř – 10 ka BP, Tajmyr – 9 ka BP a ostrov Wrangel – neuvěřitelných 4 ka BP.

Pokud se týče severní části evropského Ruska spadá velké zalednění až do konce prvního glaciálního maxima, časově tedy podobně jako ve Skandinávii a v celé střední Evropě. V severním Rusku nastává v době 60–50 ka BP a je následované v době 50–35 ka BP velkou deglaciací. V době 24–12 ka BP se tam rozprostírá lesostep tvořená borovicemi, modříny a vrbami.

Z údajů vyplývá, že podnební poměry v arktické oblasti, především Sibiře, se projevovaly odlišně od změn v severní části Evropy.

Výčet lokalit z jednotlivých časových období není samozřejmě úplný. Také časové údaje nemusí být vždy zcela věrohodné. I tak však ukazují na různost prostředí v časově stejné době v různých evropských regionech. Poslední německé výzkumy konstatují, že černozemím podobné půdy mohou vznikat i v období, které je mladší než MIS 5, a to dokonce i ve svrchním glaciálu (Zöller et al. 2004). Obecně se dnes přijímá, že akumulace spraše začala v Evropě okolo 70 ka BP a končila kolem 15 ka BP. Období jejího maximálního deponování, jak dokazuje celá řada autorů, naposled Rousseau et al. (2002), se

pak nachází mezi 70–60 ka BP a 30–15 ka BP. To je samozřejmě zobecňující pohled, který nevylučuje lokální odchylky. Akumulace spraší byly přitom především ve svrchním glaciálu periodicky přerušovány tvorbou tundrových glejových nebo pseudoglejových poloh, jak ukazují nejen sprašové pokryvy západní Evropy, ale i profily na Moravě (Dolní Věstonice, Milovice, Jarošov). V této době dochází k přerušení akumulace spraše, k plošnému rozšíření a zvětšení rostlinného travnatého pokryvu, k větší humiditě a ke snížení rychlosti větru. Nejsvrchnější část těchto horizontů ukazuje přitom na chladnější podmínky, než které panovaly ve vrstvě spraše. Sekvence spraší a glejových poloh na německé lokalitě Nussloch dokumentuje klimatickou cykličnost, za předpokladu stejné depozitní rychlosti kolem 1 500 let, což se rovná cyklům 1.536± 563 let, které byly nalezeny i v grónském ledovci a v marinních sedimentech (Rousseau et al. 2002). Podle mé znalosti je to první sprašová lokalita, která za předpokladu velmi detailního průzkumu dovolila rozeznat tak podrobný klimatický záznam, jaké známe pouze z grónského ledovce a z marinních sedimentů.

V grónském ledovci a nakonec i v marinních sedimentech zaznamenané klimatické výkyvy mají globální dopad, samozřejmě různě intenzivní podle oblasti, kterou studujeme. Je však nutné si uvědomit, že vedle tohoto globálního obecného pohledu na tehdejší klima hraje nejdůležitější úlohu v průběhu celého posledního glaciálu, pomineme-li výškové rozdíly, klima lokální. Celá řada různých prací ukazují, že mezoklima určité oblasti může být podstatně odlišné od svého nejbližšího okolí. Dobře to dokumentuje flóra a fauna celé řady moravských lokalit (Dolní Věstonice – Pavlov, Předmostí, Petřkovice a především Bulhary), v poslední době i publikace z Maďarska. Uvedená oblast jižní Moravy, která byla rozpoznána z hlediska lokálních odlišností tehdejšího prostředí jako jedna prvních, není již v současnosti nějakou výjimkou. Ukazuje se, že lokální refugia lišící se klimaticky někdy dost podstatně od okolní oblasti, se začínají objevovat i v jiných částech Evropy. Je to do určité míry způsobeno jejím velmi rozmanitým reliéfem. Potvrzuje to i poslední studie zaměřená na východní Evropu, která na základě 40 datovaných lokalit ukazuje, že se tam v období 32–16 ka BP, tedy v době LGM, některé oblasti vymykaly představě pouhé stepi, ale byly pokryty jehličnatými lesy parkového charakteru s přimíšenými listnatými stromy. Ty tam pak byly přítomné nepřetržitě po všechny stadiální/interstadiální cykly této doby (Willis a van Andel 2004).

