# Pravěké osídlení, půdy a zemědělské strategie

## Prehistoric societies, soils and agricultural strategies

Dagmar Dreslerová – Petr Kočár – Tomáš Chuman

*Příspěvek se zabývá a) vztahem pravěkého osídlení k půdám na území dnešních Čech, b) vztahem mezi obilninami pěstovanými v pravěku a vybranými parametry přírodního prostředí, zejména půdní produktivity, na území celé České republiky. Vztahy archeologických období a půdních typů se dají na úrovni makroregionu rozdělit do čtyř skupin, které v zásadě odpovídají vývoji pravěkého orebního zemědělství. Všechny zemědělské kultury přednostně využívaly oblasti kvalitních půd, ale byly schopné hospodařit i na půdách s nižší kvalitou. Silná vazba osídlení a nejlepších orebně zemědělských půd přestává platit v průběhu mladší fáze starší doby bronzové, ale opět se projevuje v závěru pravěku zejména v době stěhování národů. Nejdůležitější environmentální proměnnou, která ovlivňuje složení pravěkých souborů pěstovaných obilnin je kvalita půdy. To je nejvíce patrné na poměru pěstovaných pšenic a ječmene: s klesající půdní kvalitou stoupá podíl ječmene a klesá podíl pšenic. Ačkoliv ekologické nároky pravěkých obilnin nejsou známy, ukazuje se, že prospívaly za podobných podmínek jako dnešní odrůdy a strategie pravěkého zemědělství byla podobná dnešním neindustriálním zemědělským komunitám, to znamená dosažení stabilní úrody pomocí vhodného výběru optimálních plodin vzhledem k lokálním podmínkám.*

pravěk – osídlení – půdy – půdní úrodnost – environmentální proměnné – obilniny

*The study deals with: a) the relationship between prehistoric settlement and soil within the territory of today's Bohemia, b) the relationship between cereals grown in prehistory and selected parameters of the environment, specifically the soil productivity, throughout the territory of the whole Czech Republic. The relations between archaeological periods/cultures and soil types on the level of macro-region can be divided into four groups generally corresponding the development of prehistoric arable agriculture. All prehistoric cultures using arable farming as the main subsistence strategy settled preferentially high-quality soil regions. However, they were able to farm on lower quality soils, too. The strong bond between settlement and the best arable soils ceased to apply during the later phase of the Early Bronze Age but it reappeared at the end of prehistory, especially during the Migration period. The most important environmental variable influencing the composition of cereals preserved within prehistoric macroremains assemblages is the quality of soil. This is manifested by the proportional representation of cultivated wheat and barley: as the soil quality goes down, the ratio of barley increases, while wheat decreases. Though the environmental demands of prehistoric cereals are not known, it turns out, that they thrived under similar conditions as current varieties and, moreover, the strategy of prehistoric arable farming was similar to present-day non-industrial farming communities, e.g. the stable yield was achieved through adequate choice of optimal crops corresponding local conditions.*

prehistory – soils – soil quality – settlement pattern – environmental conditions – cereals

## 1. Úvod

Vztah archeologie a půdy resp. pedologie se odehrává ve dvou základních rovinách: v první rovině zkoumáme sídelní chování pravěkých zemědělců a jejich ekonomické možnosti a vývoj krajiny. Ve druhé rovině přispívá pedologie či geoarcheologie k interpretaci formačních procesů archeologických lokalit. Půda, společně s klimatem, je nejdůležitějším produkčním faktorem v zemědělství (*Voltr et al. 2012*), a proto od počátku zavedení orného hospodaření hrála v životě člověka významnou roli. Půdy měly zásadní – i když rozhodně ne jediný – význam při strategii výběru sídelních míst a zemědělského využití krajiny. Zkoumání vztahu

osídlení k půdám prochází v archeologii (mírnými) vlnami zájmu a nezájmu. Zájem můžeme sledovat např. na počátku a v první třetině 20. století, zejména v souvislosti s počátky zemědělství a šířením neolitického osídlení především do sprašových oblastí (*Kuna a kol. 2004*, 447). Další vlna zájmu spadá do 70. a 80. let 20. století; tato vlna byla podmíněna tehdejším rozvojem tzv. sídelní archeologie (např. *Jahnkuhn 1977*), paleoekonomiky (např. *Higgs 1972*; *1975*), pozitivistické (*Davies 2013*) či procesuální archeologie. Do této vlny patří u nás dodnes nepřekonaná studie *J. Rulfa* (*1983*), který se v rámci zkoumání vztahu přírodního prostředí a kultur českého neolitu a eneolitu podrobně věnoval také vztahu osídlení a půd Českobrodska.

Soudě podle nejnovějšího kompendia českého pravěku Archeologie pravěkých Čech (*Jiráň – Venclová eds. 2008*), nachází se česká archeologie v současnosti ve fázi nezájmu o tuto problematiku, či zájmu zcela okrajového a poněkud neujasněného; např. jediná zmínka věnovaná přírodnímu prostředí, resp. půdě v době bronzové se vztahuje k osídlení únětické kultury: „přednost byla dávána úrodným půdám, spíše však lehčím písčitohlinitým před těžkými“ (*Jiráň ed. 2008*, 30). Tato spíše roztržitá poznámka demonstruje úskalí takového nahodilého přístupu. Osídlení starší fáze únětické kultury se totiž rozkládá převážně na černozemích a luvizemích, které jsou řazeny do kategorie středních hlinitých půd. Teprve v mladší fázi únětické kultury se osídlení rozšiřuje do jižních a západních Čech do oblastí kambizemí, jejichž charakteristika kolísá od půd lehkých až po středně těžké a jen některé z nich bychom mohli charakterizovat jako písčitohlinité. Striktní vazba na půdy určitého druhu se v mladší fázi únětické kultury rozmělňuje a tento trend pokračuje ve zvyšující se míře až do doby římské (*Dreslerová 2011* a níže).

Jestliže půdy v tradičně pojaté archeologii stojí na okraji zájmu, naskýtá se logická otázka: proč se jimi vlastně zabývat? Výběr určitého sídelního území vzhledem k typu půd a posun do jiných oblastí může být způsoben mnoha faktory a může signalizovat klimatickou změnu, rozrod obyvatelstva, úbytek obyvatelstva, změnu zemědělského systému, rozvoj technologií, změnu sociálních vztahů, prioritní přístup k určitým surovinám bez ohledu na optimální zemědělský výnos (např. *Neustupný – Venclová 1998*) a podobně. Vztahy mezi lidským chováním a přírodním prostředím jsou stále nevyjasněné; otázka, zda se člověk adaptoval vůči přírodě, či zda adaptoval přírodu pro své účely (*Neustupný 2010*, 54), se může zdát nedůležitá, dokonce nesmyslná, protože záleží jen na úhlu pohledu či výkladu. Neřešíme-li ji však, ochuzujeme se o pochopení lidského myšlení, umu i vědomostí, jak se nám, doufejme, podaří demonstrovat tímto příspěvkem.

Publikace věnované úloze půd jako nástroje k poznání vývoje archeologických lokalit jsou v porovnání s předchozí rovinou poměrně četné. Od 70. let 20. století se objevují vedle jednotlivých studií celé specializované sborníky vztahující se k rozlišení přírodních a antropogenních horizontů v rámci archeologického výzkumu, genezi výplní archeologických objektů, identifikaci areálů činností (kuchyňský prostor, stáje, hnojiště atd.), identifikaci pravěkých způsobů obdělávání polí, datování půd a podobně (např. *Limbrey 1975*; *Foss et al. 1992*; *Füleky 2003*; *Holliday 2004*). V české archeologii se k interpretaci archeologických situací využívá především tzv. fosfátová analýza (např. *Majer 2004*), stále častější je zapojení půdní mikromorfologie (např. *Kuna et al. 2013*; *Lisá – Bajer 2014*; *Lisá et al. 2015*). V poslední době se také objevují práce studující vlastnosti tzv. archeologické půdy a míru jejich změn následkem lidské činnosti pomocí stanovení hlavních chemických prvků (živin) v půdě (*Hejcman et al. 2013* s další lit.).

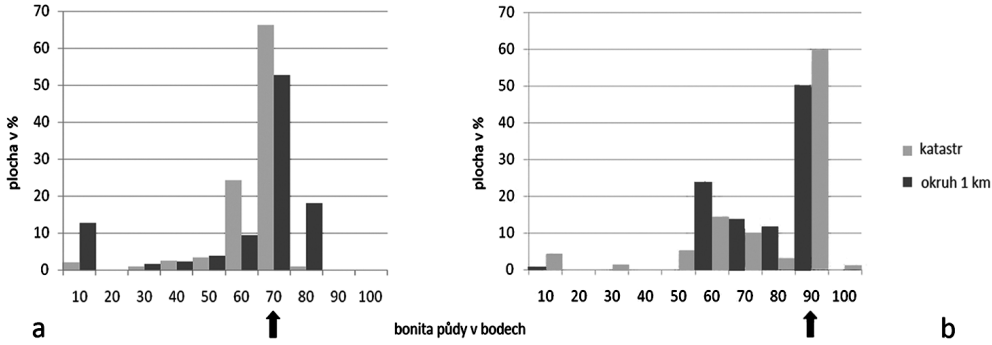
## 2. Změny půdního krytu v průběhu holocénu

Často diskutovaným problémem, který ztěžuje možnost hodnocení vztahu půd a pravěkých zemědělců, je poznání rychlosti tvorby půd a stádia evoluce dnešních půd vzhledem k jejich původnímu stavu v minulosti. Dlouhá a rozmanitá historie zemědělského využívání krajiny změnila topografii i půdní kryt (*Lang – Bork 2006*; *Leopold – Völkel 2007*; *Zádorová et al. 2008*). Půdy vzniklé ze spraší (černozemě a hnědozemě), na kterých se přednostně usazovali první zemědělci, byly v té době v polovině svého současného vývoje a jejich pedologické vlastnosti mohly být odlišné (*Vysloužilová et al. 2014*). Totéž je možné vztáhnout i k dalším typům půd, které procházely přirozeným interglaciálním vývojem, typickým pro naše území, a to od iniciálních stádií přes plně vyvinutý půdní typ až po stádia přirozené degradace či iniciaci nových půdotvorných procesů (ilimerizace, podzolizace, oglejení apod.). K přirozeným faktorům ovlivňujícím holocénní půdní vývoj se dále přidružil vliv člověka, jehož podíl na přeměně půd (orba, sklizeň, hnojení, pastva, odlesňování a následná eroze a akumulace) se od počátku zemědělství stále zvětšoval. Některé holocenní půdy jsou dnes považovány za antropozemě. Platí to zejména pro tzv. *Plagennesch* nebo *Plaggen soils* (*Behre 1980*). Tyto půdy jsou známy z pobřežních oblastí Německa, Belgie a Holandska a podobné půdy se vyskytují i v Británii či severní Evropě. Vznikaly tak, že chudé písčité půdy se intenzivně vylepšovaly přineseným organickým materiálem, který tvořila vrchní vrstva rašelinišť i s rostlinami, a hnůj; jihoamerické *terra preta* vznikají zapravováním uhlíků z vypalované vegetace do půdy (*Glaser – Birk 2012*). Jiným příkladem antropogenního ovlivnění geneze půd jsou tzv. černozemě v oblasti Porýní v severozápadním Německu. Podle německých pedologů tyto půdy nejspíš nevznikly přirozeným procesem tvorby černozemí na spraších (což ani není v podmínkách oceánického klimatu možné), ale jsou výsledkem neolitického zemědělství, založeného na žárovém systému obdělávání půdy. Dominantním faktorem tmavého zbarvení těchto půd, připomínajícího barvu přirozených černozemí, je vysoký podíl mikrouhlíků (*black carbon*) v půdě (*Gerlach et al. 2006*; *Eckmeier et al. 2007*; *Gerlach – Eckmeier 2012*). I když jsou tyto případy známy zatím jen z výše zmíněných oblastí, není vyloučeno, že podobným způsobem mohly být vylepšovány i zemědělské půdy v českých zemích, např. na hustě osídlených písčitých terasách v Polabí, Pomoraví a jinde; cílený výzkum k řešení této otázky nebyl zatím proveden. Podle *Smolíkové* a *Ložka* (*1964*) je existence černozemí na našem území z velké části výsledkem činnosti člověka, který zavedením zemědělského obhospodařování krajiny zabránil jejich pravděpodobné transformaci v hnědozemě a luvizemě.

Dnešní stav půd je tedy výslednicí nejen přirozeného půdního vývoje, ale i předchozího lidského působení. Přes výše uvedené výhrady se domníváme, že i když se konkrétní vlastnosti půd mohly oproti pravěku změnit, relativní rozdíly mezi hlavními půdními typy zůstaly nezměněné. Při správně zvoleném měřítku a správně zvolené otázce je tedy možné informace o dnešním stavu půdního krytu využít i ke zkoumání pravěku.

## 3. Vztah archeologických kultur a půd na území Čech

Nejčastější pojmy používané v archeologii, týkající se půd, se vztahují k jejich vlastnostem využitelným v orebním zemědělství. Zpravidla se vyjadřují subjektivními výrazy jako dobrá




Obr. 1. Půdní úrodnost (podle BPEJ), vyjádřená v bodech v okruhu 1 km kolem archeologické lokality a v celém katastru nálezu. Šipka ukazuje hodnotu v místě lokality. a) Radčice, okr. Strakonice (*Michálek et al. 2000*), b) Jenštejn, okr. Praha-východ (*Dreslerová 1995c*). Podle *Poništiak 2010.*
Fig. 1. Soil productivity (according ESEU) expressed in points (100 – 0) in a 1 km buffer around archaeological site and in the area of a whole cadastre. The arrow shows a soil value at a place of the archaeological site. a) Radčice, okr. Strakonice, b) Jenštejn, okr. Praha-východ.

půda, průměrná půda, hůře obdělavatelná půda, ale také lehká půda či těžká půda; v těchto případech obvykle bez hlubšího pochopení pedologického významu těchto pojmů.

