

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FILOZOFICKÁ FAKULTA

ARCHEOLOGICKÝ ÚSTAV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Mobilita lidských populací na konci doby kamenné

Vedoucí práce: PhDr. Jan John, Ph.D.

Autor práce: Bc. Pavel Červinka

Studijní obor: ARLn

Ročník: 3.

2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za použití pramenů a literatury, jež jsou uvedeny v příloženém seznamu.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice

.....

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval mému školiteli PhDr. Janu Johnovi, PhD. za odborné vedení, rady, připomínky a velkou trpělivost během mé práce. V neposlední řadě také patří velký dík mé rodině a přítelkyni, bez jejichž neochvějné lásky, veškeré podpory a trpělivosti bych se v průběhu studia těžko obešel.

Anotace

Předkládaná práce nazvaná „*Mobilita lidských populací na konci doby kamenné*“ popisuje, zobecňuje, shrnuje a následně hodnotí faktor migračních tendencí v pravěku - pro období neolitu, eneolitu a starší doby bronzové. Důraz je kladen na zpřehlednění celé interdisciplinární problematiky. Dále na detailní popis jednotlivých procesů a archeologických přístupů k nim. Jako podklad pro vlastní výzkum byla vytvořena databáze z dat (z větší části impaktovaných) článků založených na studiu analýz izotopů stroncia. V dalších krocích byla databáze zpracována za pomoci statistických nástrojů a jejími výstupy byly kontingenční tabulky a grafy. Prostorové hodnocení a souvislosti byly řešeny v GIS (geografický informační systém).

Klíčová slova: migrace, mobilita, neolit, eneolit, starší doba bronzová, bioarcheologie, analýzy izotopů stroncia

Anotation

The presented work entitled "Mobility of Human Populations at the End of the Stone Age" describes, generalizes, summarizes and subsequently evaluates the factors of migratory tendencies in prehistory - for the period of Neolithic over Eneolithic to Early Bronze Age. Emphasis is placed on the clarification of all interdisciplinary issues. Further on a detailed description of individual processes and archaeological approaches to them. As a basis for my own research, a database of data impacted by articles based on the study of strontium isotopes was created. In the next steps, the database was processed using statistical tools and its outputs were contingency tabletables and charts. Spatial assessment and their contexts were conducted in the GIS (Geographic Information System).

Key words: migration, mobility, neolithic, eneolite, early bronze age, bioarcheology, aDNA, strontium isotopes analysis

Obsah

1.0 Úvod	3
2.0 Migrace v pravěku	6
2.1 Vývoj bádání.....	6
2.2 Migrace a mobilita - modely	11
2.3. Pohřební praktiky, vzory materiální kultury a regionální sítě.....	16
2.3.1. Neolit	18
2.3.1.1. Pohřební ritus LnK a nálezy v hrobech	20
2.3.2. Eneolit a starší doba bronzová.....	22
2.3.2.1. Pohřební ritus KŠK i KZP a nálezy v hrobech	25
2.4.1. Problematika migrace pravěku pro území ČR	26
3.0. Bioarcheologie	27
3.1. Genetické metody.....	29
3.1.1. Analýza archaické DNA	29
3.1.2. Mitochondriální DNA	37
3.1.3. Jaderná DNA	40
3.1.4. Genetická genealogie (chromozom Y).....	42
3.2. Geochemické metody	44
3.2.1. Stabilní izotopy stroncia $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	45
3.2.3. Determinace místních $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	48
3.2.4. Determinace hodnot lidských pozůstatků.....	51
3.2.5. Proces a princip měření hmotnostní spektrometrie.....	56
3.2.6. Stabilní izotopy kyslíku $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	59
3.2.7. Kombinace analýz izotopů stroncia a kyslíku	60
3.2.8. Potenciály a monitorování diagenese (procesy mezi uložením a kontaminací).....	61
4.0 Cíle práce a metoda	64
4.1. Klima.....	70
4.2. Krajina	72
4.3. Databáze.....	74

5.0. Výsledky	77
5.1. Tabulární výstup z databáze pro období neolitu	78
5.2. Tabulární výstup z databáze pro období eneolitu a starší doby bronzové	80
5.3. Grafické výstupy z databáze	82
5.4. Mapové výstupy propojené databáze s GIS	93
5.5. Statistické výstupy propojené databáze s programem Statistica12	113
6.0. Diskuze	117
7.0. Závěr	122
Použitá Literatura	125
Výstup z databáze	151

1.0 Úvod

Předkládaná práce se zabývá tématem mobility lidských populací. Migračními tendencemi je obestřen život člověka od nepaměti. Veškeré minulé, současné i bezpochyby budoucí změny společenství mají vždy na počátku posun v rámci geografických měřítek. Eskalující koloběh v neustálém pohybu z místa na místo. Příčiny a motivy mobility jsou globálně odpovědí na ekologické, ekonomické, sociální a policko-kulturní podmínky. Na jedné straně zvolené cesty za příznivějším habitatem, surovinami a rozsáhlým výčtem benefitů v mírumilovném pojetí, na druhé straně motivace kořistí a nadvládou, jejíž snahy se zejména v historii vyrývají hlouběji. Tyto směry jsou povětšinou procesem i důsledkem samotné adaptace. Společně se samotnými nezištnými snahami prospekce a poznání světa by mohly být základní úhly pohledu dané tematiky.

Však z hlediska pojetí a vývoje historických věd na danou problematiku je zřejmé, že jedině komplexní argumentací dílčích vědeckých a sub-vědeckých oborů lze vyvodit pravděpodobnější závěry. Výzkumu populační dynamiky má pro archeologii, ale i antropologii velký význam. Technologické změny společně se změnami sídelní strategie se často projevovaly změnou stravy (*Price et al. 1998, 405*).

Základní argumentace oborů zabývajících se dobou před písemnými prameny se opírá o nepřímé svědectví materiální kultury. Jedním z dnes již samostatných sub-oborů, disponující v poslední dekádě velkou výpovědní hodnotou k dané tematice migrace, je tzv. bioarcheologie. Ta přinesla nové disciplíny a techniky založené na studiu přímých svědků aktivit člověka i zvířat z daných období. Na základě výzkumů kvantitativních poměrů obsahu přirozených izotopů obsažených v jejich tkáních. Tato majorita prvků se v přírodě vyskytuje v různých formách, což jsou právě izotopy (*Kovačiková - Brůžek 2008, 1*).

Celkově byla práce členěna a koncipována do logických návazností. Pojetí celé problematiky lze rozdělit na dvě samostatné části – na část přehledovou (rešeršní) a na část vlastního výzkumu (práce s daty vytvořené autorské databáze).

Po krátkém úvodu do tematiky byl komplexní přehled o migracích a mobilitě rozpracován v druhé kapitole práce. Od zpřehlednění vývoje bádání autorů anglických i německých studií (jednotlivých škol), přes migrační teorie po jednotlivé nástiny modelů migrací a mobility. Pro bližší představu bylo také nutné uvést stručný přehled pro jednotlivá období, které stanovují rámec a vymezují hranice pro práci samotnou, stejně tak jako studované archeologické kultury, jejichž příslušnost byla reflektována v databázi.

V návaznosti na výzkum dané problematiky pojednává třetí kapitola o bioarcheologii. Z této dnes již markantně rozvinuté samostatné větve s řadou interdisciplinárních a sub-oborových zaměření byly popsány obory a metodiky, které se studiu migrace věnují. Mezi tyto metody interdisciplinárních oborů se řadí výzkum migrací pomocí studia analýz DNA a geochemické metody zahrnující analýzy izotopů kyslíku a stroncia. Složitost výzkumu (od jednotlivých metod po samotné principy, či jen popis procesů) lze pozorovat nejen v obsahu samotných mezioborových studií, ale i ve vývoji jednotlivých oborů a jejich přístupu, které mají pro vědce z řad archeologie mnohdy jen těžko smysluplný podtext vedoucí k úplné představě a obráceně. Z tohoto důvodu tvoří vývoj bádání úvodní část třetí kapitoly o bioarcheologii. Výzkum archaické DNA, mitochondriální DNA, jaderné DNA a Y-chromozomální DNA v genetické genealogii tvoří obsah třetí kapitoly společně s geochemickými metodami a analýzami izotopů, na které byl dán větší důraz z důvodu zaměření databáze a sledování mobility na základě izotopů stroncia.

Čtvrtá kapitola s názvem cíle práce a metody byla určena k osvětlení myšlenkového konstruktů a celkovému uchopení zvoleného tématu. Zahrnuje popis databáze a charakterizuje studovanou oblast společně s krajinou tehdejších období. Popis databáze a její práce s ní je zásadní krok k pochopení

v současnosti s myšlenkovým konstruktem metody práce.

Pátá kapitola slouží k diskuzi zjištěných výsledků dat. Blíže se zde rozvádí jednotlivé případy a komplexní propojení s analogiemi primárních studií. Hlavní výklad dokládají matematicko-statistické výstupy v podobě kontingenčních tabulek, grafy a výstupy geografického informačního systému (GIS).

V poslední závěrečné části byly shrnuty zjištěné poznatky s markantní snahou o co nejvhodnější vyvození patřičných závěrů.

2.0 Migrace v pravěku

2.1 Vývoj bádání

Hlubší kořeny vývoje bádání sahají k nejstarším koncepcím formujících se od druhé poloviny devatenáctého století. Nástup explanačního principu ve vědě, ale také v politické ekonomii, sociologii, apod. přinesly přední světové osobnosti K. Marx a Ch. Darwin. Obecné charakteristiky vývoje ve směru od elementární po komplexní se staly předpokladem nového směru evolucionismu. Hlavní pozitivistickou myšlenku evolucionismu vypracoval ve svém systému H. Spencer mezi léty 1862 až 1896. Vývoj se začínal jevit od homogenity k heterogenitě a byl chápán bez náhlých změn. Za evolucionistickou a v té době nově vznikající vědu byla považována etnologie (T. Waitz, J. K. Bachofen, E. B. Tylor). Tylor zformoval a definoval kulturu, do které začlenil materiální kulturu. Později rozvinul srovnávací metodu. Roku 1868 H. O. Hildebrand začal v archeologii aplikovat typologickou metodu. Za pomoci mýtů a etnografických poznatků zrekonstruoval sir J. Lubbock (později lord Avebury) animismus, fetišismus, totemismus a šamanismus (*Malina 1980, 134*).

Antropogeografie podle K. Rittera vycházející z evolucionismu interpretuje přírodní podmínky jako exponent kulturního vývoje. Lidská kultura byla již tehdy determinována prvky přírodního prostředí (podnebí, geomorfologie, nadmořská výška, půda, vodní zdroje) a odpovídala tak zeměpisným zónám s charakteristickými vlastnostmi (*Hakenbeck 2008, 9*).

Kulturně historická škola vymezila archeologické kultury na základě morfologie a snažila se postihnout kritérium kvality a kvantity vlastnosti jevů. Na takovém základě byly identifikovány ohniska drah migrací a difúzí. Totožnost etnických skupin s archeologickou kulturou byl předpoklad stejně jako, že předměty hmotné kultury charakterizovaly svou formou a složením etnicky vymezené celky. Je tedy možné konstatovat, že metodologicky využívaly kulturně historické studie o migraci izolované aspekty a materiální

kulturu, o nichž se předpokládalo, že jsou etnický diagnostické ve smyslu sledování drah daných migrací. Velká část z těchto studií vznikala v rámci nacionalistických projektů (*Malina 1980, 134; Hakenbeck 2008, 10*).

Reakcí na evolucionismus byl difuzionismus, který vznikl souběžně s migracionismem. V této etapě se kladl důraz na prostor proti času, konkrétnost vývoje proti abstrakci etap, period, stádií, apod., různorodost proti všeobecnosti a paralelně nezávislý vývoj jedním směrem proti kontaktům, migracím a komunikacím. Do této doby vymezené veličiny prostoru a času s praktickými vědeckými otázkami daly stabilnější základ pohledu na migrace (*Malina 1980, 171*).

Celkový teoretický vývoj se formoval zejm. v anglofonní archeologické literatuře od šedesátých let dvacátého století. Pomalu se opouštělo od imobilních představ a striktnějšího autochtonního přístupu. Přispěním migrace jako konceptu bylo možné vysvětlit kulturní a sociální změny v pravěku. Od sedmdesátých let minulého století došlo k ustálení samotného pojmu a představ. Jednalo se o definování etnicity a základní představě o šíření v závislosti na populačním růstu. Například práce amerického badatele I. Rouse (1986) nebo zejm. zásadní důležitost mají dnes mj. práce D. W. Anthonyho (zvláště Anthony 1990, ale také 1986 nebo 1992). Přizpůsobil v nich migrační teorie odvozené ze sociálních věd archeologickému kontextu. Klíčovou roli měl příchod lidí jámové kultury (Yamnaya) do jihovýchodní Evropy, což byl v jeho pohledu stěžejní příklad migrace. Kriticky se k tomu však vyjádřil D. Y. Telegin (1987). Dané studie geneze problematiky migrace si však zatím nepokládala otázky v ohledu na vysvětlení procesů. Zde se ztrácely v narativnosti a vysvětlení přinesly až právě přírodovědné analýzy v následující dekádě, které poukázaly na dynamičtější úhel pohledu (*Hakenbeck 2008, 9; Gerling 2015, 73*).

V německé archeologii diskuse orientovaná na příčiny kulturních změn probíhala od konce 19. století, kdy L. Frobenius představil v etnologii teorii

Kulturkreise¹ (1898). S pojmy Kulturkreislehre a Kulturprovinzen pracoval roku 1899 rovněž F. Ratzel a F. Graebner (1911). Doplnění tohoto teoretického rámce učinil G. Kossina (1911) se svojí Siedlungsarchäologische Methode. Ve své práci zformoval myšlenkové konstrukty, které bylo možné zpracovat do mapových podkladů na základě lingvistických modelů (tzv. vlnové modely). Jednalo se o zakreslení rozptylu studovaných indoevropských jazyků (*Hakenbeck 2008, 11; Gerling 2015, 74*).

Migrační teorie sepsal, v pravěkém archeologickém pojetí, velmi dobře již M. Zvelebil. Příliv vyspělých zemědělských etnik z Blízkého východu způsobil přejímání inovativních znalostí lovci sběrači. Toto pojetí podporoval již V. G. Childe (1925, 1929, 1958), který svým konceptem *ex oriente lux*² nabídl výklad zemědělské kolonizace formou difúze (*Divišová 2012, 143*). V první polovině dvacátého století se tyto pojmy staly často akceptovaným vysvětlením nejen pro změny v materiální kultuře v německé archeologii, ale také v anglofonních státech, např. I. Rouse, 1958. Naopak v ohledu zastánců tzv. Nové archeologie byly migrační hypotézy široce zpochybňovány (C. Renfrew, 1972, 1973) a její metody do značné míry zavrhovány. Např. L. Binford (1965) nebo B. Myhre a B. M. Myhre (1972) je dokonce odmítli. Difúze archeologické materiální kultury byla spíše spojována s jinými modely badatele D. L. Clarka. Navzdory limitům W. Y. Adams (1978), A. J. Ammerman a L. L. Cavalli-Sforza (1973, 1979 a 1984) i I. Rouse (1986) však opět učinili z migračních teorií zajímavé téma, které bylo díky postprocesuálním archeologům v anglo-americkém diskursu hojně diskutováno. Tyto výzkumy zahrnovaly genetické analýzy, historickou lingvistiku, demografické modely a mapy mající podklad v archeologických materiálech (*Burmeister 2000, 540; Hakenbeck 2008;*

¹ Ostře vymezené archeologické provenience se vždy shodují se specifickými etniky nebo kmeny (*Kossinna 1911, 3 sensu Hakenbeck 2008, 11*). Toto tvrzení bylo interpretováno, jako kulturní vyjádření historicky známé etnické skupiny, např. Slované, Kelti nebo Germáni. Vytvořením kontinuity typů artefaktů mělo dojít k vytvoření kontinuity jejich hranic.

² "z východu přišlo světlo" - hypotéza, podle níž se civilizace rozšířila z oblastí Předního východu (*Trigger 1997*).

Dzięgielewski – Przybyła – Gawlik 2010, 9; Gerling 2015,74). Pojem "archeogenetika" zahrnul do výzkumu veškeré v té době nové teorie a metody se zapojenými přístupy výše zmíněných oborů (*Renfrew – Boyle 2000*). Všechny tyto studie měly společné zaměření na pohyb všech populačních skupin. V důsledku tohoto pojetí někteří badatelé operovali s velmi rigidními nedostatky etnicity a postrádali kritické připomínky, že genetické ukazatele, jazyky a analyzovaná materiální kultura nejsou ekvivalentem k etnickým skupinám (e.g. *Pattison 2008*). Za přispění k nezkvalitnění výzkumu a další slabou stránku je považován samotný interdisciplinární přístup, např. převodem komplexních a často diskutovaných pojmů z jedné disciplíny do druhé jako zjednodušených faktů. Takové studie navíc často vycházely z perspektivy tzv. "Božího oka", odkud jsou komplexní migrační procesy převedeny na zjednodušené šipky na mapách (*Hakenbeck 2008, 16*).

Od padesátých let se v odborné literatuře ustálil taktéž pojem neolitizace (*neolithisation*), jako přechod od lovecko-sběračského způsobu života k zemědělskému. Hlavními definovanými pilíři byla výroba keramiky, broušených nástrojů, tkaní, stabilizace sídelní strategie, architektura, pěstování kulturních rostlin a chov domestikovaných zvířat. Od roku 2000 se do tzv. neolitického balíčku přidala sociální diferenciaci a symbolické vyjádření (*Tringham 2000 sensu Gutenberg 2015, 12*). Majoritní homogenita materiální kultury je výsledkem častých kontaktů a vzájemného působení. Naopak diskontinuita v rozložení hmotné kultury je chápána jako doklad sociální i geografické vzdálenosti (*Jones 2002, 25 sensu Květina 2010, 637*).

Interdisciplinární přístup otázek k vazbám na migraci/mobilitu musí být diskutován v diachronní perspektivě. V pozdních osmdesátých letech a především pak v devadesátých se práce K. Kristiansena (1989), J. Chapmana nebo H. Hamerowa (1997) staly zcela zásadními a učinily z migrace opět seriózní vysvětlující model. Teoretický přístup k migracím a mobilitě v minulosti hojně propagovali ve svých pracích i němečtí autoři S. Burmeister (1998, 2000) a R. Prien (2005), kteří tyto předložené modely upravili. Cílem

bylo do jisté míry rozbít monolitický a deterministický pojem migrace, který zastávali kulturní historici a archeogenetická škola. Navrženou alternativou byl dynamičtější model, v němž hraje centrální roli přenos informací a směr tras z destinací. O skutečnosti, že se migrace a mobilita jako vysvětlující koncepty v archeologickém výzkumu opět dostaly do popředí zájmu, svědčí i skutečnost, že v devadesátých letech byla pořádána celá řada podobně zaměřených konferencí. Tento nový zájem je do jisté míry svázán se zaváděním analýz genetického materiálu a stabilních izotopů v archeologii (*Schier 2013, 2; Gerling 2015,74*).

Z řad českých archeologů se dané problematice v modelovém pojetí věnoval E. Neustupný (2004). Přes veškerá kulturněhistorická paradigmata, odlišná archeologická, etnoarcheologická a jiná pojetí bylo jasné, že migrace či posuny byly jednou z hlavních příčin událostí v období pravěku. Poplatným doplněním se zdálo využití demografických nástrojů a metod. Téměř výlučným vysvětlením byla nadbytečná natalita v některých vybraných oblastech, která z jeho tvrzení vyplývala z blíže nespecifikovaných přírodních faktorů. Pro období neolitu je zde zmíněný model *"movement first, growth later"*. Autor také zmiňuje, že komunity v období eneolitu a doby bronzové tvoří těžko oddělitelnou součást. Pro období od doby železné lze uvažovat o migraci formou invazí, kde vedoucí společenská vrstva se pokusí nahradit vedoucí vrstvu jiné komunity. Ovlivnění biologie lidské populace v souvislosti s migracemi je předpokladem k jejich studiu.

Dalšími neméně významnými českými badateli byli, již výše zmíněný archeolog M. Zvelebil (1986, 1995a, 1995b, 1998, 2001, 2002), S. Vencl (1982, 1986) a P. Květina (2007). Jejich pozornost byla soustředěna v rámci migračních, akulturačních a integračních teorií a modelů (*Divišová 2012, 143*).

2.2 Migrace a mobilita - modely

V souvislosti s nástinem dané problematiky, jak již bylo zmíněno v úvodní části, je jedním z cílů předkládané diplomové práce popis samotné mobility. Charakterizování daného jevu v archeologickém kontextu pro období od počátku neolitu přes eneolit³ do počátku doby bronzové. Zmíněná interdisciplinarita problematiky kotví v mnoha dalších vědeckých oborech, jako jsou např. antropologie, demografie, etnologie, historie, sociologie, sociální geografie, psychologie, politologie a urbanismus.

Dle etnoarcheologického pojetí modelů mobility se badatelé pokouší identifikovat relevantní ukazatele strategií platných pro pravěká data. Jedná se o pochopení variability v komplexním lokálním měřítku krajinných celků a posouzení úrovně samotného faktoru. Usuzují, že je možné tyto faktory vyvodit za pomoci informací o kombinaci velikostí, prezenci a počtu skladovacích komponent, popř. jejich absenci. Dále podle inventáře artefaktů nebo průměrné délky (velikosti) rezidenčních komponent. Dělení na mezikulturní úrovni mezi dvěma ukotvenými pohybovými vzorci, klasifikovanými jako nomádský (kočovný) a usedlý způsob života, bylo v průběhu vývoje bádání autory kvitováno. Různé typy aspektů mobility mají rozdílný dopad na sociální strukturu, ekonomicko-kulturní ráz a prvky materiální kultury v behaviorálním kontextu archeologické práce (*Kent 1992, 635*).

Variabilní kategorie migrací včetně různých myšlenkových konceptů a jejich postižení v terminologii vyústily v mnohé pojmy, např. tzv. nomadic foragers, nomadic collectors, tethered nomadism nebo v případě sedentarismu přechod v průběhu života z kočovného na usedlý v různých úrovních – krátkodobé (více než 6-10 měsíců, ale méně než 20-40 let), střednědobé nebo dlouhodobé usedlé způsoby života. Trojrozměrná struktura mobility bývá charakterizována jako časově pravidelná, epizodická nebo singulární. Otázkou

³ chalkolit, dobu měděnou či pozdní dobu kamennou

jsou také plánované nebo záměrné na rozdíl od nucených neplánovaných migračních tendencí závislých na vnitřních či vnějších podnětech (*Kent 1992, 636*).

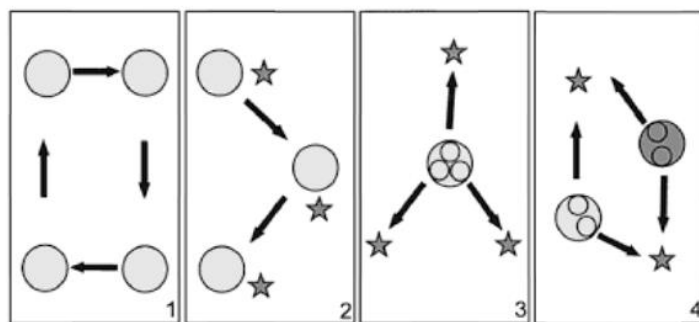
Mobilita byla v pojetí S. Burmeister definována jako transfer jednotlivých osob nebo skupin mezi dvěma prostory nebo lokalitami. Prostorová mobilita je svázána s pohybem lidí, objektů nebo znalostí. Ve své práci se autor zabývá také i konceptem akčního prostoru. Akční prostory jsou utvářeny v různých prostředích pomocí individuálních aktivit a mohou být pomocí pohybu v momentě změněny. Migrace – inovace – kulturní změna byly tři pojmy, které ve svém konceptu blíže objasnil (2013). Tvrdil, že chronologie může tvořit v abstraktní představě páteř archeologie, ale kulturní změna je její mícha a nervové centrum zároveň. Možnost pokročilého archeologického dokladu migrace by měla vyplývat z teoretického základu, který lze v dnešní době čerpat z výzkumu historických a recentních migrací. Nicméně samotná metoda výzkumu prehistorických migrací bývá podmíněna nejednoznačnou rekonstrukcí (*Chapman – Dolukhanov 1992, 170*). Champion (1990, 214) rozlišoval dva druhy mobility, a to pravidelnou mobilitu v nomádských nebo částečně usedlých společnostech, případně nepravidelnou mobilitu v usedlých společnostech (*Burmeister 2013, 36; Gerling 2015, 75*).

Jak již bylo zmíněno, obecně platí, že existuje celá řada druhů mobility, jež se vyskytují mezi sedimentarismem na jedné a nomádismem na druhé straně. Navíc je nutné vždy počítat s nějakými formami interakce mezi kočovnými komunitami a usedlou či agrární společností. V usedlých společnostech jejich členové pobývají běžně na konkrétních místech celoživotně a celoročně, což jim však nebrání, aby většina z nich alespoň sporadicky na nějaký kratší čas putovala na jiná místa (*Barnard – Wendrich 2008, 11; Gerling 2015, 75*), např. kočovní pastevcí, řemeslníci, zemědělci a obchodníci. Neusedlé společnosti se naopak vždy zakládají na mobilitě, ale jsou pro ně příznačné různé stupně pohyblivosti od kočovného způsobu života v nejextrémnější formě až po polousedlý způsob na straně druhé. Bylo navrženo, že rozdíl mezi nomádismem a semi-

nomádismem tkví v přítomnosti nestabilních zdrojů u nomádů a stabilních u semi-nomádů (*Koryakova – Hanks 2006, 277* sensu *Gerling 2015,75*).

Archeologický přístup k nomádismu sepsal R. Cribb, kde rozlišoval mezi kočovnou mobilitou pastevců a lovců-sběračů na základě motivace jejich mobility. Nomádské skupiny zaměřené formou hospodaření na pastevectví jsou poměrně ekonomicky produktivní, avšak pastevectví nelze brát jako synonymum k nomádismu. Soudil však, že vyšší úroveň pastevectví sebou nese vyšší úroveň nomádismu. V důsledku toho je mobilní pastevectví bráno jako sociální a hospodářská strategie (*Cribb 1991, 16*).

Semi-nomádismus je založen na chovu zvířat v ohledu k sezonalitě, zejm. posunu pastvin v průběhu léta a trvalému sídlení přes zimu. Týká se to zejména oblastí stepí a lesostepí, kde se různé pohybové modely mohou lišit v závislosti k ekologickým podmínkám. Vždy bývají však vázané na zdroj vody, tudíž prochází kolem koryt řek, oblastí jezer apod. Do jisté míry se může část nebo celá skupina ve stacionárním období věnovat sekundárně pěstování kulturních rostlin (*Barnard – Wendrich 2008; Gerling 2015,75*).



Obr. č. 1. Obecné schéma mobility, kde kruhy představují sociální skupiny a menší kruhy jejich segmenty, hvězdy symbolizují zdroje, popř. pastviny (převzato z *Wendrich – Barnard 2008, 5-6* sensu *Gerling 2015,76*).

Na základě modelů, viz obr. č. 1, je zřejmé, že v prvním případě lze pozorovat mobilní skupinu s pevným cyklem, ve druhém případě skupina nesleduje fixní vzorec. Třetí a čtvrtý případ popisuje modelové situace na základě mobilních segmentů jednotlivých komunit.

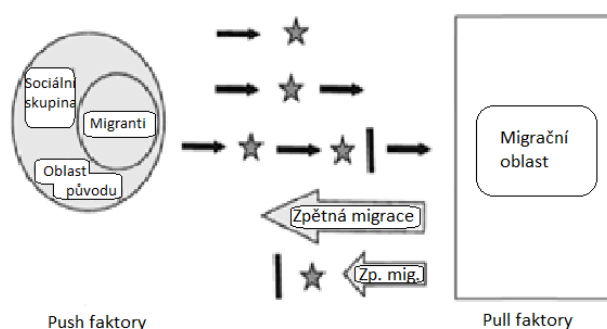
Některé studie dané problematiky se snaží pojmy migrace a mobility oddělit a jasněji definovat, nicméně současný koncept pojímá oba termíny za slučitelné. V případě migrace jde však většinou o potřebu vyjádření výraznějšího posunu. Obecně lze konstatovat, že se jedná o koncept sociologické migrace, která je dle R. Prien (2005) rozdělitelná do tří následujících fází. V první fázi byla migrace široce kategorizována. Druhá fáze byla ve znamení makro-teoretických modelů a třetí, poslední fáze, se týkala zavedení mikro-behaviorálních modelů. Tedy menších lokálních posunů s behaviorálním faktorem. Některé případy zahrnovaly známé tzv. gravitační modely, model vlny pokroku, kurganový model, ekologické nebo push-pull modely, viz obr. č. 2 (Anthony 1992, Prien 2005, 42-44).

Dle konceptu R. Priena vyplývá, že souvislost s procesy změny v rámci velikosti geografického prostoru nemusí nutně pravděpodobně souviset s migracemi. Pouze ojedinělé nálezy kulturně odlišné od domácího prostředí mohou být interpretovány jako doklady obchodu nebo směny. Zdůrazňoval pozornost směřující k změnám týkající se pohřbívání, architektury, osídlení a ekonomické struktury, hmotné kultury (nástroje, zbraně, keramika, šperky a jiné ozdoby) dále posouzení kosterního materiálu (DNA, analýzy izotopů stroncia) a v neposlední řadě případné výsledky paleobotanických analýz a analýz zvířecích kostí (Prien 2005, 309-316).

Rozlišení migrace bývá dvojitá. V ohledu k posunům se dělí na migrace vnitřní a vnější z hlediska hranic. Těmito hranicemi mohou být myšleny společenské, politické, kulturní nebo fyzické limity. Interní migrace, někdy také nazývána jako mobilita, se z hlediska archeologie stává krátkodobou časovou tendencí, která se na materiální kultuře často neprojeví tak významně. Naproti tomu externí migrace bývá charakterizována složitějším procesem. Samotným

pohybem skrze zmíněné hranice. V tomto případě existují dvě tzv. kritické fáze: samotná motivace a výběr cílové destinace. Jedním z dalších ovlivňujících faktorů může být, např. míra udržitelnosti vlastní identity v cílové struktuře (Duff 1998, 32).

Modely "push-pull" vychází z úrovně makro-analýzy. Jejich cílem bylo identifikovat procesy, které byly podmíněny subsistenční strategií a environmentem. Studie na úrovni makro-analýzy hodnotí migraci jako souhrnné chování související s kauzální proměnnou. Zatímco u mikro-analýzy se soustředí pozornost na rozhodovací procesy na úrovni jednotlivců (Cadwallader 1992, 4).



Obr. č. 2 Obecné schéma migračních procesů, hvězdy představují přechodné sídelní aktivity (Anthony 1990, 900 sensu Gerling 2015,80 upraveno autor)

Výběr potenciálního nového území bývá tedy výslednou proměnnou vzájemného působení na úrovni tzv. mikro a makro procesů. Častým předpokladem samotných mobilních posunů bývá znalost cílové lokality (Duff 1998). Informace o potenciálních cílových destinacích se shromažďují a vyhodnocují v procesu, který J. Wolpert (1965) označil za tzv. "place utility" (volně přeloženo - utilitární místo). Z tohoto předpokladu vychází, že lidé jednoduše nepřecházejí obvykle na místo, o kterém by neměli žádné bližší

informace. Alespoň ne v případě, nebyli by nuceni k migraci jinými relativními, buď vnitřními či vnějšími, faktory nuceni. Za zdroj informací o odlehlých lokalitách, mohou být považováni automaticky nově příchozí jedinci nebo celé skupiny. S výjimkou úplného vylidnění zdrojové oblasti se tito prospektoři mohou taktéž zasloužit o navázání vazeb mezi oběma lokalitami. Hlavním představitelem těchto vazeb bývají obchodní vazby a kontakty. Zóny stylistické singularity materiální kultury reprezentují šíření takovýchto informací (*Anthony 1990, 902; Duff 1998, 33*).

Potenciály shromažďování a vyhodnocování informací o tamních místech se soustředěnou migrační strategií vedou k zavedení kognitivních přístupů, jelikož subjektivní vnímání vylučuje zapojení modelů ekonomické racionality (např. zmíněných gravitačních modelů) nebo fyzických principů. Mezi zmíněné informace mohou být zahrnuty i astronomické a matematické znalosti, ale i jiná „know-how“ (*Brown – Sanders 1981, 150-151; Duff 1998, 33*).

Jednou z dalších otázek diskurzu dané problematiky bývá věk. Ten by dle očekávání neměl představovat náhodný průřez populací. Většinou se jedná o mladší členy komunity. Toto tvrzení se později ukázalo v praxi za méně pravdivé, než se zdálo na jeho počátku, nicméně jeho logický předpoklad je zcela správný. (*Harbison 1981, 234, Srv. Warners – Williamns 2006*).

2.3. Pohřební praktiky, vzory materiální kultury a regionální sítě

Přes veškerá variabilní pojetí a koncepty hypotéz, např. Anthony (1990, 908) – „*Kultura nemigruje, lidé ano!*“, je třeba brát v potaz samotné hybatele, ale také specifický dopad na materiální kulturu. Právě předpoklady vazeb a doklady analogií artefaktů měly vždy, ve všech obdobích bádání, zásadní vliv při studiu problematiky migrace.

V předchozí kapitole bylo toto míněné pojetí naznačeno, nicméně je

třeba v ohledu k intra-komutním a inter-komutním sociálním hranicím ve vazbě na archeologický materiál přistupovat obezřetně a věnovat mu dostatečnou pozornost. Samotná sociální diference jedinců ve skupinách probíhala vždy na mnoha různých úrovních, např. biologické pohlaví, gender, věk, biologická a sociální příbuznost, předpokládaný nebo reálný předek, profese, popř. specializovaná řemeslná činnost, schopnosti každého daného jedince apod. Četné identity jednotlivých jedinců mohly a stejně tak nemusely být vnímány a vyjadřovány. Studium archeologických kontextů pohřebních komponent, ve kterých se nám dochovává pozměněná a idealizovaná koncepce sociální diference, je vždy velice problematické (*Hakenbeck 2008; Kolář 2015, 260*).

S. Sievers (2007, 250-251) konstatovala, že v dnešním výzkumu není možné uvažovat v jednoduché rovině o difuzi nebo migraci, popř. vytvářet universální model. Funkcí modelových pojetí je pouze vykreslení, které by mělo soužit k lepší představě a porozumění daných procesů. Nicméně takové modely nevysvětlují specifické případy a jednotlivosti. V případě kulturního transferu se jedná o dlouhodobý proces a jako takový nemá „hodinu nula“ a zejm. různé samotné formy kulturního transferu bývají vzájemně propojeny. Důsledkem této zjevné komplexnosti je paradoxní zpochybňování neustálé snahy o její modelové uchopení (*Goláňová 2013, 254*).

Zvláštním případem často uváděným v souvislosti s migracemi, zejm. ve větším měřítku, bývá etnografická analogie přírodních národů Hopi a Tewa⁴. V tomto případě se jednalo o přesídlení komunity Tewa na území Hopi, kde byly archeologicky obě tyto skupiny na základě materiální kultury od sebe prakticky nerozeznatelné. Pouze v jazyce, vlastní historii a ceremoniích si migranti Tewa zachovávali svou vlastní identitu. Nadmíru pravděpodobný jev bývá kolonizace neobsazených oblastí velkou homogenní skupinou, ve které lze očekávat viditelnou kontinuitu materiální kultury. Nicméně případy, kdy se velké skupiny

⁴ Puebla v severovýchodní Arizoně (Hopi-Tewa, Tano, Southern Tewa, Hano, Thano) poblíž First Mesa (*Kroskřity 2000, 329*).

spojily s již existujícími populacemi, nebývají v pravěku výlučně výjimkou. Takové případy mohou zpočátku obsahovat "rušivé" intruze archeologických záznamů. Právě tyto intruze v ohledu k pravěkým nalezištím můžeme považovat za důležitý indikátor, který je však charakteristický svou citlivostí a často nedetekovatelný v rámci jedné generace (*Duff 1998, 34*).

Jedním z řady předních autorů zabývajících se problematikou v recentním výzkumu mobility z hlediska keramického inventáře je H. Barnard (2008, 2012). Ve svých studiích se zaměřuje zejm. na rozdíly či stereotypy keramiky mezi nomádky a sedimentárními skupinami. Dokládá a kriticky hodnotí fakt, že oba tyto protikladné způsoby života a jejich projevy měly mnohdy i zásadní vliv na materiální kulturu. Technologické a estetické rozdíly (zejm. výzdoba), ale i velikost keramické produkce či funkční doplňky nádob byly pozorovány v porovnání u nomádky (pasteveckých) a zemědělských skupin (*Barnard – Wendrich 2008, 415*).

Předně je třeba uvést, že v rámci obecného popisu pro jednotlivá období a kultury, která výsledně tvoří samotné ohraničení sledované problematiky, jsou zahrnuty jen ty, které byly sledovány z hlediska geochemického výzkumu (analýzy izotopů stroncia) v rámci předkládané diplomové práce a její databáze.