Z toho vyplývá i důležitost vytváření lokálních stratigrafických škál a ne automatické přebírání stratigrafických škál mnohdy z poměrně vzdálených území. Tato diferenciace se netýká pouze klimatu, ale ve svých důsledcích i rostlinného pokryvu, který je vysoce mozaikovitý, a tím vlastně i celého faunistického společenstva, které je na něj vázané. Výsledky geomorfologických studií pak dokazují, že tato mozaikovitost se bude týkat nejen organické přírody, ale úplně stejně i přírody anorganické. Bylo by proto velkou chybou, kdybychom výsledky jednotlivých disciplin, které se týkají pouze určitého území, se snažili zobecňovat nebo dokonce přenášet na území jiná.

Závěr

1. Dnešní ekosystém vznikl teprve nedávno, před ca. 10 000 lety, a předcházející byl zcela odlišný a nemá k dnešnímu žádnou analogii.
2. Faunistická heterogenita je odrazem heterogenity environmentální.
3. U uváděných časových údajů jsem několikrát pozoroval, že u různých autorů

mohou být poněkud odchylné, přičemž se jednalo o totéž období. Někdy je proto nutné je brát pouze jako informativní.

4. Klima v posledním glaciálu nebylo nikdy delší dobu stabilní, což se samozřejmě nutně odráželo v diverzitě společenstva rostlin a fauny. Je patrná stálá cykličnost, která je zřejmě přírodní zákonitostí a platí i pro období následujícího holocénu a samozřejmě i pro dnešní dobu.

5. Velká diverzita faunistického společenstva je vždy ve vztahu k velké diverzitě společenstva rostlinného a naopak.

6. K výraznému ochlazení dochází v Evropě až kolem 60–55 ka BP, kdy se začínají ve spraších západní Evropy vyskytovat glejové horizonty dokumentující evidentně přítomnost mamutové stepi a tundry.

7. Klimatické oscilace měly velmi různou intenzitu. K rozšíření kontinentálního ledovce do Německa a Polska došlo poměrně pozdě, a to až v konečné fázi posledního glaciálu. Rozšíření trvalo poměrně krátkou dobu, pouze kolem 9 000 let.

8. Stratigrafické škály založené na terestrických suchozemských sedimentech jsou příliš hrubé a ve většině případů shrnují do jedné makroskopicky homogenní vrstvy větší počet studených a teplých oscilací. Někdy zřejmě došlo ke splynutí více oscilací, někdy se bude jednat pouze o jednu z mnoha.

9. Ne všechny studené výkyvy v posledním glaciálu můžeme charakterizovat jako období akumulace spraše. To je důležité z hlediska stratigrafických škál založených na sprašových odkryvech a fosilních půdních komplexech. Z toho vyplývá, že vznik a následná akumulace spraší nezávisí tedy pouze na nižších teplotách, ale především na aridítě klimatu, kdy deflační oblasti byly bez rostlinného pokryvu.

10. Rovněž ne každý teplý výkyv je zaznamenán v terestrických sedimentech. Záleželo nejen na jeho intenzitě, ale i na délce jeho trvání.

11. Vedle globálního pohledu na klimatické změny je nutné přihlédnout i k možným lokálním zvláštnostem. Existovala zřejmě refugia, která se lišila svým mezoklimatem od nejbližšího okolí. Rozmanitý reliéf střední Evropy tento jev jen podporoval.

12. Pokud se v nížinách nacházely lesy, nejednalo se většinou o husté porosty, ale spíše o různě řídký les a spíše vždy o les parkového typu, kdy se střídaly ostrůvky lesů s otevřenými stepními plochami. Platí to nejen pro rozsáhlé nížiny Ukrajiny a Ruska, kde se tento jev projevoval zvlášť výrazně, ale i pro celou střední Evropu.

13. Pokud se týče rostlinného pokryvu, po většinu času se jednalo o mozaikovitou krajinu, což se týká i anorganické přírody. Nemusí proto závěry z jedné nebo několika lokalit vždy platit pro větší území.

14. Období posledního glaciálu je klimaticky mnohem složitější, než jsme si jej na základě našich dřívějších představ a na základě fosilních půdních komplexů v našich spraších představovali.