V zemědělství je nejdůležitější půdní **úrodnost**, což je schopnost poskytovat rostlinám takové životní podmínky, které mohou uspokojit jejich požadavky na vodu, živiny a půdní vzduch po celé vegetační období. Přirozená úrodnost půdy je dána jejími fyzikálními vlastnostmi a klimatem. Půdní **produktivita** zahrnuje přirozenou úrodnost půdy spolu s působením člověka zaměřeným na zvětšování přirozené úrodnosti na základě hnojení nebo způsobu obdělávání. Půdní produktivita je tedy relativní hodnota, která se mění vzhledem k daným podmínkám, agrotechnice, pěstovaným plodinám a vkladům do půdy při procesu jejího obhospodařování (*Voltr et al. 2012*). Půdní úrodnost i produktivita se mohly v pravěku oproti dnešním poměrům lišit, mohly být subjektivně tzv. lepší i tzv. horší. V některých oblastech a na určitém typu půd vede zemědělství k vyčerpání půdy a může způsobit např. podzolizaci (např. *Kristiansen 2001*). Na druhé straně hnojení, které je doloženo již od neolitu (*Bell 1992*; *Bakels 1997*, *2009*; *Zimmermann1999*; *Bogaard 2004*; *2012*) pomáhá udržovat půdní úrodnost a kvalitu půdy zlepšuje. Experimenty dokázaly, že nejlepší černozemní půdy si mohou udržet vysokou stabilní produktivitu po dlouhou dobu i bez hnojení (*Kunzová – Hejcman 2009*; *Hejcman – Kunzová 2010*).

I když jsou všeobecně za nejhodnotnější zemědělské půdy považovány černozemě (např. *Tomášek 2000*; zde hodnoty v *tabulce 3*), stejně dobré, a někdy i lepší vlastnosti z hlediska zemědělské využitelnosti mohou mít za určitých okolností půdy z ostatních skupin, včetně kambizemí. Existuje mnoho přechodných typů, tzv. polygenetických hlín, které jsou jakýmsi mezistupněm mezi striktně vymezenými půdními typy a liší se úrodností podle stanoviště. Proto je vždy nutné mít na paměti, že u analýz vztahu půd a osídlení na mikroregionální a nižší úrovni musíme pracovat s detailním půdním záznamem. Je obvyklé, že konkrétní osídlení si vybírá v rámci mikroregionu polohu s optimálními půdními podmínkami. Jako příklad poslouží jihočeská neolitická lokalita Radčice u Vodňan (*Michálek et al. 2000*), jejíž půdní podmínky vyjádřené pomocí bodového hodnocení půdní úrodnosti bonitovaných půdně eko-

logických jednotek (tj. kvalitou půdy, do které jsou zahrnuty i klimatické podmínky a podmínky pro obdělávání) v místech předpokládaných pravěkých polí (tj. do vzdálenosti 1 km v okruhu kolem lokality) jsou plně srovnatelné s nejlepšími zemědělskými oblastmi Čech (*obr. 1*).

Do vztahu půd a kultur se významně promítá regionální faktor: některé půdní typy se vyskytují pouze v určitých částech Čech a je přirozené, že kultury vyskytující se pouze v těchto oblastech s těmito půdami výrazně korelují. Není ale jasné, zda právě výskyt určitých půd byl rozhodujícím kritériem pro výběr daného území nebo roli hrály i jiné faktory, např. délka vegetační doby, výskyt nerostných surovin, existence dálkových cest, snaha najít nový prostor neovlivněný předchozí činností či nikomu nepatřící a řada dalších důvodů.

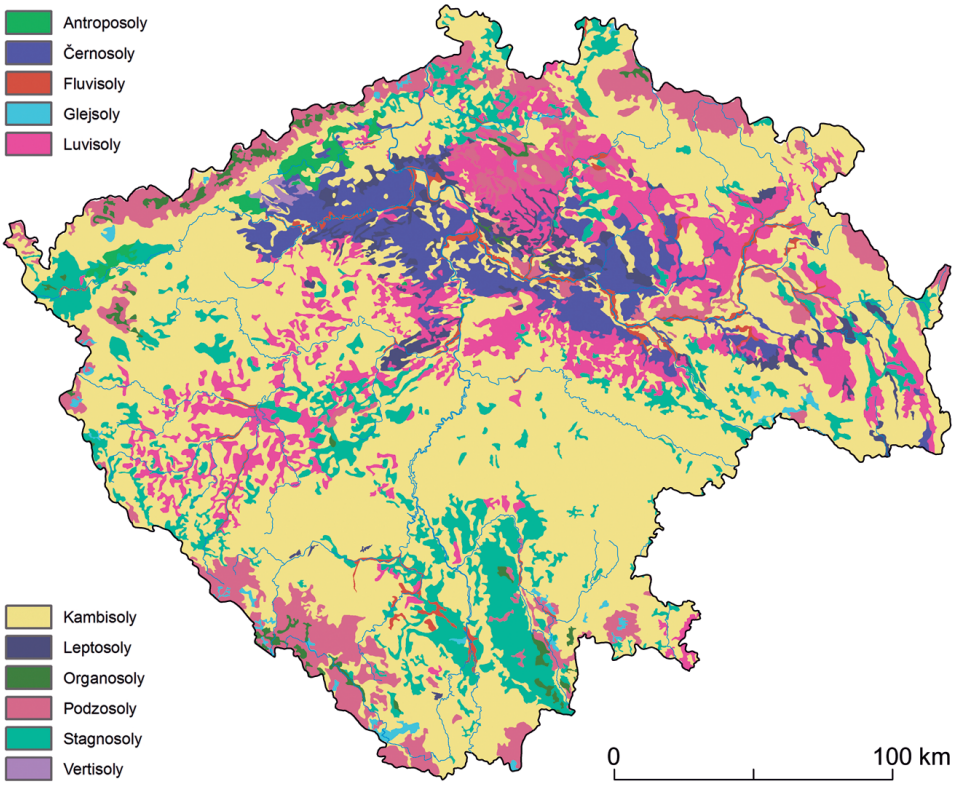
Data, se kterými pracujeme, jsou pochopitelně torzovitá a nepřesná; počet archeologických lokalit obsažených v databázi ADČ představuje nepoznané procento skutečného osídlení. Také půdní složení katastrů je mnohem pestřejší, než mohou obsáhnout použité mapy v měřítku 1 : 500 000 (*Hauptman – Kukal – Pošmourný eds. 2009*). Abychom mohli skutečně posoudit vztah osídlení a půd, museli bychom analyzovat nikoliv mapy půdních typů, ale mapy bonitovaných půdně ekologických jednotek. Ty však nejsou bez úplaty k dispozici a využíváme je pouze ve druhé části studie, kdy pracujeme s detailními údaji. Přesto věříme, že obrovské množství použitých dat vyváží dané nedostatky a zachytí hlavní zákonitosti sledovaných vztahů.

Zkoumání vztahu obilnin a prostředí, ve kterém byly pěstovány, vycházelo z pozorování P. Kočára, který si všiml měnícího se podílu zuhelnatělých makrozbytků různých obilnin v archeobotanických souborech z pravěkých lokalit. Nálezy z nížinných částí Čech a Moravy obsahovaly vyšší procento pěstovaných pšenic a nižší procento pěstovaného ječmene. Se stoupající nadmořskou výškou se podíl ječmene v archeobotanických souborech zvětšoval. Vzhledem k tomu, že se zatím nepodařilo prokázat rozdíly v technologii pravěké zemědělské výroby v nížinách a výše položených oblastech, je pravděpodobné, že různé podíly obilnin byly způsobeny rozdílnými přírodními podmínkami; předpokládali jsme, že významnou roli hrála kvalita půd. Studie věnovaná tomuto tématu se zabývala nálezy z mladší doby bronzové a starší doby železné (*Dreslerová et al. 2013*). Výsledek statistické analýzy ukazuje jako principiální proměnnou, zodpovědnou za složení sortimentu pěstovaných obilnin, nadmořskou výšku. Tento výsledek mohl být ovlivněn faktem, že všechny ostatní sledované proměnné jsou korelovány s nadmořskou výškou, která se na rozdíl od nich v čase nemění a je z nich nejlépe a nejpřesněji definovaná. Ostatní sledované proměnné jako jsou teploty, srážky, délka vegetačního období a kvalita půd se v čase mění a jejich deskripce je méně přesná; jsou řazeny pouze do typů nebo do intervalů s průměrnými hodnotami. Přesto se ukázalo, že mezi složením archeobotanických souborů a dnešními parametry přírodního prostředí je vztah, který může objasnit minulé orebně-zemědělské praktiky.

## 4. Materiál a metody

### 4.1. Vztah archeologických kultur a půd

Vztah archeologických kultur a půd je sledován na základě pedologické mapy České republiky v měřítku 1 : 500 000 (*Hauptman – Kukal – Pošmourný eds. 2009*; zde *obr. 2*), která vychází z Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (TKSP, *Němeček et al. 2001*), a na základě údajů z Archeologické databáze Čech (ADČ), verze z roku 2010.




Obr. 2. Mapa půdních typů České republiky. Podle *Hauptman – Kukal – Pošmourný eds. 2009.*
Fig. 2. Soils of the Czech Republic. After *Hauptman – Kukal – Pošmourný eds. 2009.*

Databáze pokrývá území o velikosti 52 783 km$^2$, které je rozděleno do 9558 katastrů, průměrná plocha katastru je 5,5 km$^2$. Základní analyzovanou jednotkou je katastrální území jako zástupná jednotka za sídelní areál, jakkoliv je tato umělá jednotka vzdálena pravěké skutečnosti. K tomuto řešení nás vedly praktické důvody: představy o počtu areálů jsou zkreslené nevyrovnaným stavem výzkumu jak jednotlivých regionů, tak jednotlivých kultur. Odhady velikosti sídelních areálů jsou poplatné lišícím se názorům jednotlivých badatelů, zejména na velikost nutného hospodářského zázemí archeologické komunity. Každý katastr je zastoupen pouze jedním záznamem dané kultury (bez ohledu na typ aktivity) nebo jedním záznamem celého období (např. vyskytuje-li se na ploše katastru komponenta knovízské kultury a komponenta mladého bronzu, katastr je zastoupen pouze jednou), takže neodráží kvantitativní složku osídlení, pouze *plošný* rozsah aktivit jednotlivých období. Počet komponent (záznamů) jednotlivých kultur je poznamenán rozdílnou archeologickou viditelností, která je ovlivněna třemi faktory: archeologickou rozpoznatelností (čitelností) určité kultury/období, stavem a typem výzkumu (prozkoumanost území) a transformačními procesy. Nicméně, jak ukazují *Demján* a *Dreslerová* (*v tisku*), při dostatečném množství dat, které zaručuje použití velkorozměrné databáze a práce v měřítku celých Čech, se problémy archeologické viditelnosti podstatně eliminují.

Z celkového počtu záznamů ADČ byly odstraněny ojedinělé a kulturně neurčené nálezy (pokud však nálezy např. jednotlivých sekerek nebyly autorem akce označené jako ojedinělé, nebyly tyto záznamy z databáze separovány; tímto způsobem se uměle zvětšuje „osídlená" oblast např. u kultury s vypíchanou keramikou nebo u kultury se šňůrovou keramikou ve východní části východních Čech). Jde o nerevidovaná data, která mohou obsahovat řadu nepřesností a duplicit; tyto nepřesnosti jsou do určité míry zmenšeny právě zobrazovacím měřítkem celých Čech a celých katastrů, kterých je v analýze ca 2900.

Kulturní určení záznamů v ADČ byla účelově rozdělena podle jednotlivých kultur nebo kulturních období do 17 základních skupin (zkratky[1] v tabulkách a grafech podle hesláře *Kuna – Křivánková – Krušinová 1995*). Kromě toho jsou v některých analýzách zmiňovány ještě samostatné kultury nebo stupně. Z důvodů nejasností přiřazení lengyelské kultury (128 obsazených katastrů) nebylo toto období hodnoceno, stejně jako nálezy určené do širšího období (např. eneolit, „bronz-halštat").

Půdní typy uvedené v publikaci *Hauptman – Kukal – Pošmourný eds.* (*2009*) byly převedeny do referenčních tříd a ty byly vztaženy ke katastrům. Jsou sledovány: a) plochy referenčních tříd v katastrech s výskytem nálezů jednotlivých archeologických období, b) zastoupení referenčních tříd v katastrech v rámci archeologického období, c) poměr celkové plochy jednotlivých referenčních tříd v rámci Čech a plochy těchto typů v katastrech obsazených určitým archeologickým obdobím. Celkové plošné zastoupení hlavních referenčních tříd na území Čech shrnuje *tabulka 1*.