2.3.1. Neolit

Období neolitu (5600 – 4500 BC)

Geneze neolitu ve střední Evropě se překrývá s počátky kultury s lineární keramikou (dále LnK) v časovém horizontu 5600 – 5500 př. n. l. Kultura s LnK byla první středoevropskou kulturou, jejíž nositele je možné označit za opravdové zemědělce (*Mateiciucová 2008a, 30*). Bezprostřední impulzy šíření z balkánského prostředí se přičítají nositelům kulturního komplexu Starčevo – Criș. O způsobu šíření neolitizace ve střední Evropě se vyjádřil také J. Pavúk (2004), jenž uvádí tři hlavní zóny časného neolitu v jihovýchodní Evropě:

Sesklo, Karanovo a Starčevo. Primární důvody pohybu tehdejších lidí možná spočívaly v prudkém nárůstu populace v důsledku progresivních forem získávání obživy a hledání nových habitatů (Pavúk 2004, 73).

Paradigmat neolitu, ale i následujících období eneolitu a doby bronzové byla v průběhu bádání celá řada. Souhrn provedl ve své práci E. Neustupný (1977) „*Paradigma ve střeoevropském neolitu a eneolitu*“, kde rozebírá a popisuje jednotlivé případy od paradigmatu G. Kossiny, difuzionistického paradigma po skandinávské evolucionistické paradigma (Neustupný 1977).

Dosud publikované studie poskytují heterogenní obraz neolitického procesu v Evropě. Poslední údaje ze studií o mitochondriální DNA z centrální a severní Evropy odpovídají ve větší míře modelu demické difúze (směrem z oblasti Anatólie přes Balkán a dále do střední Evropy), kdy zemědělci vytvořili enklávy obklopené domorodými lovci-sběrači. Tito průkopníci by se následně mohli míchat s místním obyvatelstvem prostřednictvím kontaktů v oblasti počátečního osídlení (Lacan et al. 2013).

Samotná představa neolitizace střední Evropy v průběhu bádání představovala jedno ze stěžejních problematik pravěku. Protipólem k již zmíněné byla představa kulturní difúze, kdy nedocházelo k fyzickému posunu lidí, ale pouze samotných elementů kultury. Závěry badatelů ve výsledku představují navzájem protichůdné hypotézy. Tato pojetí, od neolitické revoluce až po komplexní představu, vyplývala ze studia archeologických kontextů a sledování jejich analogií, jež započala svůj průběh od 30. let 20. století. Z celkového hlediska tedy vyplývá, že neolitickou tranzici si nelze představit jako jednotný a kontinuální postup zemědělců z Předního východu do Evropy. Tento proces zahrnoval spíše řadu nesouvislých šíření podél pobřežních cest a větších říčních niv (v některých případech i námořní cestou, např. monoxylony). Podstatným rysem, který určoval tyto tendence, byly environmentální a geografické podmínky jednotlivých oblastí. Námořní trasy směřovaly z oblastí východního Středomoří až na Pyrenejský poloostrov.

Pevninské trasy vedly zejm. povodím Dunaje. Tudy se zemědělství rozšířilo přes střední Evropu do západní a dále na Britské ostrovy, podobně jako z Dánska do Skandinávie (*Price 2000; Tichý 2001; Zvelebil 2001, 5; Pavlů 2005, 2; Mateiciucová 2008b*).

Proměnlivost hypotéz se týkala ve vývoji bádání i příčin a důsledků. Vliv faktorů jako např. klima, životní prostředí a populační tlak na straně jedné a významnost sociálních a ideologických komponent tzv. neolitického balíčku na straně druhé. Takové myšlenky zastávali J. Cauvin (2003), jenž chápal neolitizaci jako proces, jehož důsledkem byla změna lidského myšlení, s níž souviselo i zformování nových nábožensko-ideologických hodnot a I. Hodder (1990), jenž vycházel z přesvědčení, že charakteristickým rysem neolitizace není jen domestikace kulturních rostlin a divokých zvířat, ale také „domestikace společnosti“ (*Pavlů 2005*).

2.3.1.1. Pohřební ritus LnK a nálezy v hrobech

Z hlediska vývoje LnK v Evropě bývají sledovány dva základní okruhy. Toto členění blíže popsal A. Točík ve své práci (1970), kde se v případě prvního okruhu jedná o západní a ve druhém o východní. LnK dříve nazývaná jako volutová, jejíž nositelé ze západního okruhu zaujímali oblast dnešních států ve výčtu - Česká republika, jihozápadní část Slovenska, Holandsko, Německo, Rakousko, Polsko s dosahem až k Ukrajině. Východní okruh LnK zaujímal oblast východní části Slovenské republiky, východní Maďarsko, Rumunsko, Bulharsko a Chorvatsko (*Točík 1970, 72*). Pro danou kulturu jsou charakteristické sídlištní naleziště s pozůstatky dlouhých nadzemních domů.

Pohřební praktiky LnK, stejně jako typologie samotné keramiky, byla předmětem bádání od počátku samotného výzkumu. Více než výčty lokálních variací a dlouhé řady badatelů je podstatná základní představa pro problematiku

předkládané práce.

Vedle kostrového pohřbívání se vyskytují pro období neolitu i doklady žárového ritu, nicméně předmětem zájmu jsou hroby kostrové, jelikož ukrývají alespoň část fragmentárního poznání. Výbavu hrobu příslušníka LnK představovaly artefakty, ze kterých byla nejtypičtější keramika, dále kamenné (ŠI- štípaná industrie a BI- broušená industrie), kostěné nástroje, spondylové ozdoby (přezky, korálky apod.), soupravy na rozdělání ohně a okr (*Podborský 2002*). Právě Spondylus jako jeden z mála ukazatelů demonstrace rozšíření se objevuje v mužských i ženských hrobech. Kamenné tesly převážně pak v mužských. Takové nálezy dokládají postavení zemřelých, jakožto symbol prestiže. Častým projevem raného pohřbívání byl vznik oddělených rituálních míst na sídlištích a společné pohřbívání lidí se zvířaty (*Goring-Morris 1999* sensu *Pavlu 2004, 7*), v řadě případů ve formě symbolických hliněných plastik (tzv. zoomorfni). Výskyt samostatných prostorově vymezených míst k pohřbívání lze nesporně považovat za doklad radikální proměny v sociálním chápání světa mezi živými a mrtvými. Jako takový nebyl v předpokladu striktně oddělován a ve větší části oblastí zůstal propojen. Toto tzv. propojení dokládají četné pohřby na sídlištích (*Pavlu 2004, 21*).

Studiu pohřební výbavy se primárně věnoval J. Pavúk (1972), který si povšiml odlišností, ve kterých hrály roli výbavy malé skupiny dospělých mužů patrilokálního charakteru. V zachování důrazu na sociální strukturu pokračovala práce P. van de Veldeho (1979), ve které se pokoušel hledat rozdíl ve výbavách mužů a žen, které by určovaly jejich sociální status. Ve výsledcích se přiklání k virilokálnímu a matrilineárnímu modelu. Vlivnou prací bývá také v daném ohledu považována studie P. Moddermana (1988). Stěžejní práce posledních let pochází od autorek D. Hofmann (2009) a P. Bickle (2011).

Hlavní přístup v ohledu pohřebního aspektu LnK se nyní odehrává na úrovni výzkumu korelace jednotlivých atributů a kontextu v závislosti na variaci jednotlivých regionů a supra-regionů. Aktuální výzkum determinace variability v LnK založený na databázi (názvem: „Lifeways Database“) 3009 hrobů proběhl

roku 2012. Pozornost v této souvislosti byla věnována zejm. orientaci, poloze (dominantní polohou je skrčená na levém boku) a výbavě (*Hamilton et al. 2013*, 46).

2.3.2. Eneolit a starší doba bronzová

Období eneolitu (4500 – 2300/2200 BC)

Období starší doby bronzové (2300/2200 – 1700 BC)

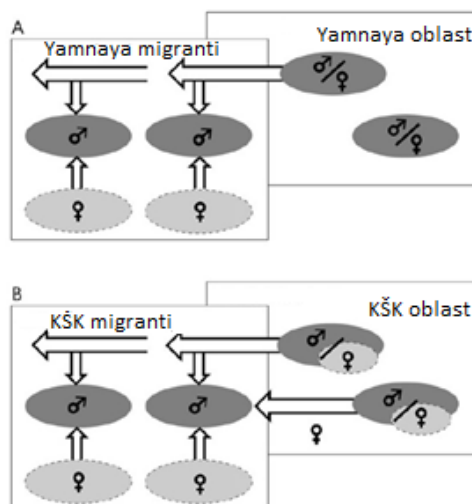
Speciální postavení má v pravěku období eneolitu, jelikož problematika jeho samotného je v celoevropském měřítku obtížná. Stěžejní postavení v tomto období zauímají rozsáhlé technologické inovace, které daly podpoře obchodu a následné mobilitě i na delší vzdálenosti. Modely pro zvýšení sociální diferenciace v průběhu eneolitu navrhovaly transformace sociálních sítí a obchodních výměnných vztahů. Většina vědců zastávala názor, že změny v charakteru osídlení, obchodu a materiálů by mohly způsobit značným nárůstem tzv. konfliktních identit, a že tyto konflikty se projevují v materiální kultuře, ale i na kosterních nálezech. Kromě toho pokles osídlení kolem 3000 BC by mohl naznačovat krizi v neolitických společnostech a v důsledku toho umožnil přistěhovalcům jejich aktivitu (*Hinz et al. 2012; Shennan et al. 2013*).

Formulace modelů se opírala zejm. o pohřební ritus. Právě ten determinoval úroveň sociálního postavení nových identit (např. obchodníků a řemeslníků). Průkopníkem nejvíce popularizovaného modelu byl A. Sherrattem, který uvedl, že sociální diferenciace byla způsobena právě v důsledku rostoucí ekonomické specializace integrované do regionálního výměnného systému a rostoucí hodnoty komodit, jež byly převedeny na společenské vztahy. V tomto ohledu se diferenciace prohlubovala do rolí v tzv. „big man“ systému. Tedy potentátních jedinců. (*Sherratt 1991, 1997; Parkinson*

2006 sensu Pawn 2012, 46).

V rámci zahrnutých kultur v databázi diskutovaného období se jedná zejm. o Jámovou, Tiszapolág, Herpály a Csőszhalom. Ty byly souhrnně zpracovány v dizertační práci J. I. Giblin (2011), která se zabývala stejným aspektem mobility na základě analýz izotopů stroncia pro oblast Velké maďarské nížiny.

Ve své studii K. Kristiansen (2017) uvádí, že pohřebním ritus KŠK je afinitní k východní stepní Jámové kultuře. Ta se svou materiální kulturou vyznačovala jako velice mobilní. Exogamie kultur podporuje hypotézu kontaktů a vzájemného ovlivňování.



Obr. č. 3 Model společenských procesů exogamie, převzato z Kristiansen 2017, 341 (upraveno autor).

V této souvislosti je aktuálně sledována problematika možné epidemie, která se rozšířila mezi tyto kultury (Srv. Sjögren – Price – Kristiansen 2016). Etnika KŠK vypalovala lesy v masivním měřítku, čímž vytvářela pro své stáda otevřené, stepní pastviny. Pozvolnější otevírání krajiny je možné spatřovat

i v jiných oblastech. Živobyčí se zdá být variabilní kombinací pěstování, chovu společně s lovem a sběrem obecně platí, že pozdější eneolitická období v Evropě zaznamenala významné posuny v organizaci osídlení a mobility lidí. Zejména v jihovýchodní Evropě se osídlení rozšiřovala a rovnoměrně rozkládala na větší plochy (*Parkinson et al., 2004*). Často jsou tyto modely čerpány z etnografických paralel o využití hmotné kultury při vytváření nebo změně sociálních vztahů. Výsledné závěry jsou již publikovány v chronologických souvislostech na pozadí kulturního dění v Evropě (*Kristiansen 2017, 339*).

Mobilitě kultury zvoncovitých pohárů (KZP), jejíž ohniska geneze se objevila v jižní části Dánska, Středomoří a Irsku, byla věnována značná pozornost v kontextu celé střední Evropy ve studiích G. Grupe, T. D. Price a A. Bentley, P. Horne. Doména této kultury, specifické díky svému tvarovému charakteru, se dnes dělí na východní, jižní a severní, kde obě jsou specifické svým pohřebním ritem. Opět se vyděluje regionální variace v orientaci skeletů (*Desideri 2011, 24*).

Počátek doby bronzové přinesl velkou změnu ve společnosti v tom smyslu, že věk, pohlaví a prestiž nebyly jediné rozhodující atributy pro sociální postavení člověka (*Sprenger 1999*). V obecném pojednání dochází badatelé k závěru, že hospodářská a sociální reorganizace vedla ke vzniku kapitálu a potřebě větší bezpečnosti a ochrany skupin. Rozvoj politické a vojenské struktury byly v tomto ohledu souběžným jevem. Tento horizont otevření nových koridorů kulturního přenosu mohl tvořit další predispozice migrací, od níž se odvozuje další vývoj (*Johannsen – Laursen 2010, Hansen 2014*).

2.3.2.1. Pohřební ritus KŠK i KZP a nálezy v hrobech

Problematiku diskurzu třídění pohárových kultur a jejich vzájemného vztahu sledují v retrospektivě četné studie (e.g. *Neustupný 1962; Wiermann 2004; Turek 2006*). Ve své souhrnné studii poukazuje J. Turek (2006) na koexistenci a vzájemný chronologický a genetický poměr obou kultur, na něž existují dva protichůdné názory. První predikuje alochtonitu populací, která předpokládá současnost obou kultur a v některých oblastech střední Evropy. Ve druhém pojetí se badatelé doplňují v představě o chronologické návaznosti obou komplexů stejného nositelského etnika, kde muselo dojít k radikální a náhlé změně na základě vnitřních formálních změn v rámci jednoho symbolického systému. Pohřbívání je zde věnována část, kde jsou na příkladech doloženy typické vlastnosti kulturních entit. Podobnost tradice pohřbívání opět vychází z principu genderového rozlišování polohy mužských a ženských pohřbů a orientace na základě světových stran. Pro území Čech je pravidlem pohřeb mužů na levém boku s hlavou směřující k severu, a žen na pravém boku s hlavou směřující k jihu. Poměry zastoupení obou pohlaví jsou uváděny v analogiích pro více oblastí Evropy, kde je patrné kolísání poměrů žen. Nicméně je tato tradice silně přechylována v závislosti opět na oblastních rozdílech. V ohledu transformace materiální kultury a jejího kontinuálního vývoje mají v poslední době větší výpovědní hodnotu paradoxně sídlištní nálezy (*Turek 2006, 277-281*).

Artefaktní zastoupení hrobového inventáře se pohybuje ve výčtech ŠI, BI, keramických artefaktů, mušlí, ale i typické lukostřelecké výbavy (v podobě nátepních destiček), dále kostěných a v neposlední řadě měděných artefaktů (jako jsou jehlice, spony a dýky). Specializované kovotepecké nástroje se objevují v podobě tzv. kovadlinek a kamenných kladívek (*Turek 2003*).

2.4.1. Problematika migrace pravěku pro území ČR

Primární představu postupného rovnoměrného šíření z Blízkého východu vzápětí vystřídal hypotéza „ostrovního“ rozšiřování zemědělství v neolitu. Pro některé skupiny kultury se šňůrovou keramikou (KŠK - skupiny české i moravské) bylo již za doby J. L. Píče zpozorována značná absence sídlišť. Ve zmíněném badatelském období se do logických souvislostí uváděly hroby KŠK a neolitické sídliště (lineární a vypíchané). Tento jev byl interpretován a vedl do logické analogie o nomádském stylu života, který podporovaly následující sporadické nálezy sídlišť KŠK bez zahloubených objektů. Diskuze v české literatuře a zejm. důležitá z hlediska předkládané problematiky je starší studie E. & J. Neustupných (1960), kde se ve svých názorech převratně pustili od migrační interpretace vysvětlující kulturní změny v pravěku.

V práci z roku 1982 E. Neustupný představil hypotézu „*migrace infiltrací*“. Tato hypotéza byla rozdělena do tří rovin (1. destrukci domorodých skupin, 2. osídlení prostoru po domorodých skupinách nebo 3. společné osídlení s domorodými skupinami).

Diskurz v české archeologické literatuře dle E. Neustupného se k tématu mobility (pasteveckých a zemědělských teorií) zakládal na dvou stěžejních otázkách. První z nich byla otázka základní ekonomické aktivity. Následně druhá, která měla vysvětlit absenci sídlišť v ohledu k nezachytitelnosti archeologickými metodami. Dalším příkladem pro dané období byla kontinuita kultury kulovitých amfor na sídlištích řivnáčské kultury (*Buchvaldek 1978, 41 sensu Neustupný 1982, 279; Neustupný 1997, 304*). Za nepravděpodobné vysvětlení byl uveden model stepního nebo polopouštního pastevectví v mladém eneolitu. Předpokladem byl „polo-usedlý styl života se smíšeným hospodářstvím“ (*Vencl 1994, 18 sensu Neustupný 1997, 305*).

3.0. Bioarcheologie

Specializované odvětví archeologie oficiálně známé již dnes jako bioarcheologie se formovalo od roku 1972, kdy J. G. D. Clark poprvé použil samotný termín ve svém článku – *Star Carr: a Case Study in Bioarchaeology*. Termín byl od té doby aplikován na studium biologických pozůstatků (biota⁵) z archeologických nalezišť. Zahrnuty zde byly obory archeozoologie (zooarcheologie), archeobotaniky (paleobotaniky), osteoarcheologie, environmentální archeologie, paleoekologie a v neposlední řadě také analýzy starobylé DNA (ancient DNA) či analýzy izotopů - (Knüsel 2010, 62).

Přes tento udaný směr se dodnes vymezují proti sobě různé terminologie. Z hlediska teoretického poznání tak dochází terminologicky k mírným epistemologickým⁶ výkyvům mezi severoamerickými a britskými vědci, stejně tak jako ve Francii - napříč frankofonními výzkumníky pro Evropu, kde se k identickým pramenům přiřazují jiné pojmy a naopak. Jmenovitě se jedná o organizace American Association of Physical Anthropologists (zkr. AAPA) s přidruženými organizacemi Paleoanthropology Association (zkr. PA) a Human Biology Association (zkr. HBA) pro Severní Ameriku. British Association of Biological Anthropology and Osteoarchaeology (zkr. BABAO) pro Velkou Británii. V UK se takto organizují badatelé, zabývající se organickými zbytky z archeologických nalezišť, jež zahrnují environmentální, osteologické a paleopatologické pozůstatky. Shoda environmentálního zaměření se severoamerickými badateli je patrná. Nicméně například druhová odlišitelnost lidských pozůstatků z nalezišť a jejich zařazení spadá pod jiná odvětví britské osteoarcheologie. V rámci biologického pojetí se oba tábory neshodují, jelikož se jedná o subjektivní zařazení do příslušných odvětví a jejich terminologií. V tomto případě jde o spor sociobiologický, stojící na genetických základech

⁵ Soubor všech prvků flóry a fauny dané oblasti (Butzer 1982, 59).

⁶ Epistemologii (epistémé – vědění, znalost) se zvana teorie poznání. Je pro ni podstatný rozvoj vědy a s ním i nově položené otázky (Sokol 2010, 265).

a biokulturní/bioarcheologický s pevnou představou o neoddělitelném propojení s kulturou (*Knüsel 2010, 63*).

Metody a koncepty v bioarcheologii jsou operacemi nad shromážděnými a interpretovatelnými daty, které jsou z rozříštěných souborů vytaženy pro rekonstrukci kvality a způsobu života daného etnika. Primární snahou je shromáždění biologického profilu komunity (pohlaví, věk, výška, způsob úmrtí apod.). V tomto ohledu bioarcheologie spoléhá na jednoduché vizuální i metrické techniky jasně definované a standardizované v příručkách. Rekonstruovaný bioarcheologický profil napomáhá demografické představě potažmo jejímu potenciálu. Kromě základních ukazatelů lze z pozůstatků také vyčíst i kvalitu života. Patologické znaky, které kosti nesou, bývají často předmětem forenzních praktik. Specifické patogeny dále slouží jako indikátory nemocí, stresu a jiné. Správná interpretace těchto ukazatelů může pomoci rekonstruovat epidemiologii onemocnění. Výsledná data jsou důležitá, chceme-li lépe porozumět účinkům a dopadům těchto onemocnění na člověka v minulosti. Nicméně zdaleka ne všechny onemocnění nechají stopy na kostech (*Larsen 1999; Martin – Harrod – Perez 2014, 377; Šlaus – Petaros – Adamic 2015, 28*).

V úvodu kapitoly bylo již zmíněno, že k jednomu z oborů bioarcheologie se řadí i analýzy starobylé DNA. Právě ty přispívají ke studiu migrací v minulosti. V komparaci se získanou starou DNA z archeologických nalezišť a recentní DNA populace je možné vyvozovat geneze ohnisek genofondu. Populace na evropském kontinentu je z hlediska analýz genetických markerů relativně homogenní. Výjimku tvoří jen malé procento izolované populace (např. Sámové nebo Sardinci). Patrná je taktéž korelace mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi. Takový stav lze považovat za důsledek právě migrací a přirozeného výběru, který působí v odlišných oblastech rozličnou intenzitou (*Cavalli-Sforza – Menozzi – Piazza 1994; Lao et al. 2008, 1241*).

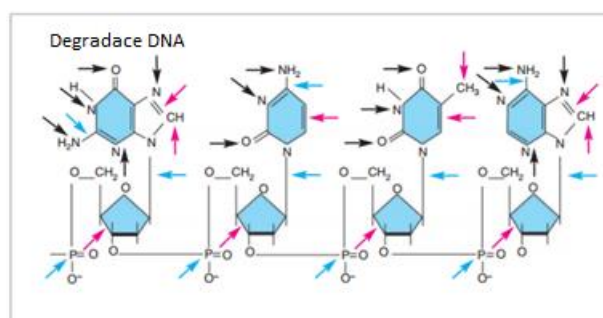
3.1. Genetické metody

3.1.1. Analýza archaické DNA

Molekulární genetiky a možnosti analýz DNA jsou archeologii přístupné posledních 30 let. Deoxyribonukleová kyselina (deoxyribonucleic acid) neboli DNA je přítomna v každé buňce všech organismů a je nositelem dědičného genetického kódu (genů). Ve vědeckém prostředí není stálá a jasná definice pro archaickou DNA (starobylou DNA, ancient DNA, paleoDNA, aDNA). Jedna z možných jí popisuje jako deoxyribonukleovou kyselinu z historických pozůstatků člověka, zvířete nebo rostliny, ve které se předpokládají rozkladné změny vlivem času po dobu jeho uložení. Další definice jí uvádí jako vzorek DNA získávaný z měkkých i tvrdých tkání ve vysoce fragmentovaném a degradovaném stavu za přispění environmentálně indukovanými mutacemi (teplota, vlhkost, pH půdy, záření a aktivita mikroorganismů. Tedy právě čas nehraje v porovnání s ději v okolí tak zásadní roli pro samotnou degradaci DNA (*Handt et al. 1994, 525*). V podstatě se všechny definice shodují na tom, že pochází z biologických vzorků kostí a zubů archeologických vykopávek. Naproti běžnému zmíněnému materiálu se také objevují materiály, jako jsou např. vlasy, peří, kopyta, nehty, kůže (pergamen), semena, pyl, ale i zmrzlé nebo mumifikované tkáně či koprolity (*Rizzi et al. 2012, 21*). Proti moderní DNA je aDNA charakteristická svou nízkou kvalitou molekuly (*Borková – Jurček – Drábek 2011, 3*). Jinými slovy se jedná o výsledek degradace DNA post mortem (viz obr. č. 3), kdy dochází ke zkrácení vlivem tvorby lézí či fyzickému molekulárnímu rozpadu, což vede k preferenčnímu zesilování kontaminačních sekvencí (*Gilbert et al. 2005, 541*). Dnes je možné pomocí aDNA určit pohlaví jedince, přítomnost specifického genu či kombinaci genů, stanovit příbuznost, identifikovat z nalezených zbytků druh organismu, případně rozlišit pozůstatky konkrétního jednotlivce, u některých importů určit provenienci a v neposlední řadě také první zajímavé výsledky přináší molekulární paleopatologie (*Pavelka*

n. d., 6; Pavelka – Šmejda 2007, 315).

Rozmanitost v populaci je dána faktory posunových mutací nebo nukleotidových substitucí, jejíž molekulární podstatou je tzv. delece nebo inserce v řetězci DNA (náhle bez přechodů, konstantní nové formy, kvalitativní změny, v různých směrech, opětovný vznik stejných mutací). Navzdory rozporupnějším počátkům genetických výzkumů a jejich aplikace na prehistorický materiál se v posledních letech již ukázalo, že možnosti studia minulých migrací či sledování samotného původu jsou velice přínosné k dalšímu definování dynamických a situačních aspektů, jež je možné označit za archeologickou kulturu (Rizzi *et al.* 2012, 22; Hofmann 2015, 454). Pro obecnější přehled a informace o jejich stavbě viz práce z roku 2003 autorky Susanne Hummel - *Ancient DNA Typing: Methods, Strategies, and Applications*.



Obr. č. 4 Spontánní degradace DNA Místa modifikovaná oxidativními (červené šipky), hydrolytickými (modré šipky) a metylačními (černé šipky) procesy, jež mohou vést k jednořetězcovým zlomům, dvouřetězcovým zlomům, odstranění bází z řetězce (depurinace a depyrimidinace), deaminaci (odstranění aminoskupiny) nebo metylační (GC–AT) změně genetické informace nebo blokování posunu polymerázy po řetězci DNA během polymerázové řetězové reakce (PCR) převzato z Borková – Jurček – Drábek 2011, 5 (upraveno autor).

V rámci genetického inženýrství existuje řada technik výzkumu aDNA k amplifikaci⁷ a přezkoumání genetických markerů, které zahrnují např. mtDNA

⁷ Proces přípravy mnoha kopií určitého úseku DNA pomocí polymerázové řetězové reakce (zkr. PCR)

Více zde: <http://www.genetickagenealogie.cz/products/amplifikace-dna/>

(Hervella et al. 2012) a Y-chromozomální DNA (Haak et al. 2010) či autozomální sondu sekvencí dat (Skoglund 2012, 467). Nicméně v závislosti na již zmíněné degradaci bylo třeba dané techniky v rámci archeologické genetiky modifikovat. Vývoj probíhal zejm. v 90. letech minulého století v kontextu paleontologie, egyptologie, hmyzu zachyceného v jantaru, domestikaci zvířat a rostlin, aj. Důležitou výzkumnou etapu pro období pravěku bývají považovány studie zabývající se neandrtálci a denisovany (Krings et al. 1997, 20).

Badatelský výzkum a metodika polymerázové řetězové reakce (zkr. PCR - Polymerase Chain Reaction) byla navázána na novou optimalizovanou technologii tzv. „Next Generation Sequencing“ (zkr. NGS). Pomocí tohoto způsobu byly vyřešeny časté problémy a také došlo k přizpůsobení specifickým požadavkům aDNA. Další otázkou diskurzu je využití moderních dat o populaci k rekonstrukci minulých demografických událostí (Willerslev – Cooper 2005). Naproti tomu použití modelů a přístupu koalescence⁸ genetických vzorků shromážděných v různém geografickém a časovém měřítku, se prokázalo jako efektivní přístup za účelem porozumění minulosti populační dynamiky a evolučních procesů (Excoffier – Ray 2008, 348). Pro určitá stádia množení DNA segmentů je zapotřebí, aby každá PCR procházela specifickými teplotními cykly. Za tímto účelem je snaha dosažení optimalizačního procesu, jehož výstupem by měl být přesný popis PCR postupu. Dnes již existuje početná škála strategií PCR při amplifikaci aDNA, např.: „hot start“ PCR, „nested“ PCR, „touch down“ PCR, „two step“ PCR, „multiplex“ PCR, „real-time“ PCR (Taberlet – Griffin et al. 1996; Taylor 1996; Kühn – Schröder et al. 2001, Montiel – Garcia et al. 2003, Krause – Dear et al. 2006, Alonso – Martin et al. 2004 sensu Urbanová 2008, 46-49).

Z hlediska variability odlišných způsobů dědičnosti (mitochondriální, Y-chromozomální a jaderné markery DNA) se různí i jednotlivé techniky

⁸ Popisuje průběh a vlastnosti genealogií v populacích, na které působí různé evoluční síly (drift, selekce, migrace).

sekvencování, jež zobrazují historii původu žen, mužů a obou pohlaví vzájemně. Mitochondriální a Y-chromozomální DNA jsou haploidní systémy, kde je specifická kombinace genetických charakteristik definována jako haplotyp (ht). Monofyletické skupiny haplotypů jsou definovány jako haploskupiny (hg). Zařazení evropské populace majoritně spadá do N a R makrohaploskupin jako jsou haploskupiny H, I, J, N, T, U, V, W a X. Jak již bylo zmíněno je mitochondriální DNA obzvláště vhodná pro analýzy aDNA z hlediska zkoumání fylogeografických modelů pro období v posledních desítkách tisíc let. Kvůli její vysoké abundanci na buňku, její vysoké míře mutace a nerekombinantnímu způsobu dědičnosti stejně jako u Y-chromozomu, kde je zaměřeno také na nerekombinující část NRY jednonukleotidového polymorfismu – SNP (z anglického Single Nucleotide Polymorphism) a STR (Short Tandem Repeats - krátké tandemové repetice), mohou být zkoumány v rámci analýz aDNA jejich krátké sekvence. Výhodou chromozomu Y ve srovnání s mtDNA se jeví fakt, že substituce jsou z velké části jedinečné procesy polymorfizmu, zatímco mtDNA často vykazuje paralelní a zpětnou mutaci (*Stumpf – Goldstein 2001, 1739*). Diploidní jaderná DNA je často zkoumána pomocí mikrosatelitních markerů: VNTR (Variable Number Tandem Repeats - krátkých repetitivních prvků s různým počtem opakování mezi alelami), za účelem zjištění historie a vývoje populací či druhů. Problémem alel mikrosatelitních markerů je však jejich nestálost v rámci degradované aDNA (*Ellegren 2004, 436*).

Posunem samotných metodik se i v odborné literatuře zaměřené na diskutovanou problematiku posléze ustálila řada pokynů a doporučení, které jsou dnes známá jako tzv. „*The nine key criteria*“ (volně přeloženo jako devět klíčových kritérií) – viz jednotlivé body (*Cooper and Poinar 2000 sensu Gilbert et al. 2005, 541*).

1. Izolace pracovišť: oddělování vzorků a extrahovaných DNA z PCR amplifikovaných výsledků.

2. Negativní kontrola extrakce a amplifikace: k detekci kontaminantů vstupujících do procesu v libovolném stádiu.
3. Přijetí molekulární vlastnosti: kvůli degradaci DNA; úspěšná amplifikace fragmentů DNA ve starých studiích DNA by měla být brána s opatrností.
4. Reprodukovatelnost: vícenásobná PCR a extrakce by měly poskytnout konzistentní výsledky.
5. Klonování produktů: posouzení poškození a kontaminace PCR
6. Nezávislá replikace: generování konzistentních výsledků nezávislými výzkumnými skupinami.
7. Biochemická konzervace: uchování dalších biomolekul, které korelují s přežíváním DNA, by mělo naznačovat dobré zachování vzorku (např. kolagen nebo raceminalizovaný amino-acid.).
8. Kvantifikace: pomocí kompetitivní PCR nebo PCR v reálném čase by se mělo zjišťovat počáteční množství templátů⁹ v reakci.
9. Související pozůstatky: jsou asociované zbytky stejně dobře zachovány a vykazují důkaz o kontaminaci? (Srv. obr. č. 4).

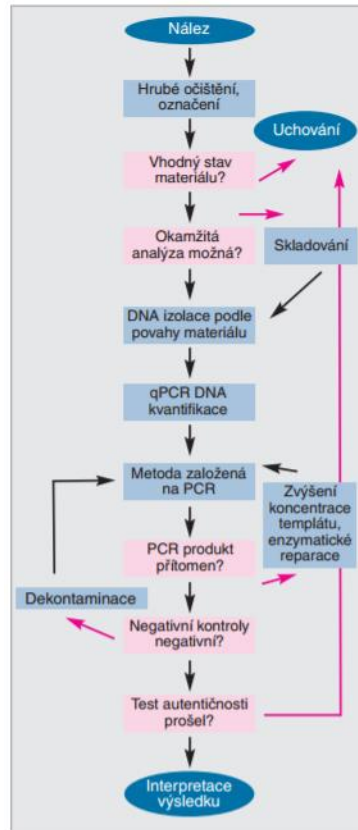
Pokyny pro práci v laboratoři a v terénu lze shrnout do výčtu podmínek, které by se měly dodržovat na každém výzkumu. V aDNA laboratoři by mělo být základním předpokladem, že nedojde k další práci na moderní DNA. Potřebné je také zabezpečení již amplifikované DNA, jelikož může dojít ke smíchání se vzorky archaické DNA. Ochrana před kontaminací je klíčovým krokem k zabránění znehodnocení vzorku. Při práci s lidskou DNA bývá o to více nutné zajištění a zabránění přenosu DNA personálu do vzorků. V případě, že se práce provádí s rostlinným či zvířecím materiálem je zde rovněž možnost

⁹ Replikace DNA při buněčném dělení probíhá semikonzervativním způsobem - každé polynukleotidové vlákno slouží jako předloha (matrix, templát) při tvorbě nových vláken na základě komplementarity. Výstavbu provádí DNA polymerázy s počátkem vazby na krátký oligonukleotid, který je díky své komplementaritě navázán na templátový: jednořetězcový úsek v případě komparativní PCR (Beránek 2016, 76).

znehodnocení vzorků - původcem mohou ale být např. nedbalost v podobě konzumace potravin, pylový spad apod. V ideálním případě by měl být v aDNA laboratoři prostor pro vybavení a oddělená místnost výlučně pro preparaci kostí a DNA extrakce. PCR reakce musí probíhat ve fyzicky oddělené PCR laboratoři nebo prostoru. Cirkulace vzduchu by měla být zajištěna skrze UV-HEPA filtry. Pracovní stoly a všechno zařízení by měly být sterilizovány ultrafialovým zářením a důkladnou dezinfekcí. Technický personál by měl být vybaven ochrannými pomůckami, jako jsou rukavice, roušky a laboratorní oděv (*Pavelka n. d., 3; Yang a Watt 2005, 332*).

Doporučení se musí vztahovat i pro samotnou manipulaci ve fázi výzkumu v před-laboratorní fázi. Práce archeologů na výzkumu s možností aplikace studia DNA musí odpovídat metodě a tedy samotné vzorky při exkavaci nečistit (krusta slouží jako ochranný obal před kontaminací). Proces čištění je fází laboratorního postupu. To samé platí v případě omývání vzorků, kdy také může dojít ke kontaminaci proniknutím kontaminační DNA do kostní tkáně nebo může poškodit aDNA i hydrolyticky. V případě možnosti je nutné se vyvarovat použití konzervačních prostředků, jelikož jejich chemické složení může inhibovat PCR reakci a potenciálně také kontaminovat vzorek (*Srv. Nicholson et al. 2002*).

Na nalezišti je zapotřebí také používat ochranné pomůcky. Výměny rukavic a čištění náradí jsou nutné, kdykoli exkavátor přechází z jednoho stanoviště na druhé. Důležité je uchovávání vzorků v chladnější teplotě za suchých podmínek z důvodu zabránění další degradaci. V následné manipulaci či v případném transportu vzorků je nutné dodržet vzájemné oddělení jednotlivých vzorků z důvodu kontaminace. Menší vzorky se mohou odebírat do plastových sáčků v případě, že jsou suché. Drobné vzorky se odebírají do zkumavek nebo do tzv. eppendorfek. Využití papírových sáčků je méně vhodné, zejm. v případě nejsou-li vzorky suché (*Pavelka n. d., 3; Yang a Watt 2005, 333*).



Obr. č. 5 Schéma práce s aDNA. Znázorněny jsou vstupní a výstupní body (ovály), procesy (obdélníky) a rozhodovací body (červené obdélníky). Černé šipky znamenají postup při splnění podmínky, červené alternativní postup převzato z *Borková – Jurček – Drábek 2011*, 5.

I přes striktní přijetí výše popsaných kritérií či další řady navrhovaných doporučení není autenticita zcela zajištěna (e.g. *Malmström et al. 2007; Green et al. 2009; Bunce et al. 2012*). K problematice z hlediska autenticity aDNA se jmenovitě jedná o diskutované otázky perzistence, poškození a v neposlední řadě kontaminace. Právě kontaminace má podstatný vliv na autenticitu výsledku. Již po prvních výzkumech si byli badatelé vědomi možnosti nenávratného znehodnocení vzorků vlivem kontaminace. Sekvence kontaminantů může být zanesena v průběhu několika fází: deponace, exkavace, skladování nebo při manipulaci (*Sampietro et al. 2006*).