15. Klíč k řešení mnoha problémů je integrace znalostí jednotlivých oborů a multidisciplinární přístup.

SUMMARY

The paper confronts all information of environment of some dated sites in Europe. The Europe is allocated in six areas and the environment was nearly at no time in the whole territory quite identical. That shows the necessity of the creation of local stratigraphic scales. The stratigraphic scales based on terrestrial sediments cover in one homogenous layer more number of warm and cold oscillations. Besides of global look at the environment the sediments of some minor regions can at time differ from the surroundings. Mosaic environment

concerns not only vegetable and animal associations but in similar degree the anorganic nature too (for instance permafrost, ice wedges).

LITERATURA

ANDEL, TJ., DAVIES, W. (EDS.), 2003: Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Project, 1–265. – Mc Donalds Institute Monographs. Cambridge.

BARRON, E., VAN ANDEL, TJ., POLLARD, D., 2003: Glacial environments II. Reconstructing the Climate of Europe in the Last Glaciation. – Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation, 57–78. – Mc Donalds Institute Monographs. Cambridge.

BJÖRCK, J., ANDRÉN, TH., WASTEG, ST., POSSNERT, G., SCHONING, K., 2002: An event stratigraphy for the Last Glacial Holocene transition in eastern middle Sweden: results from investigations of varved clay and terrestrial sequences. – Quaternary Science Reviews 21/12–13, 1489–1501.

BOBROV, A. A., ANDREEV, A. A., SCHIRRMEISTE, R. L., SIEGERT, CHR., 2004: Testate amoebae (Protozoa: Testacealobosea and Testaceafilosea) as bioindicators in the Late Quaternary deposits of the Bykovsky Peninsula, Laptev Sea, Russia. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 209/1–4, 91–100.

BOWEN, D.Q., PHILIPS, F. M., MCCABE, A. M., KUNTZ, P. C., SYKES, G. A., 2003: New data for the Last Glacial Maximum in Great Britain and Ireland. – Quaternary Science Reviews 21/1, 89–101.

CZUDEK, T., 1997: Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. – Tišnov, 1–213

DEMEK, J., 1989: Karst processes in cold climate (on the example of the Moravian Karst). – Czech Speleol. Society 1986–1989, 18–21.

FRECHEN, M., OCHES, E. A., KOHFELD, K. E., 2003: Loess in Europe – mass accumulation rates during the Last Glacial Period. – Quaternary Science Reviews 22/18–19, 1835–1957.

FRONVAL, T., JANSEN, E., BLOEMENDAL, J., JOHNSEN, S., 1995: Oceanic evidence for coherent fluctuations in Fennoscandian and Laurentide ice sheets on millennium time scales.– Nature 374, 443–446.

GENTY, D., BLAMART, D., OUAHDI, R., GILMOUR, M., BAKER, A., JOUZEL, J., VAN EXTER, S., 2003: Precise dating of Dansgaard-Oeschger climate oscillations in western Europe from stalagmite data. – Nature 421, 833–837.

GUITER, F., PONEL, V. A., DE BEAULIEU, J. L., CHEDDADI, R., GUIOT, J., CALVEZ, M., PONEL, PH., REILLE, M., KELLER, TH., GOEURY, C., 2003: The last climatic cycles in Western Europe: a comparison between long continuous lacustrine sequences from France and other terrestrial records. – Quaternary International 111/1, 59–74.

HUNTLEY, B., ALLEN, J. R. M., 2003: Glacial Environments III: Palaeo-vegetation Patterns in Last Glacial Europe.- Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation, 79–102. – Mc Donalds Institute Monographs. Cambridge.

KASSE, C., VANDENBERGHE, J., VAN HUISSTEDEN, J., BOHNEKE, S. J. P., BOS, J. A. A., 2003: Sensitivity of Weichselian fluvial systems to climate change (Nochten mine, eastern Germany). – Quaternary Science Reviews 22/20, 2141–2156.

KLÍMA, B., 1958: Příspěvek ke stratigrafii nejmladšího sprašového pokryvu. – Anthropozoikum 7, 11–137.

KLÍMA, B., 1963: Dolní Věstonice. Výzkum tábořiště lovců mamutů v letech 1947–1952. – Monumenta archaeologica 11, 1–427.