### 4.2. Vztah půd a pěstovaných obilnin

Při zkoumání vztahu půd a pěstovaných obilnin vycházíme z archeobotanických souborů z celého pravěku. Na rozdíl od předchozí části, kdy nebylo možné srovnávat vztah půd a osídlení na území celého státu kvůli neexistenci jednotné moravské databáze archeologických nálezů, jsou nyní využita data z geograficky pestřejšího prostředí celé České republiky (*obr. 9*). Celkově byly zpracovány soubory z 84 lokalit z nadmořských výšek mezi 162 a 536 m, které leží ve čtyřech teplotních a srážkových zónách. Téměř všechny lokality byly zkoumány při záchranných akcích, což významně ovlivnilo jejich nerovnoměrné geografické rozložení i systém vzorkování. Polykulturní lokality vstoupily do analýzy jako unikátní jednotky pro každé zjištěné období. Čtyři lokality z období kultury se šňůrovou keramikou a zvoncovitými poháry, Bezměrov (*Tajer 2011*), Hulín I. (výzkum T. Berkovec), Hulín – Pravčice II. (*Peška – Kalábek 2012*), Olomouc – Řepčín (výzkum M. Kalábek) jsou ze zřejmého důvodu, tj. absence sídlišť, zastoupeny archeobotanickými soubory z pohřebišť. Výplně kostrových hrobů jsou ovšem poměrně náchylné ke kontaminaci starším sídlištním materiálem, který se do výplní může dostat při hloubení hrobů. Ve snaze snížit

[1] 1. ne.lin = kultura s lineární keramikou; 2. ne.vyp. = kultura s vypíchanou keramikou; 3. en.ca = časný eneolit, obsahuje kromě kulturního určení časný eneolit ještě jordanovskou, schussenriedskou a michelsberskou skupinu; 4. en.st = starší eneolit + kultura nálevkovitých pohárů; 5. en.sd = střední eneolit + kultury chamská, badenská a řivnáčská; 6. en.snu = kultura se šňůrovou keramikou, 7. en.zvo = kultura se zvoncovitými poháry, 8. br.st. = starší doba bronzová + únětická a věteřovská kultura, 9. br.sd. = střední doba bronzová + mohylová kultura, 10. br.ml. = mladší doba bronzová + knovízská, lužická a milavečská kultura, chebská skupina, 11. br.po = pozdní doba bronzová + štítarská a nynická skupina, pop.pole doby bronzové; 12. ha.c = starší dáze starší doby železné + bylanská, halštatská mohylová, slezskoplatenická; 13. hadla = halštatské období + mladý a pozdní halštat a LT A, 14. laten = latén (všechny stupně bez LT A), 15. rim = doba římská všechny stupně, 16. snarod = doba stěhování národů, 17. rs = raný středověk bez rozlišení.

| Referenční třídy | km² | Půdní typy | Zkratka | Dříve používané názvosloví |
|---|---|---|---|---|
| Černosoly | 2962 | černozem | CE | černozem |
| | | černice | CC | lužní půda |
| Fluvisoly | 910 | fluvizem | FL | nivní půda |
| | | koluvizem | KO | |
| Glejsoly | 315 | glej | GL | drnoglejová p., glejová p. |
| Kambisoly | 29828 | kambizem | KA | hnědá půda |
| | | pelozem | PE | |
| Leptosoly | 1214 | litozem | LI | nevyvinutá půda |
| | | ranker | RN | nevyvinutá půda |
| | | rendzina | RZ | rendzina |
| | | pararendzina | PR | rendzina |
| Luvisoly | 6273 | šedozem | SE | černozem illimerizovaná |
| | | hnědozem | HN | hnědozem |
| | | luvizem | LU | illimerizovaná půda |
| Organosoly | 506 | organozem | OR | rašeliništní půda |
| Podzosoly | 4700 | kryptopodzol | KP | hnědá p. podzolovaná, rezivá p. |
| | | podzol | PZ | podzol |
| Stagnosoly | 5412 | pseudogej | PG | oglejená půda |
| | | stagnoglej | SG | |
| Vertisoly | 82 | smonice | SM | černozem smonice |
| Antroposoly | | kultizem | KU | antropogenní půda |
| | | antrozem | AN | |

Tab 1. Referenční třídy, půdní typy (podle *Němeček et al. 2001*), dříve používané názvosloví (*Němeček 1967*), a plocha, kterou tyto půdy pokrývají na území Čech.
Tab. 1. Reference soil groups, soil types, previously used nomenclature and a total area of individual reference soil groups within Bohemia.

nebezpečí kontaminace byly do databáze vybrány monokulturní archeologické lokality (Bezměrov) nebo lokality, kde eneolitická sídlištní fáze byla na vzorkované ploše a nejbližším okolí nejstarší (Hulín I., Hulín Pravčice II., Olomouc – Řepčín).

## Faktory přírodního prostředí

Parametry klimatu, topografie a půd byly sledovány v okruhu 1 km kolem každé archeologické lokality:

1) Klima je popsáno průměrnými ročními teplotami, srážkami a délkou vegetačního období (*Tolasz et al. 2007*) a indexem tepelného požitku (*heat load index*; podle *McCune – Keon 2002*) odvozeného na základě digitálního modelu reliéfu s rozlišením 25 m.

2) Topografie je popsána průměrnou nadmořskou výškou, svažitostí a topografickým indexem vlhkosti (*Beven – Kirkby 1979*) generovaným rovněž z digitálního modelu reliéfu s rozlišením 25 m.

3) Půdní pokryv je vyjádřen zastoupením půdních typů odvozených z databáze bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) a kvalitou půdy. Kvalita půdy byla vyjádřena z bodového hodnocení BPEJ jako rozlohou vážený průměr v okruhu 1 km kolem lokality,

tj. území pravděpodobného výskytu pravěkých polí (*Rulf 1983*; *Dreslerová 1995*; *Hajnalová – Dreslerová 2010*).

Archeobotanika

Archeobotanické soubory pocházejí většinou ze sídlištních objektů a vrstev. Celkově bylo zkoumáno 4776 vzorků a 72 395 zuhelnatělých obilných zrn (jiné makrozbytky obilnin nebyly do analýzy zahrnuty). Seznam lokalit, jejich environmentálních proměnných a druhová data uvádějí *Dreslerová et al.* (*2013*); dále jsou to nepublikovaná data P. Kočára. Absence článků klasového vřetene ve většině souborů nedovoluje rozlišení víceřadých ječmenů (*Hordeum vulgare*) nebo potvrzení přítomnosti dvouřadého ječmene (*Hordeum distichum*). Označení *H. vulgare* proto reprezentuje všechny ječmeny. Makrozbytky obilnin byly získány flotačním plavením na plavící lince typu „Ankara" na soustavě sít o nejmenším průměru ok 0,25 mm. Makrozbytky byly separovány a determinovány pod stereomikroskopem. Determinace rostlinných diaspor proběhla s využitím srovnávací sbírky rostlinných diaspor a základní určovací literatury (*Jacomet 1987*, *2006*). Názvy rostlinných taxonů jsou použity podle *Zohary* a *Hopf* (*2000*).

Pěstované plodiny

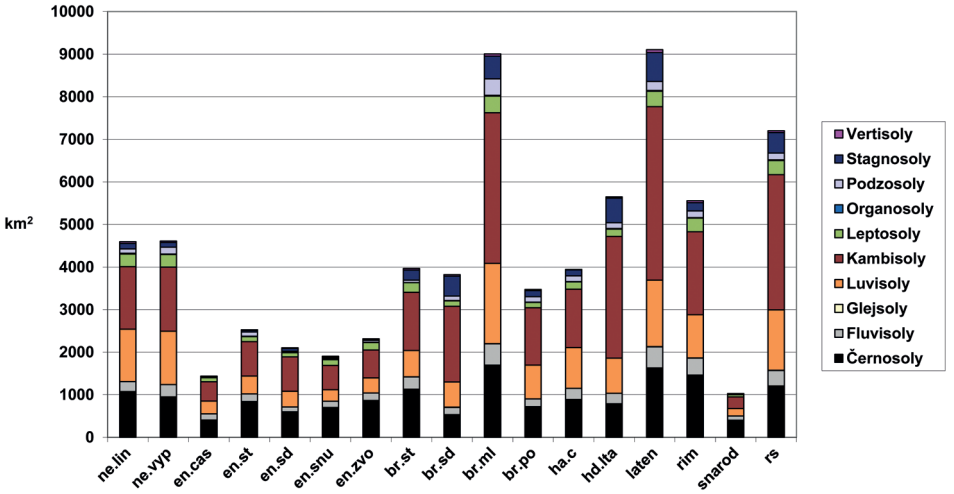
Byly srovnávány především dvě skupiny obilnin: archaické pšenice jako suma jednozrnky (*Triticum monococcum*) a dvouzrnky (*Triticum dicoccum*) a ječmen (*Hordeum vulgare*) jako součet dvou a šestiřadých odrůd. Pšenice špalda (*Triticum spelta*), pšenice setá *Triticum aestivum*), žito (*Secale cereale*), oves (*Avena sativa*) a proso (*Panicum milliaceum*) byly analyzovány pouze s ohledem na kratší dobu jejich pěstování v průběhu pravěku (*Dreslerová – Kočár 2013*).

Základní ekologické charakteristiky pěstovaných druhů uvádějí *Kočár* a *Dreslerová* (*2010*). Otázka ekologických nároků archaických druhů obilnin a jejich odrůd dosud není dostatečně probádána, což silně znesnadňuje naši schopnost vysvětlit zjištěné rozdíly v sortimentu pěstovaných taxonů. Zdá se, že přinejmenším tři nejdůležitější pravěké obilniny pěstované na českém území, tj. jednozrnka, dvouzrnka a ječmen (a k nim posléze se přidavší špalda) měly na druhové úrovni podobné ekologické nároky (přičemž rozdíly mezi jednotlivými odrůdami mohly být obrovské). Patří mezi ně především velká ekologická plasticita; i dnes jsou některé odrůdy pšenic a především ječmen rozšířeny od oceánů až po himalájské oblasti s nadmořskou výškou přes 4000 m.

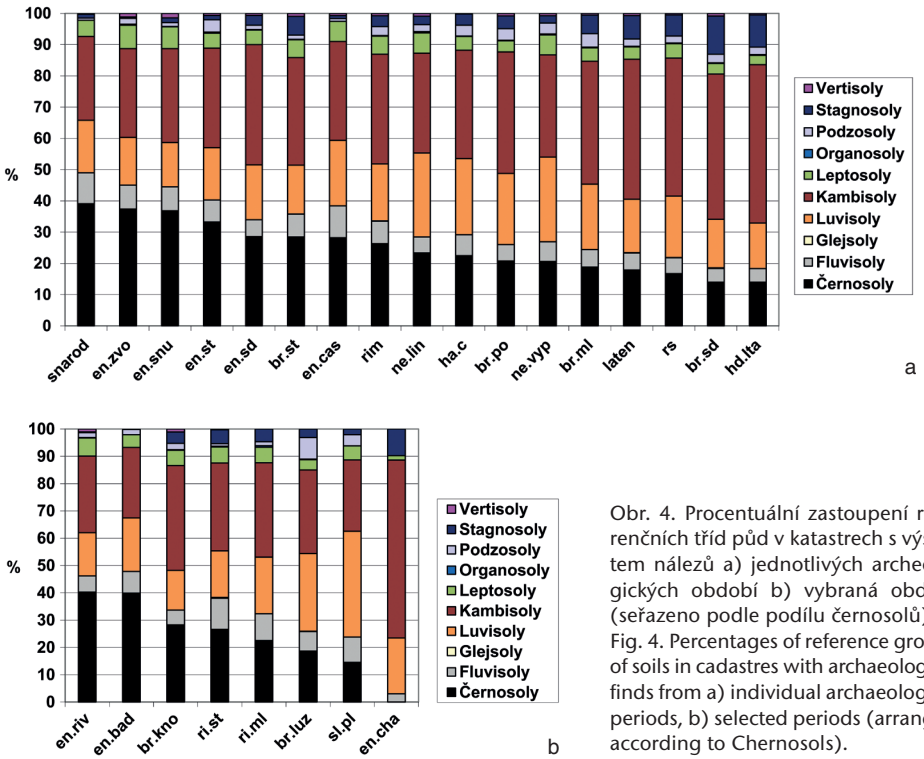
Analýza dat

V analýzách byly použity soubory s nálezy nad 5 vzorků, s více než 30 obilkami a bez hromadných nálezů (tj. více než 50 obilek/vzorek). Data byla nejprve analyzována společně a potom rozdělena volně do čtyř skupin podle způsobu zemědělských praktik: 1) neolit – starší eneolit (NE_PEN), 2) střední eneolit – střední doba bronzová (MEN_MBA), 3) mladší doba bronzová – starší doba železná (LBA_EIA), 4) mladší doba železná – doba stěhování národů (LIA_MP).

Data byla analyzována pomocí mnohorozměrných statistických metod. Použita byla analýza hlavních komponent (PCA) pro vyjádření vztahu mezi obilninami, a redundanční analýza (RDA) pro testování vlivu environmentálních proměnných (nadmořská výška,




Obr. 3. Rozloha referenčních tříd půd v katastrech s výskytem nálezů jednotlivých archeologických období (v km²). Obr. 3–8 podle *Dreslerová 2011*.
Fig. 3. Areas of reference groups of soils in cadastres with archaeological finds from individual periods (in km²).




Obr. 4. Procentuální zastoupení referenčních tříd půd v katastrech s výskytem nálezů a) jednotlivých archeologických období b) vybraná období (seřazeno podle podílu černosolů).
Fig. 4. Percentages of reference groups of soils in cadastres with archaeological finds from a) individual archaeological periods, b) selected periods (arranged according to Chernosols).

svažitost, topografický vlhkostní index, index tepelného požitku, délka vegetačního období, průměrná roční teplota a srážky, půdní kvalita a zastoupení půdních typů) na druhové složení obilnin. Kromě toho byl zkoumán vliv času (tj. doby, kdy začal být taxon intencionálně pěstován, a jak se měnila jeho obliba v různých obdobích).

K výběru průkazných proměnných byla použita postupná selekce a Monte Carlo permutační test. Mnohorozměrná analýza byla provedena v programu CANOCO pro Win 4.5 (Microcomputer Power, Ithaca, NY), prostorová analýza pomocí Arc GIS 10.1. (ESRI).