Kinetické kalkulace predikují, že drobné fragmenty DNA o velikosti

100 – 500 bp se nezachovávají déle než 10 tisíc let v prostředí s mírným klimatem a stejně tak v chladných oblastech déle jak 100 tisíc let vlivem hydrolytického poškození. Za přispění optimálních podmínek není možné, aby byla amplifikovatelná DNA zachována déle než 1 milion let. Případy nejstarších DNA, jež mohly perzistovat v ledu za teploty konstantní okolo -50°C , jsou výjimečné (*Vaňharová 2008*, 23).

Míra poškození a kvalita dochované aDNA je pro studium velmi důležitá, jelikož ovlivňuje následné postupy práce a zpracování používaná v genetických studiích. Oblasti řetězce DNA, jež byly poškozeny, nebo zde došlo ke ztrátě nukleotidu, mohou být ošetřeny pomocí enzymů označených komerční značkou Restoráza (Restorase – Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). Směsice tří enzymů – AccuTaq LA DNA polymeráza, reparační enzym a mezofylická polymeráza (*Urbanová 2008*, 11). V živých organizmech dosahuje DNA vysoké stability díky enzymatickým systémům údržby a oprav ve všech živých buňkách. Jakmile však organismus zemře, začnou tyto tzv. systémy údržby selhávat. DNA v tkáni post mortem bývá vystavena štěpení nukleázami uvnitř buněk a společně s dalším působením mikroorganismů a bakterií má za následek degradaci (tzv. degradace nekrotická). Uvedené faktory vedou k počáteční fragmentaci a redukci DNA. Konec procesů celkové degradace chemickými reakcemi a dalšími chemickými procesy, které mají dopad na změnu DNA (např. hydrolytické štěpení a oxidační poškození - hlavními místy oxidačního útoku jsou dvojnásobné vazby obou pyrimidinů a puriny, křížové vazby podmiňují Malliardovy reakce), má za výsledek množství aDNA dostupné ve vzorku. Validita poškození či špatně navržená samotná amplifikace ovlivňují dále přesnost získaných údajů. Konkrétně fosfodiesterové vazby ve fosfátovém cukru se vyznačují citlivostí na hydrolytické štěpení, které vytváří jednovláknové výčnělky. Hydrolytické poškození také dochází u glykosidických vazeb mezi dusíkatými bázemi a hlavním cukrem, což vede k utváření tzv. abasických míst (*Poinar – Hofreiter – Spaulding et al. 1998*, 404).

Abazická¹⁰ místa mohou vést k nesprávnému začlenění nukleotidů během PCR amplifikace nebo předčasnému ukončení samotné amplifikace. Mohou také podstoupit chemické přesazování, které podporuje výskyt zlomení lézí přispívající k fragmentaci. Právě fragmentarizaci často zdůrazňují badatelé a podotýkají, že je třeba ji brát v úvahu při navrhování testů aDNA. Maximální délka aDNA jsou všechny sekvence, které bylo možné načíst. Dokonce s endonukleázou¹¹ a ethidium bromidem (EtBr – za pomoci ultrafialového záření) se velikost amplifikovatelných fragmentů obvykle pohybuje od přibližně padesáti do pár set párů bází. Proto je nutné se při použití cílených přístupů k testu zaměřit na krátké amplicony a překrývající se fragmenty (*Hofreiter et al. 2001, 354*).

3.1.2. Mitochondriální DNA

V případě mitochondriální DNA se jedná o DNA vyskytující se v mitochondriích. Pro elementární představu bývají mitochondrie, membránově obalené organely vyskytující se v eukaryotických lidských buňkách, přirovnávány k elektrárnám. Takové označení pramení z jejich zásobovací energetické funkce, kterou transformují a dodávají adenosintrifosfát (zkr. ATP) do dalších reakcí v buňkách. Mimo jiné se také podílí na homeostáze Ca²⁺, buněčná signalizace, apoptóze, produkci volných kyslíkových radikálů (ROS), termogenezi, Krebsově cyklu, metabolismu aminokyselin, mastných kyselin a steroidů. Systém oxidativní fosforylace (zkr. OXPHOS) je hlavním

¹⁰ Abazická místa patří k nejběžnějším a nejčastěji opravovaným poškozením genomové DNA. Tato místa se vytváří za spontánní ztráty báze, převážně při depurinaci či jako mezistupeň při enzymatickém opravném procesu vyštěpení báze u různých poškození bází. Tisíce purinových bází bývají každodenně uvolňovány z DNA ve všech lidských buňkách, a pokud takto vzniklá abazická místa nejsou opravována, mohou se stát velice mutagenními (*Bednářová 2014, 27*).

¹¹ Enzym, který štěpí fosfodiesterovou vazbu uprostřed nukleotidového řetězce.

Převzato z internetu – odkaz: http://user.mendelu.cz/urban/vsg1/geneticky_slovník1.html

nepostradatelným zdrojem energie (ATP) eukaryotické buňky. Definuje se takto komplexní proces, situovaný ve vnitřní mitochondriální membráně, na níž se podílí čtyři enzymy dýchacího řetězce, dva mobilní přenašeče a ATP syntéza (Wallace – Brown – Lott 1999, 212; Venditti et al., 2013, 73).

Klíčovou vlastností mtDNA je dědičnost po mateřské linii. Tedy studium genetických markerů mateřské linie vede na tomto základě k vysledování směru migrace. Mitochondriální DNA (mtDNA) je malý kruhový genom v mitochondriích nacházejících se v cytoplazmě a je schopen se nezávisle replikovat od jaderné DNA (nDNA). Jejich genetický kód není vždy identický. MtDNA se skládá pouze z 16 569 párů bází. Jejím obsahem jsou geny kódující proteiny. Kóduje biosyntézu 2 rRNA pro mitochondriální ribosomy, 22 typů tRNA a sérii mRNA. Obsahuje také nekódující oblast o velikosti 1,2 kb s hlavní regulační funkcí, která nemá žádné sekvence intronu – nazývanou také jako řídicí oblast nebo D-smyčku (z angličtiny: D-loop). Oblast obsahuje tři hypervariabilní oblasti (Hyper variabilní oblast nebo Segment I (HVS-I) II (HVS-II) a III. Tyto polymorfní segmenty mají odhadovanou mutační rychlost $1,64 \times 10^{-7}$ pro HVS-I a $2,297 \times 10^{-7}$ pro HVS-II, což je asi desetkrát vyšší než míra kódující oblasti) oddělené konzervované segmenty. Znaky kódované mtDNA jsou zděděny pouze po matce (oocyt obsahuje asi 100 000 molekul mtDNA). V případě takovéto dědičnosti se jedná se o tzv. matroklinní dědičnost. Dále se sestává z počátku replikace lehkého řetězce L-vlákna (lehkého vlákna), což je smyslové vlákno a H-vlákna (těžkého vlákna). MtDNA a má velmi málo nekódujících bází, které se nacházejí v D-smyčce (Displacement loop) nebo v kontrolní oblasti (CR), která má dvě hypervariabilní oblasti HV1 a HV2. Každá buňka má vysoký počet kopií mtDNA, která může dosáhnout stovek až tisíc kopií na buňku. MtDNA má vysokou rychlost mutace a akumuluje mutace přibližně desetkrát rychleji než nDNA geny podobné funkce (Štípek 1998, 21-23; White et al. 2003, 744; Soares et al., 2009, 740-750).

Homoplazická mutace označuje termín, kdy se v populaci mtDNA vyskytují jen mutované molekuly DNA. V případě, že mtDNA v buňce identická

není a její obsah tvoří směsice dvou nebo více různých mtDNA, jedná se o tzv. heteroplazmii (*Taylor – Turnbull 2005, 390*). Na základě pravidel mendelistické dědičnosti dochází v jádrech buněk k dědičnosti genetické informace. Maternální transfer mtDNA v průběhu rané ontogeneze podléhá tzv. náhodnému genetickému driftu. Kdežto v případě segregace mutovaných variant mtDNA po fertilizaci se o náhodný proces nejedná. Genetický drift lze považovat za tzv. efekt hrdla lahve (z angličtiny: tzv. bottleneck effect), jehož procesem dochází k poklesu genetické diverzity během oogeneze. Pouze marginální počet molekul mtDNA bývá transferován z mateřského organismu na potomka. Samotné fenomény se ve své podstatě projevují ve vyšší mutační rychlosti mtDNA. V matematickém modelu, jenž popisuje průběh genealogií (tzv. koalescence) výpočty na základě mtDNA predikují, že moderní střeoevropské populace nejsou potomstvem pouze čistě jen pozdních lovců-sběračů nebo časných neolitických zemědělců. Z důvodu absence genetických markerů, jež by jasně vymezily původ, tak mnohdy dochází k protichůdným stanoviskům v rámci závěrů studií ohledně podílu v genofondu (*Jenuth et al., 1996, 146; Bramanti et al. 2009, 138*).

Vývoj výzkumu však pokročil z hlediska kompletního sekvenování mitochondriálního genomu, jenž získal jemnější metody pro rozlišení a detekci haploskupin. Např. HV3, HV4 a U4a1 byly identifikovány jako pre-neolitické (~ 12 000 - 19 000 BP) mitochondriální haploskupiny ve východní Evropě zatímco U4a2a, U4a2, HV3a a R1a1 jsou mladší a jejich datování se pohybuje okolo 6 400 a 8 200 BP (*Malyarchuk – Derenko – Perkova et al. 2008, 1092*).

Stávající studie mtDNA v oboru evoluční genetiky člověka a archeogenetiky je možné rozlišit na dvě skupiny – první zahrnuje přístupy fylogenetické práce s jednotlivými mtDNA haplotypy a druhá přístupy populačně genetické, jež vycházející z populačních vzorků definovaných geograficky nebo etnicky (*Renfrew et al. 2010*).

3.1.3. Jaderná DNA

Ve srovnání s mtDNA je autozomální DNA (jaderná DNA mimo pohlavní chromozomy; nDNA - nuclear DNA, jaderná DNA) omezena do dvou molekulových vláken složených ze dvou polynukleotidových řetězců, jež mají antiparalelní směr. Nachází se ve strukturách zvaných chromozomy a každý úsek je v buňce přítomen dvakrát – na materiálním a paterálním chromozomu. Přiřítá se jí kontrolní a řídicí funkce a taktéž kóduje pořadí aminokyselin v polypeptidu či některé RNA. Způsob získávání od starověkých lidských kosterních pozůstatků je náročnější právě kvůli nízkému počtu kopií. Zpravidla jde o výzkum prostřednictvím mikrosatelitů¹² (*Ellegren 2004*, 438; *Urbanová 2008*, 8). Lidský jaderný genom obsahuje přibližně 3,2 miliardy párů bází zabalených do 46 chromozomů, 44 autozomů a 2 pohlavních chromozomů (jedna sada je zděděná po matce a druhá po otci). Každý jednatel se vyskytuje se svou jedinečnou genetickou výbavou. Podstatou vzájemné odlišnosti jsou tzv. genetické polymorfismy¹³. V rámci polymorfismu nDNA do těchto klasických systémů náleží krevní skupiny a polymorfizmy proteinů, stejně tak jako stanovení isoenzymových variant, varianty s jedním nukleotidem, obvykle zjišťované jako restriční délky fragmentů (zkr. RFLP). Badatelé odhadují, že míra mutace u jednotlivých nukleotidů je přibližně od 10^{-7} až 10^{-8} na generaci. Pomalá mutace těchto polymorfismů poskytuje prostředky pro vizualizaci dávné historie našeho druhu. Jiná třída nukleárních polymorfismů se skládá z tandemově opakovaných sekvencí DNA. Tyto systémy se nazývají mikrosatelitní systémy a počet opakování v jednotlivých systémech se liší v rámci jednotlivců (časté krátké motivy 1 – 5 bp). V lidském těle byly nyní identifikovány tisíce mikrosatelitních polymorfismů. Jejich míra mutace je

¹² Úseky DNA, které se tandemově opakují: STRs (short tandem repeats), LTR (long tandem repeats), SSR (simple sequence repeats), VNTRs (variable number of tandem repeats) nebo α -satelitní sekvence (*Tautz 1989*; *Edwards et al. 1991*; *Ellegren 2004*).

¹³ Existence nejméně dvou nezávislých variant (alel – jednoho úseku DNA, genu, repetitivní sekvence atd.).

mnohem vyšší než míra mutace jednotlivých nukleotidů blíží se k 10^{-3} na generaci. V závislosti na délce repetice a počtu kopií se dále člení na: LINE (long interspread elements) – dlouhé sekvence (kolem 6 500 bp) přítomné v 20 – 100k kopiích a SINE (short interspread elements) – středně dlouhé (asi 300 bp). Kvůli této vysoké míře mutace mají mikrosatelity potenciál poskytnout informace o nedávných evolučních událostech. Zejména mohou přiřadit data k událostem, ke kterým došlo od počátku člověka s větší přesností než pomalu se vyvíjející RFLP (Aitken – Stringer – Mellars 1993, 70; Jorde – Bamshad – Rogers 1998, 127; Borková – Jurček – Drábek 2011, 3).

Jaderná DNA, podobně jako mtDNA, je ideální pro fylogeografické studie, jelikož otcovský gen neprošel rekombinací při meióze¹⁴. Analýzy založené na Y-chromozomálních haplotypech poskytují informace pouze o toku mužského genu. Kombinace dvou jednoznačně získaných zděděných markerů mtDNA a Y-chromozomu tedy může odhalit různé vzory, které odrážejí evoluční procesy ženských a mužských linií. Autozomální markery jsou dědičné bi-parenterálně a podléhají rekombinaci během meiózy. Jednonukleotidové polymorfismy (SNP) jsou pozice v genomu, které jsou geneticky proměnné. SNP pocházejí z přirozeně se vyskytujících mutačních procesů a nové varianty mohou být předány potomkům důsledkem vzrůstající frekvence populace kvůli, např. genetickému driftu nebo výběru. Dvě verze segregujícího místa jsou označovány jako alely. Obecně platí, že většina SNP jsou obvykle bialelické (existují zde jen dvě alely: např. A nebo G), mikrosatelitní polymorfismy multialelické (existuje zde více než dvě alely). Přestože majorita polymorfismů je očividně funkčně neutrální, část z nich má zřejmě alelicky specifické účinky na regulaci genové exprese či funkce kódovaného proteinu, přičemž determinuje interindividuální variabilitu v biologických znacích i senzitivitu vůči nemoci (Botstein – Risch, 2003; Halperin et al., 2005; Kidd et al., 2006).

Pro stanovení pohlaví se provádí analýzy pomocí markerů. Jednou

¹⁴ Zrací dělení: vznik haploidních (n) gamet z diploidních buněk (Petronczki et al., 2003).

z nejvyžívanějších, které se aplikují, je analýza genu pro amelogenin, jenž kóduje produkci proteinu. Tento lokus se podílí na tvorbě dentální skloviny u savců a nachází se na obou chromozomech (AMELX i AMELY). PCR primery pro amplifikaci amelogeninu ve většině populací světa produkují 106 bp pro ženy a 106/112 bp pro muže (*Santos et al., 1993; Mannucci et al. 1994, 191; Butler – Li 2014, 10*). Dalším z markerů jsou α -repetitivní sekvence. Jejich podstatou je aplikace variabilních párů primerů na každý chromozom zvlášť (*Zachová 1999*).

3.1.4. Genetická genealogie (chromozom Y)

Lidský Y-chromozom se dědí výlučně po otcovské linii. Lze rozdělit do dvou hlavních částí: pseudo-autosomální oblasti (5% chromozomu na koncích chromozomu, zkr. PAR) a nerekombinantní části (zkr. NRY) obsahující 95% Y-chromozomu. Druhá část je geneticky chudší a v rekombinaci se nepáruje. Dvanáct genů je obsaženo v lidském chromozómu NRY. Ty jsou dále rozděleny do dvou skupin, kde první skupina má pět genů a druhá sedm. Tato podstata se často využívá v genetické genealogii. Celkově obsahuje kolem 60mil. bází, které se kódují přibližně se stem genů. Majoritní část Y-chromozomu je homologická s X-chromozomem. Tato podstatná část bází se při rekombinaci nemění a tím pádem se takový nepozměněný vztah projeví i na další generaci. V tomto případě je možné hovořit jen o drobných mutacích (*Tilford et al. 2001*).

Pro určování Y-chromozomu se využívá dvou typů markerů. První z nich jsou binární (zkr. SNP) a druhými Y-chromozomální STR. Binární markery jsou charakteristické svou nízkou mírou mutace, což je činí vhodnými ukazateli pro identifikaci stabilních otcovských linií. Y-chromozomální STRs (zkr. Y-STRs) představující druhou skupinu Y-chromozomálních polymorfních markerů, které jsou častěji využívány pro svou jednoduchou typizaci. Označením pro STR

markery tvoří zkratka DYS společně s číselným kódem. Y-haplotyp je termín pro označení souboru STR markerů, jež náleží společné vazbě a nachází se na chromozomu. Obdobně je tomu v případě haploskupin, které lze na základě haplotypu SNP odhadnout (*Su – Xiao 1999*, 1718; *Gusmao – Carracedo 2003*, 4; *Karafet et al. 2008*, 381).

Některé počáteční studie Y-chromozomu odmítaly demickou difuzi zdůrazněním dědictví existujících evropských linií z mladšího paleolitu s odhadem přínosu Blízkého východního chromozomu (22 %) v moderním evropském genetickém fondu (*Semino et al. 2000*). Nicméně genealogické přehodnocení založené na pravděpodobnosti naznačuje opačný výsledek, v jehož důsledku se jedná o podstatně vyšší příspěvek neolitických zemědělců (~ 65%). Nicméně aktuální stanoviska k migraci z hlediska genetických studií zastávají, že nelze studium omezovat pouze na genetický materiál. V takovém důsledku bude vždy časný neolitický příspěvek částečně odlišný. Navíc několik Y-chromozomálních studií podpořilo neolitický difuzní model pomocí studia frekvencí haploskupin, které byly pozorovány v jihovýchodní oblasti směrem k severozápadní ose Evropy (*Chikhi et al. 2002*; *Battaglia et al. 2008*; *Hofmann 2015*, 458).

3.2. Geochemické metody

Izotopová geochemie je primární disciplína vůči environmentálnímu výzkumu zahrnující studium izotopického složení chemických prvků v geologických materiálech, tj. horninách, minerálech, zbytcích organismů, ale i v hydrosféře a atmosféře (*Porcelli – Baskaran 2011*, 11). Přes rozdílnou metodiku stanovení a odlišné aplikace se izotopová geologie obvykle dělí na dvě kategorie. První je zastoupena neradiogenními (stabilními) izotopy obvykle lehkých prvků (S, C, N, O, H atd.), pomocí jejichž izotopů se dají pozorovat procesy frakcionace prvků v exogenní zóně, měřit teploty hydrotermálních a metamorfních procesů nebo zkoumat původ těchto prvků v minerálech a horninách. Druhou kategorií představují radiogenní izotopy (výsledek radioaktivního rozpadu) většinou středně těžkých a těžkých prvků (Sr, Nd, Hf, Os, Pb atd.). Rozličné geochemické vlastnosti mateřských prvků a jejich radiogenních produktů jsou příčinou odlišného izotopického složení a vývoje jednotlivých zemských rezervoárů. Relativní zastoupení těchto izotopů v minerálech a horninách je příhodným indikátorem jejich původu. Izotopická skladba sedimentů reprezentuje složení kůry, ze které byly tyto horniny odvozeny, eventuálně složení mořské vody, se kterou se ekvilibrovaly (*Košler – Jelínek – Pačesová 1997*, 7).

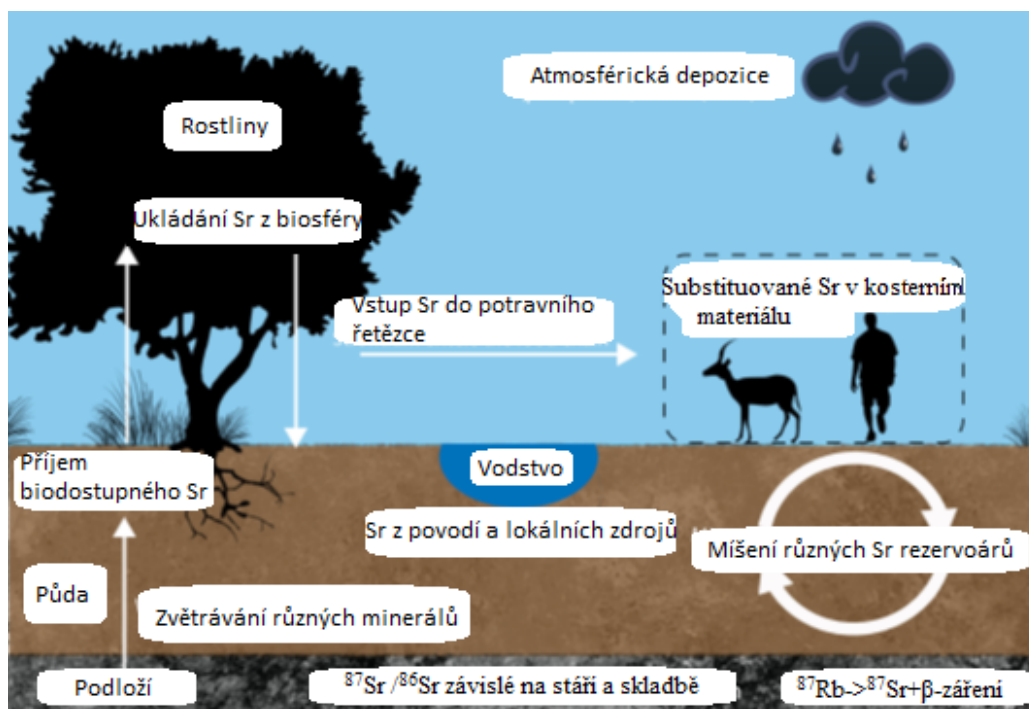
Izotop je pojmenování formy nuklidů jednoho chemického prvku, které mají v atomovém jádře stejný počet protonů (tudíž stejné chemické vlastnosti), ale různý počet neutronů (*Hladíková 1988*, 4). Vlivem rozdílného hmotového čísla a atomové hmotnosti reagují různými rychlostmi. Tyto odlišné fyzikální vlastnosti způsobují jejich frakcionaci, tedy rozdělení do sloučenin či fází v nichž se daný prvek vyskytuje. V přírodě se přirozeně vyskytuje 329 nuklidů, z toho 273 je stabilních a 56 radioaktivních. Řada izotopických nuklidů se vyrábí také uměle. Prvek může být obsažen izotopy stabilními, tak i nestabilními, u nichž známe poločas rozpadu (*Kovačiková – Brůžek 2008*, 42).

3.2.1. Stabilní izotopy stroncia $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

„Jste to, co jíte“ (autor neznámý)

K základní představě slouží schematický diagram, viz obr. č. 3. Znázorňuje průběh a možné varianty procesů, které mají potenciální vliv na kompozici stroncia před vstupem do kosterní soustavy lidí i zvířat. Společně se subsistenční strategií mají izotopy výpovědní hodnotu týkající se migrace (e.g. Bacon *et al.* 2004; Feranec – Hadly – Paytan 2007; Baumann – Crowley, 2015).

Od narození se u juvenilního jedince ukládá daná hodnota stroncia udávaná hodnotami okolí. Výsledný rozdíl hodnot zubů, kostí a studované oblasti reflektuje tzv. (*outliers* nebo *non-local*), tedy jedince s odlišným původem či stravovacími návyky (Latkoczy 1998, 561).



Obr. č. 6. Diagram koloběhu stroncia: převzato z internetu, odkaz-
<http://80.69.77.150/documents/6> (10. 2. 2017) upraveno autor.

Stroncium je reaktivní prvek z řady alkalických zemin. Vyskytuje se v přírodě přirozeně ve formě izotopů ^{88}Sr (82,53%), ^{86}Sr (9,87%) a ^{84}Sr (0,56%). V průběhu β -záření rozpadem radioaktivního rubidia (^{87}Rb – poločas rozpadu $4,88 \times 10^{10}$) se vytváří ^{87}Sr (7,04%). Poměr obou hodnot je si roven. Vytváří pouze strontnaté sloučeniny Sr^{2+} . Geologickému stáří substrátu odpovídá konvenčně vyjadřovaný poměr $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Minerály na bázi stroncia jsou celestin SrSO_4 a stroncianit SrCO_3 (Price 1985, 420; Prohaska 2002, 887; Price 2004, 10; Bentley 2006, 136; Kovačiková – Brůžek 2008, 44; Szostek – Mądrzyk - Cienkosz-Stepańczyk 2015, 135).

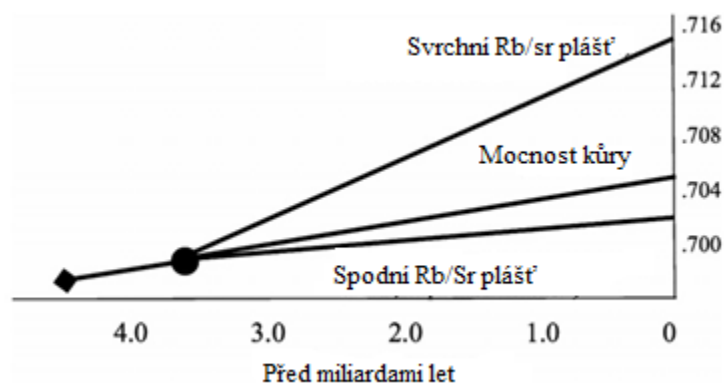
Geochemické zastoupení Rb a Sr v horninách a půdách se řádově liší, jelikož se ukládaly po rozdílný geologický čas. Obecně platí, že hodnoty se různí v rámci geologie, teploty, srážek, vlhkosti, nadmořské výšky, fotosyntetických drah v rostlinách a trofické úrovně. Důsledkem toho je podstatná diference zastoupení $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ současných geologických oblastí. Staré horniny (>100Ma) s původním vysokým poměrem Rb/Sr mají hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obecně kolem 0,710. Mladší horniny (1-10Ma) s nízkým poměrem mají hodnoty kolem 0,704. Zvláštní případ tvoří mořské sedimenty, ve kterých docházelo k ukládání různých hodnot v průběhu času vlivem soli (Price 1985, 421; Bentley 2006, 139; Szostek 2015, 136).

Rozpad Rb-Sr je v rámci geochronologie jednou z nejpoužívanější geochemickou metodou. $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ poměr přímo úměrný k poměru Rb /Sr. ($t = 0$) je čas po který se hornina krystalizuje a λ rozpadová konstanta. Obecná rovnice radioaktivního rozpadu je $N = N_{0e}^{-\lambda t}$, kde N je aktuální množství, N_0 je počáteční množství a (t) je čas (Bentley 2006, 137).

$$^{87}\text{Rb} = ^{87}\text{Rb}_{0e}^{-\lambda t}$$

$$^{87}\text{Sr} = ^{87}\text{Sr}_0 + ^{87}\text{Rb}_0 - ^{87}\text{Rb}_{0e}^{-\lambda t}$$

Potřebný ukazatel pro $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ a $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, dvou různých minerálů vytvořených ve stejnou dobu, dává dvě rovnice o dvou neznámých. Rozpadová konstanta pro ^{87}Rb je vyjádřena: $1,42 \times 10^{11} \text{ yr}^{-1}$ (Bentley 2006, 138).



Obr. č. 7. Graf geneze poměru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v závislosti na čase (Bentley 2006, 138) upraveno autor.

Ze všech izotopů, které jsou v současné době analyzovány z archeologického kosterního materiálu, mají izotopy stroncia největší efektivnost v problematice mobility (srv. Åberg 1995; Blum et al., 1997; Gosz et al., 1983; Koch et al., 1992 sensu Bentley 2006, 135). První představitel metody analýzy stroncia v archeologii byl badatel J. E. Ericson roku 1985.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že izotopy stroncia jsou tedy jisté signатурní zdroje hodnot prostředí a s ním spojené stravy, ukládané společně s vápníkem (Ca), hořčíkem (Mg), zinkem (Zn) a baryem (Ba) v průběhu života v kostech každého jedince. Bagatelizovaná představa hodnot geologického podloží ekvivalentního k archeologicky zachyceným jedincům tolik neplatí v praxi. Zejména v případě prehistorické kostry se dá říci, že každý atom stroncia procházel jinými fázemi v přírodním koloběhu z podzemního magmatu, přes minerály, půdu a vodu, do atmosféry a zvláště do živých organismů a rostlin (Price 2000, 908; Bentley 2006, 136).

3.2.3. Determinace místních $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Počáteční odhady hodnot signálu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ podloží a sedimentů z různých věkových skupin mohou poskytnout početné geochemické studie v dnešní odborné literatuře. Avšak tyto signály geologických substrátů nejsou dostatečně reprezentativní v rámci skutečných hodnot vstupujících do biosféry a potravního řetězce. Poplatné bývají jako referenční údaje. V takovém ohledu jsou velice důležité pro kvalitnější analýzu (*Price et al. 2000, 907*).

Prvním krokem při provádění analýz izotopů stroncia je určení hodnot příslušné oblasti. Hodnoty geologického substrátu se však mohou výrazně lišit od biologicky dostupných hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v potravinovém řetězci. Biodostupnost¹⁵ a exploatace izotopů stroncia v daném biotopu je dána jako rozsah hodnot vypočítaný na základě průměrné izotopové hladiny stroncia. Biodostupnost stroncia je tedy část celkového stroncia vyskytující se v půdě v hodnotách od ~0,2 do ~20 ppm (*Capo et al. 1998, 199; Price et al. 2000, 907*). Stroncium je zastoupeno ve všech složkách půdy (biologické, minerální, vodní a vzdušné - podle podílu každé frakce se geologicky určuje půdní textura a půdy se zařazují do půdních druhů. Primární minerály utvářejí v půdě větší částice (štěrk, písek) a sekundární jemnější (*Šantůčková 2014, 11*).

Využití půdních vzorků pro stanovení biodostupnosti stroncia prokázalo různou míru úspěšnosti. Obecně ale platí, že některé oblasti se mohou hodnotami stroncia jevit relativně homogenně, naproti tomu komplexní geomorfologické celky se projevují vysokou variabilitou $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Proto je tedy příhodné v rámci daného výzkumu zachytit tyto biologické signatury prostřednictvím místní fauny, zejména větších savců - nejlépe domestikovaných herbivorů, jejichž potrava by podle předpokladů měla odpovídat průměrné hodnotě $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Činností ledvin dochází u herbivorů k diskriminaci stroncia na úkor vápníku pro

¹⁵ Anglicky "*bioavailability*" schopnost látky interagovat se systémem organismů. Podíl z celkového množství či koncentrace v daném biotopu (*Alexander 2000, 12*).

syntézu do kostní tkáně. Hodnoty stroncia jsou u herbivorů pětikrát menší než u jejich rostlinné stravy. Karnivoři kosti vykazují tedy tím pádem také nižší poměr stroncia (*Pollard 2008, 346*). Popřípadě lze k analýze zvolit schránky plžů a mlžů, jež reflektují hodnoty v rámci malé mobility zmíněných živočichů pro dané naleziště (*Price et al. 2000, 906*). Obecně platí, že vzorky rostlin vykazují dobrou srovnatelnost s jinými hodnotami $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ přírodních indikátorů. Na základě novějších studií je ovšem zdůrazněn fakt, že recentní vzorky jsou pro komparaci méně vhodné. Jejich signál $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ je ve velké míře zkreslený. Prostřednictvím vlivu hnojiv a importované potravy dochází k silné kontaminaci (*Schweissing – Grupe 2000, 100; Slovak – Paytan 2011, 745*).

Atmosférická depozice a obohacování Sr z biomasy je dalším klíčovým faktem pro svrchní část půdních horizontů. Rostliny s mělkými kořeny jsou tak ovlivněny nejvíce. V tělech rostlin nedochází k frakcionaci poměru izotopů $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Rozdíly ve fyziologii rostlin a měnících se přínosech stroncia z různých rezervoárů mohou vést k výrazně rozdílným poměrům v jediné rostlině a mezi různými druhy rostlin ve stejné oblasti. Obecně tedy platí, že atmosférické srážky, spad aerosolů a depozice částic vlivem zvětrávání ovlivňuje do značné míry hodnoty stroncia svrchní části půdy v jednotlivých oblastech, zejm. v přímořských a suchých částech světa (*Reynolds – Quade – Betancourt 2012, 576*).

Někteří badatelé použili pro determinaci studované oblasti standartní odchylky 2σ od střední hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ z archeologických vzorků 0,0015 až 0,003% (15 až 30 ppm). Tento přístup však nebere v úvahu specifické geologické podmínky v dané lokalitě a jejím okolí. Totéž ale platí v případě, kde geologické mapy jsou použitelné jen částečně pro archeologický kontext či samotné kladené otázky (*Price et al. 1994; Grupe et al 1997 sensu Oelze 2012, 17*).

Proces zvětrávání a depozice hornin má vliv i na hodnoty v rámci hydrografie - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v podpovrchové a povrchové vodě (*Capo et al. 1998, 199*). Pro srovnání v nadmořských výškách obecně platí, že ve vyšších polohách

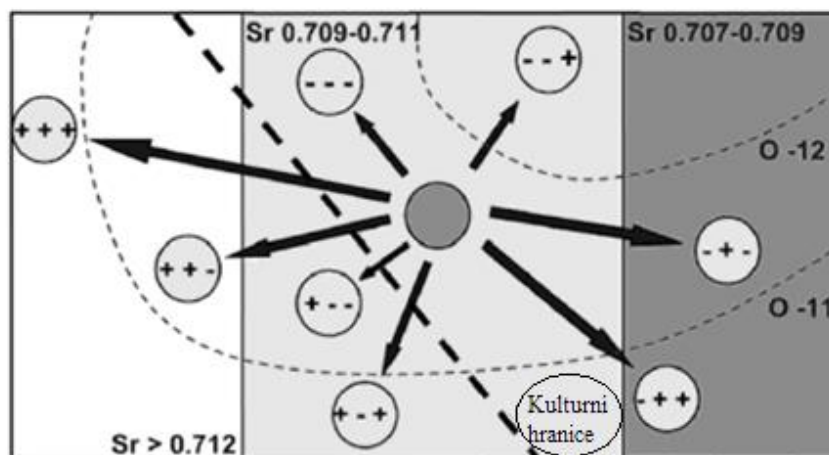
je poměr signálu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ větší než v nížinách, kde s početnějším zastoupením sedimentů a komplexnější říční síti isotopy stroncia výrazněji eskalují v hodnotách vody. Závislost hydrologie a půdní vlhkosti se také projeví na naměřených hodnotách vody a půdy (Aubert et al. 2002, 293). Totéž platí o slaných vodách oceánů a moří, kde se v závislosti na času ukládala různá variace hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Koncentrace ve slané vodě je relativně vysoká (8100 $\mu\text{g/l}$), ve srovnání s Rb (120 $\mu\text{g/l}$), je tedy mnohonásobně větší než průměrná hodnota (~0,07 ppm) říční vody (Vanhaeren et al. 2004, 1485).

Stejná úměrnost může platit v rámci hloubky půdy od povrchu směrem k podloží - opět roste poměr naměřených hodnot směrem k mateční hornině. Z výše uvedeného lze tedy konstatovat, že půda je směsicí různých signálů $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vážící se buď ke geologicky homogennímu či heterogennímu sedimentu. Strategie vzorkování závisí na geologických a environmentálních podmínkách studovaného naleziště včetně okolí (Capo et al. 1998, 206; Prohaska et al. 2005, 245).

K zpřesnění či v případě nejednoznačnosti naměřených hodnot místního signálu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dopomáhá kombinace metody v součinnosti s dalšími analýzami izotopů, např. uhlíku ($\delta^{13}\text{C}$), dusíku ($\delta^{15}\text{N}$) a kyslíku ($\delta^{18}\text{O}$). Ačkoli metody izotopů uhlíku a dusíku neosvětlují problematiku mobility, mohou mít výpovědní hodnotu pro potenciál dispozice stravování. Jeden z hlavních faktorů ovlivňující měřený signál je právě potrava (Price et al. 1985, 422; Wang – Cerling 1994, 282; Schwarcz – Schoeninger 2011, 726).

Za účinnější metodu než je určování hodnot místní fauny nebo flóry je považována metoda průměrování $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ hodnot archeologických lidských pozůstatků. Metodu navrhla L. E. Wright (2005), která ve své studii na datovém souboru odlišila jednotlivce se vzdálenějšími hodnotami, takže revidovaný soubor odpovídal průměrné distribuci stroncia a odrážel místní signál $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Statistickými testy zjištěných hodnot byli potvrzeni nelokální jedinci. Ve zmíněné studii vykazovali daní jedinci taktéž navíc daleko vyšší hodnoty, než byly hodnoty naměřené pro sledovanou oblast Tikal (Guatemala). Vysvětlení se

našlo v podobě importované soli, která měla za následek majoritní odchytku signálu. Obdobná situace nastala při výzkumu Ancón (Peru), kde stejný dopad na naměřené hodnoty archeologického materiálu měla strava tehdejších jedinců v podobě mořských plodů (Slovak 2009 sensu Slovak – Paytan 2011, 746).