KUSZELL, T., WINNICKI, J., 2002: Geology and palynology of Vistulian Glaciation deposits in closed basins near Jutrosin (southern Wielpolska) Poland. – Geological Quaterly 46 (1), 69–74.

LESZEK, M., 2002: Last Glacial Maximum in Poland. – Quaternary Science Reviews 21/1–3, 103–110.

LINDNER, L., DZIERZEK, J., MARCINIAK, B., NITYCHORUK, J., 2003: Outline of Quaternary glaciations in the Tatra Mts.: their development, age and limits. – Geological Quaterly 47/3, 269–280.

MARKOVA, A. K., SMIRNOV, N. G., KOZHARINOV, A. V., KAZANTSEVA, N. E., SIMAKOVA, A. N., KITAEV, L. M., 1995: Late Pleistocene Distribution and Diversity of Mammals in Northern Eurasia. – Paleontologia i Evolució 28, 5–143.

MÜLLER, U. C., PROSS, J., BIBUS, E., 2003: Vegetation response to rapid climate, change in central Europe during the past 140000 yr based on evidence from the Füramoos pollen record. – Quaternary Research 59/2, 235–245.

MUSIL, R., 1988: Ökostratigraphie der Sedimente in der Kůlna-Höhle. In: K. Valoch: Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961–1976, Anthropos 24, 215–255. Brno.

MUSIL, R., 1999: Životní prostředí v posledním glaciálu na území Moravy. – Acta Musei Moraviae, Sci. Geol. 84, 161–186.

MUSIL, R., 200a: The Early Upper Palaeolithic Fauna from Stránská skála. In: J. A. Svoboda and Ofer Bar-Yosef, Eds.: Stránská Skála. Origins of the Upper Palaeolithic in the Brno Basin, Moravia, Czech Republic. – American School of Prehistoric Research Bulletin 47, Dolní Věstonice Studies 10, 213–218, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.

MUSIL, R., 2003b: The Middle and Upper Palaeolithic Game Suite in Central and Southeastern Europe. In: Tjeerd H. van Andel & William Davies (Eds.). Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Projekt, 167–190, Mc. Donald Institute Monographs. Cambridge.

NIGGEMANN, ST., MANGINI, A., RICHTER, D. K., WURTH, G., 2003: A paleoclimatic record of the last 17, 600 years in stalagmites from the B7 cave, Sauerland, Germany. – Quaternary Science Reviews 22/5–7, 555–567.

NOVOTHNY, Á., HORVÁTH, E., FRECHEN, M., 2002: The loess profile at Albertirsa, Hungary – improvements in loess stratigraphy by luminescence dating. – Quaternary International 95–96, 155–163.

OPRAVIL, E., 1988: Ergebnisse der Holzkohlenanalyse aus der Kůlna-Höhle. In: K. Valoch: Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961–1976, Anthropos 24, 211–214. Brno.

PAUS, A., SWENDSTEN, J. I., MATIOUCHKOV, A., 2003: Late Weichselian (Vaildaian) and Holocene vegetation and environmental history of the northern Timan Ridge, European Arctic Russia. – Quaternary Science Reviews 22/21–22, 2.285–2.302.

PRANGE, M., LOHMANN, G., ROMANOVA, V., BUTZIN, M., 2003: Modelling tempo-spatial signatures of Heinrich Events: influence of the climatic background state. – Quaternary Science Reviews 23/5–6, 521–527.

PUTSHKOV, P. V., 1997: Were the mammoths killed by the warming? – Vestnik Zoologii, Supplement 4, 3–81.

RABEDER, G., NAGEL, D., PACHER, M., 2000: Der Höhlenbär. – 1–111, Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart.

RENSSEN, H., VANDENBERGHE, J., 2003: Investigation of the relationship between permafrost distribution in NW Europe and extensive winter sea-ice cover in the North Atlantic Ocean during the cold phases of the Last Glaciations. – Quaternary Science Reviews 22/2–4, 209–223.

ROUSSEAU, D. D., ANTOINE, P., HATTÉ, C., LANGE, A., ZÖLLER, L., FONTUGNE, M., OTHMAN, D. B., LUCK, J. M., MOINE, O., LABONNE, M., BENTALEB, I., JOLLY, D., 2002: Abbrupt millennial climatic changes from Nussloch (Germany) Upper Weichselian eolian records during the Last Glaciation.– Quaternary Science Reviews 21/14–15, 1577–1582.