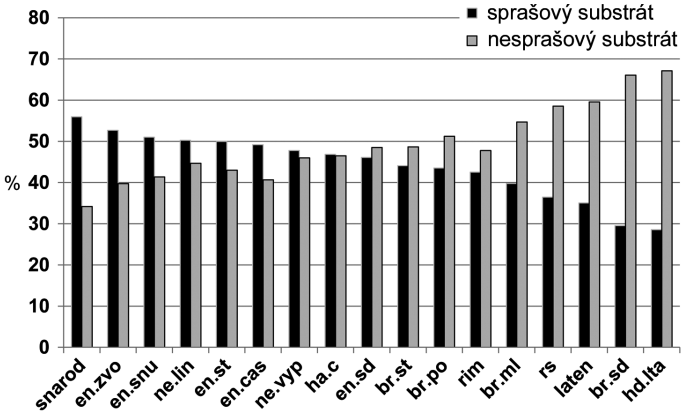
## 5. Výsledky a diskuse

Na vztahu archeologických kultur a půd, vyjádřeným zastoupením půdních typů v katastrech s archeologickými nálezy (*tab. 2*), se celkem jasně odráží geografické rozložení kultur v Čechách. Černosoly se zde vyskytují pouze ve středních, severozápadních a východních Čechách, fluvisoly doprovázejí především velké toky, vertisoly jsou výhradně v Čechách severozápadních, luvizemě převážně v Čechách východních a podobně. Z tohoto důvodu má např. chamská kultura, vázaná výhradně na území západních a jihozápadních Čech, nulové zastoupení na černosolech a naopak eneolitické kultury, vázané téměř výhradně na severní polovinu Čech, mají vysoké podíly černosolů a fluvisolů, jejichž největší výskyt je v Polabí a Poohří. Poměr zastoupení půdních typů ve prospěch kambizemí se zvětšuje u kultur, které jsou přítomné v jižních a západních Čechách.

| | Černosoly | | Fluvisoly | | Glejsoly | | Luvisoly | | Kambisoly | | Leptosoly | | Organosoly | | Podzosoly | | Stagnosoly | | Vertisoly | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kultura | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % | km² | % |
| ne.lin | 1074 | 23 | 233 | 5 | 1 | 0 | 1234 | 27 | 1467 | 32 | 297 | 6 | 19 | 0 | 103 | 2 | 125 | 3 | 40 | 1 |
| ne.vyp | 952 | 21 | 289 | 6 | 0 | 0 | 1251 | 27 | 1507 | 32 | 295 | 6 | 13 | 0 | 161 | 3 | 108 | 2 | 36 | 1 |
| en.cas | 405 | 28 | 146 | 10 | 0 | 0 | 300 | 20 | 454 | 30 | 93 | 6 | 0 | 0 | 13 | 1 | 13 | 1 | 10 | 1 |
| en.st | 840 | 33 | 178 | 7 | 0 | 0 | 422 | 16 | 806 | 31 | 120 | 5 | 9 | 0 | 100 | 4 | 35 | 1 | 17 | 1 |
| en.sd | 600 | 29 | 114 | 5 | 0 | 0 | 368 | 17 | 808 | 38 | 98 | 4 | 2 | 0 | 30 | 1 | 66 | 3 | 13 | 1 |
| en.snu | 702 | 37 | 146 | 8 | 0 | 0 | 269 | 14 | 573 | 29 | 133 | 7 | 2 | 0 | 24 | 1 | 29 | 1 | 27 | 1 |
| en.zvo | 865 | 37 | 176 | 7 | 0 | 0 | 353 | 15 | 658 | 28 | 173 | 7 | 8 | 0 | 44 | 2 | 10 | 0 | 26 | 1 |
| br.st | 1129 | 28 | 289 | 7 | 3 | 0 | 619 | 15 | 1367 | 34 | 225 | 6 | 6 | 0 | 53 | 1 | 238 | 6 | 37 | 1 |
| br.sd | 535 | 14 | 168 | 4 | 7 | 0 | 593 | 15 | 1774 | 46 | 130 | 3 | 8 | 0 | 105 | 3 | 467 | 12 | 32 | 1 |
| br.ml | 1696 | 19 | 502 | 6 | 3 | 0 | 1884 | 21 | 3541 | 39 | 388 | 4 | 21 | 0 | 387 | 4 | 534 | 6 | 50 | 1 |
| br.po | 721 | 21 | 183 | 5 | 0 | 0 | 790 | 23 | 1351 | 38 | 123 | 3 | 7 | 0 | 127 | 4 | 143 | 4 | 28 | 1 |
| ha.c | 886 | 22 | 264 | 7 | 0 | 0 | 960 | 24 | 1369 | 34 | 172 | 4 | 6 | 0 | 137 | 3 | 140 | 3 | 9 | 0 |
| hd.lta | 789 | 14 | 246 | 4 | 0 | 0 | 823 | 15 | 2862 | 50 | 171 | 3 | 14 | 0 | 135 | 2 | 580 | 10 | 29 | 1 |
| laten | 1629 | 18 | 495 | 5 | 9 | 0 | 1559 | 17 | 4077 | 45 | 360 | 4 | 18 | 0 | 212 | 2 | 681 | 7 | 64 | 1 |
| rim | 1463 | 26 | 398 | 7 | 5 | 0 | 1013 | 18 | 1950 | 35 | 321 | 6 | 12 | 0 | 157 | 3 | 195 | 3 | 42 | 1 |
| snarod | 401 | 39 | 101 | 10 | 0 | 0 | 173 | 16 | 275 | 25 | 53 | 5 | 0 | 0 | 7 | 1 | 13 | 1 | 3 | 0 |
| rs | 1206 | 17 | 361 | 5 | 8 | 0 | 1418 | 20 | 3177 | 44 | 333 | 5 | 13 | 0 | 163 | 2 | 484 | 7 | 38 | 1 |

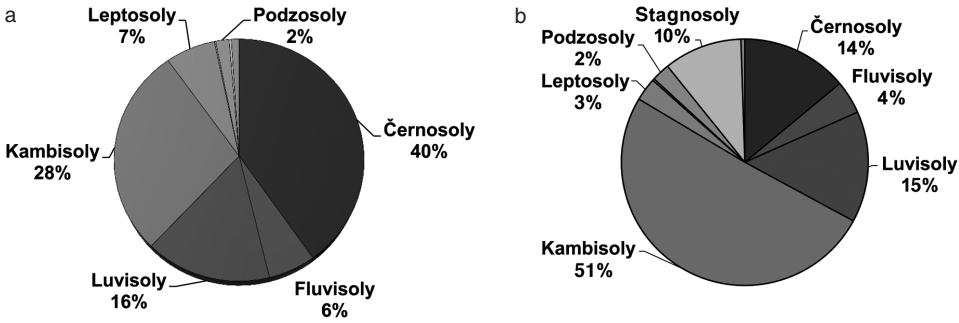
Tab 2. Plochy půd v km² obsazené jednotlivými kulturami a % z celkové plochy půd obsazené kulturou. Zpracoval Č. Čišecký.

Tab. 2. Areas of soils in km² settled by individual archaeological cultures and percentage of individual soils within the total area settled by a culture.

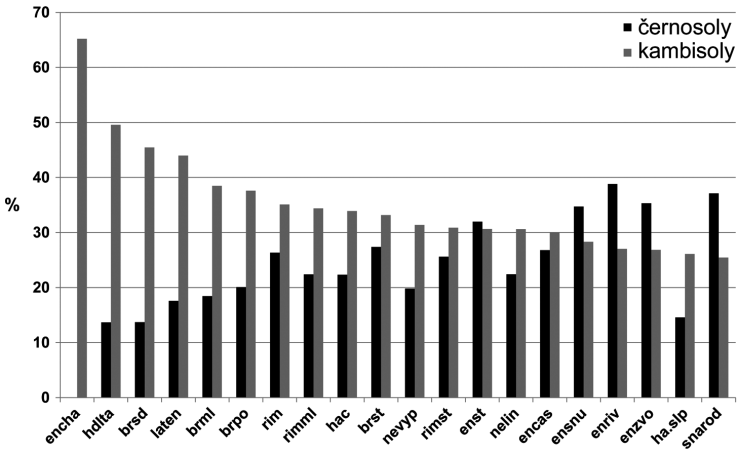



Obr. 5. Procentuální zastoupení půd ležících na sprašovém a nesprašovém substrátu v katastrech s výskytem nálezů jednotlivých archeologických období (bez fluvisolů).
Fig. 5. Percentages of reference groups of soils with loess/non loess bedrock in cadastres with archaeological finds from individual periods (without Fluvisols).

Vztah všech období k půdám (s výjimkou chamské kultury) je proporčně velice podobný (*obr. 3*; *4a–b*). V určitém procentu jsou osídleny prakticky všechny typy půd, dominantní postavení zaujímají kambisoly, luvisoly, černosoly a fluvisoly. Je to poměrně překvapivé zjištění, neboť tradičně byla, především u starších období, zdůrazňována vazba téměř výhradně na černosoly a luvisoly. Ty hrají největší roli v eneolitu (*obr. 5*). Největší procento lokalit na černosolech (40 %) je u řivnáčské a badenské kultury, následuje období stěhování národů, zbylé eneolitické kultury a doba římská. Teprve potom následují neolitické kultury. V době bronzové je na černosoly nejvíce vázána knovízská kultura, naopak lužická kultura, bezpochyby díky výskytu ve východních Čechách, „preferuje" luvisoly, stejně jako kultura slezkoplatěnická, u které luvisoly tvoří největší podíl (*obr. 4b*). Směrem k mladším obdobím se vazba na černosoly rozmělňuje, což má bezpochyby souvislost s prostorovým rozšířením osídlení do jižních a západních Čech. Nejmenší procentuální podíl černosolů a luvisolů pozorujeme v mladší a pozdní době halštatské (dále H D – LT A). Zde se pravděpodobně projevuje ústup osídlení z východních a obecně ze severní poloviny Čech, nicméně i jiné hodnoty ukazují, že s výjimkou chamské kultury mělo období H A – LT A „nejméně kladný vztah k černozemní oblasti" (*obr. 6*). I když na černosolech leží dvojnásobek katastrů




Obr. 6. Příklady extrémních vztahů archeologických kultur a půd: a) řivnáčská kultura, b) období mladého a pozdního halštatu.
Obr. 6. Examples of extreme relations of archaeological cultures and soils: a) Eneolithic Řivnáč culture, b) Late Hallstatt period.

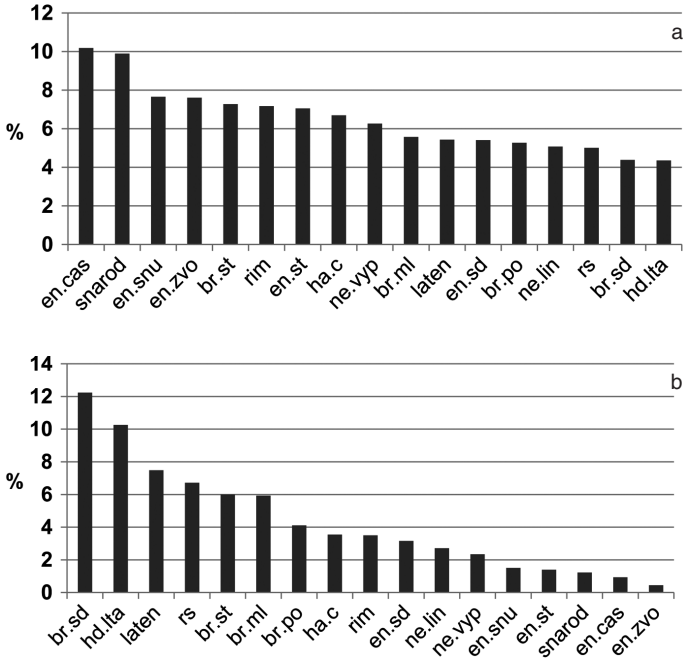



Obr. 7. Procentuální podíl černosolů a kambisolů v katastrech s výskytem nálezů jednotlivých archeologických období.
Fig. 7. Percentage of Chernosols and Cambisols in cadastres with archaeological finds from individual periods.

H D – LT A než např. katastrů období stěhování národů nebo časného eneolitu, ve srovnání s podobným zastoupením katastrů kultury s lineární keramikou je výskyt katastrů obsazených H D – LT A na černosolech dvoutřetinový. Podobně jako H D – LT A se ve vztahu k půdám projevuje střední doba bronzová. Naopak v mladší době bronzové a v laténském období je počet sídlišť na černosolech vysoký, přestože v obou kulturách leží více lokalit na kambisolech. Přes tradičně proklamovaný „zákon spraše", který má platit zejména pro neolit (např. *Ložek 2011*), leží největší počet pravěkých lokalit na nejrozšířenějším typu půd – kambisolech (*obr. 7*), které jsou v poměrně vysokém procentu osídleny ve všech obdobích s výjimkou eneolitu (a opět s výjimkou chamské kultury). Nepotvrdilo se, že by tyto, z hlediska orebního zemědělství méně kvalitní půdy, nebyly schopné obdělání před zavedením železné radlice.

Masivnější posun do oblastí kambisolů registrujeme od střední doby bronzové a vrcholí v období H D – LT A. Někdy ve druhé polovině laténského období začíná pozvolný posun zpět do orebně- zemědělsky výhodnějších oblastí. Toto zjištění koresponduje s pozorováním N. Venclové, že „extrémní situování (lokalit) na méně kvalitních půdách a na svažitých terénech, jaké bylo v LT B2-C1 podmíněné potřebou blízkosti zdrojů surovin (region Loděnice ve středních Čechách), se již nezdá být vyhledávané v LT C2-D" (*Venclová ed. 2008*, 33). Tento trend pokračoval v době římské (i když „zemědělství bylo na takové úrovni, že i v obtížných podmínkách umožňovalo zajistit dostatečnou výživu obyvatel": *Salač 2008*, 55) a vyvrcholil v období stěhování národů, které je v mnohých parametrech (tj. prostorové rozložení, struktura osídlení, počet známých lokalit, vztah k půdám) nápadně podobné kulturám staršího a středního eneolitu.

Podíl fluvisolů je ve všech kulturách rovněž víceméně rovnoměrný (*obr. 8a*), s výraznější preferencí v časném eneolitu, době římské a stěhování národů. Nejméně preferuje bezprostřední okolí řek střední doba bronzová a období H D – LT A. Tento závěr potvrzuje i regionální studie údolí středního Labe (*Dreslerová 1995a*; *Dreslerová et al. 2004*). Je ovšem třeba mít na paměti, že právě kategorie fluvisolů musela doznat již během pravěku a po všechna následující období největších změn v důsledku dynamických geomorfologických a sedimentačních dějů v říčních údolích. Dnešní fluvizemě tvoří převážně resedimentované zemědělské půdy z povodí. Před vznikem dnešních niv, které jsou většinou



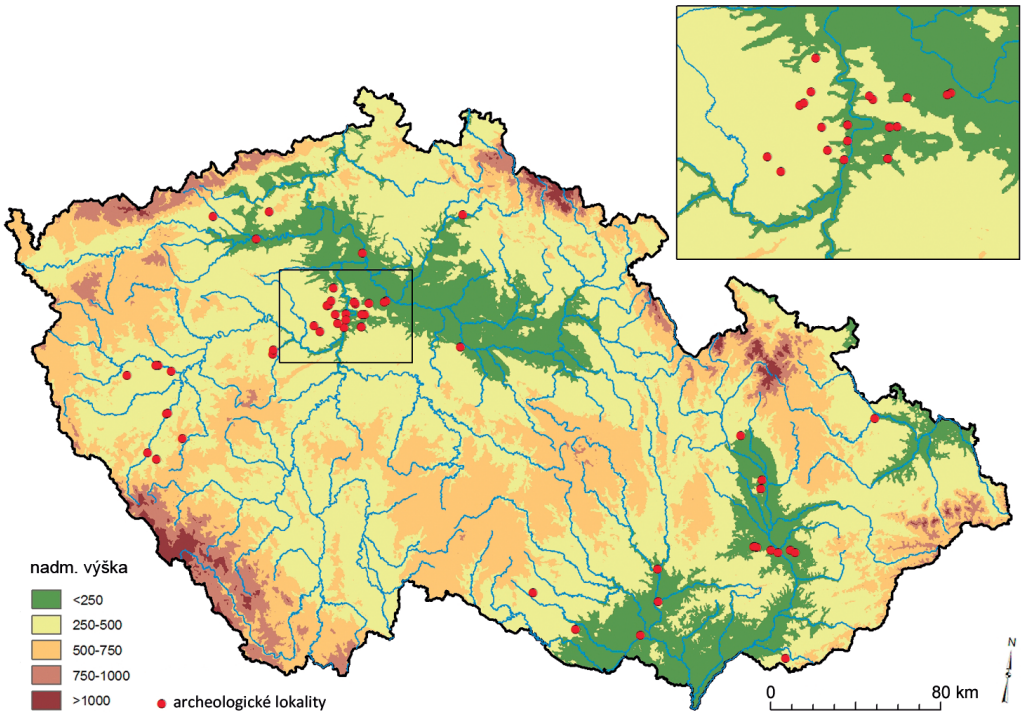

Obr. 8. Procentuální zastoupení a) fluvisolů, b) stagnosolů v katastrech s výskytem nálezů jednotlivých archeologických období.
Fig. 8. Percentages of a) Fluvisols, b) Stagnosols in cadastres with archaeological finds from individual periods.

středověkého původu, byla na jejich místech poměrně málo úrodná štěrkovitá a kopečkovitá mozaika zamokřených a vysušených půd (ve starších pedologických mapách většinou označovaná jako drnová půda, k orebnímu zemědělství málo vhodná). Vztah archeologických kultur k fluvisolům je tedy spíše vyjádřením vztahu k vodnímu toku či – nepravděpodobnému – příklonu k chovatelství a pícninářství.