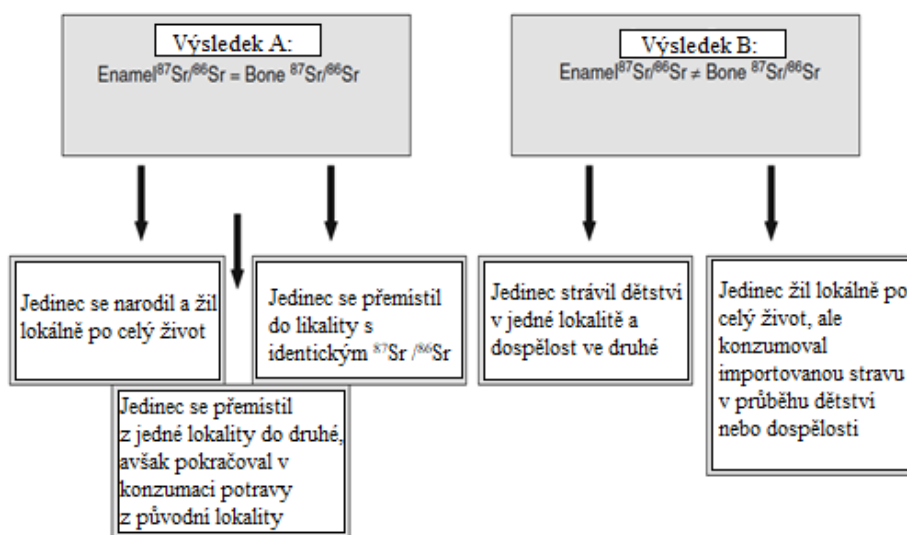


Obr. č. 8. Schéma evidence migrací získané z kombinace archeologie (\pm), izotopů stroncia ($+\pm$) a izotopů kyslíku ($++\pm$) Převzato z Tütken, 2010, 45 sensu Gerling 2015,83. Upraveno autor

3.2.4. Determinace hodnot lidských pozůstatků

Hodnoty získávané z lidských pozůstatků pochází, jak bylo zmíněno výše, z kostí a zubů. Vzorke pro analýzu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pochází ze zubní skloviny (enamel, email), vzhledem k vysoce mineralizované struktuře, která spolehlivě zablokuje signál Sr při tvorbě *in vivo*. Tento signál utvořený v kojeneckém věku a dětství je podpis geologického pozadí stravy daného jednotlivce a později se dále již nemění. Naopak lidský kosterní materiál se mění v průběhu života a odráží tedy místní hodnoty před smrtí. Obvykle se jedná o období mezi posledními deseti až dvaceti lety života (Tykot 2006, 132; Slovak – Paytan 2011, 744).

V otázce lokálních a nelokálních jedinců se vychází z hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ enamelu, jež jsou za hranicí analyticky definovaného místního rozsahu, viz obr. č. 9. Těmto jedincům dle Bentley 2004 přísluší terminologické označení nelokálních namísto migrantů apod.



Obr. č. 9. Schéma možností mobility (převzato ze *Slovak – Paytan 2011, 744*) upraveno autor.

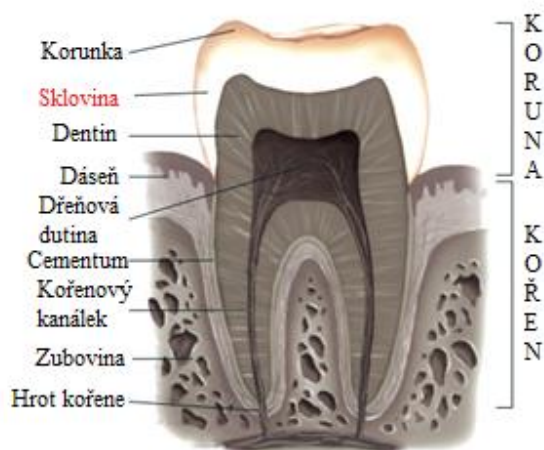
Řada vědeckých studií na základě laboratorního měření určila, že se kostní kolagen vytváří převážně z proteinů, zatímco kostní apatit a zubní sklovina představují celou stravu (makroživiny a mikroživiny). Vzhledem k tomu, že hodnoty signálu zubů nejsou tak značně ovlivněny (diagenezí) jako u kostí, je vhodnější k výběru vzorků upřednostňovat právě zubní materiál. Ze zubů lze také v dentální antropologii navíc mimo jiné získat informace o stáří, stravě, příbuzenských vztazích, infekčních onemocněních, rekonstrukci a chronologii stresových faktorů (*Pankowská et al. 2014, 16*).

Stroncium je jedním z prvků, který se neúčastní žádných metabolických procesů. Vymyká se tedy homeostatické kontrole a ukládá se v celém množství

v minerální složce kostí a zubů. Biochemickou cestou z potravního řetězce společně ze zdrojů vody a takéž rostlin, je přijímáno z půdy společně s vápníkem. Při tomto procesu dochází k jevu zvanému biopurifikace, kdy daný organismus přednostně vstřebává vápník oproti stronciu, jež je přednostně odstraňováno ze zažívacího traktu. Důsledkem tohoto procesu (biopurifikace) je redukce poměru Sr /Ca oproti tomuto poměru v přijímané potravě. Hodnota poměru Sr /Ca se snižuje se stoupající pozicí v potravním řetězci. V závislosti podobných atomových vlastností Sr a Ca je mnoho rostlin nerozlišuje a vykazuje tak vysoké poměry Sr /Ca. Hodnoty stroncia bývají také zastřené v souvislosti s potravou bohatou na bílkoviny (*Burton et al. 1999, 612; Pollard 2008, 349*).

V rámci kvantitativního modelování či užití Sr jako proxy dat pro Ca k odhadu poměrů bylo zjištěno, že nelze dané poměry explicitně kvantifikovat, jako v případě zvětrávání primárních minerálů (*Åberg et al. 1990, 2*).

Utváření samotných zubů začíná již *in utero* z ektodermu ve vícestupňových procesech zvaných amelogeneze (tvorba enamelu) a dentinogeneze (tvorba dentinu). V dalších fázích vývoje dochází k rozpadu organické matrix, který je následně mineralizován hydroxyapatitovými krystaly. Po ukončení vývoje korunky začíná vývoj kořene. Tvorba enamelu probíhá do cca prvního roku života. Průběh dentinogeneze je o něco delší, jelikož trvá cca do dvou a půl let života. Při počáteční kalcifikaci se mohou vytvářet zóny sekundárního dentinu a cementu. Dočasný chrup známější pod pojmem mléčné zuby je nahrazen stálým chrupem zhruba do 12 let věku. Předpoklad je tedy relativita hodnot juvenilních jedinců. Hodnoty jednotlivých typů zubů představované pro první období života se budou lišit. První molární korunka je formována od perinatálního období do osmi let. Mineralizace korunky třetího moláru probíhá variabilně v mladším věku každého jedince a její dovršení se stanovuje převážně kolem 16 let (*Kang et al. 2004, 1609; Price et al. 2002, 130*). Části zuby viz obr. č. 10.



Obr. č. 10. Průřez zubem (upraveno autor). Převzato z internetu, odkaz:

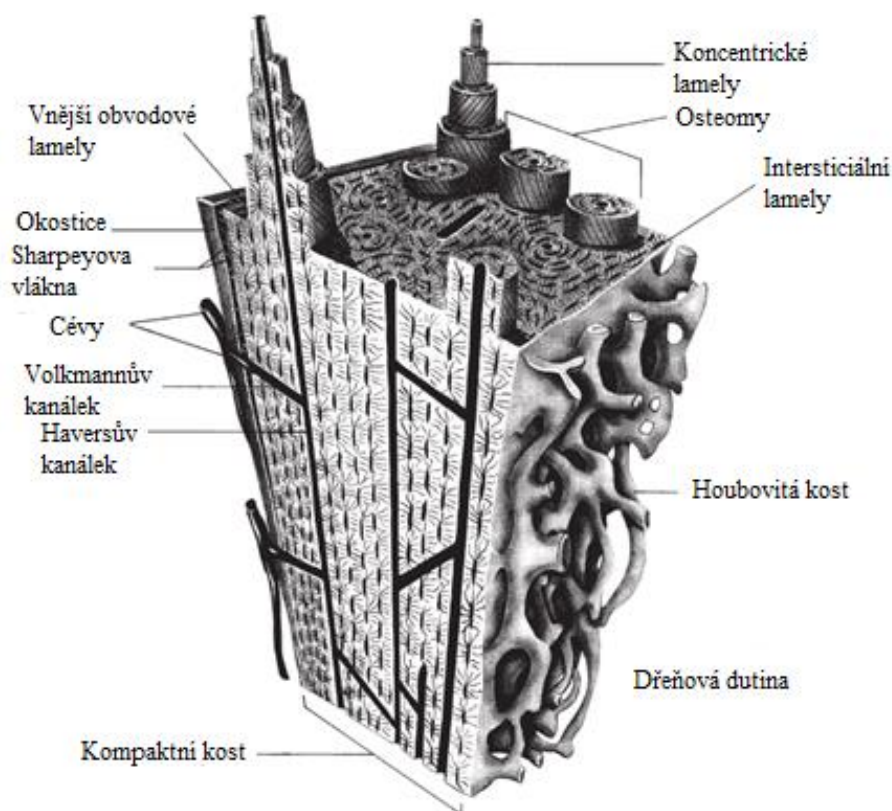
<https://scioly.org/wiki/images/thumb/0/03/Toothcrosssection.png/300px-Toothcrosssection.png>
(15. 2. 2017).

Zubní sklovina odráží nejlépe minulé metabolické, nutriční, popřípadě kontaminační události. Je utvářena a kalcifikována ve velmi řízeném pravidelném procesu. Po dokončení tohoto vývoje již nedochází k minerální resorpci. Obsah anorganických látek činí 97 %. Největší část zubu tvoří zubovina (dentin), která je uložena v korunce i kořenu. Její složení je podobné kosti (Kang *et al.* 2004, 1609).

V otázce poměrů hodnot horní (maxilla) a dolní (mandibula) čelisti vědci došli závěru, že jsou hodnoty izotopů stroncia obou čelistí velice podobné. Diskuze ale stále zůstává v ohledu variace napříč vývojovými oblastmi uvnitř zubu (Doplin *et al.* 2005, 879).

Většina analýz izotopů stroncia archeologického materiálu lidské zubní skloviny (enamelu) vychází z tzv. *bulk* vzorkování (směšovací metoda). Tato metoda nezohledňuje potenciál fluktuace hodnot $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ v rámci celého zubu a nerozlišuje fáze formování zubní skloviny. Izotopová variace uvnitř zubu se vztahuje k postupné mineralizaci a zrání jeho jednotlivých částí. Vzorky jsou libovolně odebírány ze všech směrů - bukální, lingvální, středový nebo distální

plochy korunky od okluzní až po CEJ (cemento-enamel junction) – zubní krček
(Slovak – Paytan 2011, 749).



Obr. č. 11. Průřez kostí, převzato z Pollard 2008, 348 (upraveno autor).

Kost se skládá z 65-70 % z anorganického a 24-26 % z organického materiálu. Porozita je ~ 40 %. Struktura kosti viz obr. č. 11. Vývoj a růst kostí či osifikace¹⁶ probíhá na základě osifikačních center. Bývá zpravidla určován typem a strukturou utvářené kosti (hutná - *substantia compacta* nebo houbovitá - *substantia spongiosa* kostní tkáň), ale také metabolickou úrovní jedince (Schwessing – Grupe 2000, 101).

¹⁶ Kostnatění, přeměna vaziva či chrupavky na kost.

3.2.5. Proces a princip měření hmotnostní spektrometrie

Je nad rámec práce samotné popisovat detailně výkonnosti a možnosti jednotlivých hmotnostních spektrometrů. Avšak implicitní základní vlastnosti v rámci dané problematiky je třeba uvést.

Metody analýz izotopů stroncia jsou prováděny u pevných vzorků řadou technik. Jedná se o techniky jako hmotnostní spektrometrii s indukčně významným plazmatem (zkr. ICP-MS), laserovou ablací, laserovou ablací ve spojení s hmotnostní spektrometrií (zkr. LA-ICP-MS), optickou emisní spektrometrii s indukčně vázaným plazmatem (zkr. ICP-OES), atomovou absorpční spektrometrii (zkr. AAS) nebo spektrometrii laserem buzeného mikroplazmatu (zkr. LIBS). Samotný vývoj technik, jejich výhody a mnohé nevýhody jsou diskutovány v každé studii, která se touto problematikou zabývá. Převratnější metodou se stala právě ICP-MS¹⁷, která se spojila s LA v polovině roku 1990 (*Price et al. 2000; Prohaska et al. 2002, 888; Mihaljevič 2004, 126; Nelms 2005; Bentley 2006; Vroon et al. 2008, 467*).

Diskutovanou nevýhodou u předchozích technik byla časová a finanční nákladnost. V průměru až deset hodin na každý vzorek probíhala celková práce od mikro-výbrusu, kapalných chromatografických separačních technik (odstranění matrice a rušivého prvku ⁸⁷Rb) a TIMS analýzy. Specifikace měřených rozsahů díky kolektorům a elektronickým zesilovačům umožňovaly analytickou přesnost (5 ppm, 1SE) lepší než 0,0005%. Časová náročnost odpovídala řádově několika minut. Navzdory možnému potenciálu analýz izotopů stroncia *in situ* se pro prováděné studie mezi lety 1995-2006 nestala natolik zavedenou metodou. V obecné rovině závěrů pro ICP-MS je možné řadu postupů (zejména analýzu roztoků) pokládat již za rutinní analytickou práci. Nicméně využití přídavných zařízení, analýza izotopových poměrů a speciálních vzorků, např. právě silně mineralizovaných nebo organických/anorganických,

¹⁷ ICP - Inductively Coupled Plasma, MS - Mass Spectrometry.

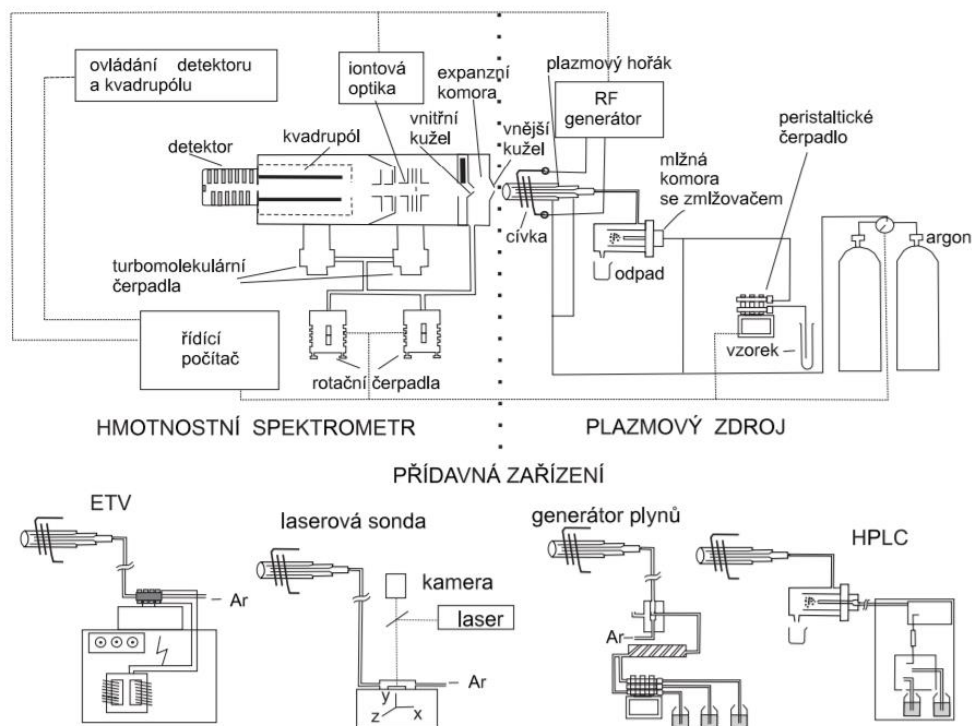
má stále ještě badatelský charakter (*Latkoczy 1998, 561; Mihaljevič 2004, 126; Vroon et al. 2008, 467*).

Zkonstruování přístroje bylo podmíněno vyřešením problému, který spočíval v přechodu nabitých iontů z prostředí atmosférického tlaku (prostor pro plazmový hořák) do prostředí s vysokým vakuem (prostor pro detektor iontů). Schéma hmotnostního spektrometru viz obr. č. 12., které popisuje jednotlivé konstrukce a části přístroje. Plazmový zdroj odděluje tzv. expanzní komora. Samotný hmotnostní spektrometr je konstrukce tvořená iontovou optikou, kvadrupólem a detektorem. Zmíněné součásti, včetně expanzní komory musí být pro umožnění pohybu vznikajících iontů z plazmy do analyzátoru pod tlakem. Částice vzduchu by svou přítomností narušovaly vlastní stanovení, proto jsou výkonnými čerpadly odsávány z jednotlivých prostorů. Hodnoty tlaku v kvadrupólu a detektoru mohou dosahovat až 10^{-5} Pa. V této oblasti iontová optika dodává iontový paprsek elektrostaticky do zařízení pro separaci hmoty. Systém iontového zaostřování se skládá z jedné nebo více součástí objektivu s určitým napětím. Jejich funkcí je také zvýšit efektivitu systému transportováním maximálního množství analytu, zatímco matrix a jiné ne-analytické složky (např. fotony nebo neutrony) se snaží odstranit (*Thomas 2001a, 27; Mihaljevič 2004, 123; Hill et al. 2005, 12*).

Zdroj plazmové energie vytváří radiofrekvenčním generátor a indukční cívka společně s plazmovým hořákem, mlžnou komorou a zmlžovačem tvoří polovinu aparatury. V indukční cívce vzniká v proudu argonu plazma. Za pomoci inertního plynu (Ar) a zmlžovače dochází při procesu v mlžné komoře k reakci, kdy je z kapalného vzorku tvořen aerosol. Takováto aerosolová frakce (částice $< 5 \mu\text{m}$) se dostává do hořáku. Jedná se tedy o postup zestručněný v následujících krocích - disociace¹⁸, odpařování, atomizace a ionizace aerosolu. Všechny tyto kroky se odehrávají v plazmatu (iontovém zdroji), kde mohou

¹⁸ Disociace proces, ve kterém dochází ke vzniku iontů z elektroneutrálních molekul. Je možné rozlišovat na dva druhy disociace – termickou a elektrolytickou (Kolářová – Šedivý – Šulc 2002).

hodnoty dosahovaných teplot narůstat až do 10 000 K (obvykle však pohybují v rozmezí 7000–8000 K). Při takových teplotách lze ionizovat majoritu prvků. V rámci konstrukce indukční cívky, která silně ovlivňuje její vlastnosti, je následně možné rozlišit i jednotlivé typy spektrometrů. Tyto typy se vzájemně liší možnostmi ovládání pole, kterým je plazma buzeno a udržováno (Mihaljevič 2004, 123; Hill et al. 2005).



Obr. č. 12. Schéma hmotnostního spektrometru k indukčně vázaným plazmatem. Vyobrazení přídatných zařízení ETV (elektrotermická vaporizace), laserová sonda, zařízení pro vyvíjení plynů a HPLC (vysokoučinná kapalinová chromatografie) převzato Mihaljevič 2004, 124.

Ionizovaný plyn je generován následovně. Plazmový plyn proniká silným elektromagnetickým polem z vysokofrekvenční zátěžové cívky (obvykle mezi 750 až 1700 W), zatímco se aplikuje (budící zdroj - elektrický oblouk) vysokonapěťová zapalovací jiskra. Vygenerované volné elektrony jsou zrychleny magnetickým polem a kolize vedou ke generování výboje induktivně zahřáté plazmy (ICP). Ionty, jež neprošly kvadrupólem (tvořeným kovovými

tyčemi - nejčastěji molybden) se zde vybíjí a jsou dále odstraňovány neustálým příkonem vakuových pump. Následně ionty, které prošly skrze kvadrupól dopadají na analyzátor (detektor) a jejich signál je dále zesilován v elektronovém násobiči. Dopadem jednoho iontu zde vzniká kaskádový tok elektronů, jež je zaznamenán jako výsledný signál a postupuje k dalšímu zpracování. Spektrometr umožňuje měřit koncentrace široké škály prvků, která je dána počtem prvků v kalibračním roztoku. Míňené roztoky je nutné připravovat s ohledem na stálost každého sledovaného prvku, minimalizaci interferenčních jevů a minimalizaci paměťového efektu (*Thomas 2001b*, 40; *Mihaljevič 2004*, 123; *Hill et al. 2005*).

3.2.6. Stabilní izotopy kyslíku $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$

Další důležitou analýzou pro výzkum migrací v minulosti je analýza izotopů kyslíku. Společně s analýzou izotopů stroncia má zásadní podíl na monitorování mobility pravěkých populací, a proto je nutné ho v rámci předloženého tématu také alespoň na elementární úrovni diskutovat.

Kyslík je plynný biogenní chemický prvek a tvoří druhou hlavní složku zemské atmosféry. Vyskytuje se ve třech stabilních izotopech ^{16}O (99,759 %), ^{17}O (0,037 %) a ^{18}O (0,204 %). V průběhu utváření uhličitanových (CO_3^{-2}) a fosforečnanových (PO_4^{-3}) iontů se zabudovává prostřednictvím vody v těle do kosterní soustavy včetně zubů v těchto minerálech i izotop kyslíku přítomný ve vodě, v atmosféře (O_2) a v potravě (*Kovačiková – Brůžek 2008*, 44).

Poměry a dynamika frakce $\delta^{18}\text{O}$ je z velké části ovlivněna vodním cyklem - odpařením, kondenzací a srážením. Veškeré izotopové vstupy skrze dešťovou vodu jsou spojeny s teplotou, nadmořskou výškou a vzdáleností od pobřeží. Dané vztahy generují gradient podpisů, který se odráží v místní hydrografii (*Delmago Huertas et al. 1995*, 4299).

Podobně jako při analýze izotopů stroncia tak v případě $\delta^{18}\text{O}$ se nejvíce

spolehlivě měří poměr v zubní sklovině. Vzhledem k variabilnímu vývoji a formování, které byly podrobněji rozebrány velice podrobně v rámci kapitoly - 3.3.3.1. Stabilní izotopy stroncia $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, je i zde třeba zmínit a vzít v úvahu rozdíly v čase u tvorby zubů. Významná je také frakcionace $\delta^{18}\text{O}$ v průběhu kojeneckého věku. Měření dle různých mezinárodních norem jsou náchylná k chybným výpočtům (Vienna Standard Mean Ocean Water: VSMOW nebo Vienna PeeDee Belemnite: V-PDB). V rámci reprodukovatelnosti bylo navrženo převést hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ skloviny na hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ pitné vody. Nejnovější rovnice dle Chenery et al. (2012). Nicméně všechny takové rovnice byly založeny na poměrně malých souborech dat a i přes lineární vztah mezi pitnou vodou a lidskou tělesnou tkání se výpočty hodnot $\delta^{18}\text{O}$ pitné vody od zubní skloviny v závislosti na použitých rovnicích mohou lišit. Podobně jako u analýz izotopů stroncia, tak i u analýz kyslíku se vytváří mapy koncentrace oblasti (Daux a kol., 2008, Chenery a kol., 2010, Pollard a kol., 2011 sensu Oelze 2012, 17).

3.2.7. Kombinace analýz izotopů stroncia a kyslíku

Při studiu a podrobení daného archeologického materiálu geochemickým analýzám dochází k součinnosti metodik pro více izotopů. Tyto zjištěné hodnoty (signály) zpřesňují naměřené údaje. Kombinace a začlenění dalších analýz izotopů, zejm. kyslíku ($\delta^{18}\text{O}$), ale i uhlíku ($\delta^{13}\text{C}$) a dusíku ($\delta^{15}\text{N}$), tak často pomáhají lépe objasnit nejednoznačnost $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dat. Jedná se tedy o součinnost geologického signálu společně se sezónní paleoklimatickou informací. Velký význam a efektivnost mají takové analýzy v rámci archeozoologie při sledování migrace stád a sezonality. Nevýhodou takových analýz je jejich finanční nákladnost (Balasse et al. 2002; Slovak – Paytan 2011).

3.2.8. Potenciály a monitorování diagenese (procesy mezi uložením a kontaminací)

Od recentních výzkumů se snaží badatelé samotnou problematikou diagenese kostí a zubů z archeologických kontextů zohledňovat ve všech závislých úrovních (izotopové, molekulární, biochemické a strukturální). Z obecného hlediska vlivem post-depozičních faktorů v rámci tafonomického cyklu dochází k řadě zásadních změn. Absorpci kationtů a cirkulujících organických látek, výměně některých iontů, mikrobiologické destrukci, vyplavování minerální matrice aj. (*Hedges et al 2004*, 319). Identifikace a odstranění diagenetických kontaminací představuje klíčovou úlohu ve studiích analýz izotopů stroncia na archeologickém materiálu (*Hedges et al 2004*, 320; *Slovak – Paytan 2011*, 755).

Zásadním poznatkem je spojení diagenetických modelů s každou jednotlivou variabilní a komplexní archeologickou situací, tj. volba tzv. diagenetických parametrů. Silně diskutovanou problematikou se v pozdějších studiích stala skutečnost značné kontaminace anorganických prvků kostní tkáně post-mortem vlivem diagenese. Koncentrace samotných prvků v půdě jsou daleko vyšší než koncentrace prvků skeletu. V průběhu času tedy dochází ke zvýšení hladiny ve vyšetřovaných archeologických vzorcích. Jako ukazatel postmortálních změn v kostech lze použít poměr Ca / P. Hodnoty se pohybují dle Price (1994) okolo 2,1-2,2. (Srv.) - Výpočet stupně krystalinity (indexu krystalinity - CI) je určen na úrovni fosfátového štěpení v rozmezí okolo 565–605 cm⁻¹, které vykazují hodnoty pro recentní materiál okolo 2,8-3,1 (*Price et al., 1994*; *Garvie-Lok 2004*, 765; *Shafer et al. 2008*; *Slovak – Paytan 2011*, 747).

Jednou z mnoha problematik samotných studií je porézní struktura kostí a zuboviny (dentinu), které jsou náchylnější (~ 30 %) k chemickým změnám v půdě. Hlavní příčinou je vysoká poréznost (póry ~ 1 μm) a slabá krystalická struktura těchto materiálů (*Budd et al. 2000*, 690). Využitelnost takových dat ⁸⁷Sr / ⁸⁶Sr získaných z kostí nebo dentinu může být poplatná v rámci proxy dat

studovaného naleziště. Kvalitnější data bez větších komplikací v souvislosti s diagenézí jsou extrahována v rámci zubní skloviny. Hlavní otázkou ale stále zůstává, které hodnoty mohou být považovány za lokální a které už za nelokální (*Schweissing 2000*, 101; *Chiaradia et al 2003*; *Hoppe et al 2003* sensu *Oelze 2012*, 16).

Pro studium diagenetických změn v zubní sklovině bývají využívány různé metody včetně nedestruktivní infračervené spektroskopie (FTIR) a katodoluminiscence. Mezi další se řadí rentgenová difrakce (X-ray Diffraction). Uvedené přístupy poskytují částečné informace o mineralogickém stavu hydroxyapatitu nebo funkčních skupin (hydroxylových nebo fosfátových míst) v rámci tohoto minerálu (*Banner et al. 1988*, 674; *Schoeninger et al. 2003*, 12).

Degradace je u archeologického materiálu při tak dlouhém čase uložení (zejm. pravěký materiál) v zemi nevyhnutelná. Do jisté míry lze chemickými roztoky očistit a zlepšit kvalitu vzorků. V některých případech může dojít až k takové kontaminaci (půdou, spodní vodou), že při ní může daný sledovaný vzorek nabývat hodnot lokálního rázu (*Grupe et al. 1999* sensu *Bentley – Price – Stephan 2004*, 366). U výše zmíněných roztoků se jedná o vyluhování, které má opět jediný cíl a to minimalizovat kontaminaci non-analytických (necílových) složek. Ty se nacházejí ve vysokém zastoupení na povrchu vzorků. Postup čištění a jeho co největší zefektivnění je velice důležité, zejm. v případě často diskutované diagenetické kontaminace (*Bailey et al., 2000*). Nedotčené reprezentativní cílové vzorky by měly být zcela rozpuštěny.

Přesný postup pro rozpuštění vzorků je vždy zcela závislý na jeho vlastnostech, např. čisté uhličitanové horniny mohou být štěpeny poměrně zředěnou kyselinou octovou (*Montanez et al., 1996*), zatímco objemné silikátové horniny a půda se rozpouští ve směsi horkých koncentrovaných kyselin HNO_3 (kyselina dusičná) a HF (kyselina fluorovodíková). Následuje sušení a opakované zpracování v HCl (kyselina chlorovodíková) a HNO_3 (*Billings a Adams 1964* sensu *Slovak – Paytan 2011*, 752). Organické látky – míněno

u vegetace, jsou buď oxidované v horké HNO_3 nebo spalovány po dobu cca 4 hodin v muflové peci při teplotě 550°C a poté rozpuštěny ve směsi 6 N HNO_3 a HCl (Porder a kol., 2003). Po rozpuštění jsou vzorky vysušeny a poté rekonstituovány v minimálním množství kyseliny (typicky HCl nebo HNO_3) pro přípravu separace stroncia k iontové chromatografii. Voda nebo jiné tekutiny obsahující stroncia jsou filtry a příslušný objem obsahující dostatečné množství stroncia pro analýzu je vysušen a rekonstituován jak je uvedeno výše. Všechna činidla používaná pro rozpouštění musí být stopově čistá nebo destilovaná na nižší stroncium. Dalším z postupů čištění vzorků je také ponechání po určité době („overnight“) v H_2O_2 (30 %) a poté omytím v destilované vodě a následným vysušením připravit k dalším postupům (Price et al., 1994, 321; Slovak – Paytan 2011).

4.0 Cíle práce a metoda

Hlavním cílem práce bylo shromáždit veškeré dostupné publikované studie zahrnující analýzy stroncia za účelem sledování migrací a mobility pravěkých populací. Extrahovat data a posoudit jejich homogenitu. Teoreticky uchopit a formulovat otázky samotné mobility v časovém rámci spadajícího do období od neolitu do počátku doby bronzové a zpřehledňovat celou tematiku. Obecně charakterizovat hypotézy ve světle modelových situací. Vytvořit přehled principů výzkumů koncipovaný v logických návaznostech.

Druhým z úkolů bylo vytvořit databázi za účelem sekundárního výzkumu. Z daných dat vytvořené databáze aplikací statistických metod vyhodnotit výsledky. Kladené otázky směřovaly zejména k vazbě na mobilitu. Klíčovým aspektem se v průběhu bádání stal vztah lokálních a nelokálních jedinců v pohřbívání. Projev materiální kultury v závislosti na orientaci a poloze, vztah k artefaktům a posouzení statusu migrace sledovaných období. Předpoklad pro nadregionální vazby byl při dnešním stavu výzkumu (v rámci středoevropského pojetí) zřejmý. Interakce pravěkých etnik v závislosti na materiální kultuře tvořila základ myšlenkového konstruktů pro kladené otázky. Intra-komunitní a inter-komunitní sociální hranice a jejich posuny se staly klíčovými otázkami regionálních skupin v kontextu střední Evropy. Určitelnost alochtonních a autochtonních jedinců v primárních výzkumech podrobila pokaždé detailní a propracovaná analýza podložená kvalitním impakt faktorem. Primární studie byla vždy citována u každé položky v databázi, viz příloha.

Hlavní explanace neměly ve výsledku dát vzniku novým teoriím, spíše měly ty stávající podrobit ověření ve formě přijetí či zamítnutí hypotéz. Jednalo se o klasický přístup vědeckého pozitivizmu, který je hojně využíván v přírodních vědách. Kvantitativní metodologie bývá využitelná při použití v tzv. evidence-based tedy přístupech založených na důkazech (*Kolařík et al. 2011, 28*).

Kladené otázky:

1. Liší se migrační tendence?
 - a. Mezi pohlavím (muži *kontra* ženy; v rámci věkových kategorií)?
 - b. V rámci každého období?
 - c. Pro jednotlivá období navzájem (popř. do jaké míry, chronologicky)?
 - d. V rámci geografického pojetí?
2. Existují charakteristické projevy na materiální kultuře?
 - a. Předměty pohřební výbavy (materiály)?
3. Existují charakteristické projevy na uložení mrtvého (popř. lze sledovat trend)?
 - a. Orientace dle světových stran?
 - b. Poloha těla jedince?
4. Jaké je celkové zastoupení bio-archeologických dat analyzovaných jedinců v rámci pohřebních komponent?

V předkládané kapitole jsou popsány základní metodické postupy, které byly využity během různých fází vědecké práce. Primárním krokem bylo vytvoření obdobné struktury dle návrhu E. Neustupného (2007). Sledovaný jev mobility v kontextu analýz izotopů stroncia byl podroben analýze, jejíž výsledné informace byly zapracovány formou deskripce do databáze. Tento proces dal vzniku tzv. deskriptivní databázi, která dále podléhala následné syntéze. V kontextech syntézy byly hledány struktury a pravidelnosti dat. Nástrojem se v tomto ohledu stala statisticko-matematická metoda dále jasně definovaná. Následným postupem byla interpretace. Měla jasně a konkrétně za podpory kvantifikovaných informací dat osvětlit kladené otázky a srovnat je s teoretickými východisky a modely. Dále jsou také popsány prostorové a grafické analýzy (*Neustupný 2007*, 16).

Deskriptivním systémem redukované skupiny analyzovaných jedinců

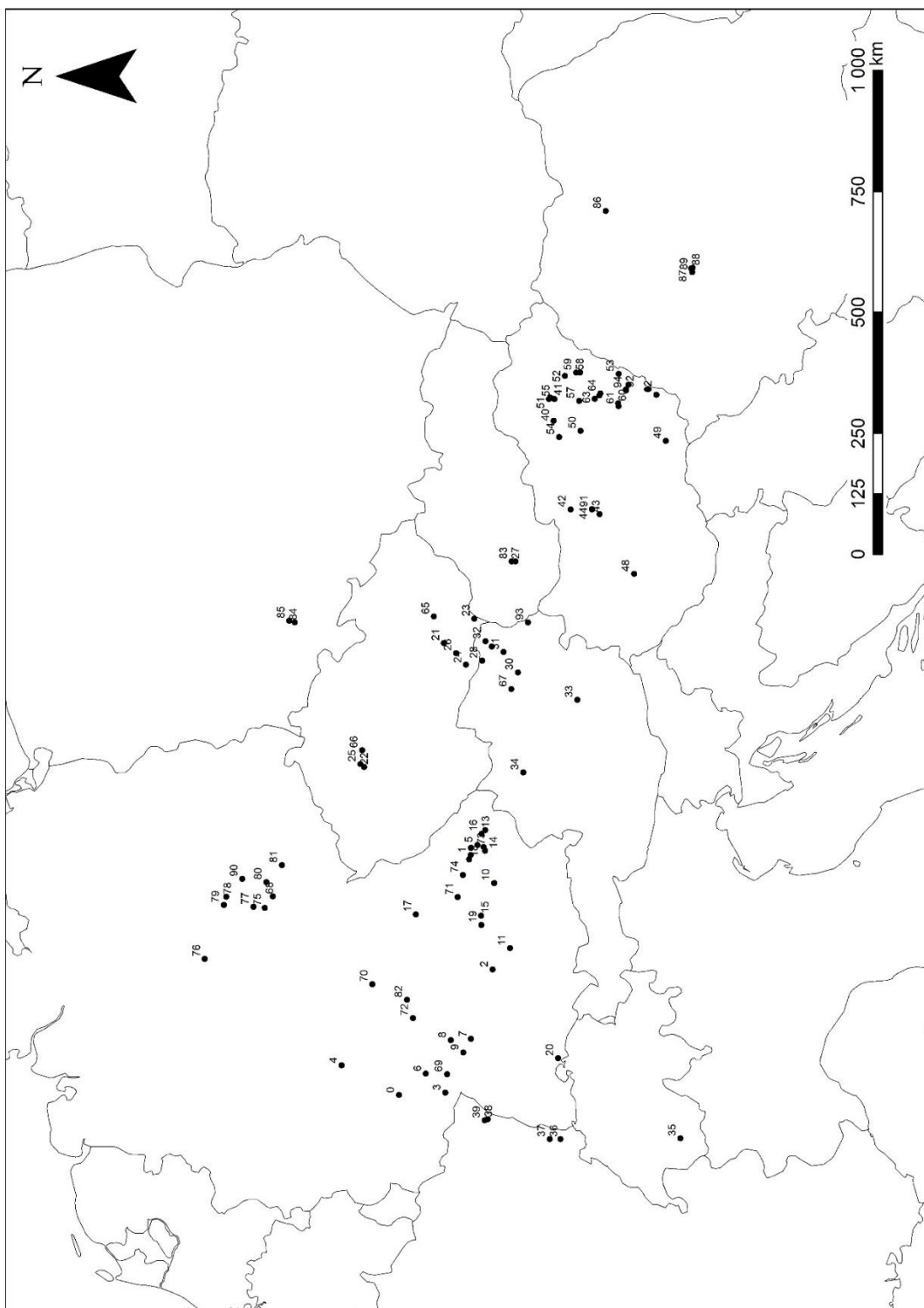
byly v průběhu syntézy zobecněny a složeny do struktur, které se výsledně vyčíslily za pomoci matematicko-statistických metod a jejich prostorové vlastnosti byly zobrazovány v rámci propojení s geografickým informačním systémem (GIS). Výsledné abstraktní struktury, reflektující zákonitosti ve sledovaných archeologických pramenech, vznikaly na základě formalizovaného deskriptivního systému (*Neustupný 2007*, 100).