RYBNÍČKOVÁ, E., RYBNÍČEK, K., 1991: The environment of the Pavlovian – palaeoecological results from Bulhary, South Moravia. – Palaeovegetational development in Europe, Pan-European Conference, 73–79. Wien.

STREIF, H., CASPERS, G., FREUND, H., GEYH, M., A., KLEINMANN, A., MERKT, J., MEYER, K., D., MÜLLER, H., ROHDE, P., SCHWARZ, C., 2004: Das Quartär in Niedersachsen und benachbarten Gebieten – Gliederung, geologische Prozesse, Ablagerungen und Landschaftsformen. – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, internetové stránky.

STUART, A. J., SULERZHITSKY, L. D., ORLOVA, L. A., KUZMIN, J. V., LISTER, A. M., 2002: The latest woolly mammoths (Mammuthus primigenius Blumenbach) in Europe and Asia: a review of the current evidence. – Quaternary Science Reviews, 21/14–15, 1559–1569.

SÜMEGI, P., KROLOPP, E. 2002: Quartermalacological analysis for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. – Quaternary International 91/1, 53–63.

SVENDSEN, J. I. , ALEXANDERSON, H., ASTAKHOV, V. I., DEMIDOV, I., DOWDESWEL, J. A., FUNDER, S., GATAULLIN, V., HENRIKSEN, M., HJORT, CH., HOUMARK-NIELSEN, M., HUBBERTEN, H. W., INGÓLFSSON, Ó., JACOBSSON, M., KJAER, K. H., LARSEN, E., LOKRANTZ, H., LUNKKA, J. P., LYSÄ, A., MANGERUD, J., MATIOUCHKOV, A., MURRAY, A., MÖLLER, P., NIESSEN, F., NIKOLSKAYA, O., POLYAK, L., SAARNISTO, M., SIEGERT, CH., SIEGERT, M. J., 2004: Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. – Quaternary Science Reviews 23/11–13, 1229–1271.

SVOBODA, J., SVOBODOVÁ, H., 1985: Les industries de type Bohunice dans leur cadre stratigraphique et écologique. – L'Anthropologie 89/4, 505–514.

SVOBODA, J., HAVLÍČEK, J., LOŽEK, V., MACOUN, J., MUSIL, R., PŘICHYSTAL, A., SVOBODOVÁ, H., VLČEK, E., 2002: Paleolit Moravy a Slezska. – Dolnověstonické studie 8, 81–303.

WILLIS, K. J., VAN ANDEL, TJ. H., 2004: Trees or no trees? The environment of central and eastern Europe during the Last Glaciation. – Quaternary Science Reviews 23/23–24, 2369–2387.

UJHÁZY, K., GÁBRSIS, G., FRECHEN, M., 2003: Ages of periods of sand movement in Hungary determined through luminescence measurements. – Quaternary International 111/1, 91–100.

VAN ANDEL, TJ., 2003: Glacial environments I: the Weichselian Climate in Europe between the End of the OIS-5 Interglacial and the Last Glacial Maximum. – In: Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation, Mc Donald Institute Monographs 9–29. Cambridge.

WILLIS, K. J., RUDNER, E., SÜMEGI, P., 2000: The Full-Glacial Forests of Central and Southeastern Europe. – Quaternary Research 53, 203–213.

WOHLFAHRT, B., HANNON, G., FEURDEAN, A., GHERGARI, L., ONAC, P., POSSNERT, G., 2001: Reconstruction of climatic and environmental changes in NW Romania during the early part of the last deglaciation (~ 15 000–13 600 cal yr BP). – Quaternary Science Reviews 20/18, 1897–1914.

YELOVICHEVA, YA., SANKO, A., 1999: Palynostratigraphy of the Poozerie Glaciation (Vistulian) in Belarus. – Geological Quaterly 43, 203–212.

ZÖLLER, L., ROUSSEAU, D. D., JÄGER, KL. D., KUKLA, G., 2004: Last interglacial, Lower and Middle Weichselian – a comparative study from the Upper Rhine and Thuringian loess areas. – Z. Geomorph. N. F. 48/1, 1–24.