Podíl stagnosolů (*obr. 8b*), nejtypičtějších půd Českobudějovické, Třeboňské a Chebské pánve, jednoznačně odráží přítomnost jednotlivých období, zejména střední doby bronzové a H D – LT A v jižních a západních Čechách. Ostatní půdní referenční třídy se vyskytují u všech kultur v menšině, proporčně k velikosti osídlené plochy.

Sledovaný vztah půd a pěstovaných obilnin, resp. jejich druhového složení v archeobotanických souborech, je ovlivněn časem (tj. pravěkým obdobím), který vysvětluje 45,3 % variability souboru (*obr. 10*). Proto je čas (vyjádřený jako kategoriální proměnná: NE_PEN, MEN_MBA, LBA_EIA, LIA_MP) použit v RDA druhového složení jako kovariáta (*obr. 11*). Po odfiltrování vlivu času jsou průkaznými proměnnými kvalita půdy a nadmořská výška. Společně vysvětlí 8,5 % variability. Kvalita půdy sama o sobě vysvětlí 4 % variability, nadmořská výška vysvětlí 2,9 % variability. Ukazuje se, že kvalita půdy je napříč obdobími nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím skladbu pěstovaných obilnin. Graf na *obr. 12* zobrazuje průkaznou závislost poměru ječmen/jednozrnka + dvouzrnka (u všech souborů) na kvalitě půdy. Čím méně kvalitní je půda, tím větší procento ječmene se na ní pěstovalo.

Další analýzy se zaměřily na jednotlivé předem stanovené časové intervaly. V prvním období neolit – starší eneolit (NE_PEN) se nepodařilo prokázat žádný vliv environmentálních dat na druhové složení obilnin, a to ze dvou důvodů: a) nedostatek dat, b) byla pěstována jen jednozrnka a dvouzrnka, navíc v podobných podmínkách.



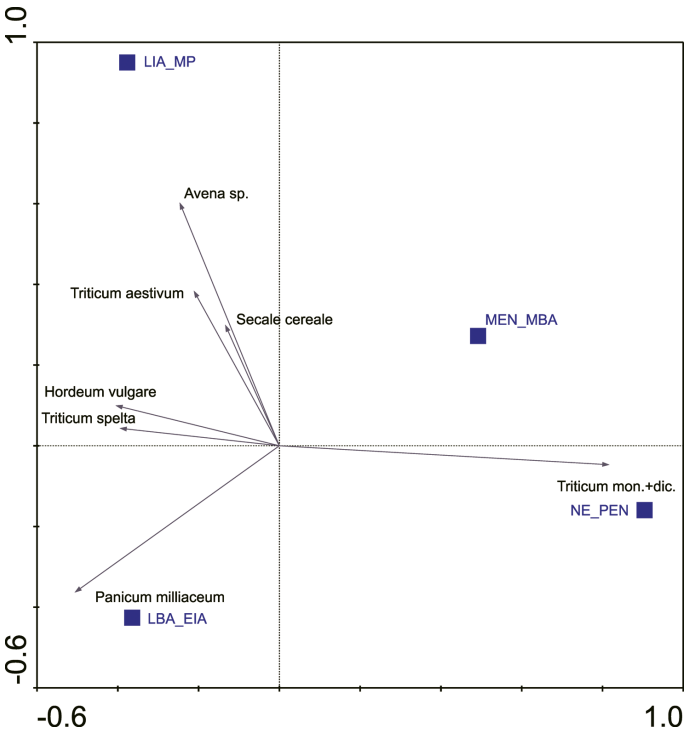

Obr. 9. Mapa archeologických lokalit s analyzovanými archeobotanickými vzorky obilnin.
Fig. 9. Map of archaeological sites with archaeobotanical investigations of cereal macro-remains study.

Ve druhém období střední eneolit – střední doba bronzová (MEN_MBA) je v RDA jako průkazná proměnná zastoupení černozemí, které vysvětluje 43 % variability v datech (*obr. 13*).

Ve třetím období mladší doba bronzová – mladší doba železná (LBA_EIA) ukazuje analýza RDA jako průkazné proměnné srážky, nadmořskou výšku a zastoupení černozemí. Tyto proměnné společně vysvětlují 39,1 % variability (*obr. 14*). Nadmořská výška vysvětlí 21,7 % variability, černozemě 12,3 % a srážky 6 % variability. V lokalitách s vysokým podílem černozemí jsou v souborech i vysoké podíly na ně vázaných pšenic jednozrnky a dvouzrnky. Převládající osídlení na černozemích bylo v řivnáčské kultuře, kultuře šňůrové keramiky, kultuře zvoncovitých pohárů a knovízské kultuře.

Ve čtvrtém období doba laténská – doba stěhování národů (LIA_MP) je průkaznou environmentální proměnnou v analýze RDA tepelný požitek (*heat load index*), který vysvětluje 17,4 % variability (*obr. 15*, *16*). S hodnotou tepelného požitku vykazuje pozitivní vztah množství ječmene, naopak proso, žito, pšenice setá a oves vykazují negativní vztah.

Výsledky ukazují jasný vztah mezi složením souboru pěstovaných obilnin a půdou, i když v některých případech převládají jiné environmentální nebo i kulturní faktory. V našich zeměpisných podmínkách s úzkou korelací všech sledovaných proměnných je to pochopitelné. Hlavním nedostatkem našich dat je malý výškový gradient studovaných souborů, který neumožňuje „vyniknout“ rozdílům mezi jednotlivými oblastmi. *Haberle* a *Mikysková*

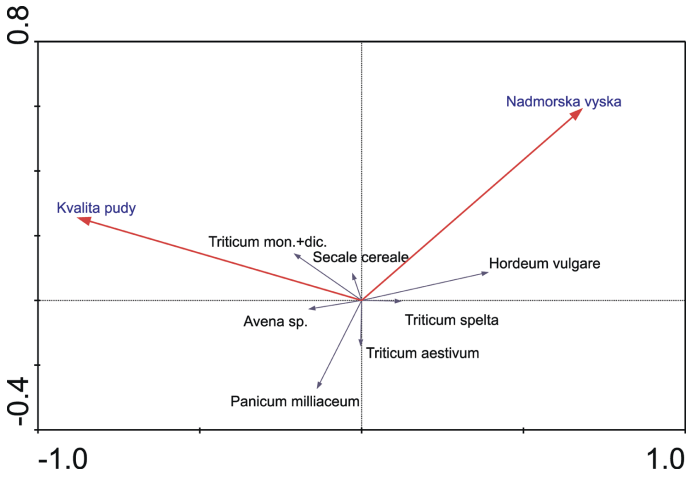



Obr. 10. Výsledek RDA analýzy vztahu druhového složení souborů a archeologických období. Archeologické období vysvětluje 45,3 % variability. *Avena* sp. – oves, *Hordeum vulgare* – ječmen, *Secale cereale* – žito, *Panicum milliaceum* – proso, *Triticum aestivum* – pšenice setá, *Triticum mon. + dic.* – jednozrnka a dvouzrnka, *Triticum spelta* – špalda. NE_PEN = neolit – časný eneolit, MEN_MBA = střední eneolit – střední doba bronzová, LBA_EIA = mladá doba bronzová – starší doba železná, LIA_MP = mladší doba železná – doba stěhování národů.

Fig. 10. Results of a redundancy analysis of cereal composition and archaeological periods which explain 45.3 % of the variance ($P < 0.001$) in cereal composition. NE_PEN = Neolithic – Proto-Eneolithic, MEN_MBA = Middle Eneolithic – Middle Bronze Age, LBA_EIA = Late Bronze Age – Early Iron Age, LIA_MP = Late Iron Age – Migration period.

(*2006*) zkoumali současnou obilnou produkci v Čechách: oblasti s vysokou produkcí leží většinou v nížinách, ale částečně také v nižších částech pahorkatin a vrchovin mezi 400 až 500 m n. m. (tedy v oblastech nejvýše položených pravěkých lokalit, které jsme měli k dispozici). Stejně tak oblasti s největší produkční stabilitou neleží jen v nížinách. Při tomto srovnání je však třeba mít na paměti, že všechna dnešní pole a plodiny jsou intenzivně hnojené, což významně stírá produkční rozdíly mezi jednotlivými plodinami i oblastmi. Ačkoliv hnojení polí je dnes předpokládáno a některými příklady doloženo již od neolitu (viz kap. 2.), rozsah a intenzitu hnojení v pravěku neznáme: že přístup k hnojení se zřejmě lišil nejen v různých archeologických periodách, ale dokonce i ve stejném období a na polích stejné komunity (např. *Bogaard et al. 2015*).

Na všech sledovaných typech půd a ve všech sledovaných nadmořských výškách se pěstovaly všechny obilniny, ovšem v různém vzájemném poměru. Pšenice převládají výhradně




Obr. 11. Výsledek RDA analýzy vztahu druhového složení souborů a environmentálních proměnných. Kvalita půdy a nadmořská výška vysvětlí 8,5 % variability.
Fig. 11. Results of RDA analysis of cereal composition and significant environmental variables. Soil quality and elevation together explain 8.5 % of the variance (P < 0.05) in cereal composition. Nadmorska vyska – elevation, Kvalita pudy – soil quality.

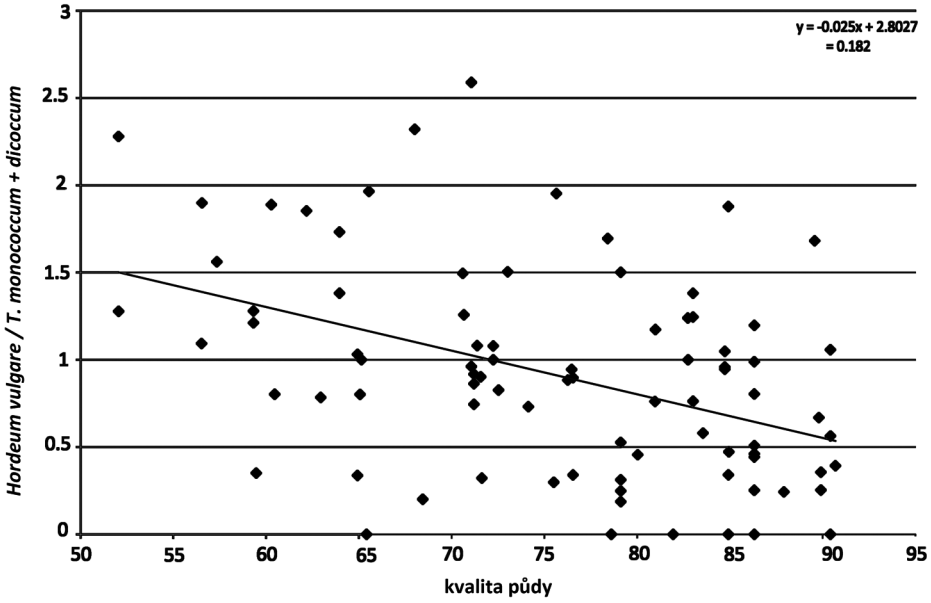
na vysoce kvalitních půdách, s výjimkou pozdně bronzové lokality Bavoryně (kvalita půdy v bodech BPEJ 59,3)[2], kde pšenice mírně převažují. Špalda toleruje horší půdy a chová se obdobně jako ječmen. Pšenice setá se vyskytuje v souborech pouze okrajově (*Dreslerová – Kočár 2013*), a proto se nemohou její vlastnosti výrazněji projevit, stejně tak jako žito a oves, které se začaly pěstovat až v závěru pravěku. Proso, jehož pěstování je zřejmě výsledkem kulturních preferencí v mladší době bronzové a železné (*Dreslerová et al. 2013*), nevykazuje žádné výraznější závislosti na environmentálních podmínkách. Ječmen převládá ve vyšších nadmořských výškách a na méně kvalitních půdách. Existují však nížinné lokality s kvalitními půdami, na kterých ječmen převažuje: Praha-Liboc (bylanská kultura, kvalita půdy v bodech BPEJ 75,6), Kolín (doba laténská, kvalita půdy v bodech BPEJ 84,9), Praha-Liboc (doba římská, kvalita půdy v bodech BPEJ 71,1).

Podle *Bakels* (*2014*) ovlivňují výběr pěstovaných plodin čtyři faktory: (i) dostupnost a znalost plodiny, (ii) přírodní prostředí, (iii) socio-ekonomické prostředí (vzdálenost na trh, produkce pro více odběratelů/pro vlastní potřebu, množství pracovní síly, stupeň organizace) a (iv) kulturní preference.

(i) Obě hlavní skupiny plodin, tj. odrůdy pšenic i ječmene byly známy od počátků zemědělství. Proč byly ve střední Evropě resp. v prostředí kultury s lineární keramikou pěstovány pouze jednozrnka a dvouzrnka či proč začal být ječmen pěstován až ve starším – středním eneolitu a ostatní obilniny ještě později, není objasněno. Nicméně přístup níže i výše položených oblastí k plodinám se nezdá být rozdílný. Větší procento ječmene v souborech (i nížinných) mladšího pravěku může souviset s jeho trvale se zvyšující oblibou (*Dreslerová – Kočár 2013*).