- uspořádání dat a sestavení tabulek četností;
- grafické metody zobrazování dat (skupinové pruhové, výšečové grafy);
- výpočet charakteristiky polohy a míry variability.

Nejdříve byl prozkoumán vztah jednotlivých kovariát¹⁹ k vysvětlované proměnné metodou jednorozměrných analýz pro každou proměnnou zvlášť. Následně byla na základě toho vybrána sada vysvětlujících proměnných k zefektivnění vědecké významnosti modelu. S každou proměnnou kategoriálního typu byla vytvořena kontingenční tabulka (viz níže) s četností případů úspěchů a neúspěchů pro každou z kategorií dané proměnné. Základní princip chí-kvadrát testu spočívá v komparaci pozorovatelných a očekávaných četností. Velikost rozdílu mezi pozorovanými a očekávanými četnostmi posuzujeme pomocí testové statistiky χ^2 (*Hebák 2013*; *Lepš – Šmilauer 2016*).

¹⁹ Nezávislé proměnné nebo takéž prediktory (resp. faktory) – (*Hebák 2013*).

4.2 Studovaná oblast



Mapa č. 1. Mapa studované oblasti, zobrazení celkového počtu nalezišť v databázi (výstup GIS)

0 Flomborn	38 Souffelweyersheim
1 Aiterhofen	39 Vendenheim
2 Dilingen	40 Mezőkövesd Mocsolyás
3 Herxheim	41 Polgár-Ferenci-hát
4 Nieder-Mörlen	42 Budapest-Békásmegyer
5 Otzing	43 Csepel-Vizcső II
6 Swetzingen	44 Szigetszentmiklós Udülősor
7 Stuttgart-Mühlhausen	45 Vésztő-Mágor I
8 Talheim	46 Okány 6
9 Vaihingen	47 Gyula 114
10 Altdorf	48 Balatonszárszói Kis-erdei-dűlő
11 Augsburg	49 Hódmezővásárhely-Gorzsa
12 Irlbach	50 Kisköre-Gát
13 Künzing-Bruck	51 Polgar-Csoszhalom
14 Landau	52 Hajdúböszörmény-Ficsori-tó
15 Manching	53 Magyarhomorog
16 Osterhofen	54 Füzesabony-Gubakút
17 Pommelsbrunn	55 Tiszapolgár-Basatanya
18 Straubing-Öberau	56 Sárrétudvari-Örhalom
	Balmazújváros-Árkusmajor-
19 Weichering	57 Kettoshalom
20 Singen	58 Debrecen-Basahalom
Brno Starý/Nový	
21 Lískovec	59 Debrecen-Dunahalom
22 Kněževés	60 Dévaványa-Barcétalom
23 Moravská Nová Ves	61 Dévaványa-Csordajárás
24 Těšetice Kyjovice	62 Kétegyháza-Kétegyházitanyák
25 Velké Přílepy	63 Püspökladány kincses domb
26 Vedrovice	64 Sárrétudvari Balázs-halom
27 Nitra	65 Hoštice za Hanou I
28 Alicenhof	66 Praha-Miškovice
29 Asparn	67 Franzhausen
30 Henzing	68 Eulau
31 Hetzmansdorf	69 Bruchsal-Aue
32 Kleinhadersdorf	70 Bergtheinfeld
33 Mitterndorf	71 Kelheim
34 Rutzing	72 Lauda-Königshofen
35 Sion	73 Poldering
36 Mulhouse-Est	74 Tiefbrunn
37 Ensisheim	75 Karsdorf

76 Osterwieck
77 Esperstedt
78 Leau
79 Plötzkau
80 Röcken
81 Serbitz
82 Wolkshausen
83 Jelšovce
84 Magnice
85 Szczepankowice
86 Livezile
87 Ampoița-Dostior
88 Ampoița-Peter
89 Meteș-La Meteșel
90 Brehna
Szigetszentmiklós II.
91 Vízcsóárok
92 Vésztő-Bikeri
93 Hainburg
94 Vésztő-Mágor II

Tab. 1 Tabulární výstup z databáze pro všechna naleziště.

Přesnější vymezení studované oblasti bezpochyby odpovídá pojmenování ustálené již od vídeňského mírového kongresu, jakožto střední Evropa. Zřejmý široký geografický záběr a jeho variabilita geomorfologických celků sledovaného území, jejichž charakter a původ vzniku je odlišný, kolísá v závislosti na hraničním dosahu studovaných nalezišť. Výchozím středobodem je Česká republika.

Charakterizování celé oblasti by vydalo na samotné monografie, avšak vazba přírodního prostředí a migrace spolu logicky korespondují. (Srv. shrnutí in: *Rulf 1983, 1992 sensu Rulf 1994, 55*). Z nepřeborné škály extrasomatických systémů, jako jsou např. technologie, sociální vztahy, symbolické systémy, náboženství a jazyk, je zapotřebí k porozumění komplexnosti kulturního a sociálního chování také studií, které se snaží pochopit inherentní mechanismy závislé na dlouhodobých kulturních tradicích, jež jsou schopny v případě

potřeby přejít k jinému způsobu existence a to zejm. v rámci často krátkého časového rozpětí (*Clare – Weninger 2010, 283*).

Vztah přírodního prostředí a jeho biologických a abiologických faktorů k pravěkému osídlení je samostatnou tematikou, nicméně propojení v jejich vzájemných závislostech a komplexnost okruhů předkládá úkol seznámení alespoň se základními informacemi.

4.1. Klima

V obecnějším pojednání platí pro období holocénu stabilní klima s příznivými teplotními i vlhkostními poměry. Právě díky tomuto optimu vznikla řada nových sociálně hospodářských strategií, které v konečném důsledku vedly ke vzniku zemědělství (*Pokorný – Dreslerová 2007, 38*).

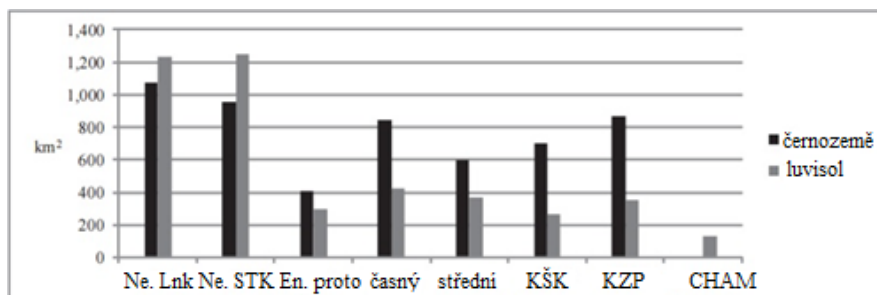
Projev klimatu je pozorovatelný ve změnách obživy, v posunech sídlištní aktivity nebo v technologických změnách (*Dreslerová 2012a, 43*). V kontextu rekonstrukce klimatu a to zejm. v pravěku se četnost hypotéz různí. Rekonstrukce se provádí na základě multidisciplinárního přístupu a neustálému přísunu nových tzv. proxy dat (tj. dat, která nepřímo dokládají určité jevy, záznamy v ledovcových a hlubokomořských vrtech, rozličné biologické indikátory, oscilace horských ledovců, oscilace hladiny jezer aktivity pěnovcových pramenišť apod.). Obecná tendence paušalizovat, a to zejm. na nadnárodní úrovni, se potvrzuje jako špatný přístup, jelikož např. pojmy atlantik, subboreál apod., mají časově pouze regionální platnost. Samostatně stojící problematikou se stala rekonstrukce vývoje klimatické vlhkosti a roční sezonality. Daná proměnlivost parametrů je regionálně značně primární a tudíž pro fungování lidských populací daleko významnější než průměrné roční teploty (*Dreslerová 2005, 534*).

Celkové klima evropského měřítka se střídalo protiběžným severním,

středním a jižním směrem vzhledem k zeměpisné poloze, kde územím České republiky probíhala pomyslná hranice mezi převážně oceánským a kontinentálním klimatem. Vlivem oceánického proudění došlo při přechodu posledního glaciálu a holocénu (cca 11600 cal BP) k výrazně chladnější oscilaci mladšího dryasu, které bylo zakončeno oteplením. Chladnější oscilace kolem 8200 cal BP patrná nejvíce v Západní Evropě byla zakončena tzv. klimatickým optimem, ve které se podle dosavadních zjištění teploty nelišily od dnešních s tím rozdílem, že na regionální úrovni docházelo k prudším střídáním teplejšího a chladnějšího (suššího a vlhčího) období. Menší teplejší perioda spadá právě mezi cca 5000-3000 cal BP. Naproti tomu celková deteriorace klimatu (ochlazení a zvlhčení) v rámci 2800-2500 cal BP je zachycena na severní i jižní hemisféře (*Pokorný – Dreslerová 2007, 38*) srov. podle GISP2 RCC v intervalech 9000–8000, 6000–5000, 4200–3800, 3500–2500, 1200–1000 a 600–150 cal BP (*Weninger et al. 2009, 12*).

Častým členěním, ke kterému se badatelé odvolávají je periodizace na bio-stratigrafickém základě vypracovaná německým badatelem F. Firbasem (1949; 1951), ve kterém vychází z pyloanalytických studií z území střední Evropy. Absolutní datování bio-stratigrafických zón má lokální platnost a pro každé území se může jednotlivě lišit od celkového obrazu (*Pokorný – Dreslerová 2007, 38*). Nejnovější studie paleoklimatologie shrnující pleistocén i holocén se shodují v prezentaci názoru vlivu klimatu, zejm. silných výkyvů apod. na kulturní přechody (*Mayewski et al. 2004; Rohling et al. 2002 sensu Clare – Weninger 2010, 284*).

Archeoklimatický model badatele A. Brysona podporuje řada studií (Srv. *Clare – Weninger 2010*), které dokládají posuny k teplejším environmentálně jednotným oblastem s tmavším typem půd (*Dreslerová 2012a, 54*).



Obr. č. 13. Vztah archeologických kultur/období k černozemím a luvisolům (převzato z *Dreslerová 2012a*, 53).

Převládající paradigma žárového zemědělství začalo být zpochybňováno zejm. na základech studia paleobotanického materiálu. Díky němu se současní badatelé přiklání spíše k modelu intenzivního zahradnického zemědělství s obděláváním stálých ploch, jak ho na základě archeobotanických nálezů pro střední Evropu navrhl A. Bogaard (2004; souhrnně viz Pavlů ed. 2007, 62–64 sensu *Dreslerová 2012a*, 214)

4.2. Krajina

Při zapojení dnešních teoretických přístupů (teorie krajiny, teorie sídelních areálů, teorie jinosti a úrovně krajinné paměti) je možné pojmut základní představu uchopení tematiky. Důraz při maximální komplexnosti přístupu k poznání prostředí, zapojení geologických a biologických disciplín, důležitost studování paleoklimatu a snaha o maximální propojení prehistorie a přírodních věd se staly již základem tzv. environmetální archeologie. Vzhled krajiny je vždy důsledkem přírodních procesů společně od mladšího pravěku s lidským přičiněním. Současné chápání krajiny je diametrálně odlišné od chápání (kulturní) krajiny tehdejšími lidmi (*Beneš 1994, 1995; Neustupný 2007; Dreslerová 2012b*).

Pravěké populace bezpochyby využívaly okolí a přizpůsobovali jej svým potřebám (hospodářským, sociálním, rituálním, apod.). Geomorfologické prvky jistě sloužily při orientaci v krajině společně se znalostí astrologie. Stejně tomu bylo v opačném případě, kdy tyto přírodní prvky znemožňovaly výstavbu lidských obydlí (komunitních i nadkomunitních areálů). Procesy komunikace do velké míry definují napříč sociální krajiny. Termín prostoru je spojen se sociálními formacemi. Jakožto archeologický pramen lze sledovat prostor skrze prostorové vlastnosti a tudíž jejich vzájemné dopady. Při rekonstrukci na základě pylových analýz bylo zjištěno, že v holocénu byla velká oblast temperátní Evropy pokryta zapojeným lesem již přinejmenším od boreálu. Nicméně míra zapojenosti porostu se zřejmě místně a časově odlišovala v závislosti na konkrétních klimatických, půdních i jiných podmínkách. Debata se vyvíjela dále v rámci studia makrozbytků a představa o charakteru lesa v neolitu se postupně sjednocovala. Podoba pastevní krajiny vznikala v průběhu holocénu působením velkých herbivorů, za přispění na devastaci lovci-sběrači a později pastvou domácího zvířectva a shromažďováním letniny. Odlesňování je dodnes široce diskutované téma. Holocénní oteplování mělo za následek prakticky okamžitého zapojení dosud rozvolněných lesních porostů především za účasti borovice lesní, dále stromovité břízy, topolu, osiky a různých druhů vrb (*Dreslerová 2012b*, 201).

V závěru neolitu došlo dále ve vývoji krajiny k ustoupení smíšených doubrav ku prospěchu ochuzených doubrav kyselých. Procesy daly vzniku bukojedlového pásma mezi nížinnými lesy a smrčínami. Dominantou lesních pater se pozvolna stal buk a jedle, zřejmě také s částečným přispěním činnosti člověka (formou prosvětlování porostu kácením, pastvou a ořezem stromů) v závěru Atlantiku a po celé období doby eneolitu. Důležitou roli také sehrávala eroze, jež měla za následek akumulaci materiálu v nivách řek, zejm. pro období eneolitu (*Beneš 1995; Dreslerová 2004*).

4.3. Databáze

Databáze je vypracovaná v programu Microsoft Office – Excel 2013. Tvorbě databáze předcházelo shromáždění všech dostupných článků z hlediska tématiky mobility a izotopů stroncia. Pro vyhledávání bylo využito klíčových slov – migration, mobility, isotope, strontium, neolith, eneolith a bronze age. Vyhledávání probíhalo v databázích a vyhledávačích: Web of Science, Scopus, Academia.edu, Google Scholar, Researchgate a EZB JCU (Elektronické knihovny časopisů JCU). Řada transkribovaných dat byla v primárních studiích autory prezentovaná variabilně, takže bylo nutno hledané údaje sjednotit pro vyhovující formát výsledné databáze.

Databáze je rozlišena na dva oddělené listy jednoho dokumentu (tedy dvě databázové tabulky), kde první list je vyhrazen celkově pro celé období neolitu. Druhý list je vyhrazen pro období eneolitu a starší dobu bronzovou.

Základní údajem v databázi je pojem naleziště ve smyslu archeologického kontextu. Název jednotlivých nalezišť primárních studií byl transkribován do každého řádku databáze v prvním sloupci zvlášť k příslušným jedincům. Pravěká naleziště vynesena v databázi jsou řazena pod sebou z hlediska států, na jejichž území se nachází (jmenovitě Česká republika, Francie-Alsasko, Maďarsko, Německo, Polsko, Rakousko, Rumunsko a Slovenská republika, Švýcarská konfederace).

Do druhého sloupce byla vynášena čísla jednotlivých hrobů z archeologických výzkumů. V třetím a čtvrtém sloupci byly zaneseny odborným morfologickým popisem údaje o vzorkovaném materiálu kostí a zubů (*Vzorek_kost* a *Vzorek_zub*).

V případech antropologického určení pohlaví či možného pohlaví (vyneseno se symbolem *_?*) byla do buněk pátého sloupce (*Pohlavi_jedince*) vynášena pohlavní příslušnost zkratkou (M-mužské pohlaví a Ž-ženské pohlaví). Stejně tak tomu bylo v případě určitelnosti stáří daného jedince v šestém sloupci

databáze (*Vek_jedince*) byla vyjádření antropologického zjištění formulována číselně (popř. číselně od-do) nebo dle odhadu slovně (novorozenec, mladiství, adolescent a dospělý). U sedmého a osmého sloupce (*87Sr/86Sr* a *Sr_ppm*) byly transkribovány naměřené hodnoty stroncia ze zkoumaných vzorků. V případě výskytu obou vzorků (kosti i zubu) byla zanesena pouze hodnota pro příslušný zub.

Prvním sledovaným faktorem orientace těla (*Orientace_tela*) společně s jeho kódovým vyjádřením byl světovými stranami vyjádřen směr hlava-dolní končetiny. (*kod_orientace* – 1: *J-S*; 2: *S-J*; 3: *V-Z*; 4: *Z-V*; 5: *JV-SZ*; 6: *SZ-JV*; 7: *JZ-SV*; 8: *SV-JZ*).

Druhým sledovaným faktorem byla poloha těla (*Poloha_tela*), resp. jeho uložení. Opět s kódovým vyjádřením pro sledovaný jev (*kod_poloha_tela* – 1: *skrcena_na_levem_boku*; 2: *skrcena_na_pravem_boku*; 3: *skrcena_na_brise/na_brise*; 4: *skrcena_na_zadech/na_zadech*).

Sloupec s příslušným kulturním zařazením (*Kultura*) představuje v archeologickém pojetí různost četných hypotéz. Přestože není kultura zcela jednoznačně transcendentní kategorií, ale produktem lidí je v tomto ohledu chápána dle dnešního indikativního pojetí s mírou etnicity (Srv. *Květina 2010*, 659). Pro období neolitu byly zachyceny v databázi stupně a fáze kultury s lineární keramikou. U následných období, eneolitu a starší doby bronzové, byly transkribovány do buněk jen základní označení příslušných kultur.

Pohřební výbava každého jednotlivce pro období neolitu byla sledována jakožto třetí faktor. Zaujímá v databázi sloupce čtrnáct až devatenáct. Za logické se jevílo rozdělení dle materiálu pohřební výbavy do kategorií dle absence či prezence nebo kombinace jednotlivých kategorií artefaktů pro lokální kontra nelokální jedince. Kamenné artefakty včetně broušené a štípané industrie byly zahrnuty v jednom sloupci (*Vybava_kamenna_industrie*). Samostatný sloupec (*Vybava_kamenna_industrie_tesly*) tvořila propojená databáze kolektivu autorů ze studie *Community differentiation and kinship among Europe's first farmers* (Srv. *Bentley et al. 2012*, 9326–9330). Ke každému jedinci byl po ověření čísla

hrobu a naměřené hodnotě stroncia (ve všech případech korespondovala včetně ppm) přiřazen příslušný počet indikovaných teslic. V některých případech však neodpovídal počet teslic s počtem broušené industrie transkribované z monografie *Bickle, P. et al. 2013*.

Sloupec pro artefakty keramické povahy (*Vybava_keramika*) číselně postihoval přítomnost či absenci keramických nádob popřípadě jejich fragmentů. Keramické předměty jako korálky (včetně jejich počtů) zde byly také vystiženy. Obdobné zaznamenávání probíhalo ve sloupci (*Vybava_spondylus*). Zde byly opět počty zachyceny přítomné spondylové korálky, přezky a přívěšky v jednotlivých hrobech. V odlišitelnosti od sladkovodních mušlí byl přidán samostatný sloupec s počty pro tyto artefakty (*Vybava_musle*). Zbylé nálezy byly řazeny pod samostatnou kategorii (*Vybava_ostatni*). Ta zahrnovala zejm. fragmenty kostí a zubů zvířat (popřípadě zmínku o jejich opracování), mazanice, detekované soupravy na rozdělávání ohně, grafit, hematit a v neposlední řadě okr. Právě přítomnost okru byla sledována v kontextu výbavy lokálních a nelokálních.

Kód výbavy byl po výsledném uvážení seřazen následovně (kod_vybava – 1: *Vybava_kamenna_industrie*; 2: *Vybava_keramika*; 3: *Vybava_spondylus*; 4: *Vybava_musle*; 5: *Vybava_ostatni_okr*). Následně kombinace jednotlivých kategorií, např. 12: *Vybava_kamenna_industrie* \wedge *Vybava_keramika*, apod. pro další (13, 14, 15, 23, 24, 25, 34, 35, 45, 123, 124, 125, 134, 135, 145, 234, 235, 245, 1234, 1235, 1245, 2345, 12345).

Indikace přítomnosti (*lokální_nelokální*) v databázi nese označení "1" pro nelokální a "0" pro lokální. PJNP značí zkratku pro počet jedinců na pohřebišti. Jedná se o identifikovaný údaj číselného vyjádření celkového počtu jedinců pro jednotlivá naleziště.

Pro dataci byly transkribovány příslušné datované vrstvy nebo v případě přesného datování radiokarbonovou metodou byla uváděna hodnota cal BC (*Datace*).

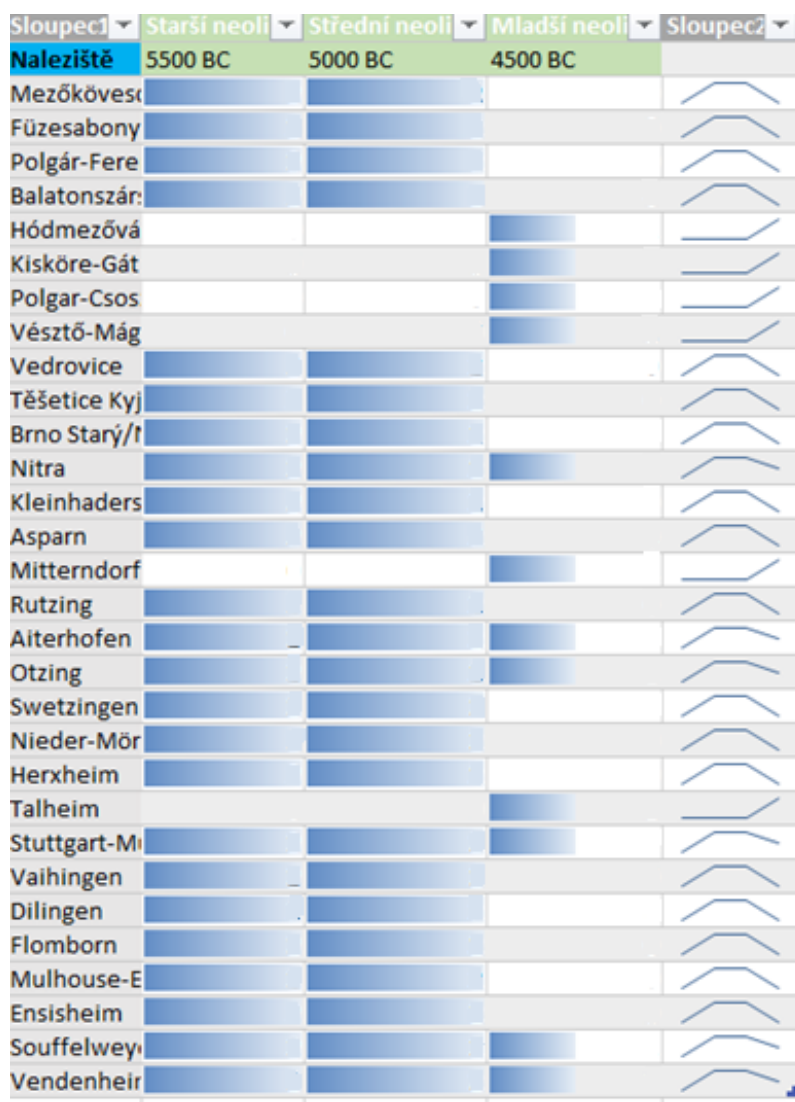
5.0. Výsledky

V rámci jednotlivých kladených otázek pro samotnou databázi se jeví jako logické rozdělení výstupů do kategorií (výše) blíže popsanych. Sledovány byly kvantitativní jevy faktorů polohy s příslušným kódem. Dále faktoru orientace dle světových stran a faktoru pohřební výbavy. Tabulární výstup z databáze kvantifikuje data dle skupin do sloupců. Naleziště nese verifikované pomístní pojmenování, z hlediska archeologie chápané jako pohřební komponenta. Pohřebiště plochá (hrob, hrobová jáma, pohřeb v sídlištním objektu) a mohylová.

Označení jednotlivých sloupců se odvíjí od zkratk jednotlivých kategorií. CPJNP je označení pro celkový počet jedinců na pohřebišti. Pro některá naleziště, jež byly z větší části maďarského výzkumu nebo starší německé studie, se nepodařilo nalézt do databáze tuto hodnotu. Z hlediska této nedostupnosti dat byly sektory označeny (-). PJSRA pro počet jedinců stronciových analýz. PMSRA počet mužů, PZSRA počet žen a PNPSRA počet neurčeného pohlaví stronciových analýz. Barevně označené hodnoty, kde červená indikuje nepřítomnost daného pohlaví zastoupeného v nelokálním určení, šedá nižší střední hodnotu, světle zelená vyšší střední hodnotu a tmavě zelená maximální hodnotu. Zkratky PMN, PZN, PNPN a PHN označují počty mužů, žen, neurčeného pohlaví a hypotetických nelokálních jedinců.

5.1. Tabulární výstup z databáze pro období neolitu

Naleziště	CPJNP	PJSRA	PMSRA	PZSRA	PNPSRA	PMN	PZN	PNPN	PHN
Mezőkövesd									
Mocsolyás	25	13	5	4	4	0	1	0	0
Füzesabony- Gubakút	13	11	3	3	5	0	0	0	3
Polgár-Ferenci-hát	113	33	12	10	11	0	0	0	2
Balatonszárszói Kis- erdei-dűlő	43	15	8	5	2	0	2	0	1
Hódmezővásárhely- Gorzsa	87	10	4	6	0	0	0	0	1
Kisköre-Gát	31	10	2	5	3	0	1	1	0
Polgar-Csoszhalom	124	10	2	6	2	0	1	0	0
Vésztő-Mágor	33	16	9	5	2	1	1	0	0
Vedrovice	135	72	20	34	18	3	6	0	3
Těšetice Kyjovice	22	7	3	2	2	0	1	0	0
Brno Starý/Nový Lískovec	10	5	5	0	0	2	0	0	0
Nitra	76	61	16	23	22	0	6	0	3
Kleinhadersdorf	129	34	12	10	12	0	2	1	0
Asparn	67	-	-	-	-	0	0	0	0
Mitterndorf	28	15	5	6	4	1	1	1	1
Rutzing	28	14	4	2	8	1	1	2	1
Aiterhofen	240	65	36	24	5	3	5	0	0
Otzing	45	15	2	6	7	0	0	1	0
Swetzingen	202	102	42	48	12	1	3	0	0
Nieder-Mörlen	17	10	3	3	4	1	0	4	0
Herxheim	500	8	2	0	6	2	0	0	0
Talheim	34	21	11	6	4	3	2	0	0
Stuttgart- Mühlhausen	177	53	27	25	1	5	3	0	0
Vaihingen	130	46	11	10	25	3	2	8	0
Dilingen	27	17	12	5	0	5	5	0	0
Flomborn	85	11	7	4	0	3	4	0	0
Mulhouse-Est	35	7	1	5	1	0	2	0	0
Ensisheim	45	34	15	13	6	3	3	0	0
Souffelweyersheim	52	17	7	3	7	2	2	1	0
Vendenheim	111	37	10	2	25	1	1	1	0
n	2664	769	296	275	198	40	55	20	15
						n*=115		n=130(?)	



Obr. č. 14. Tabulární zobrazení časových rámců jednotlivých nalezišť pro období neolitu včetně mini-grafů.

5.2. Tabulární výstup z databáze pro období eneolitu a starší doby bronzové

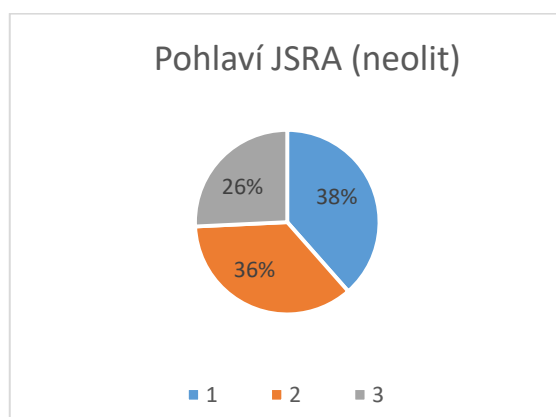
Naleziště	CPJNP	PJSRA	PMSRA	PZSRA	PNPSRA	PMN	PZN	PNPN	PHN
Budapest-Békásmegyer	150	3	2	1	0	2	0	0	0
Csepel-Vizcső II	-	1	0	0	1	0	0	1	0
Szigetszentmiklós Udülősor	-	2	1	1	0	1	1	0	0
Szigetszentmiklós II. Vízcsoák	219	1	1	0	0	1	0	0	0
Vésztő-Mágor	19	5	2	2	1	0	1	1	0
Vésztő-Bikeri	10	3	3	0	0	2	0	0	0
Okány 6	7	4	2	1	1	0	0	0	0
Hajdúböszörmény-Ficsori-tó	34	9	1	1	7	1	0	1	0
Tiszapolgár-Basatanya	67	20	15	4	1	2	2	0	0
Magyarhomorog	86	10	6	4	0	4	1	0	0
Gyula 114	18	10	6	4	0	3	2	0	0
Sárrétudvari-Örhalom	8	8	5	1	2	4	0	0	0
Balmazújváros-Árkusmajor-Kettoshalom	-	1	1	0	0	0	0	0	0
Debrecen-Basahalom	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Debrecen-Dunahalom	-	1	1	0	0	0	0	0	0
Dévaványa-Barcéhalom	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Dévaványa-Csordajárás	3	2	0	0	2	0	0	0	0
Püspökladány kincses domb	3	1	1	0	0	0	0	0	0
Sárrétudvari Balázs-halom	-	1	0	1	0	0	0	0	0
Kétegyháza-Kétegyházitanyák	-	4	2	1	1	1	0	1	0
Kněževes	-	2	2	0	0	1	0	0	0
Hoštice za Hanou I	157	4	2	1	1	1	1	0	0

Velké Přílepy	8	3	1	0	2	1	0	2	0
Moravská Nová Ves	2	1	0	0	1	0	0	0	0
Praha-Miškovice	42	11	2	9	0	0	0	0	0
Alicenhof	18	2	1	1	0	1	0	0	0
Franzhausen	49	49	18	30	1	4	2	0	0
Henzing	4	2	0	0	2	0	0	2	0
Hetzmandorf	-	1	0	0	1	0	0	1	0
Hainburg	320	100	0	0	0	0	0	11	0
Altdorf	6	3	2	1	0	1	0	0	0
Augsburg	-	17	9	5	3	6	4	3	0
Irlbach	-	11	5	5	1	1	1	0	0
Künzing-Bruck	-	6	4	2	0	2	1	0	0
Landau	-	6	0	4	2	0	4	2	0
Manching	-	3	2	1	0	2	1	0	0
Osterhofen	-	8	5	3	0	3	2	0	0
Pommelsbrunn	-	1	1	0	0	1	0	0	0
Straubing-Öberau	-	1	1	0	0	1	0	0	0
Weichering	-	9	5	1	3	2	0	3	0
Eulau	13	13	4	6	2	0	2	0	0
Bruchsal-Aue	10	10	6	2	0	1	1	0	0
Bergheimfeld	29	19	5	9	5	3	5	1	0
Kelheim	3	1	0	1	0	0	0	0	0
Lauda-Königshofen	62	25	12	12	1	2	5	0	0
Poldering	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Tiefbrunn	3	3	2	1	0	1	0	0	0
Karsdorf	-	20	6	7	7	1	6	1	0
Osterwieck	-	3	0	0	3	0	0	2	0
Esperstedt	-	9	2	5	2	2	2	0	0
Leau	-	4	1	0	3	0	0	0	0
Plötzkau	-	9	4	1	4	0	1	0	0
Brehna	-	3	1	0	2	0	0	0	0
Röcken	-	10	4	3	3	1	0	0	0
Serbitz	-	4	2	0	2	1	0	0	0
Wolkshausen	9	1	1	0	0	0	0	0	0
Singen	96	22	8	5	9	0	0	0	0
Jelšovce	-	20	6	14	0	5	12	0	0
Szczepankowice	4	1	0	1	0	0	1	0	0
Magnice	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Livezile	-	1	1	0	0	0	0	0	0

Ampoița-Dostior	-	1	1	0	0	0	0	0	0
Ampoița-Peter	-	2	1	0	1	0	0	0	0
Meteuș-La Meteușel	-	2	1	1	0	0	0	0	0
Sion	90	12	7	3	2	1	1	0	0
n	1404	525	186	156	80	66	60	32	
							n*=158		

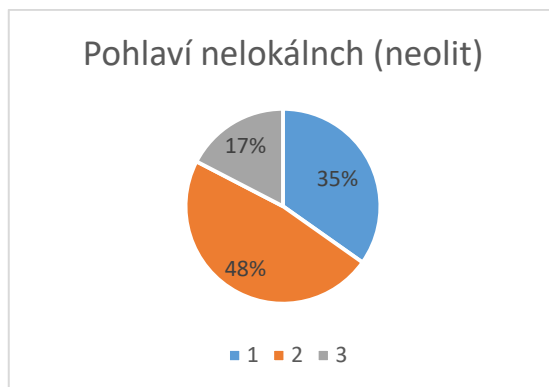
Tab. 3 Tabulární výstup z databáze pro období eneolitu a starší doby bronzové.

5.3. Grafické výstupy z databáze



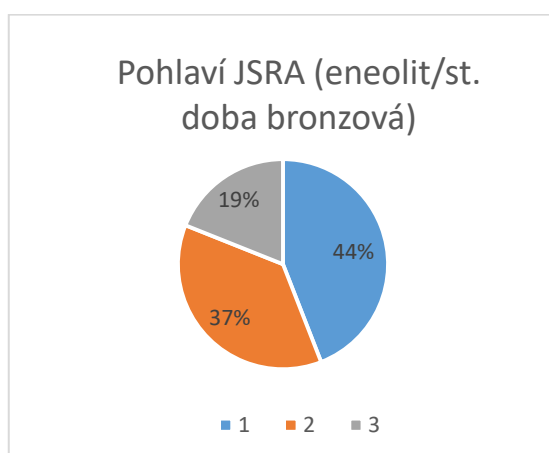
Graf č. 1. Procentuální poměr zastoupení pohlaví stronciových analýz pro období neolitu

Pohlaví všech jedinců bylo rozděleno na rozlišené - mužské a ženské pohlaví; nerozlišené - neurčené pohlaví. Z celkového počtu 769 jedinců pro období neolitu činilo 296 jedinců mužského pohlaví (znázorněné v grafu 1/modrou barvou- 38 %), 275 jedinců ženského pohlaví (znázorněné v grafu 2/oranžovou barvou- 36 %) a 198 jedinců neurčeného pohlaví (znázorněné v grafu 3/šedou barvou- 26 %), viz graf č. 1.



Graf č. 2. Procentuální poměr zastoupení pohlaví stronciových analýz pro období neolitu

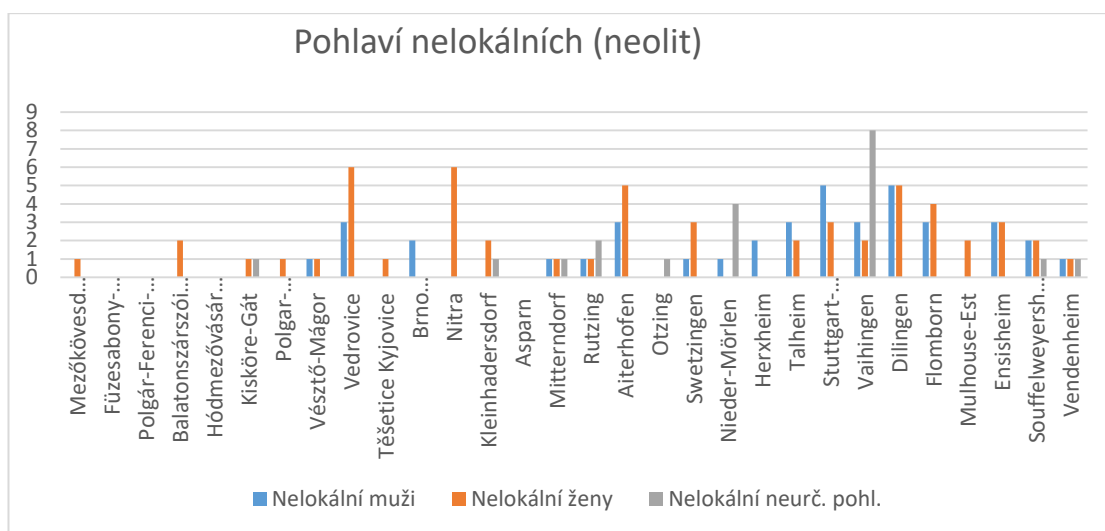
Z grafu č. 2 vyplývá, že z celkového počtu všech 115 nelokálních jedinců vystižených v databázi pro období neolitu bylo 40 jedinců mužského pohlaví (znázorněné v grafu 1/modrou barvou- 35 %), 55 ženského pohlaví (znázorněné v grafu 2/oranžovou barvou- 48 %) a 20 neurčeného pohlaví (znázorněné v grafu 3/šedou barvou- 19 %).



Graf č. 3. Poměr procentuální zastoupení pohlaví JSRA pro období enelitu a starší doby bronzové

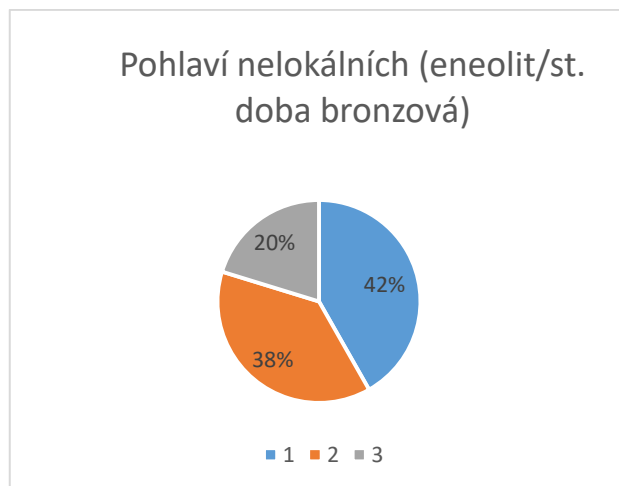
Stejný princip byl aplikován na období neolitu a starší doby bronzové. Dle hodnot z celkového počtu 422 jedinců pro sloučená období činilo 186 jedinců mužského pohlaví (znázorněné v grafu 1/modrou barvou- 44 %), 156

jedinců ženského pohlaví (znázorněné v grafu 2/oranžovou barvou- 37 %) a 80 jedinců neurčeného pohlaví (znázorněné v grafu 3/šedou barvou- 19 %) znázorněných v grafu č. 3. I v tomto případě se jedná o rovnoměrné rozdělení všech tří kategorií.



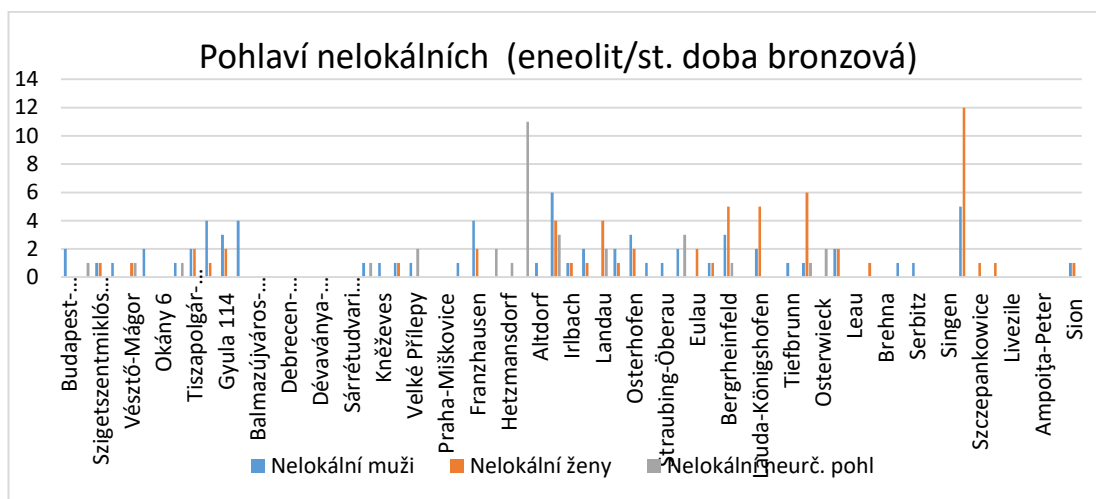
Graf č. 4. Zobrazení v rámci pohlaví pro příslušná naleziště v období neolitu

Graf č. 4 zřehledňuje celkové zastoupení neolitických nalezišť databáze v závislosti na pohlaví nelokálních jedinců.

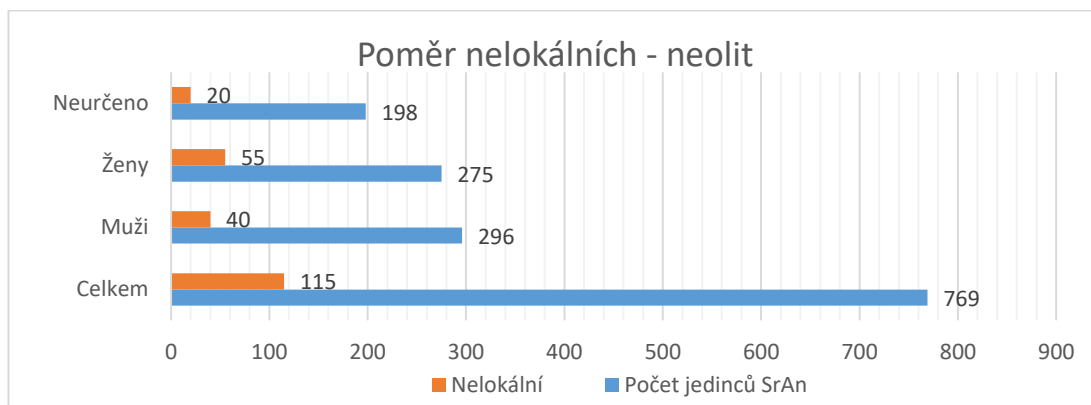


Graf č. 5. Poměr procentuální zastoupení pohlaví JSRA pro období eneolitu a starší doby bronzové

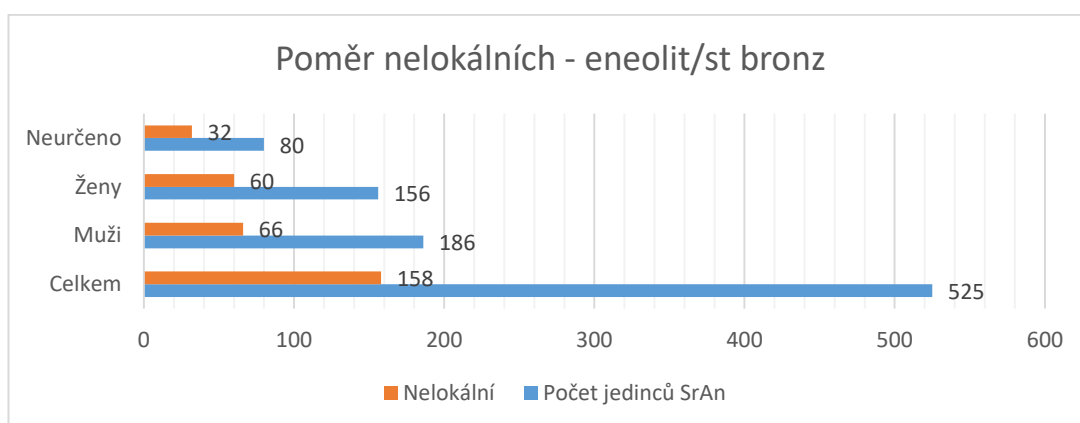
Graf č. 5 zahrnuje ve svém celkovém vyjádření 158 jedinců. 66 jedinců mužského pohlaví (znázorněné v grafu 1/modrou barvou- 42%), 60 jedinců ženského pohlaví (znázorněné v grafu 2/oranžovou barvou- 38 %) a 32 jedinců neurčeného pohlaví (znázorněné v grafu 3/šedou barvou- 20 %).



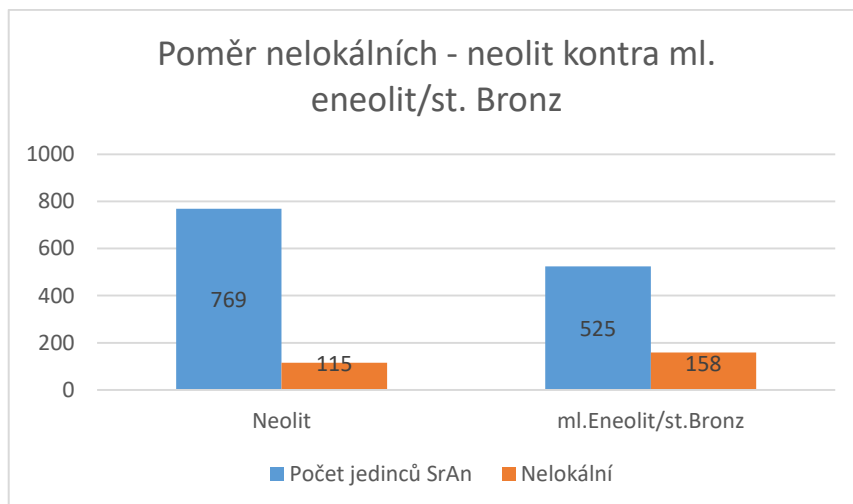
Graf č. 6. Zobrazení v rámci pohlaví pro příslušná naleziště v období eneolit/st. doba bronzová



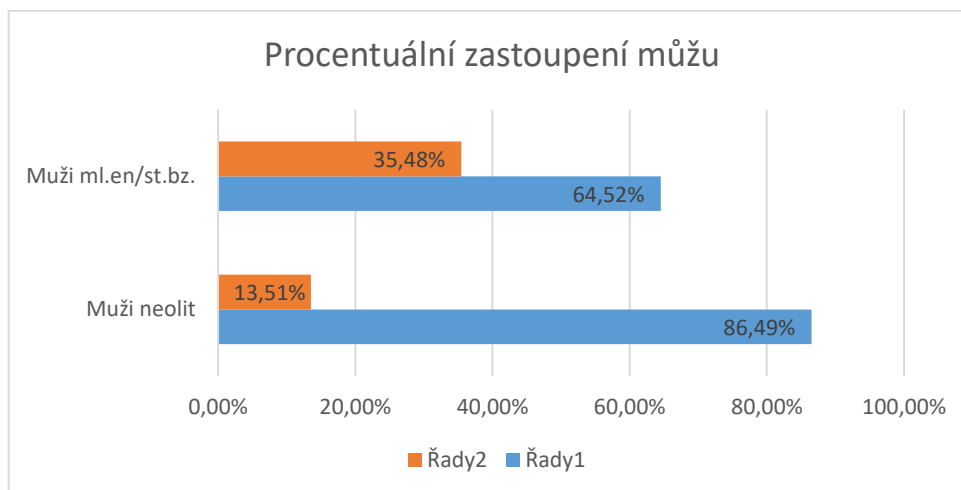
Graf č. 7. Zobrazení poměru nelokálních s počtem jedinců stronciových analýz jednotlivých pohlaví pro období neolitu



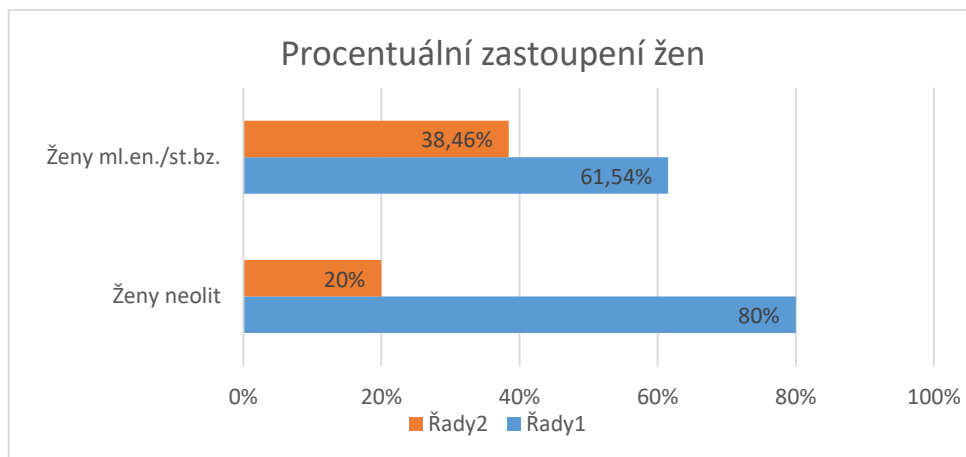
Graf č. 8. Zobrazení poměru nelokálních s počtem jedinců stronciových analýz jednotlivých pohlaví pro období eneolitu a starší doby bronzové



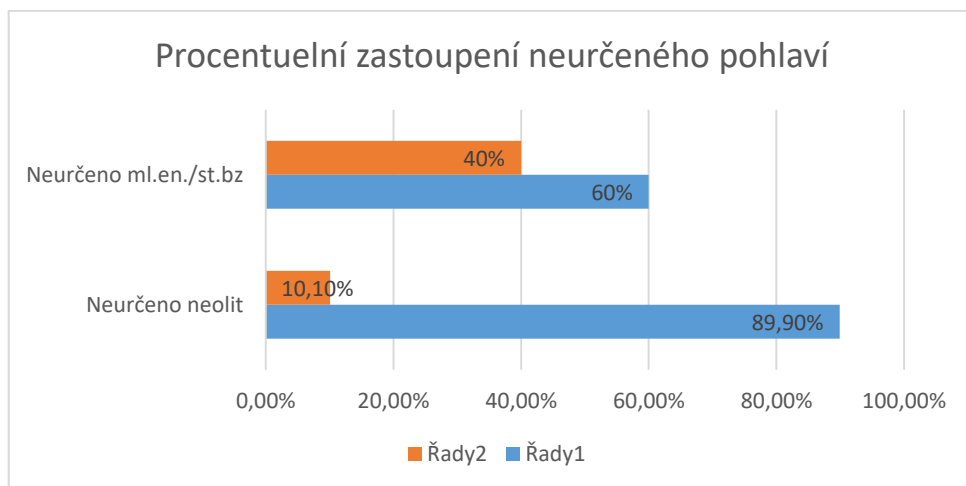
Graf č. 9. Zobrazení poměru celkových počtů nelokálních s počtem všech jedinců stronciových analýz pro jednotlivá období



Graf č. 10. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení počtů nelokálních mužů s počtem všech jedinců stronciových analýz pro jednotlivá období

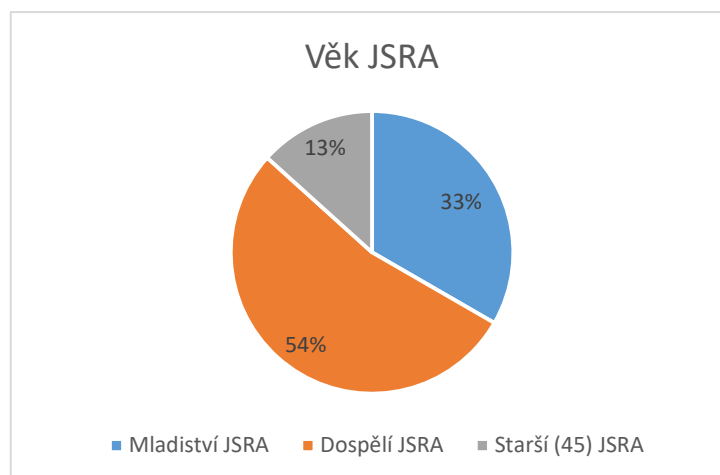


Graf č. 11. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení počtů nelokálních žen s počtem všech jedinců stronciových analýz pro jednotlivá období



Graf č. 12. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení počtů nelokálních mužů s počtem všech jedinců stronciových analýz pro jednotlivá období

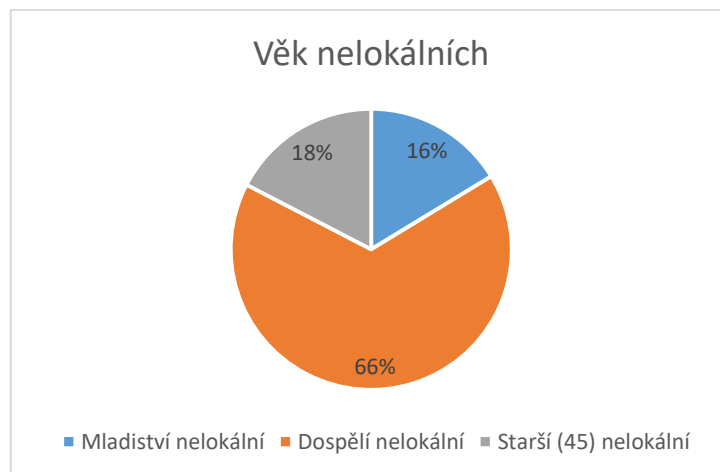
První kategorie (mladiství jedinci-databaze kod1) v limitu od 0-18 let. Druhá kategorie (dospělí jedinci- databaze kod2) byli jedinci ve stanoveném věkovém limitu od 18-45 let a třetí kategorií byli starší jedinci v limitu 45 a více let (databaze kod3).



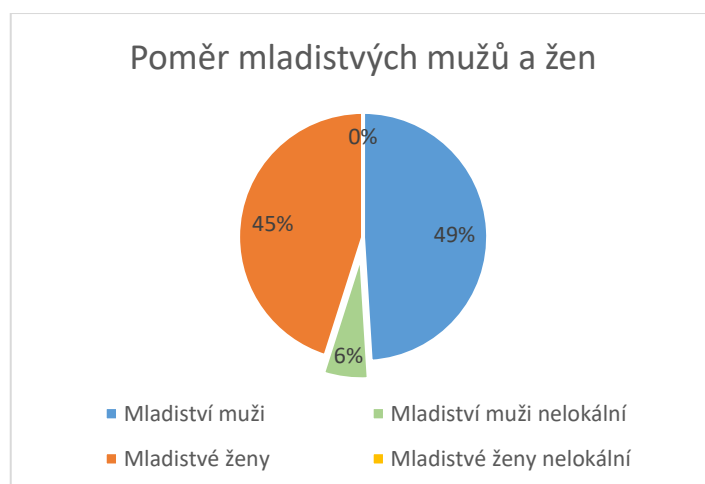
Graf č. 13. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení počtů jedinců stronciových analýz v závislosti na jejich věkové kategorii.

Graf č. 13 zřehledňuje výstup „kod_vek“ z databáze pro období neolitu, kde kategorie (JSRA- jedinců stronciových analýz) mladistvých čítala 413 jedinců (33 %). Druhá kategorie dospělých 661 jedinců (54 %) a třetí kategorie starších čítala 165 jedinců (13 %). Z uvedeného je zřejmé, že nadpoloviční většinu zaujímala druhá kategorie, tj. kategorie dospělých jedinců.

Z grafu č. 13 lze vyčíst, že hodnoty jsou poměrně rovnoměrně rozděleny mezi skupiny 1 (mladiství jedinci nelokální 16 %) a 3 (starší jedinci nelokální 18 %). Mladistvých nelokálních bylo zahrnuto v databázi na 15 jedinců a starších 45 let na 16 jedinců. Nelokální dospělí čítají 61 jedinců ekvivalentní k 66 % z celkového počtu.



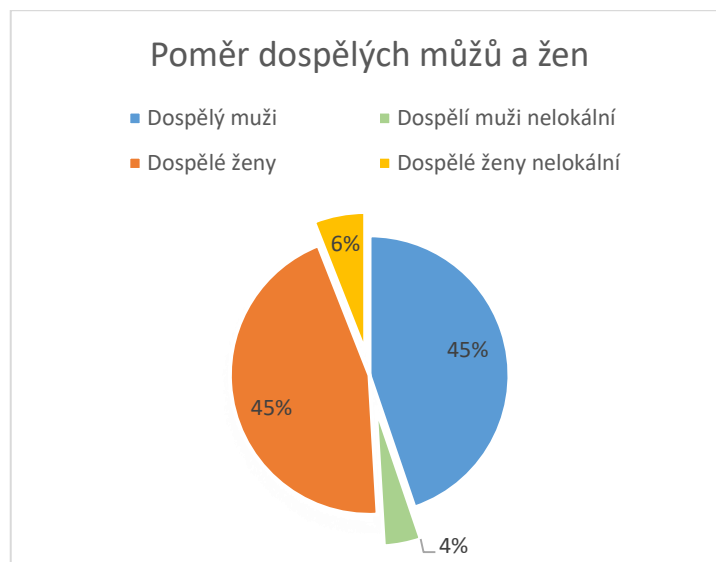
Graf č. 14. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení počtů nelokálních jedinců v závislosti na jejich věkové kategorii.



Graf č. 15. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení mladistvých mužů a žen

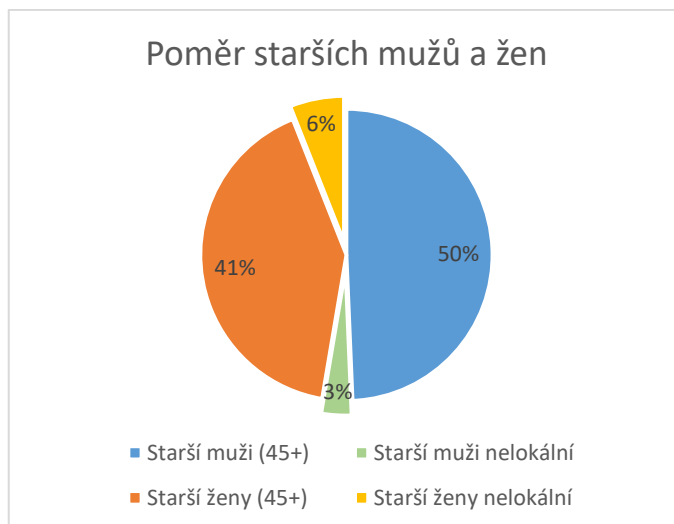
Výstupem poměrů procentuálního zastoupení mladistvých mužů a žen lokálních i nelokálních bylo zjištěno, že počet 25 lokálních jedinců mužského pohlaví (49 %) a 23 jedinců ženského pohlaví (45 %). V této kategorii se z celkového počtu JSRA prokázali pouze 3 mladiství nelokální jedinci mužského pohlaví (6 %) a 0 jedinců ženského pohlaví odpovídající tedy 0 %. Nápadné jsou

následující grafy č. 14 a 15, ve kterých je patrný stejný procentuální poměr tvořený nelokálními jedinci ženského pohlaví a redukující poměr nelokálních jedinců mužského pohlaví.



Graf č. 16. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení dospělých mužů a žen

Z již nastíněného je tedy zřejmý větší nástup produktivních nelokálních jedinců ženského pohlaví, který v grafu zaujímá 32 žen (6 %). Dospělých žen lokálního původu je zahrnuto 241 (45 %) podobně jako lokálních mužů 240 (45 %). 23 dospělých jedinců mužského pohlaví bylo určeno jako nelokální (4 %).



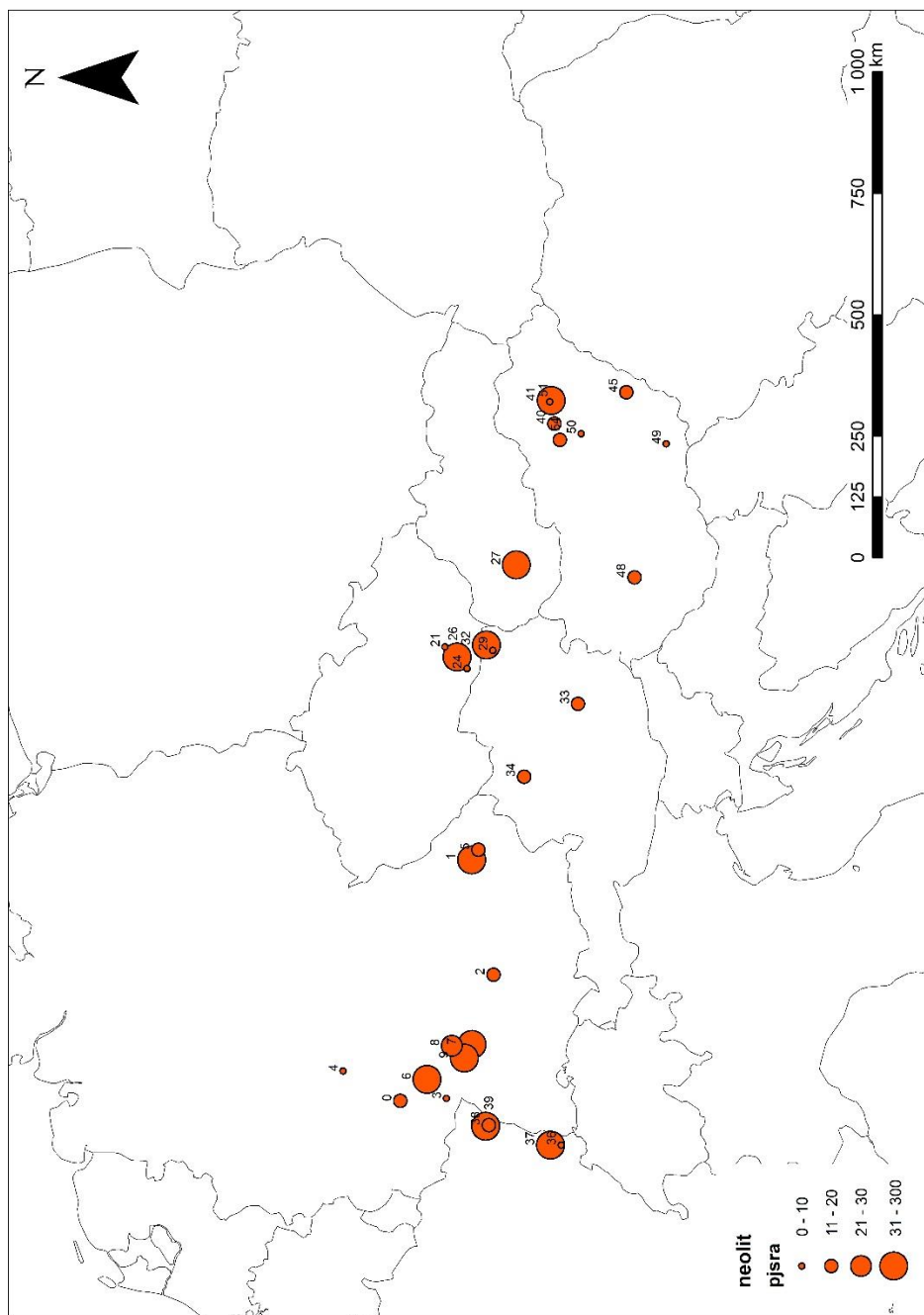
Graf č. 17. Zobrazení poměru procentuálního zastoupení starších mužů a žen

Předcházející výstup (graf č. 17) poměru procentuálního zastoupení starších 45 let mužů a žen dokládá v průměru stabilizaci počtu nelokálních žen na 6 % ekvivalentnímu k 9 jedincům a dalšího snížení v souhrnu nelokálních mužů na 5 jedinců (3 %). Lokální muži (75 jedinců – 50 %) a lokální ženy (62 jedinců – 41 %).

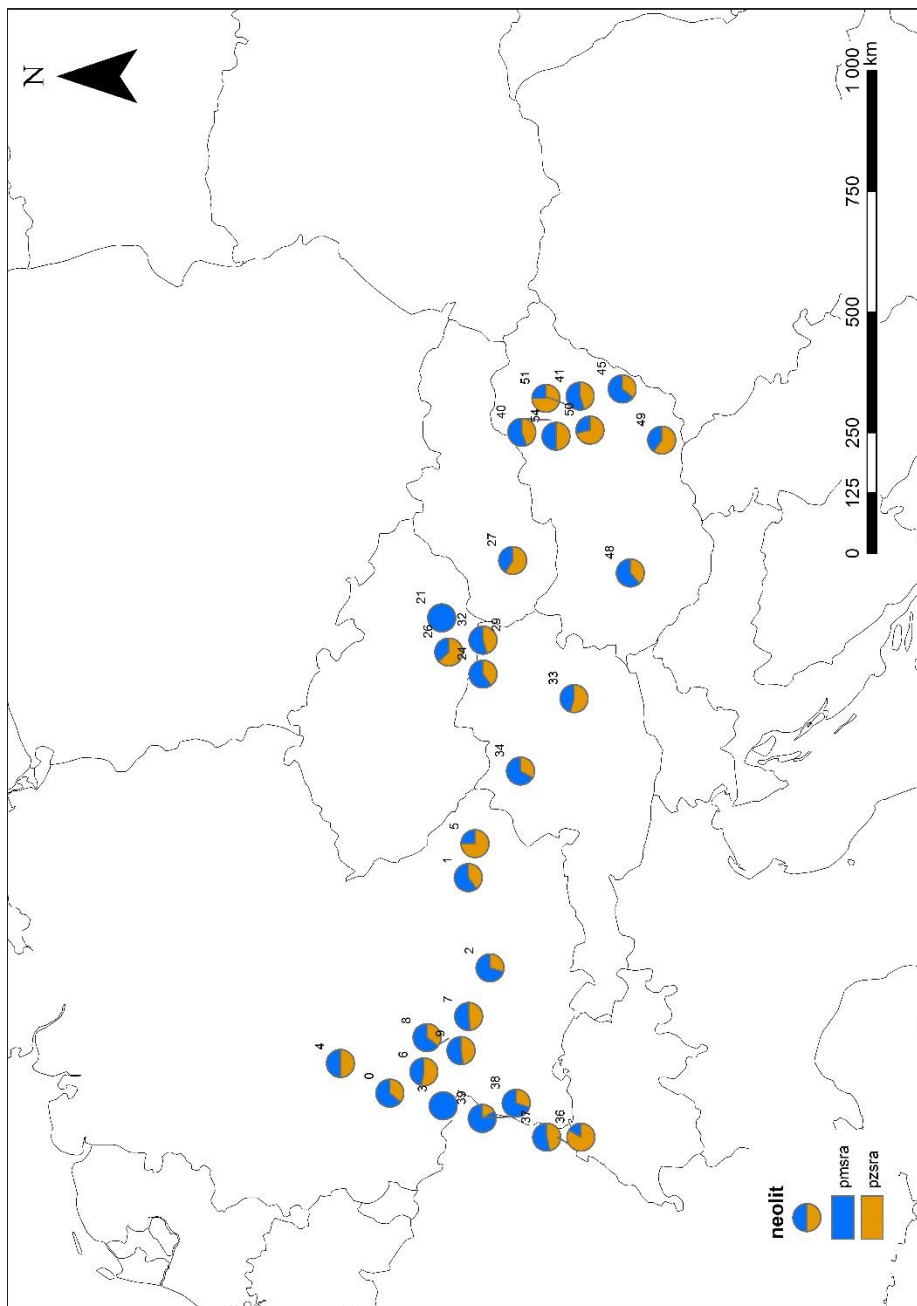
5.4. Mapové výstupy propojené databáze s GIS

Výstupy databáze byly upraveny a přizpůsobeny práci v GIS, kde byly sledovány další faktory v celoevropském měřítku, které se bezpochyby projevují na stávajících výsledcích.

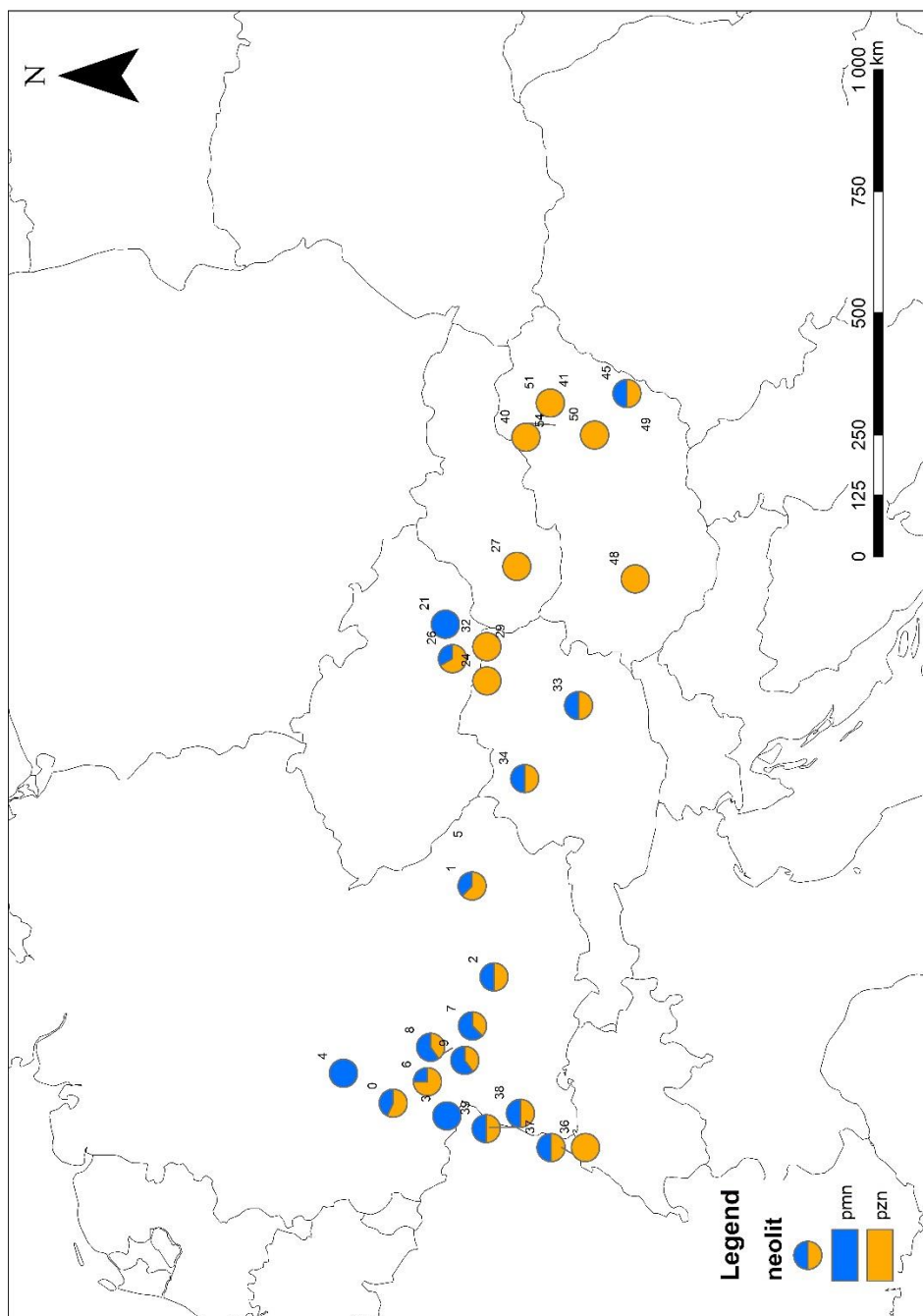
Za takový faktor byla považována velikost každého naleziště, na kterém byly prováděny analýzy izotopů stroncia. Počty jedinců na každém nalezišti tak „vypovídají“ o velikosti výzkumu. Dále bylo vyjádřeno a následně sledováno zastoupení mužů a žen v rámci jednotlivých nalezišť. V tomto případě u všech jedinců stronciových analýz i nelokálních jedinců zvlášť.