(ii) Po rozboru provedeném v předchozích odstavcích se přírodní podmínky zdají být skutečně určujícím faktorem pozorovaného rozdílu v sortimentu pěstovaných plodin. Ječmeny převažují ve vyšších nadmořských výškách od počátku svého pěstování po všechna období, což naznačuje, že příčinou tohoto jevu nejsou případné klimatické výkyvy. Jasná

[2] Bodová škála BPEJ je od 1 do 100.



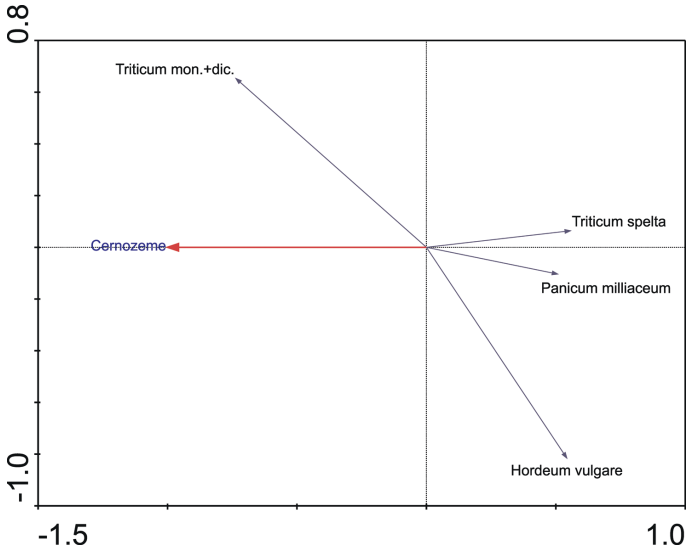

Obr. 12. Vztah poměru ječmene a jednozrnky+dvouzrnky k půdní úrodnosti vykazuje průkaznou závislost.
Fig. 12. The proportion of barley/einkorn+emmer shows significant relation to soil productivity.

statistická vázanost na půdy, případně na srážky naznačuje, že na méně kvalitních půdách měl ječmen zřejmě stabilnější (nebo větší) úrodu než pšenice.

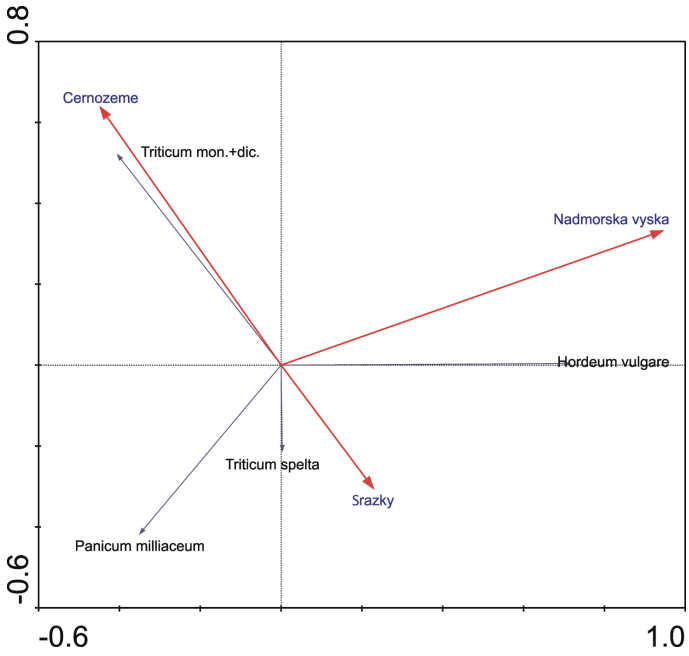
(iii) Socioekonomické faktory ovlivňovaly podle *Bakels* (*2014*) sortiment plodin pěstovaných na území Porýní, severní Francie a jižní části Nizozemí na přelomu letopočtu. Velký počet plodin pěstovaných ve 2. stol. př. n. l. byl po zavedení ekonomiky doby Římské říše v 1. stol. př. n. l. vystřídán specializovaným obilnářstvím s převahou ječmene a dvouzrnky a také špaldy; po rozpadu říše došlo opět k pozvolnému návratu k širokému sortimentu plodin. V českých podmínkách pozorujeme rozšiřování počtu plodin od počátku

| Zkratky | Půdní typy | Mean | STD |
|---|---|---|---|
| CE | černozemě | 82.21 | 9.86 |
| HN | hnědozemě | 73.68 | 8.6 |
| LU | luvizemě | 64.45 | 9.8 |
| RZ_PR | rendziny a pararendziny | 57.97 | 9.89 |
| RG | regozemě | 42.86 | 5.85 |
| KA | kambizemě | 59.65 | 10.46 |
| PZ_KP | podzoly a kryptopodzoly | 39.41 | 3.83 |
| Slp | půdy sklonitých poloh | 24.37 | 3.28 |
| PG | pseudogleje | 55.26 | 9.36 |
| FL | fluvizemě | 69.12 | 8.94 |
| CC | černice | 78.46 | 8.38 |
| GL | gleje | 26.55 | 15.11 |

Tab 3. Půdní typy a jejich průměrná bonita v bodech (podle *Němec 2001*). Vlevo zkratky použité v analýzách.
Tab. 3. Soil types and their average value expressed in points.

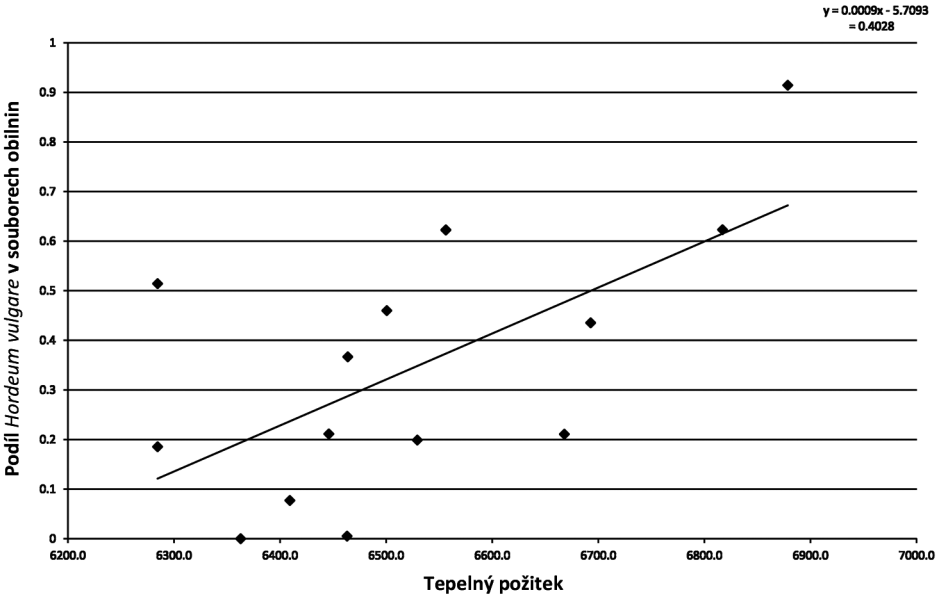



Obr. 13. Výsledek RDA analýzy vztahu druhového složení souborů MEN_MBA a environmentálních proměnných. Průkazná proměnná je zastoupení černozemí, které vysvětluje 43 % variability v datech.
Fig. 13. Results of RDA analysis of cereal composition and significant environmental variables in the MEN_MBA. Chernozems explains 43 % of the variance (P < 0.05) in cereal composition. Cernozeme – Chernozems, Srazky – precipitation, Nadmorska vyska – elevation.




Obr. 14. Výsledek RDA analýzy vztahu druhového složení souborů LBA_EIA a environmentálních proměnných. Průkazné proměnné jsou srážky, nadmořská výška a zastoupení černozemí. Společně vysvětlují 39,1 % variability.
Fig. 14. Results of RDA analysis of cereal composition and significant environmental variables in the LBA_EIA. Precipitation, elevation and Chernozems explain 39.1 % of the variance (P < 0.001) in cereal composition. Cernozeme – Chernozems.

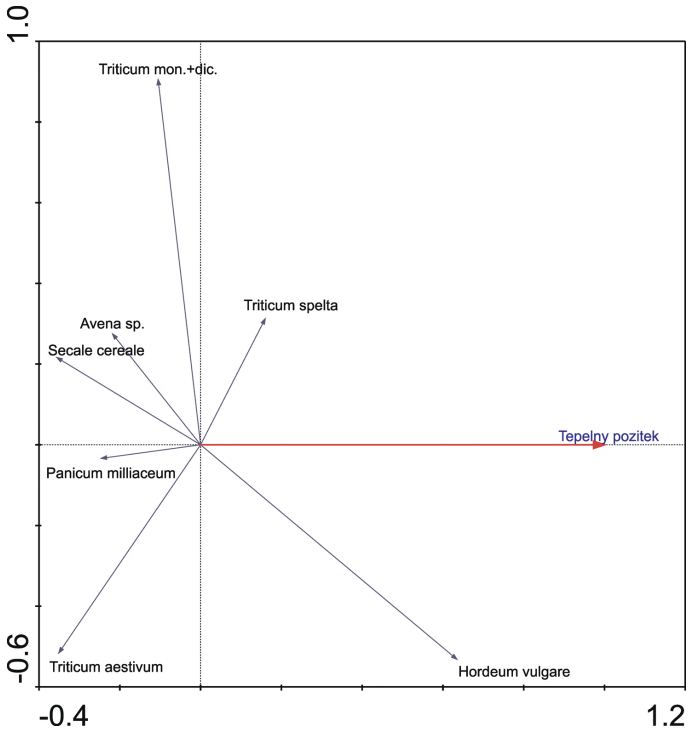
zemědělství až do konce laténského období a pak pozvolnou změnu sortimentu k menšímu množství pěstovaných taxonů v době římské, tyto trendy platí ve všech oblastech a nejsou prostorově limitované (*Kočár – Dreslerová 2010*). K ekonomickým faktorům by se mohlo přidružit širší uplatnění ječmene jako sladu (viz *Dreslerová et al. 2013*). Použití ječmene na výrobu piva v mladší době železné je archeologicky doloženo v Německu (*Stika 1996*)




Obr. 15. Závislost velikosti podílu pěstovaného ječmene v souboru obilnin z archeologických lokalit k indexu tepelného požitku.
Fig. 15. Dependence of the amount of barley in the archaeological assem-blages to heat load index.

nebo jihovýchodní Francii (*Bouby et al. 2011*). Pokud má být sladový ječmen kvalitní, musí se pěstovat na kvalitních půdách, jako jsou černozemě a luvizemě. Tato situace nastává v Čechách a na Moravě v mladším pravěku, jak dokazují výše popsané soubory s převahou ječmene na kvalitních půdách. Pozitivní korelaci ječmene s územím většího tepelného požitku neumíme zatím vysvětlit. Dnešní odrůdy sladového ječmene potřebují na začátku růstové sezóny podmínky chladnější, především ve 3. a 4. týdnu po zasetí, naopak vyšší teploty v období mezi metáním a plnou zralostí zvyšují úrodu (*Hakala et al. 2012*). Na základě námi použitých průměrných teplot nemůžeme tyto závislosti sledovat a potvrdit či vyvrátit hypotézu, že ječmen pěstovaný v nížinách byl určen k výrobě sladu.

(iv) Kulturní preference ve výběru pěstování či používání určité plodiny se objevují především v souvislosti se stravou. Např. *Zohary* a *Hopf* (*2000*, 59) uvádějí, že ve středomořské oblasti je (byl?) ječmen ve srovnání s pšenicí považován za méně jakostní obilninu (nazývají ho „chlebem chudých“) a zdůrazňují jeho využití jako krmiva nebo pro přípravu piva. Na druhé straně podle *Procopiou* (*2014*, 243) byl pluchatý ječmen během egejské doby bronzové a klasického starověku převažující plodinou všeobecně (tedy nikoliv pouze chudinou) užívanou pro přípravu různých jídel včetně chleba, placek, polévek a nápojů. Z archeobotanických dat se primární účel obilnin většinou nedá stanovit. Několik nálezů pravěkých chlebů ukazuje jejich přípravu z různých obilnin nebo jejich směsí. Nejnověji publikovaný nález nekynutého chleba z lokality Saint-Memmie v severovýchodní Francii, datovaný do období kolem poloviny 1. stol. n. l., byl vyroben z jemně mleté mouky smíchané z ječmene a jednozrnky nebo dvouzrnky (*Heiss et al. 2015*). Poněkud mladší kynutý chléb a krajíce kynutého chleba z Bratislavy-Děvína (poč. 5. stol. n. l.) byly upečeny z převážně




Obr. 16. Výsledek RDA analýzy vztahu druhového složení souborů LIA_MP a environmentálních proměnných. Průkazná proměnná je tepelný požitek, tedy území, které má větší potenciální příjem slunečního záření. Vysvětluje 17,4 % variability.
Fig. 16. Results of RDA analysis of cereal composition and significant environmental variables in the LIA_MP. Heat load index explains 17.4 % of variance ((P < 0.05) in cereal composition. Tepelny pozitek – heat load index.

pšeničné mouky resp. z hrubě mleté převážně žitné mouky s příměsí mnoha dalších obilnin včetně ječmene (*Hajnalová 1989*). Kulturní zvyky spojené s výrobou chleba tedy zjevně nemusejí sortiment pěstovaných plodin ovlivnit.

## 6. Závěry

Celkový pohled na vztah archeologického osídlení a kvality půdy se ideálně doplňuje s detailním pohledem sledování poměrů v rámci jednotlivých lokalit. Výsledky studie je možno shrnout následovně:

(**i**) Půdy si uchovávají do velké míry relativní rozdíly v půdní kvalitě. Ke zkoumání pravěké vazby na půdu je proto možné používat dnešní pedologické podklady.