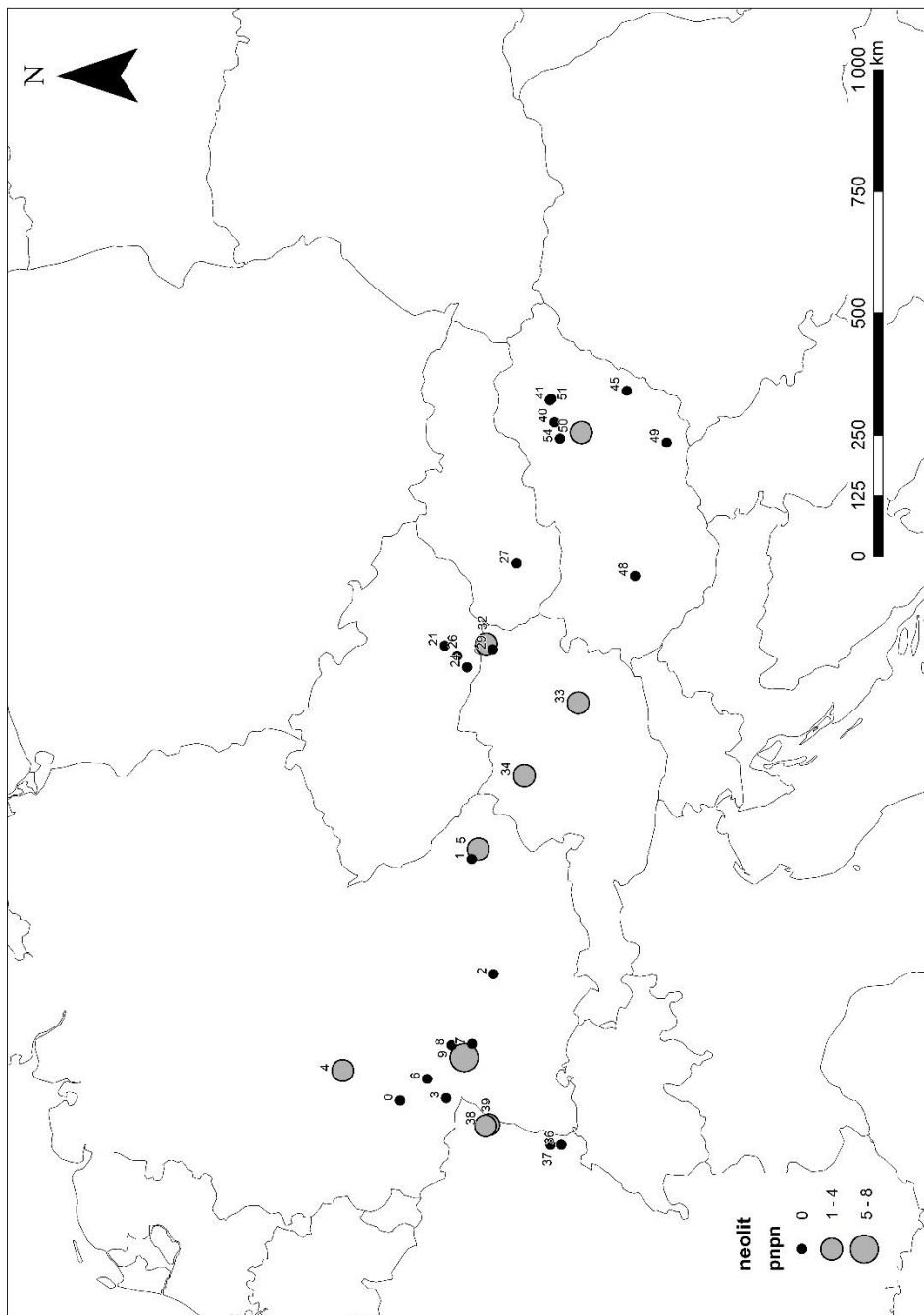
Mapa č. 2. Zobrazení velikosti počtu jedinců stronciových analýz pro období neolitu sledované oblasti (výstup GIS)



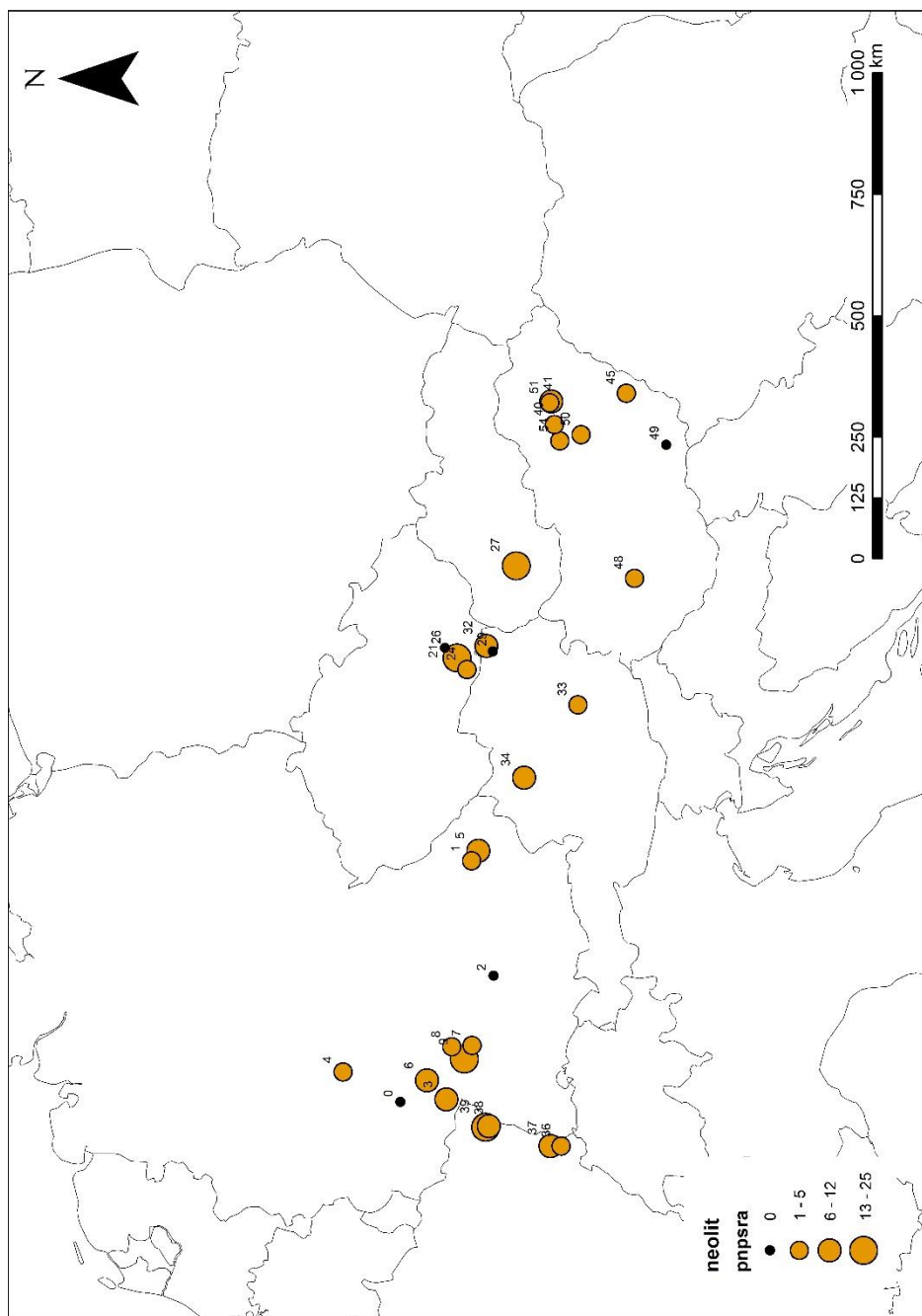
Mapa č. 3. Zobrazení poměru počtu mužů a žen stronciových analýz pro období neolitu sledované oblasti (výstup GIS)



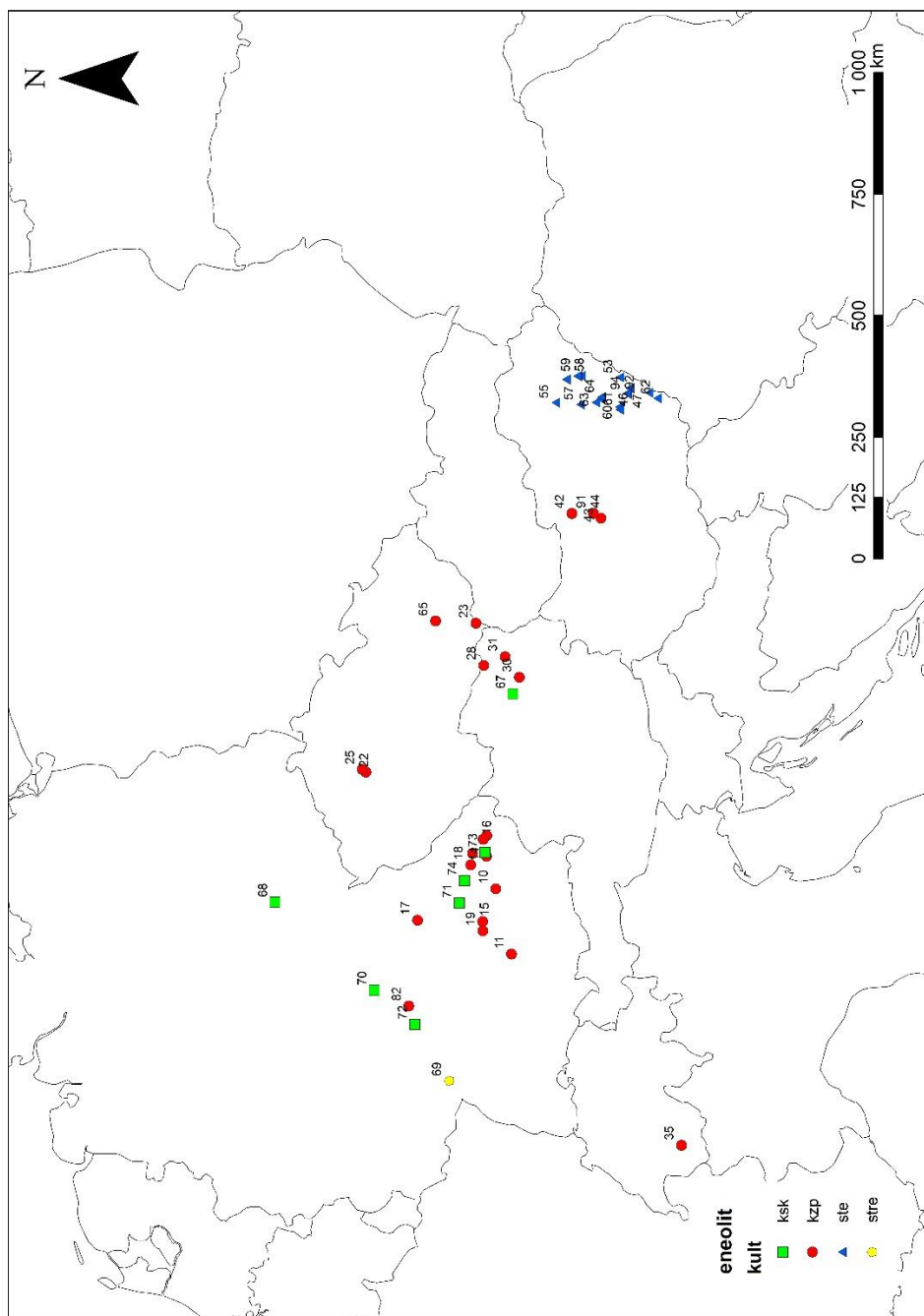
Mapa č. 4. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen pro období neolitu sledované oblasti (výstup GIS)



Mapa č. 5. Zobrazení poměru počtu neurčeného pohlaví nelokálních pro období neolitu sledované oblasti (výstup GIS)



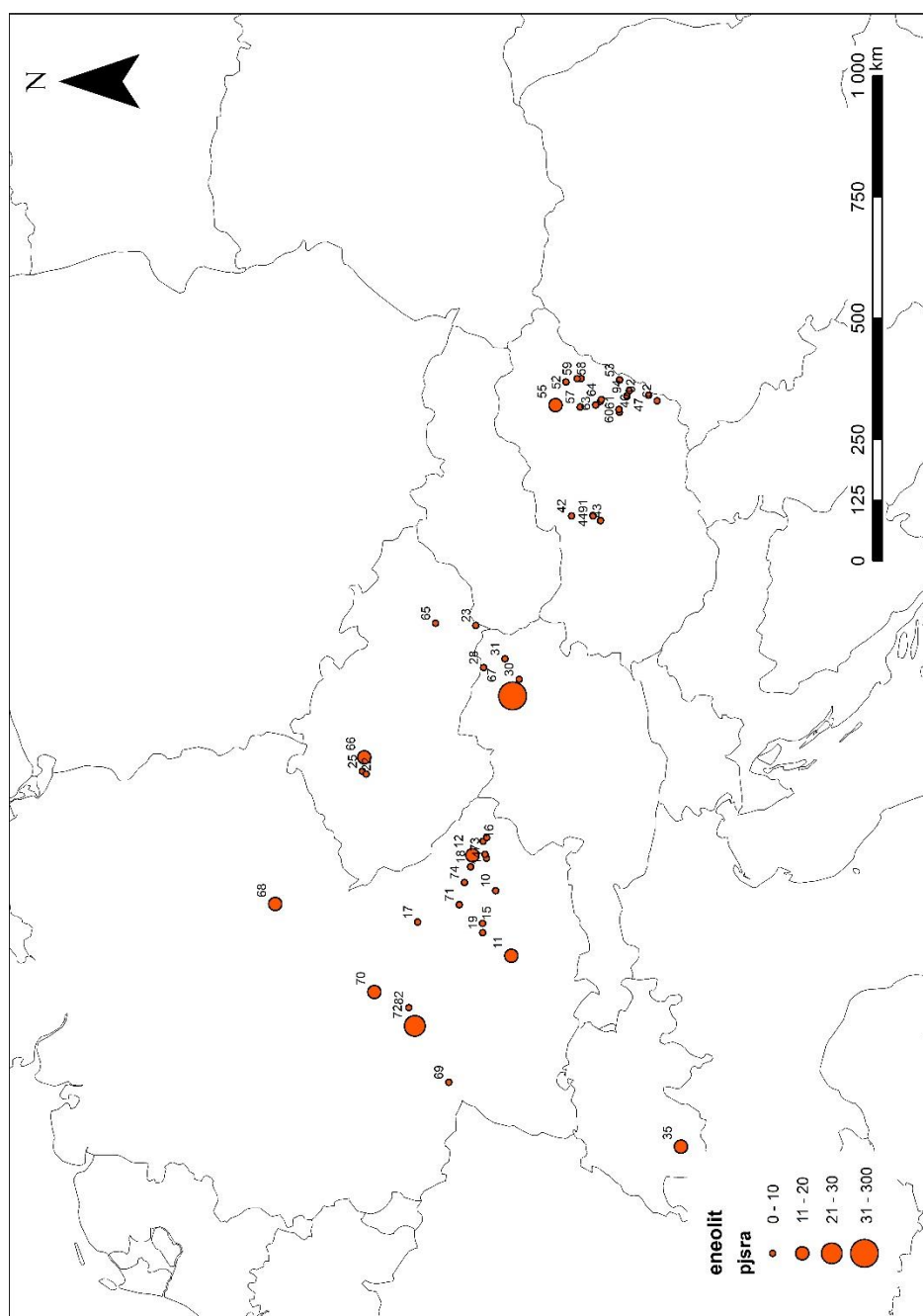
Mapa č. 6. Zobrazení poměru počtu neurčeného pohlaví stronciových analýz pro období neolitu sledované oblasti (výstup GIS)



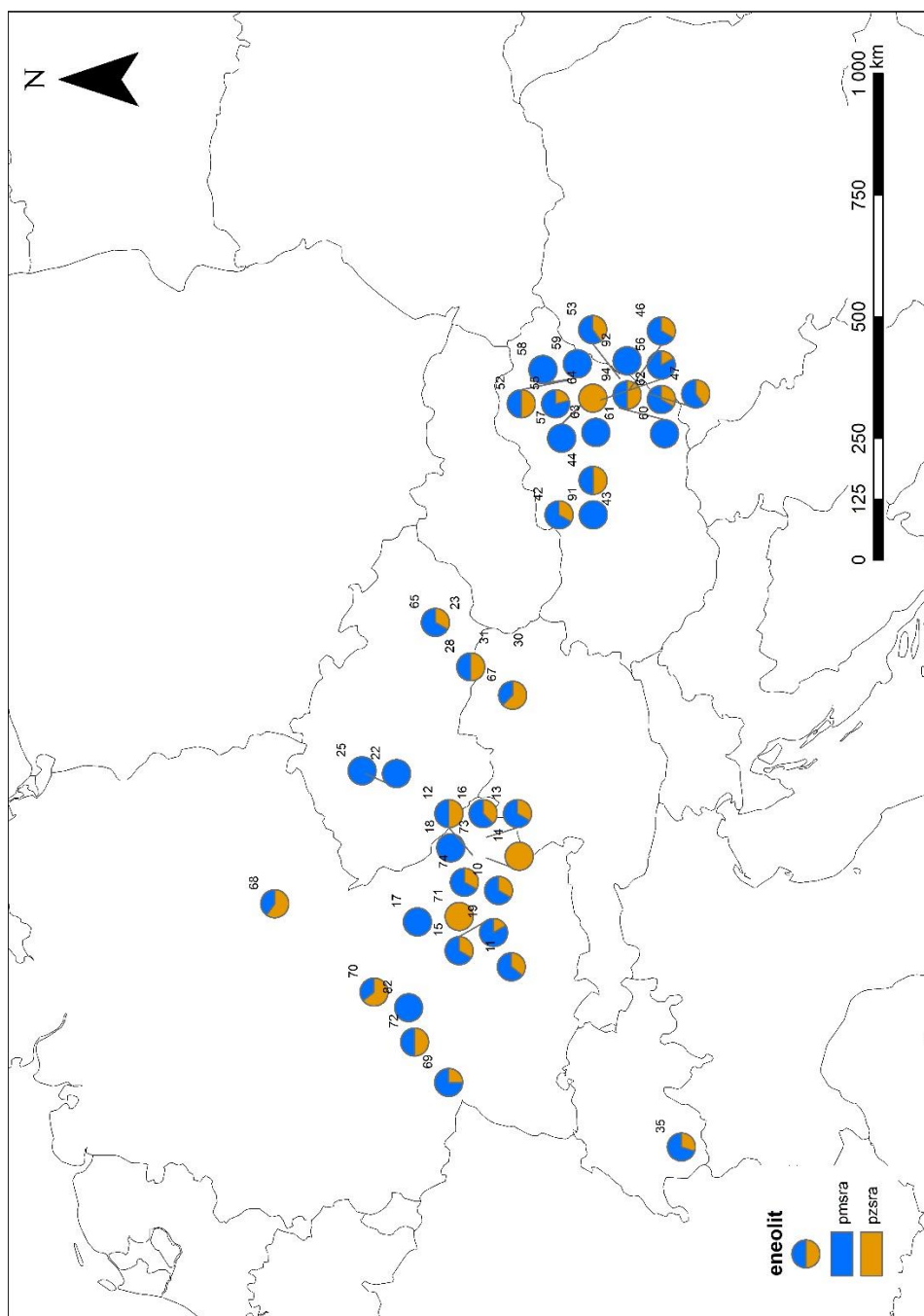
Mapa č. 7. Znázornění kultur pro období eneolitu sledované oblasti (výstup GIS)

Studie analýz izotopů stroncia pro období eneolitu zanesené do databáze čítaly nejvíce mladoeneolitických kultur, tj. kulturu se šňůrovou keramikou (zelený čtverec) a kulturu se zvoncovými poháry (červený kruh). Zbylé tvořily

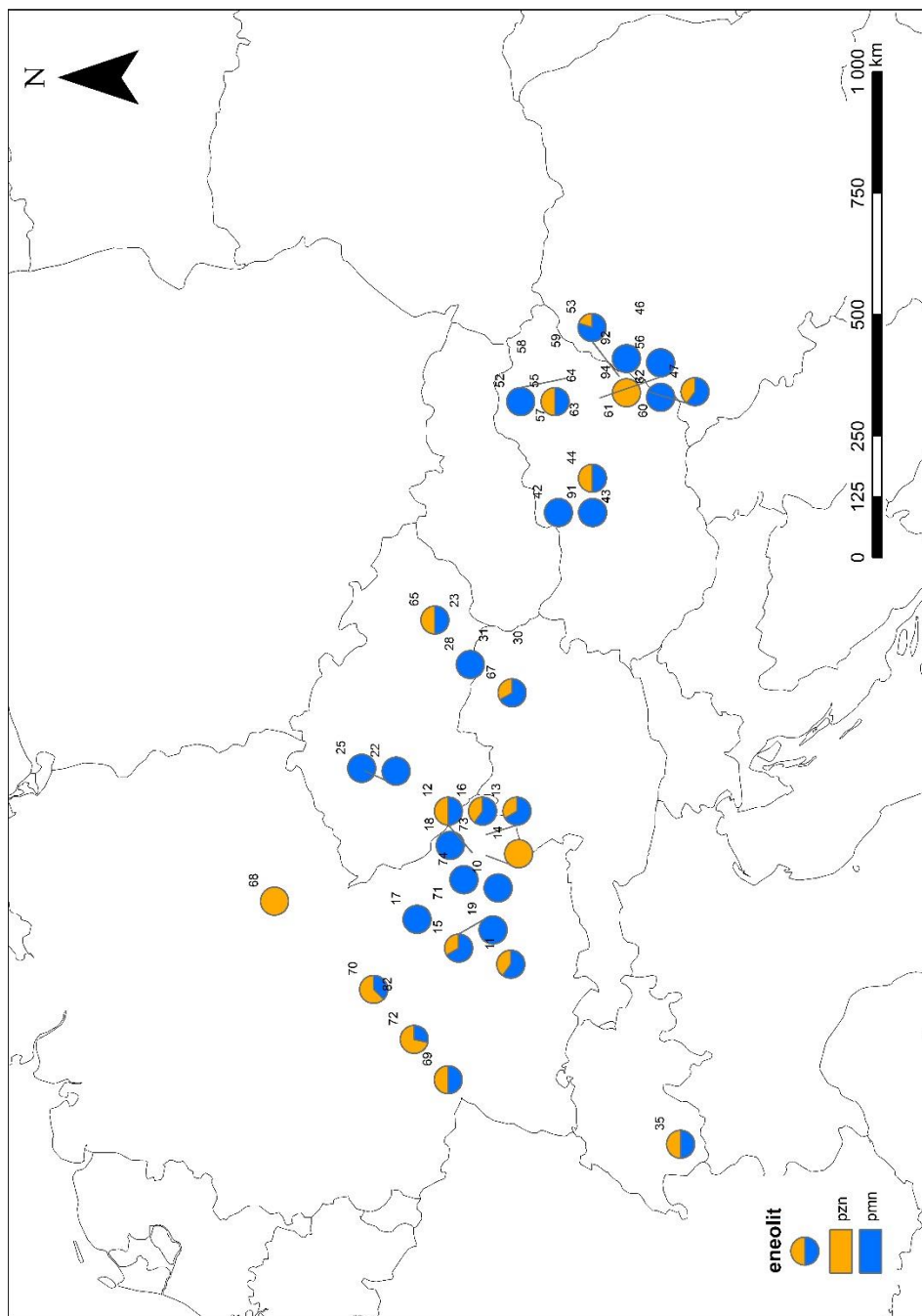
kultury starého eneolitu (modrý trojúhelník) z maďarských plání a jedna střeđoeneolitická (žlutý lichoběžník).



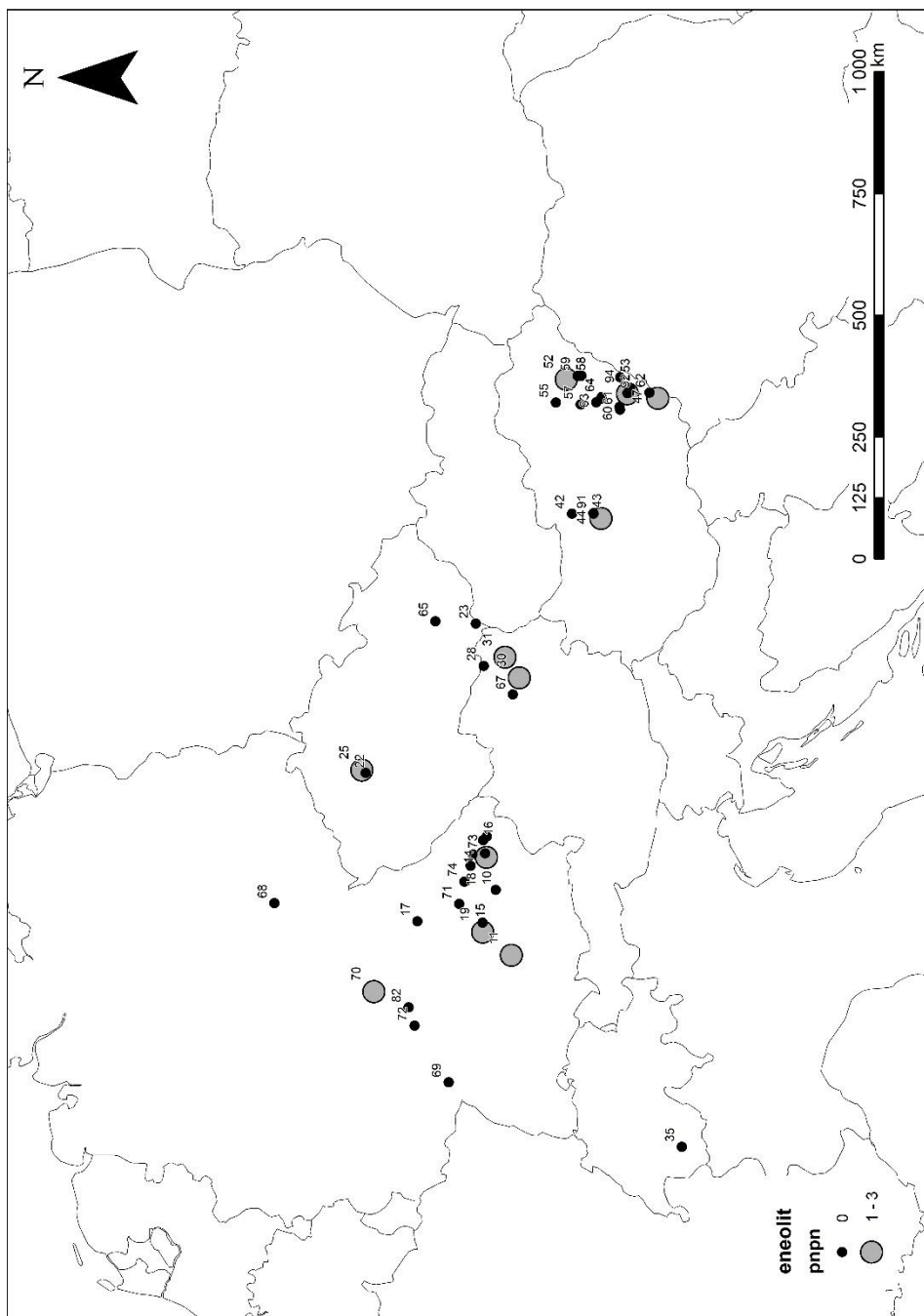
Mapa č. 8. Zobrazení velikosti počtu jedinců stronciových analýz pro období eneolitu sledované oblasti (výstup GIS)



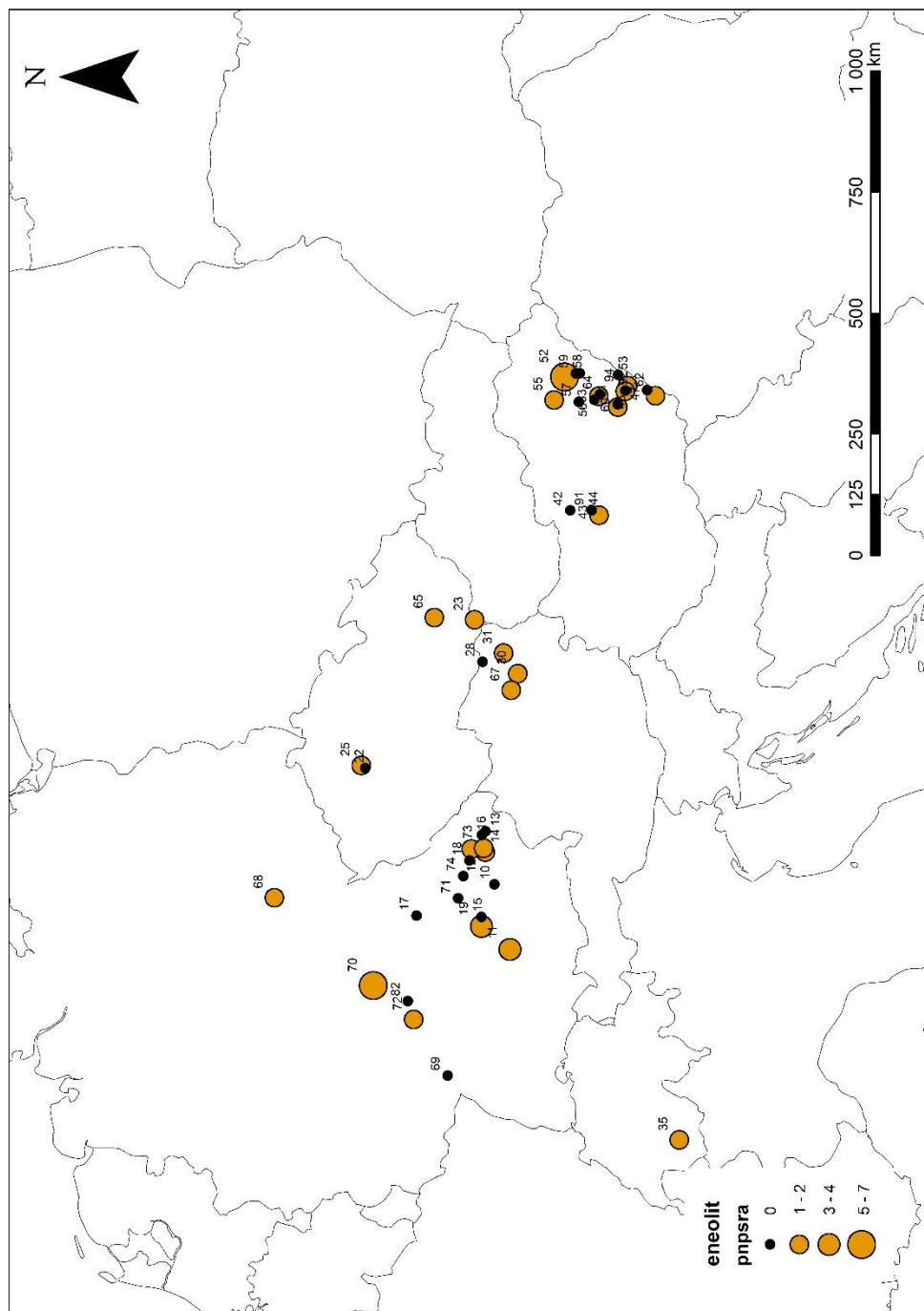
Mapa č. 9. Zobrazení poměru počtu mužů a žen stronciových analýz pro období eneolitu sledované oblasti (výstup GIS)



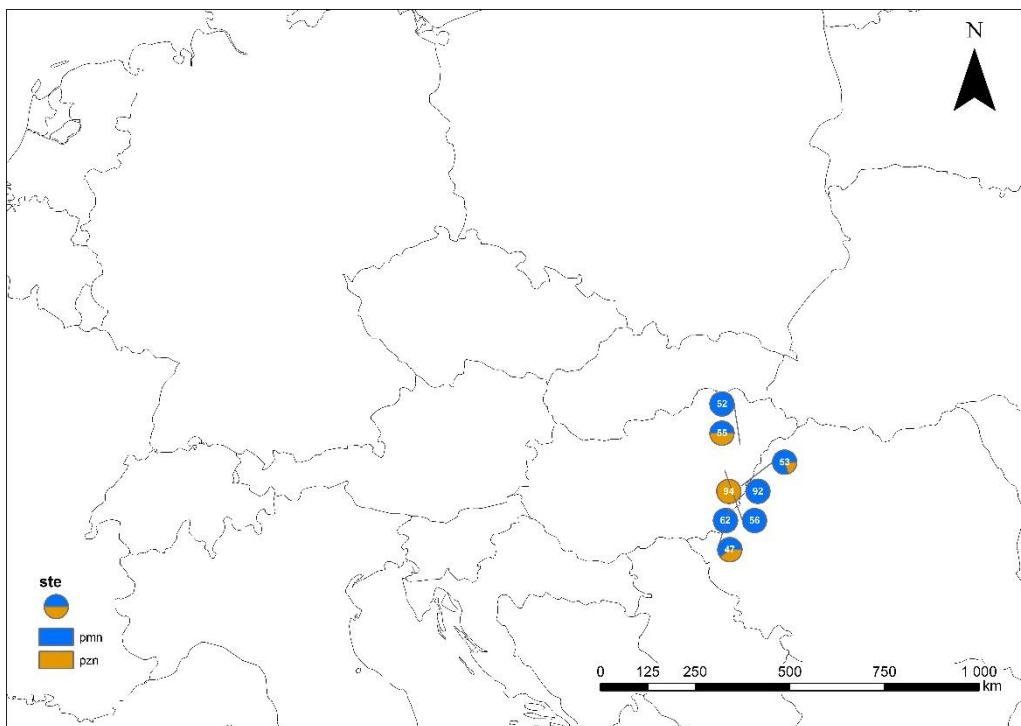
Mapa č. 10. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen sledované oblasti (výstup GIS)



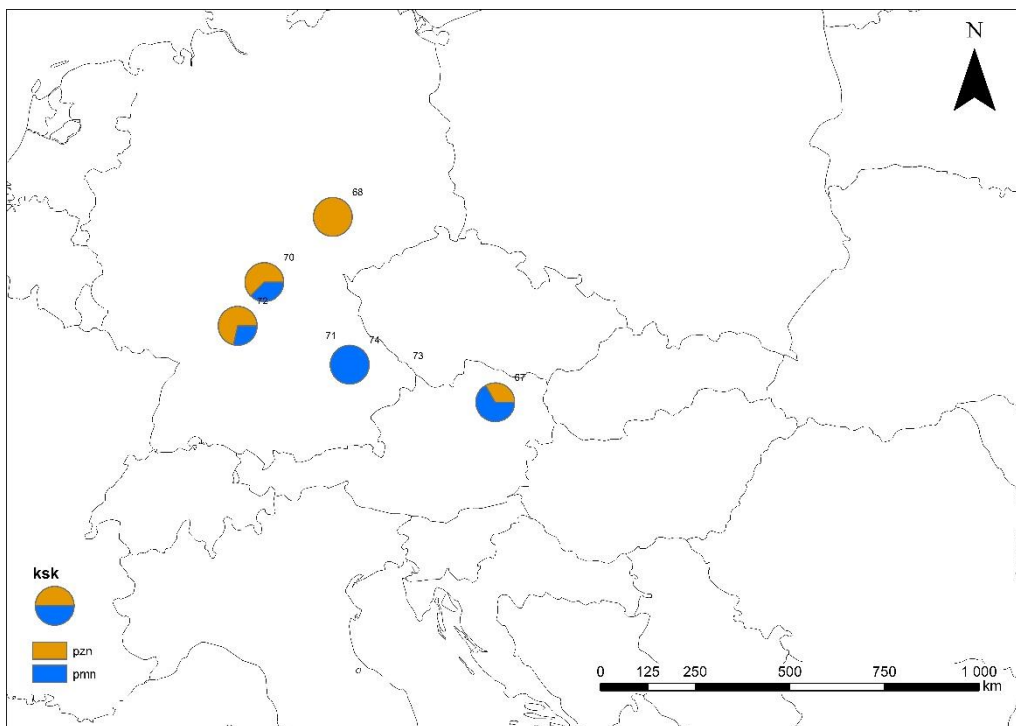
Mapa č. 11. Zobrazení poměru počtu neurčeného pohlaví nelokálních pro období eneolitu sledované oblasti (výstup GIS)



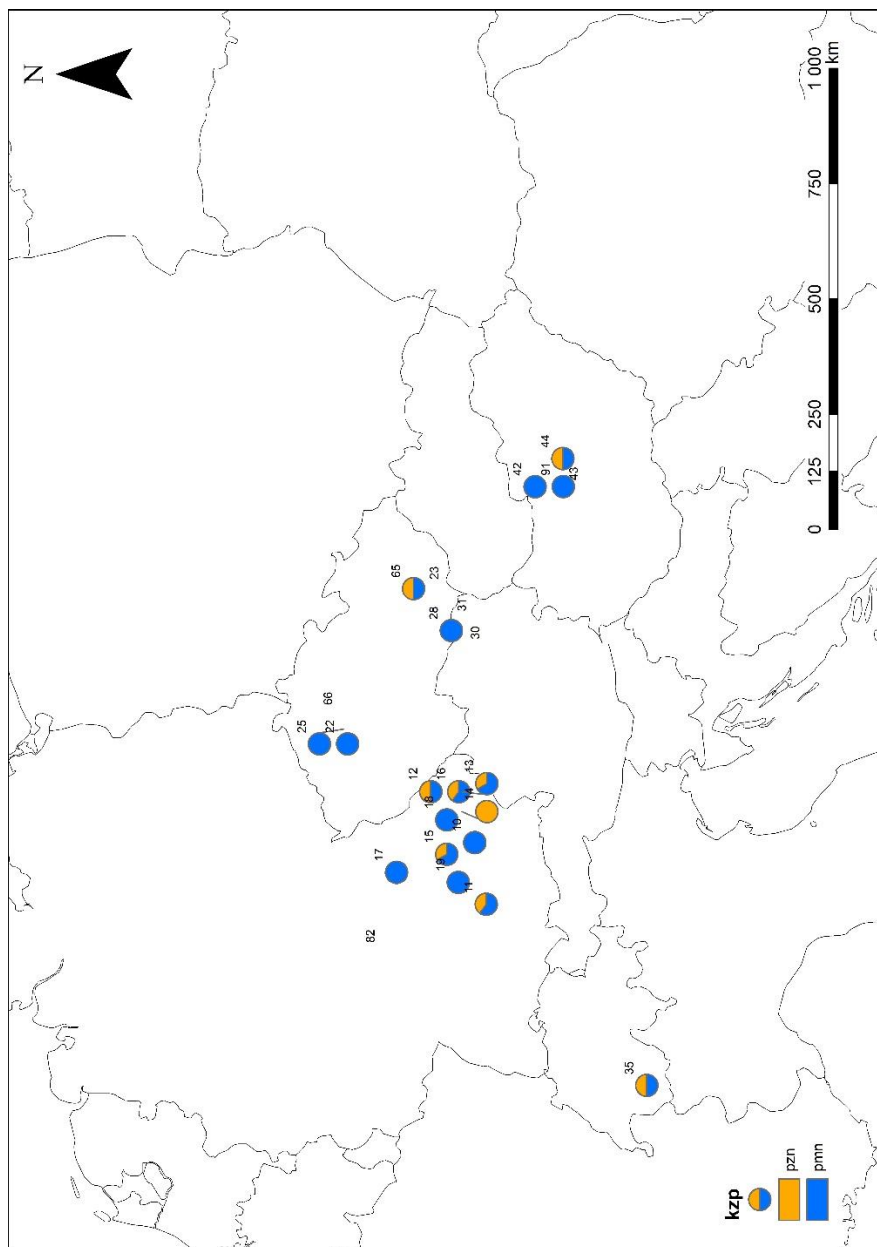
Mapa č. 12. Zobrazení poměru počtu neurčeného pohlaví stronciových analýz sledované oblasti (výstup GIS)