(**ii**) Vztahy pravěkého osídlení a půdních typů se dají na úrovni makroregionu rozdělit do čtyř skupin podle archeologických období:

(1) *neolit – časný eneolit*. Kultury tohoto období se pohybovaly převážně na černosolech a luvisolech. Luvisoly se mají vyvíjet pod lesem v poněkud humidnějším prostředí než černosoly, eventuálně vzniknout postupnou degradací černosolů, zejména černozemí (k tématu např. *Němeček et al. 1990*; *Lorz – Saile 2011*). Protože ovšem rychlost degradace černozemí není zatím uspokojivě vyřešena (*Vysloužilová et al. 2015*), je obtížné odhadnout skutečný podíl obou půdních typů v daném období. V extrémním případě je dokonce i možné, že luvisoly v diskutovaném období ještě neexistovaly a vyvinuly se degradací nejdří-

ve v době bronzové (*Lorz – Saile 2011*) v místech, která by teoreticky do té doby nebyla odlesněná. Přítomnost neolitických lokalit v oblasti dnešních luvisolů by mohla, opět teoreticky, znamenat rozdílný subsistenční systém neolitických kultur oproti eneolitickým, např. vyšší podíl lesní pastvy nebo žárové hospodaření.

K časnému eneolitu nemáme zatím dostatečné množství dat, resp. spojení časně eneolitických skupin do jedné třídy neumožňuje sledovat, má-li toto dlouhé přechodné období blíž k neolitu, či následným eneolitickým kulturám.

(2) *Starší eneolit – starší fáze únětické kultury.* Starší eneolit již jeví zřetelnější tendence posunu na černosoly a zároveň do nejsušších území. Během mladšího eneolitu dochází k největšímu odklonu od luvisolů. Ve starší části starší doby bronzové jsou vazby na černosoly ještě jasně zřetelné. V mladší fázi se osídlení objevuje i v západních a jižních Čechách a postupně začne převažovat osídlení na nesprašových substrátech. Striktní vazba na půdy určitého typu se rozmělňuje a tento trend pokračuje ve zvyšující se míře v následujících obdobích.

Pokud bychom se snažili tuto etapu nazírat z hlediska klimatických změn, posun do oblastí černosolů by se dal vysvětlit předpokládanou zvýšenou humiditou, ke které mohlo dojít ve 2. polovině 4. tisíciletí př. n. l. a která mohla vyvrcholit někdy mezi 2200–2000 př. n. l. (*Dreslerová 2012*). Rozšíření únětické kultury do jižních a západních Čech by pak bylo možné s výhradami spojit s klimatickým „zlepšováním", tj. oteplováním a zmenšenými srážkami v prvních dvou stoletích 2. tisíciletí př. n. l. V této fázi historie však zřejmě již začínají hrát roli jiné faktory než půdně-klimatické a celková vyspělost kultury umožnila se od podobné závislosti odpoutat.

(3) *Mladší fáze únětické kultury – starší doba laténská.* Toto období je charakterizováno všeobecnou tolerancí k půdním typům. I když nadále jsou hojně osídlovány černosoly (především knovízská kultura), osídlení na kambisolech má převahu. Vazba k parametrům prostředí je volná. Specifický je v tomto intervalu vztah půd a mlado- až pozdně halštatského období; příčinu tohoto jevu však bude nutné objasnit.

(4) *Mladší doba laténská – doba stěhování národů.* Období je charakteristické pozvolným návratem k podmínkám, které panovaly v eneolitickém období. To je zřetelné zejména v období stěhování národů, se zřejmou vazbou na sprašové substráty (zejména černosoly) i s velmi podobným prostorovým rozložením v rámci Čech. Rozdíl je pouze ve vysoké vazbě nejmladšího pravěkého období na fluvisoly, tedy oblasti v blízkosti vodních toků.

(**iii**) Rozdělení vztahu archeologických kultur k půdám odpovídá i rozdělení historie orného zemědělství a historie pěstování plodin (*Kočár – Dreslerová 2010*). Stejné výsledky ukáže i srovnání vztahu osídlení k nadmořským výškám, srážkám a teplotám (*Dreslerová 2011*). Je to pochopitelné, neboť všechny zmiňované parametry jsou na českém území kolineární.[3] Tato závislost je velice nevýhodná, pokud chceme hlouběji porozumět pozorovaným závislostem mezi parametry přírodního prostředí a pravěkými zemědělskými strategiemi, ostatně výsledky analýzy vztahu osídlení a pěstovaných obilnin tuto nevýhodu dobře demonstrují.

(**iv**) Ve všech zemědělských kulturách bylo založení obytného areálu podmíněno dostatkem kvalitních půd v jeho okolí. Všechny zemědělské kultury přednostně využívaly oblasti kvalitních půd, ale byly schopné hospodařit i na půdách s nižší bonitou. Eventuální nedostat-

[3] Kolinearita je vztah vzájemné absolutní závislosti – absolutní kladné nebo záporné korelace, takže závislost dvou nebo více proměnných postrádá vzájemnou variabilitu.

ky půd nižší zemědělské kvality mohly být vyrovnávány skladbou sortimentu pěstovaných plodin s převahou druhů vhodných pro konkrétní typ prostředí. Zjištění ukazují na výbornou znalost půdních vlastností a kvalit pravěkými zemědělci. Tato schopnost je podpořena etnografickými studiemi (*Thomas 1990*; *Wilshusen – Stone 1990*; *Saito et al. 2006*).

(**v**) Změny složení souborů obilnin, reagující prokazatelně na některé sledované environmentální faktory, platí obecně pro celé období pravěku. Nicméně můžeme pozorovat i specifickou vazbu environmentálních proměnných a poměrů obilnin v jednotlivých pravěkých obdobích. V neolitu a starém eneolitu neshledáváme průkazné ovlivnění poměrů pěstovaných obilnin testovanými environmentálními faktory, snad jako důsledek chudého sortimentu obilnin či dostatečného množství volných ploch nejvyšší kvality pro zemědělství (tj. nebyla potřeba přizpůsobovat sortiment environmentálním faktorům). V následujících dvou testovaných obdobích (střední eneolit – střední doba bronzová a mladší doba bronzová – starší doba železná) je vliv půdních, topografických i klimatických faktorů na poměry pěstovaných obilnin průkazný. Poslední testované období (pozdní doba železná – období stěhování národů) pravděpodobně odráží při pěstování ječmene kulturní preference (přednostní pěstování sladovnického ječmene či obecně preferenci pěstování ječmene na úkor pšenic i na nejlepších typech stanovišť). Zdá se, že ekologické nároky pravěkých odrůd obilnin jsou podobné dnešním.

(**vi**) Pozorovaný rozdíl v sortimentu obilnin v závislosti na parametrech prostředí nejspíše vyjadřuje snahu o optimální výnos a/nebo stabilní sklizeň. Budiž to připomínkou, že pravěké poměry nejen přírodní, ale i praktické způsoby lidského myšlení se možná nezměnily natolik, abychom jim nemohli porozumět a nemohli je zkoumat.

*Práce vznikla s institucionální podporou Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i. (RVO: 67985912).*

## Literatura

*Bakels, C. C. 1997*: The beginning of manuring in western Europe. Antiquity 71, 442–445.

— *2009*: The Western European Loess Belt. Agrarian History, 5300BC – AD1000. Springer-Verlag.

— *2014*: Choice of a crop and its underlying reasons: examples from western central Europe 500 BCE – CE 900. In: A. Chevalier – E. Marinova – L. Peña-Chocarro eds., Plants and people, choices and diversity through Time, Oxford and Philadelphia: Oxbow Books, 101–106.

*Behre, K.-E. 1980*: Zur mittelalterlichen Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland und angrenzenden Gebieten nach botanischen Untersuchungen (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, Phil.-Hist. Kl. 116). Göttingen: Akademie der Wissenschaften, 30–44.

*Bell, M. 1992*: The prehistory of soil erosion. In: M. Bell – J. Boardmann eds., Past and Present Soil Erosion, Oxford: Oxbow Books, 21–35.

*Beven, K. J. – Kirkby, M. J. 1979*: A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences-Bulletin 24, 43–69.

*Bogaard, A. 2004*: Neolithic Farming in Central Europe. London: Routledge.

— *2012*: Middening and Manuring in Neolithic Europe: Issues of Plausibility, Intensity and Archaeological Method. In: R. Jones ed., Manure matters: historical, archaeological and ethnographic perspectives, Ashgate, 25–39.

*Bogaard, A. – Fraser, R. A. – Heaton, T. H. E. – Wallace, M. – Vaiglova, P. – Charles, M. – Jones, G. – Evershed, R. P. – Styring, A. K. – Andersen, N. H. – Arbogast, R.-M. – Bartosiewicz, L. – Gardeisen, A. – Kanstrup, M. – Maier, U. – Marinova, E. – Ninov, L. – Schäfer, M. – Stephan, E. et al. 2013*: Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. Proceedings of the National Academy of Sciences 110, 12,589–12,594.

*Bogaard, A. – Hodgson, J. – Nitsch, E. – Jones, G. – Styring, A. – Diffey, C. – Pouncett, J. – Herbig, C. – Charles, M. – Ertug F. – Tugay O. – Filipovic, D. – Fraser, R. 2016*: Combining functional weed ecology and crop stable isotope ratios to identify cultivation intensity: a comparison of cereal production regimes in Haute Provence, France and Asturias, Spain. Vegetation History and Archaeobotany 25, 57–73.

*Bouby, L. – Boissinot, P. – Marinval, P. 2011*: Never mind the bottle. Archaeobotanical evidence of beer-brewing in Mediterranean France and the consumption of alcoholic beverages during the 5th century BC. Human Ecology 39, 351–360.

*Demján, P. – Dreslerová, D. v tisku*: Modelling distribution of archaeological settlement evidence based on heterogeneous spatial and temporal data. Journal of Archaeological Science.

*Dreslerová, D. 1995a*: The prehistory of the middle Labe (Elbe) floodplain in the light of archaeological finds. Památky archeologické 86, 105–145.

— *1995b*: A settlement-economic model for a prehistoric microregion: settlement activities in the Vinoř-stream basin during the Hallstatt period. In: M. Kuna – N. Venclová eds., Whither Archaeology. Papers in honour of Evžen Neustupný, Praha: Institute of Archaeology, 145–160.

— *1995c*: A late Hallstatt settlement in Bohemia. Excavation at Jenštejn, 1984. Praha: Institute of Archaeology.

— *2011*: Přírodní prostředí a pravěké zemědělské společnosti (na území Čech). Ms. dizertační práce, Ústav pro pravěk a ranou dobu dějinnou, Filozofická fakulta, Univerzita Karlova, Praha.

— *2012*: Human Response to Potential Robust Climate Change around 5500 cal BP in the Territory of Bohemia (the Czech Republic). IANSA III/1, 43–55.

*Dreslerová, D. – Břízová, E. – Růžičková, E. – Zeman, A. 2004*: Holocene environmental processes and alluvial archaeology in the middle Labe (Elbe) valley. In: M. Gojda ed., Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology, Praha: Academia, 121–171.

*Dreslerová, D. – Kočár, P. – Chuman, T. – Šefrna, L. – Poništiak, Š. 2013*: Variety in cereal production in the Late Bronze and Early Iron Ages in relation to environmental conditions. Journal of Archaeological Science 40, 1988–2000.

*Eckmeier, E. – Gerlach, R. – Gehrt, E. – Schmidt, M. W. I. 2007*: Pedogenesis of chernozems in Central Europe – a review. Geoderma 139, 288–299.

*Füleky, G. ed. 2003*: Soils and archaeology: papers of the 1st international conference on soils and archaeology, Százhalombatta, Hungary, 30 May-3 June 2001. BAR International Series 1163. Oxford: Archaeopress.

*Gerlach, R. – Baumewerd-Schmidt, H. – van den Borg, K. 2006*: Prehistoric alteration of soil in the Lower Rhine Basin, Northwest Germany – archaeological, $^{14}C$ and geochemical evidence. Geoderma 136, 38–50.

*Gerlach, R. – Eckmeier, E. 2012*: Prehistoric land use and its impact on soil formation since Early Neolithic. Examples from the lower Rhine area. Journal for Ancient Studies 3, 11–16.

*Hajnalová, M. – Dreslerová, D. 2010*: Ethnobotany of einkorn and emmer in Romania and Slovakia: towards interpretation of archaeological evidence. Památky archeologické 101, 169–202.

*Hakala, K. – Jauhiainen, L. – Himanen, S. J. – Rötter, R. – Salo, T. – Kahiluoto, H. 2012*: Sensitivity of barley varieties to weather in Finland. Journal of Agricultural Science 150, 145–160.

*Hauptman, I. – Kukal, Z. – Pošmourný, K. eds. 2009*: Půda v České republice. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult.

*Hejcman, M. – Hejcmanová, P. – Hlásná-Čepková, P. – Horák, J. – Karlík, P. – Pavlů, V. – Rosenberg, R. – Součková, K. – Staňková, P. – Stejskalová, M. 2013*: Environmental Archaeology at the Czech University of Life Sciences Prague – An Application of New Methods for Interdisciplinary Research. IANSA IV/2, 223–231.

*Hejcman, M. – Kunzová, E. 2010*: Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: Results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. Field Crops Research 115, 191–199.

*Hejcman, M. – Kunzová, E. – Šrek, P. 2012*: Sustainability of winter wheat production over 50 years of crop rotation and N, P and K fertilizer application on illimerized luvisol in the Czech Republic. Field Crops Research 139, 30–38.

*Higgs, E. 1972*: Papers in economic prehistory: studies by members and associates of the British Academy Major Research Project in the Early History of Agriculture. Cambridge: Cambridge University Press.

— *1975*: Palaeoeconomy: being the second volume of Papers in Economic Prehistory by members and associates of the British Academy Major Research Project in the Early History of Agriculture. Cambridge: Cambridge University Press.

*Holliday, V. T. 2004*: Soils in archaeological research. Oxford: Oxford University Press.
*Jankuhn, H. 1977*: Einführung in die Siedlungsarchäologie. Berlin: Walter de Gruyter.
*Jiráň, J. ed. 2008*: Archeologie pravěkých Čech. Sv. 5. Doba bronzová. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
*Jiráň, J. – Venclová, N. eds. 2008*: Archeologie pravěkých Čech. Sv. 1–8. Praha. Archeologický ústav AV ČR.
*Kočár, P. – Dreslerová, D. 2010*: Archeobotanické nálezy pěstovaných rostlin v pravěku České republiky. Památky archeologické 101, 203–242.
*Kristiansen, S. M. 2001*: Present-day soil distribution explained by prehistoric land-use. Podzol–Arenosol variation in an ancient woodland in Denmark. Geoderma 103, 273–289.
*Kuna, M. ed. 2004*: Nedestruktivní archeologie. Praha: Academia.
*Kuna, M. – Hajnalová, M. – Kovačiková, L. – Lisá, L. – Novák, J. – Bureš, M. – Cílek, V. – Hošek, J. – Kočár, P. – Majer, A. – Makowiecki, D. – Scott Cummings, L. – Sůvová, Z. – Světlík, I. – Vandenberghe, D. – Van Nieuland, J. – Yost, Ch. L. – Zabilska-Kunek, M. 2013*: Raně středověký areál v Roztokách z pohledu ekofaktů. Památky archeologické 104, 59–147.
*Kuna, M. – Křivánková, D. – Krušinová, L. 1995*: Archiv 2.0 – Systém archeologické databáze Čech, uživatelská příručka. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
*Kunzová, E. – Hejcman, M. 2009*: Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. Field Crops Research 111, 226–234.
*Lang, A. – Bork, H. R. 2006*: Past soil erosion in Europe. In: J. Boardman – J. Poesen eds., Soil Erosion in Europe, Cheltenham: John Wiley & Sons, 465–476.
*Leopold, M. – Völkel, J. 2007*: Soils and relief as a basis for a model to reconstruct the Iron Age land use pattern in the vicinity of a Celtic square enclosure in Southern Germany. Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali Memoirs Serie A 112, 95–104.
*Limbrey, S. 1975*: Soil science and archaeology London: Academic Press.
*Lisá, L. – Bajer, A. 2014*: Manuál geoarcheologa. Brno: Mendelova universita v Brně, GÚ AV ČR, ČGS.
*Lisá, L. – Komoróczy, B. – Vlach, M. – Válek, D. – Bajer, A. – Kovárník, J. – Rajtár, J. – Hüssen, C. M. – Šumberová, R. 2015*: How were the ditches filled? Sedimentological and micromorphological classification of formation processes within graben-like archaeological objects. Quarternary International 370, 66–76.
*Lorz, C. – Saile, T. 2011*: Anthropogenic pedogenesis of Chernozems in Germany? A critical review. Quaternary International 243, 273–279.
*Ložek, V. 2011*: Po stopách pravěkých dějů. Praha: Dokořán.
*Majer, A. 2004*: Geochemie v archeologii. In: M. Kuna ed., Nedestruktivní archeologie, Praha: Academia, 195–236.
*McCune, B. – Keon, D. 2002*: Equations for potential annual direct incident radiation and heat load index. Journal of Vegetation Science 13, 603–606.
*Michálek, J. – Vencl, S. – Zápotocká, M. 2000*: Nová neolitická sídliště (LnK a StK) a žárový hrob (StK) v Radčicích, okr. Strakonice, v jižních Čechách. In: Památky archeologické – Supplementum 13, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 267–302.
*Němec, J. 2001*: Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky. Praha: Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky.
*Němeček, J. 1967*: Průzkum zemědělských půd ČSSR. Souborná metodika I. Praha: Ministerstvo zemědělství.
*Němeček, J. – Macků, J. – Vokoun, J. – Vavříček, D. – Novák, P. 2001*: Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Praha: ČZU Praha – VÚMOP Praha.
*Němeček, J. – Smolíková, L. – Kutílek, M. 1990*: Pedologie a paleopedologie. Praha: Academia.
*Neustupný, E. 2010*: Teorie archeologie. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk.
*Neustupný, E. – Venclová, N. 1998*: The Loděnice region in prehistoric times. In: E. Neustupný ed., Space in prehistoric Bohemia, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 84–105.
*Pearsall, S. D. M. 1989*: Palaeoethnobotany. A Handbook of Procedures. San Diego: Academic Press.
*Peška, J. – Kalábek, M. 2012*: Prvotní informace o pohřebišti KZP s bohatými hroby z Hulína – Pravčic 2 na východní Moravě. Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity M 17, 271–282.
*Poništiak, Š. 2010*: Bonita pôd významných lokalít prehistorického poľnohospodárstva v Čechách. Ms. bakalářské práce, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha.
*Procopiou, H. 2014*: Cereal processing and cooking: techniques, tools and gestures. In: P. Anderson – A. Van Gijn – J. Whittaker eds., Exploring and Explaining Diversity in Agricultural Technology (EARTH 2), Oxford & Philadelphia: Oxbow Books, 223–252.

*Rulf, J. 1983*: Přírodní prostředí a kultury českého neolitu a eneolitu – Naturmilieu und Kulturen des böhmischen Neolithikums und Äneolithikums. Památky archeologické 74, 35–95.

*Saito, K. – Linquist, B. – Keobualapha, B. – Shiraiwa, T. – Horie, T. 2006*: Farmers' knowledge of soils in relation to cropping practices: A case study of farmers in upland rice based slash-and-burn systems of northern Laos. Geoderma 136, 64–74.

*Salač, V. ed. 2008*: Archeologie pravěkých Čech. Sv. 8. Doba římská a stěhování národů. Praha. Archeologický ústav AV ČR.

*Smolíková, L. – Ložek, V. 1964*: The Holocene soil complex of Litoměřice. Anthropozoikum 2, 41–54.

*Stika, H. P. 1996*: Traces of a possible Celtic brewery in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg, southwest Germany. Vegetation History and Archaeobotany 5, 81–88.

*Tajer, A. 2011*: Stopy sekundárních zásahů v hrobech kultury se šňůrovou keramikou z lokalit v Bezměrově a Vrchoslavicích – Vitčicích. In: S. Stuchlík ed., Materiály o pohřebním ritu: druhotné zásahy v hrobech, Opava: Slezská univerzita v Opavě, Filozoficko-přírodovědecká fakulta, 37–63.

*Thomas, K. 1990*: Aspects of soils and early agriculture. World Archaeology 22/1, vii–xiii.

*Tolasz, R. – Miková, T. – Valeriánová, A. – Voženílek, V. eds. 2007*: Atlas podnebí Česka. Climate atlas of Czechia. Praha: Český hydrometeorologický ústav.

*Tomášek, M. 2000*: Půdy České republiky. Praha: ČGS.

*Venclová, N. ed. 2008*: Archeologie pravěkých Čech. Sv. 7. Doba laténská. Praha: Archeologický ústav AV ČR.

*Voltr, V. 2012*: Concept of soil fertility and soil productivity evaluation of agricultural sites in the Czech Republic. Archives of Agronomy and Soil Science, 58, S1, 243–251.

*Vysloužilová, B. – Ertlen, D. – Šefrna, L. – Novák, T. – Virágh, K. – Rué, M. – Campaner, A. – Dreslerová, D. – Schwartz, D. 2015*: Investigation of vegetation history of buried chernozem soils using near-infrared spectroscopy (NIRS). Quaternary International 365, 203–211.

*Wilshusen, R. H. – Stone, G. D. 1990*: An ethnoarchaeological perspective on soils. World Archaeology 22, 104–114.

*Zádorová, T. – Chuman, T. – Šefrna, L. 2008*: Proposal for a method of colluvisols delimitation in chernozems regions. Soil and Water Research 3, 215–222.

*Zimmermann, W. H. 1999*: Favorable Conditions for Cattle Farming, one Reason for the Anglo-Saxon Migration over the North Sea?. In: H. Sarfatij – W. J. H. Verwers – P. J. Woltering eds., In Discussion with the Past. Archaeological studies presented to W.A. van Es. Foundation for Promoting Archaeology in co-operation with the National Service for the Archaeological Heritage, Amersfoort, 129–144.

*Zohary, D. – Hopf, M. 2000*: Domestication of plants in the old world. Oxford: Oxford University Press.

## Prehistoric societies, soils and agricultural strategies

The study deals with two aspects of the relation between prehistoric farmers and natural environment they lived in. First, we studied the relation of settlement activities within various prehistoric periods and soil cover in the territory of the present day Bohemia (western part of the Czech Republic). Second, we observed changes in the composition of cultivated cereals and their possible dependence on selected environmental parameters of environment, namely the soil productivity throughout the whole territory of the Czech Republic.

The present-day state of soils is the resultant of natural soil development as well as preceding human activities. Both factors are explained only to certain degree. Nevertheless, asking the right question and giving the right research scale, the information on current soil cover can be used for the research of the past. To solve the first above mentioned task we worked with the data on prehistoric agricultural settlement from the Czech Archaeological Database (Institute of Archaeology, Prague, version 2010) and the Soil map of the Czech Republic (scale 1 : 500 000: *Hauptman – Kukal – Pošmourný eds. 2009*, here on *fig. 2*). For the second the digital soil maps from the current system of the Evaluated Soil Ecological Units (ESEU, called BPEJ in the original; VÚMOP) were used. Soil productivity was assessed within the radius of 1 km (i.e. an hour's walk with draught animals) around prehistoric sites as the most probable area in which prehistoric fields were located.

The relations between prehistoric settlement and soils can be, on the level of macro-region, divided into four groups in accordance with archaeological periods:

(1) *Neolithic – Proto-Eneolithic.* Settlement appeared predominantly at Chernozems and Luvisols. Luvisols are supposed to develop under forest cover within rather more humid environment than Chernozems, or, they can originate by gradual of Chernozems. However, as the speed of Chernozems degradation has not been satisfactorily solved yet (*Vysloužilová et al. 2015*), it is difficult to estimate the real ratio of both soil types in given period. In an extreme case it is even possible that Luvisols failed to exist within the given period and only developed by degradation firstly in the Bronze Age within locations which would not, theoretically, have been deforested until that time. The presence of the Neolithic settlement within the territory of current Luvisols could, therefore, theoretically represents diverse subsistence system of Neolithic farmers as opposed to the Eneolithic ones, for example higher ratio of forest pasture or slash and burn practices. We have not enough data on the Proto-Eneolithic to enable us to determine if this long transition period is closer to the Neolithic or to the consequent Eneolithic cultures.

(2) *Early Eneolithic – Early Únětice culture.* The cultures of Early Eneolithic shows more significant tendency of shifting towards Chernozems and, at the same time, towards the driest regions. During the Late Eneolithic the biggest deflection from Luvisols appears. In the earlier part of the Early Bronze Age the bonds to Chernozems are even more clearly visible. In the later period the settlement appears even in Western and Southern Bohemia and gradually starts prevailing the settlement on non – loess substrates. The strict binding to specific type soils moderates and this trend continues increasingly in subsequent periods.

(3) Should we wish to view this period from the viewpoint of climatic changes, the shift toward Chernozems could be explained by the projected increase of humidity which may have occurred in the second half of 4$^{th}$ millennium BC and culminated between ca. 2200–2000 BC (*Dreslerová 2012*). The spread of the Únětice culture into Southern and Western Bohemia could then, with reservations, be connected with climatic "improvement", e.g. warming, and reduced rainfall in the first two centuries of the 2$^{nd}$ millennium BC. In this historical period other than soil-climatic factors apparently start playing significant role and it was the overall cultural advancement that made it possible to break away from such dependence.

(4) *Later Únětice culture – Early La Tène period.* General tolerance toward soil types is characteristic for this period. Though Chernozems continue to be settled abundantly, the settlement of Cambisols prevails and the link to environmental parameters is loose. The specific relationship between soils (e.g. high ration of Cambisols) and Late-Final Hallstatt period need to be further studied.

(5) *Late La Tène – Migration periods.* The period is characterized by gradual return to conditions that prevailed in the Eneolithic period. This is obvious especially in the Migration period, with a distinct connection to soils on loess substrates (especially Chernozems) with similar spatial distribution of settlement as in the Eneolithic.

(6) The only difference is the strong connection between cultures of the later prehistory and Fluvisols, e.g. within the areas near watercourses.

(7) The research of the relationship between cereals and environmental conditions of their cultivation is based upon 84 archaeo-botanical assemblages from prehistoric sites in Bohemia and Moravia. The results prove a clear relationship between the representation of cultivated cereals in the analyzed assemblages, soils, and altitude; in some cases other environmental or cultural factors prevail. All cereals were grown in all basic soil types and in all inhabited altitudes though in various mutual ratios. Einkorn (*Triticum monococcum*) and emmer (*Triticum dicoccum*) prevail exclusively in the highest quality soils. Spelt (*Triticum spelta*) tolerates lower quality soils and acts similarly to barley (*Hordeum vulgare*). Naked wheat (*Triticum aestivum*) appears in sets only marginally (*Dreslerová – Kočár 2013*) and therefore its qualities fail to show more significantly, similarly to rye (*Secale cereale*) and oat (*Avena sativa*) which started to be grown as late as at the end of prehistory. Millet (*Panicum milliaceum*), the growing of which is the result of cultural preferences in the Late Bronze and Early Iron Ages, does not show any significant preference of environmental conditions. Barley prevails in higher altitudes and in lower quality soils. However, lowland locations with high quality soils exist where barley prevails.

(8) The influence of tested environmental factors on grown cereals has not been observed in the Neolithic and Early Eneolithic perhaps due poor cereal assortment – only einkorn and emmer were grown – and also due to sufficient amount of free areas of the highest arable quality. In the period of the Middle Eneolithic – Early Iron Age the influence of soil, as well as topographic and climatic factors on the composition of grown cereals is conclusive. In the period of the Late Iron Age – Migration period growing of barley is probably partially the matter of cultural preference (e.g. preferential grow of malted barley on the best quality soils). The studied difference in the cereal assortment depending on the parameters of environment is most probably caused by a/ the effort to reach optimal yields, or b/stable harvest.

(9) The distribution of the relationship of archeological cultures to soils corresponds to the distribution of the history of arable farming and the history of crop growing (*Kočár – Dreslerová 2010*). In all farming cultures the establisment of residential complexes was subjected to sufficient amount of high quality soil in its vicinity. All farming cultures benefited primarily from the fields of high quality soil, but they were able to farm the land with lower soil quality. Possible deficiencies of these soils could be balanced by composition of crops with a predominance of species suitable for the particular type of environment. The findings show that prehistoric farmers possessed thorough knowledge of the properties and the quality of soil.

English by *Magdalena Šebestová*

*DAGMAR DRESLEROVÁ, Archeologický ústav AVČR, Praha, v. v. i., Letenská 4, CZ-118 01 Praha 1*
*dreslerova@arup.cas.cz*
*TOMÁŠ CHUMAN, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, CZ-128 43 Praha 2; tomas.chuman@email.cz*
*PETR KOČÁR, Archeologický ústav AVČR, Praha, v. v. i., Letenská 4, CZ-118 01 Praha 1; kocar@arup.cas.cz*