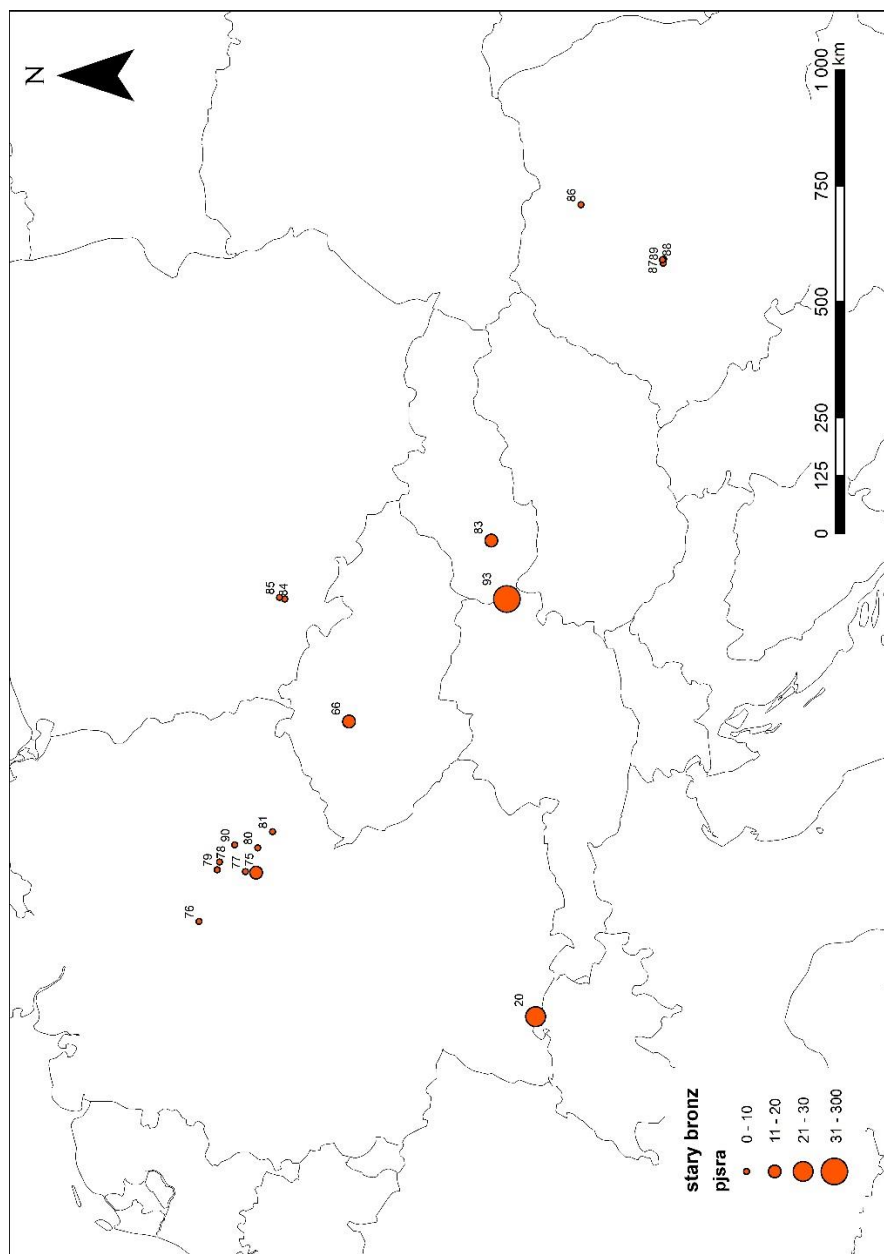
Mapa č. 13. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen v kultuře pro období starého eneolitu sledované oblasti (výstup GIS)



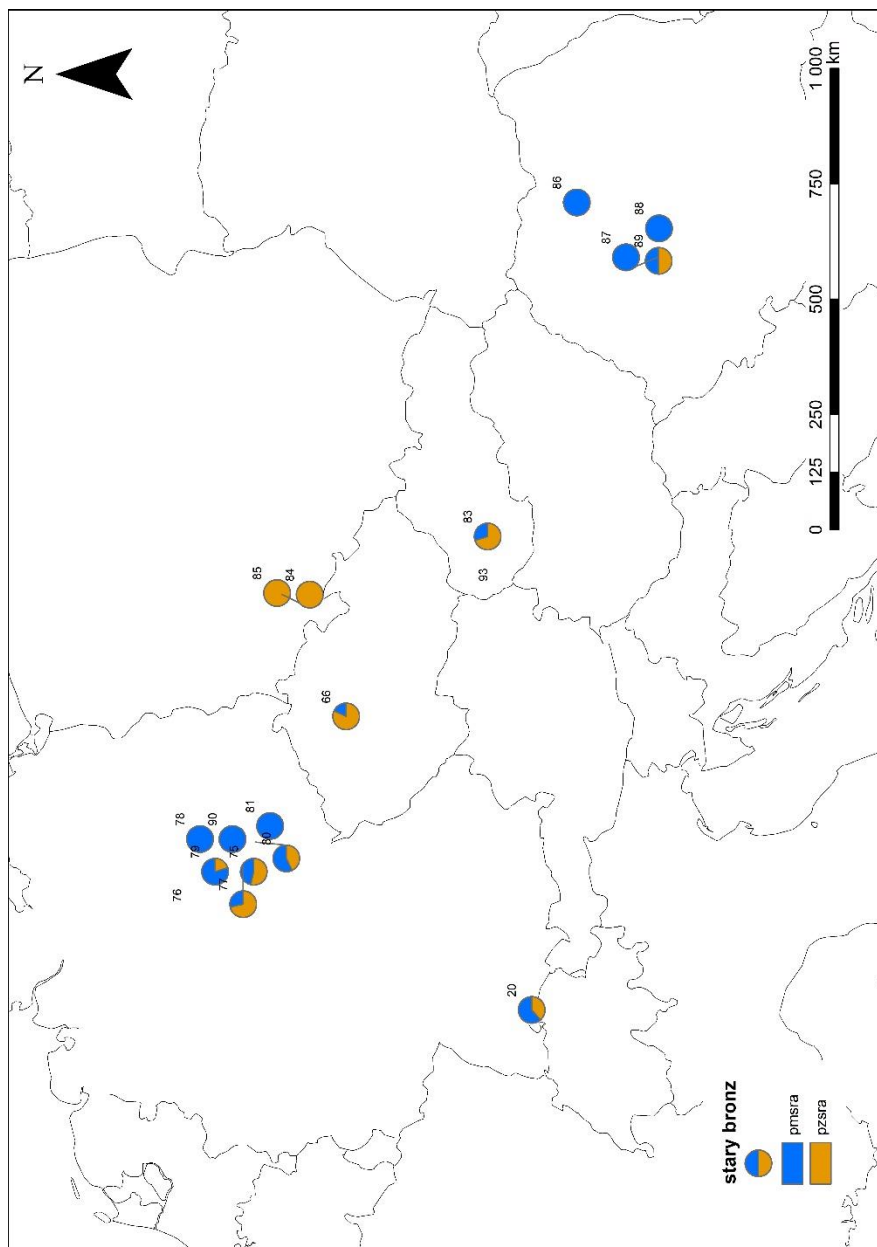
Mapa č. 14. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen v kultuře se šňůrovou keramikou sledované oblasti (výstup GIS)



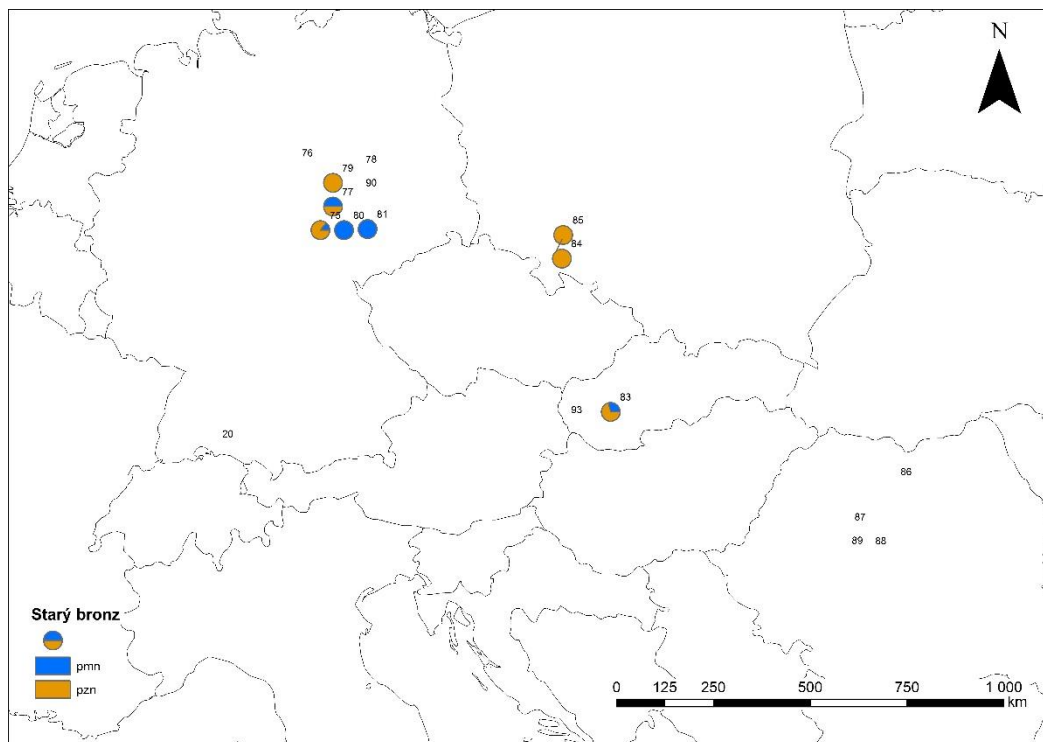
Mapa č. 15. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen v kultuře zvoncovitých pohárů sledované oblasti (výstup GIS)



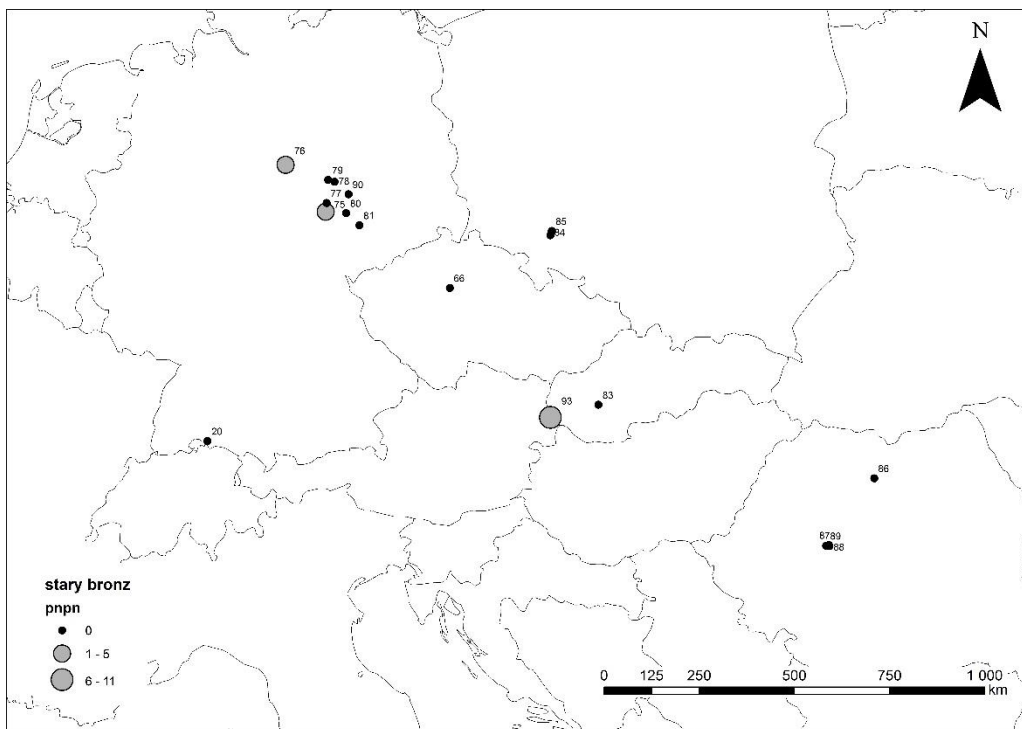
Mapa č. 16. Zobrazení velikosti počtu jedinců stronciových analýz pro období starší doby bronzové sledované oblasti (výstup GIS)



Mapa č. 17. Zobrazení poměru počtu mužů a žen stronciových analýz pro období starší doby bronzové sledované oblasti (výstup GIS)



Mapa č. 18. Zobrazení poměru počtu nelokálních mužů a žen pro období starší doby bronzové sledované oblasti (výstup GIS)



Mapa č. 20. Zobrazení poměru počtu neurčeného pohlaví nelokálních pro období starší doby bronzové sledované oblasti (výstup GIS)

5.5. Statistické výstupy propojené databáze s programem Statistica12

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - casny neolit			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	43	7	50
2	21	2	23
Vš.skup.	64	9	73

Souhrnná tab. : Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_upravena)			
Pearsonův chí-kv. : ,410074, sv=1, p=,521932			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	43,83562	6,164384	50,00000
2	20,16438	2,835616	23,00000
Vš.skup.	64,00000	9,000000	73,00000

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - stredni neolit			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	294	12	306
2	44	4	48
3	1	0	1
4	12	0	12
Vš.skup.	351	16	367

Souhrnná tab. : Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_upravena)			
Pearsonův chí-kv. : 2,55117, sv=3, p=,466114			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	292,6594	13,34060	306,00000
2	45,9074	2,09264	48,00000
3	0,9564	0,04360	1,00000
4	11,4768	0,52316	12,00000
Vš.skup.	351,00000	16,000000	367,00000

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - mladši neolit			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	38	6	44
2	9	0	9
4	5	2	7
Vš.skup.	52	8	60

Souhrnná tab. : Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_upravena)			
Pearsonův chí-kv. : 2,79471, sv=2, p=,247251			
kod_poloha tela	Migrant 0	Migrant 1	Řádk. součty
1	38,13333	5,866667	44,00000
2	7,80000	1,200000	9,00000
4	6,06667	0,933333	7,00000
Vš.skup.	52,00000	8,000000	60,00000

Kontingenční tabulka č. 1: Kod_poloha tela pro jednotlivá období neolitu.

Statistické ověření dat (dále rozdělených na starší, střední a mladší neolitu) potvrdilo, že faktor poloha je průkazný pro období staršího neolitu. Při prvním vstupu bez rozlišení období tento faktor nejevil statisticky žádný podstatný vliv.

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - starší neolit			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	2	0	2
2	3	0	3
3	26	2	28
4	11	5	16
5	17	0	17
6	3	2	5
8	4	0	4
Vš.skup.	66	9	75

Souhrnná tab.: Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_)			
Pearsonův chí-kv. : 13,4977, sv=6, p=,035779			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	1,76000	0,240000	2,00000
2	2,64000	0,360000	3,00000
3	24,64000	3,360000	28,00000
4	14,08000	1,920000	16,00000
5	14,96000	2,040000	17,00000
6	4,40000	0,600000	5,00000
8	3,52000	0,480000	4,00000
Vš.skup.	66,00000	9,000000	75,00000

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - střední neolit			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	19	1	20
2	18	3	21
3	78	5	83
4	19	0	19
5	84	5	89
6	29	2	31
7	37	0	37
8	90	1	91
Vš.skup.	374	17	391

Souhrnná tab.: Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_)			
Pearsonův chí-kv. : 11,0986, sv=7, p=,134377			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	19,1304	0,86957	20,0000
2	20,0870	0,91304	21,0000
3	79,3913	3,60870	83,0000
4	18,1739	0,82609	19,0000
5	85,1304	3,86957	89,0000
6	29,6522	1,34783	31,0000
7	35,3913	1,60870	37,0000
8	87,0435	3,95652	91,0000
Vš.skup.	374,0000	17,00000	391,0000

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena)			
Tab. : datace - mladší neolit			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
2	2	0	2
3	26	4	30
4	3	1	4
5	21	3	24
6	1	0	1
8	2	0	2
Vš.skup.	55	8	63

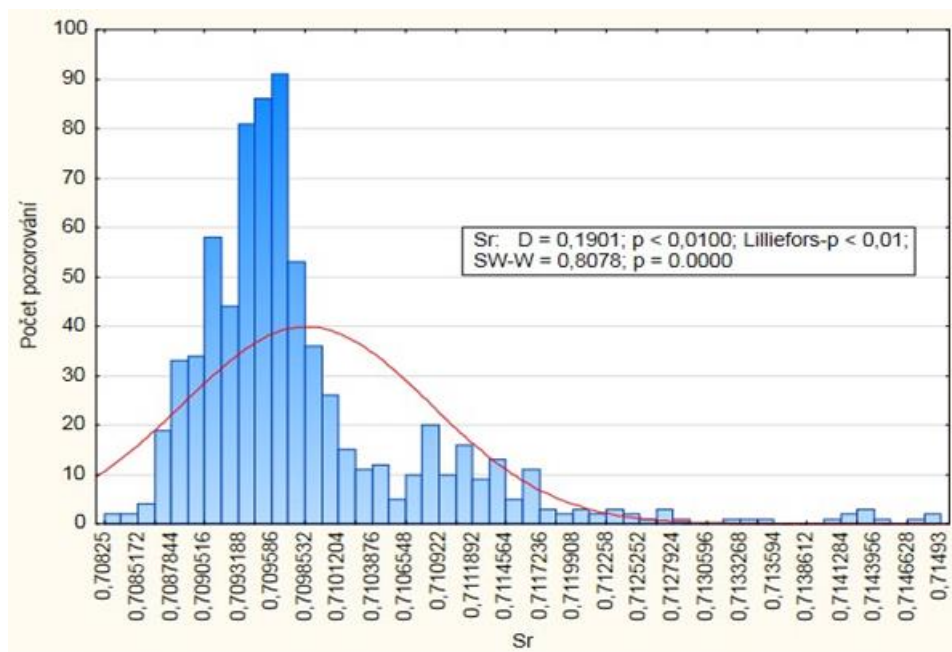
Souhrnná tab.: Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_)			
Pearsonův chí-kv. : 1,28506, sv=5, p=,936462			
kod_orientace	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
2	1,74603	0,253968	2,00000
3	26,19048	3,809524	30,00000
4	3,49206	0,507937	4,00000
5	20,95238	3,047619	24,00000
6	0,87302	0,126984	1,00000
8	1,74603	0,253968	2,00000
Vš.skup.	55,00000	8,000000	63,00000

Kontingenční tabulka č. 2: Kod_orientace tela pro jednotlivá období neolitu.

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena) Tab.: datace - stredni neolit				Souhrnná tab.: Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_upravena) Pearsonův chí-kv.: 22,2835, sv=18, p=.219641			
kod_vybava	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty	kod_vybava	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	35	1	36	1	34,0274	1,97260	36,0000
2	87	3	90	2	85,0685	4,93151	90,0000
3	8	3	11	3	10,3973	0,60274	11,0000
4	2	0	2	4	1,8904	0,10959	2,0000
5	2	0	2	5	1,8904	0,10959	2,0000
12	35	2	37	12	34,9726	2,02740	37,0000
13	1	0	1	13	0,9452	0,05479	1,0000
14	1	0	1	14	0,9452	0,05479	1,0000
23	5	1	6	23	5,6712	0,32877	6,0000
24	7	0	7	24	6,6164	0,38356	7,0000
25	3	0	3	25	2,8356	0,16438	3,0000
34	1	0	1	34	0,9452	0,05479	1,0000
123	10	1	11	123	10,3973	0,60274	11,0000
124	4	0	4	124	3,7808	0,21918	4,0000
135	1	0	1	135	0,9452	0,05479	1,0000
145	1	0	1	145	0,9452	0,05479	1,0000

Kontingenční tabulka (Databáze DP v21.5_upravena) Tab.: datace - pozdni neolit				Souhrnná tab.: Očekávané četnosti (Databáze DP v21.5_upravena) Pearsonův chí-kv.: 12,3250, sv=11, p=.339716			
kod_vybava	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty	kod_vybava	Migrant 0	Migrant 1	Rádk. součty
1	5	1	6	1	5,29412	0,705882	6,00000
2	10	0	10	2	8,82353	1,176471	10,00000
3	2	1	3	3	2,64706	0,352941	3,00000
4	1	0	1	4	0,88235	0,117647	1,00000
5	3	1	4	5	3,52941	0,470588	4,00000
13	4	0	4	13	3,52941	0,470588	4,00000
15	1	0	1	15	0,88235	0,117647	1,00000
23	1	0	1	23	0,88235	0,117647	1,00000
24	1	0	1	24	0,88235	0,117647	1,00000
35	1	0	1	35	0,88235	0,117647	1,00000
123	0	1	1	123	0,88235	0,117647	1,00000
234	1	0	1	234	0,88235	0,117647	1,00000
Vš.skup.	30	4	34	Vš.skup.	30,00000	4,000000	34,00000

Kontingenční tabulka č. 3: Kod_vybava hrobu pro jednotlivá období neolitu.



Graf č. 18. Histogram všech hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pro jedince z období neolitu.

V rámci statistických operací byl proveden s celým datovým souborem nelokálních jedinců pro období neolitu test normality (za použití statistických testů Kolmogorov-Smirnov a Shapiro-Wilk) - standardního statistického programu široce používaného ve společenských vědách. Samotné hodnoty stroncia, jak se očekávalo, se jevíly neparametricky, což znamená, že data nedodržovaly žádné specifické charakteristické struktury nebo parametry (Gaussovy křivky). Je možné tyto data brát v rámci reflektování naměřených hodnot i jako proxy data takových nalezišť. Dále je třeba sledovat možné předpoklady volby půd v hodnotách $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \sim 0,709586$, jelikož právě kolem této hodnoty se pohybuje většina jedinců pro období neolitu.

6.0. Diskuze

Celkové zpřehlednění v rámci všech dostupných studií umožňuje vyšší perspektivu náhledu k dané problematice. Souhrnné publikace (e. g. *Price 2008; Gerling et al. 2012; Bickle – White et al. 2013*) či dizertační práce (*Giblin 2011*) tvořily pevný základ pro ještě větší zdůraznění a potenciál monitorování v tak velkém měřítku, jako je celá střední Evropa. Teprve v tomto „vyšším“ pohledu vyvstaly nové potenciály monitorování v rámci daných analýz, ve kterém lze spatřovat jistý dopad onoho faktoru mobility. Ve druhé rovině se jednalo o celkové uchopení a zpřehlednění metod (v průběhu celého bádání), jež mají ke sledovanému jevu výpovědní charakter. Primární studie ve svém pojednání nastiňují obecné principy (*Bentley 2006*), metodu přípravy vzorků (*Slovak – Paytan 2011*), apod., nicméně snahou předložené práce bylo mj. tyto diskuze detailněji rozvinout, propojit a nastínit návrh hloubějšího studia, jež je nezbytné pro řadu kladených metodických otázek.

Ve výpovědní hodnotě grafických výstupů databáze lze jasně zjistiť, že ženy tedy tvořily v období neolitu početnější skupinu nelokálních (48 % oproti 35 % mužů). Tento argument je možné vztáhnout k rozšířeným hypotézám o tzv. sňatkové politice, kdy docházelo k větší migraci žen z racionálního důvodu nemísení vlastní krve (řada dalších motivací diskutovaných v kapitole migrace). Tento názor zastává i řada předních autorů na dané téma jako např. *Seilestad et al. 1998; Haak et al. 2005* nebo *Bentley 2006*. Ve východní oblasti střední Evropy jsou v rámci studií registrovány výraznější rozdíly ve stravování založené právě na pohlaví (viz mapa č. 9). Vzorek izotopů stroncia v celé střední Evropě potvrzuje, že izotopové rozmezí pro ženy výraznější než u mužů. Tento fakt je interpretovaný jako údaj patrilokálního bydliště. Stávající model jedinců s kopytovými klíny (broušenou industrií) domácí tradice je takové hypotéze nakloněn. Další argument v diskuzi analýz izotopů stroncia, který může být bezpochyby v řadě případových studií klíčový, je speciální strava v rámci skupin. Největší část změn ve stabilních izotopových měřeních se dotýká

relativního významu kontinentálních a atlantských vlivů klimatu a případně i rozdílného lesního pokrytí (srv. *Price 2000*). V celkovém měřítku je datová sada neolitické populace databáze z hlediska stravy jednotná (dle primárních studií), ačkoli postupy chovu a kultivace se mohou oblastně podstatně lišit. Vyvozené návrhy tendence pro spotřebu více masa a mléka v západní části na rozdíl od východních oblastí se v celkové retrospektivě kvitují. Jako na analogii se v případě speciální stravy badatelé odkazují na populace domorodců v Africe (*Bickle – White et al. 2013*).

Proměna migračních tendencí v následných obdobích eneolitu (zejm. mladšího) a starší doby bronzové je opět patrná z grafických výstupů, kde 42 % mužských jedinců (66) převažuje nad 38 % ženského pohlaví (60) z celkového počtu 158 jedinců. V porovnání se sudíí T. D. Price (2004), kde z 51 jedinců (61,7 % z celkového počtu) bylo 20 mužů a 12 žen nelokálních. Takový výsledek opět podporuje hypotézy o vzálenějším působení pastevců a prospektrů v okolí sídelních areálů, stejně tak jako obchodní či jiné kontakty v rámci prostoru kulturní krajiny.

Vzájemné porovnání obou období z hlediska migračních tendencí vypovídá, že z celkového počtu nelokálních jedinců mužského pohlaví pro období neolitu činí 13,51 % a pro období eneolitu/starší doby bronzové 35,48 %. Jedná se tedy o 21,97 % nárůst. Pro ženské pohlaví 20 % v období neolitu a 38,46 % v eneolitu/starší doby bronzové. Nárůst tedy činí 18,46 %.

Na chronologický aspekt kladené otázky nebylo možné nalézt jednoznačnou odpověď. Za vysvětlení lze považovat fakt, že variabilita jedinců jednotlivých lokalit a samotná publikovaná či uváděná radiokarbonová data nejsou natolik citlivá z hlediska generačních rozdílů.

V rámci geografického pojetí (viz 5.4. Mapové výstupy propojené databáze s GIS) je možné konstatovat variabilitu rozložení pohlaví jednotlivých nalezišť. Z hlediska tohoto aspektu lze potvrdit oblastní rozdíly a možné tendenční okruhy. V závislosti na vstupních poměrech mužů a žen je lze konstatovat, že v období neolitu je ve východní části studované oblasti

(Slovensko, Maďarsko a Rakousko) více zastoupeno ženské pohlaví. Oproti následným obdobím eneolitu/starší doby bronzové, kde je patrné větší zastoupení ženského pohlaví v západní části sledované oblasti a celkově větší poměrové zastoupení mužského.

Statistické operace nepotvrdily absolutně žádné sledované kategorie (viz 4.3 databáze) pohřební výbavy jako průkazný aspekt (5.5), jež by se vztahoval k faktoru migrace. Důležité je opětovné zmínění variability pohřebního ritu pro všechna období napříč celým sledovaným územím. V této rovině bývají jen uváděny artefakty (importy), jež byly (popř. jejich surovina) transportovány na delší vzdálenosti. Takové dálkové kontakty je možné spatřit např. na nalezišti Kleinhadersdorf (LnK). Byly zde nalezeny BI tesla s proveniencí v severních Čechách (vzdálených asi 360 km), 2 žernovy ze středních Čech (druhu „*Quarzsandstein*“, asi 230 km), 3 křemičitany z oblasti Krakova-Czestochowy (280-290 km), 4 rohovce z Krumlovského lesa, 5 radiolaritů ze Szentgálu (Maďarsko - vzdálenost cca 190 km); 6 spondylových korálků z oblasti (500-600 km) Jaderského moře (*Neugebauer-Maresch – Lenneis 2013*, 310). Provázání sledovaného faktoru migrace a pohřební výbavy sledovali ve své práci i *Bickle – White et al. 2013*.

V další otázce charakteristických projevů na uložení mrtvého (orientace dle světových stran a poloha těla) bylo prokázáno statistickými operacemi v datovém souboru, že pouze pro období časného neolitu se projevuje jako významný faktor polohy těla. Toto tvrzení bylo doloženo na 50 jedincích, kde 7 nelokálních disponovalo sledovaným faktorem, kdy $\chi^2-kv. = 0,410074$, $sv = 1$, $p = 0,521932$.

Celkové zastoupení bio-archeologických dat analyzovaných jedinců v rámci pohřebních komponent bylo provedeno na základě dohledání celkových počtů pro jednotlivá naleziště a porovnání se stávajícími hodnotami PJSRA. Výsledek lze pozorvat v tabulárním výstupu z databáze (5.1 a 5.2). Kde byl pro období neolitu zjištěn celkový počet 2664 jedinců, z nichž bylo 769 podrobena analýzám izotopů stroncia. Z tohoto počtu bylo 296 mužů, 275 žen a 198

neurčeného pohlaví. Pro období eneolitu/starší doby bronzové bylo zjištěno na 1404 jedinců, ze kterých 525 bylo podrobeno analýzám izotopů stroncia v zastoupení 186 mužů, 156 žen a 80 neurčeného pohlaví.

Diskutovaná otázka věkových kategorií a jednotlivá zařazení se v problematice analýz izotopů stroncia objevovala často. Lišila se i jednotlivá věková zařazení do skupin v rámci věkových kategorií pro jednotlivé studie. Z důvodu hledání jemných souvislostí mezi nimi lze podotknout, že takový přístup byl velice racionální. Toto sjednocení velké škály kategorií (jako např. dělení dle *Bickle – Whittle et al. 2013*, 41: neonate-1 měsíc, infant- 1měsíc až 1 rok, juvenile- 1 až 12 let, adolescent- 13 až 17 let, young adult- 18 až 25 let, young middle adult- 26 až 35 let, old middle adult 36 až 45 let a mature adult- 45 a více let, aj.), i přes detailnější dělení nedospěla v primárních studiích k žádnému konkrétnímu zjištění. Pro danou práci byla hodnota věku ujednocena z rozvětvených podřít do tří kategorií. Z důvodu sjednocení a větší pravděpodobnosti v tak početném souboru byl zvolen opačný postoj k výslednému zjištění, zda se liší celkový poměr v rámci kategorií a pro jednotlivá pohlaví navzájem. První kategorie (mladiství jedinci-databaze kod1) v limitu od 0-18 let. Druhá kategorie (dospělí jedinci- databaze kod2) byli jedinci ve stanoveném věkovém limitu od 18-45 let a třetí kategorií byli starší jedinci v limitu 45 a více let (databaze kod3). V grafických výstupech byly hledány patrnosti v závislosti na celkovém poměru lokálních i nelokálních mužů a žen napříč vzájemnými věkovými kategoriemi, jež by mohly být nápomocné při dalších nástinech možností výzkumu. Jednotlivé kategorie byly dále rozpracovány na soubory s procentuálním zastoupením obou pohlaví lokálních i nelokálních jedinců. Procentuelní zastoupení nelokálních dospělých jedinců představovalo 66 %, což v celkové datové sadě všech věkových kategorií činilo 10 % nelokálních (6 % žen a 4 % mužů). Důležitý je ovšem celkový vývoj v závislosti na věku. V případě mladistvých nebyl nalezen žádný případ nelokálních jedinců ženského pohlaví oproti 6 % nelokálních mladistvých jedinců mužského pohlaví. Tento nepoměr vyvážilo až procentuální zastoupení

ve druhé kategorii, které s konzistentními 6 % přechází do třetí kategorie (starších 45 let), kde dále jasně klesá procento zastoupení mužů (3 %).

7.0. Závěr

Předně přes veškeré nashormážděné a zjištěné poznatky je třeba si nejprve uvědomit, že jádrem jakékoli inderdisciplinární problematiky bývá neúplná znalost obou oborů navzájem. Zlepšování metod a posun v rámci analýz by měl vždy propracovávat v diskuzi obou disciplín. Výsledky konceptu vývoje bádání ve formě zaslání vzorků a čekání na zjištěná data nejsou v drtivé většině stoprocentní. Prohloubení znalostí každého badatele v oboru, o který se opírá svou multidisciplinarnitou sledovaná tematika je více než žádoucí. Jedině tak může dojít k lepšímu uchopování problematik či vyvozování a zdokonalování myšlenkových konstruktů.

V diskuzi je zdůrazněno, že různé potenciální možnosti rozlišování (právě ty, jež jsou odhalovány pomocí analýz izotopů či studií pohřebního ritu), neodpovídají přímým způsobem na kladené otázky. Zatímco existuje tendence, že jedinci, kteří vystupují v jednom aspektu, se také mohou objevit v atypickém stavu. Namísto jednotlivých závěrů je to tvořivá rekombinace mnoha možných způsobů divergence místně zakotvenými způsoby. Tento vzor tzv. „nekonzistentní shodnosti“ se nevztahuje pouze na neolitickou LnK, ale je patrný i v mnoha dalších příkladech geograficky rozsáhlých archeologických jevů, zejm. v následných obdobích eneolitu a starší doby bronzové. Předmětem práce byla snaha přispět k širší archeologické a antropologické debatě o kultuře tím, že navrhované způsoby sdílené identity a individuální rozmanitosti prostřednictvím svého interpretačního důrazu na rozsah i provedení zpřehlední a ucelí. Taktéž pojme problematiku ve snaze o překlenutí konfliktních teoretických ohnisek koherentních hodnot a kontingentní praxe (*Bickle – Whittle et al. 2013, 384*).

Z předložených výsledků je průkazně zřejmé, že charakterizovaná proměna obou srovnávaných období z hlediska faktoru mobility nastala právě počátkem mladšího období. Tento a řada dílčích shrnutých závěrů popsanych

v kapitole 6.0. Diskuze podporují základní hypotézy a povědomí mladšího eneolitu a starší doby bronzové, kde etnika sociálně podmiňoval onen faktor mobility.

Po důkladných rozborech a výstupech byly vyvozeny závěry, že tendence migrace pro sledovaná období lze efektivně sledovat díky analýzám izotopů stroncia. V některých případech dochází k rozporuplným výsledkům, nicméně opětovným přehodnocením a ukotvením v komplexnějším rámci je možné na kladené otázky najít odpovědi. Takové zefektivnění metod by mělo přispět k její častější aplikaci v rámci dalších výzkumů.

„Necituj něčí moudrost, jen abys věřil, že nějakou máš! – Hledej svou vlastní pravdu a ona časem dozraje v onu moudrost.“

Pavel Červinka 20. 6. 2017

Použitá Literatura

ÅBERG, G. 1990: Strontium Isotopes in Trees as an Indicator for Calcium Availability, *Catena* 17, 1–11.

ÅBERG, G. 1995: The use of natural strontium isotopes as tracers in environmental studies. *Water, Air, and Soil Pollution* 79, 309–322.

ADAMS, W. Y. – van GERVEN, D. P. – LEVY, R. S. 1978: The retreat from migrationism. *Annual Review of Anthropology* 7, 483–532.

ALEXANDER, M. 2000: Aging, bioavailability and overestimation of risk from environmental pollutants. *Environmental Science & Technology* 34, 4259–4265.

ALONSO, A. – MARTIN, P. ET AL: 2004 Real-time PCR designs to estimate nuclear and mitochondrial DNA copy number in forensic and ancient DNA studies. *Forensic Science International* 139(2-3), 141–149.

AITKEN, M. – STRINGER, C. – MELLARS, P. ET AL. 1993: *The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric Dating*. Princeton University Press.

ANTHONY, D. W. 1986: The 'Kurgan Culture', Indo-European origins, and the domestication of the horse: A reconsideration. *Current Anthropology* 27, 291–313.

ANTHONY, D. W. 1990: Migration in Archaeology: The baby and the bathwater. *American Anthropologist* 92, 1990, 895–914.

ANTHONY, D. W. 1992: The bath refilled: Migration in archeology again. *American Anthropologist* 94, 174–176.

- AUBERT, D. – PROBST, A. – STILLE, P. – VIVILLE, D. 2002: Evidence of hydrological control of Sr behavior in stream water (Strengbach catchment, Vosges mountains, France). *Applied Geochemistry*. 17, 285–300.
- BACON, C. R. – WEBER, P. K. – LARSEN, K. A. – REISENBICHLER, R. 2004: Migration and rearing histories of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) determined by ion microprobe Sr isotope and Sr/Ca transects of otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61, 2425–2439.
- BAILEY, T. R. – McARTHUR, J. M. – PRINCE, H. 2000: Dissolution methods for strontium isotope stratigraphy: whole rock analysis. *Chemical Geology* 167, 313–319.
- BALASSE, M. – AMROSE, S. H. – SMITH, A. B. – PRICE, T. D. 2002 The seasonal mobility model for prehistoric herders in the south-western Cape of South Africa assessed by isotopic analysis of sheep tooth enamel. *Journal of Archaeological Science* 29, 917–932.
- BANNER, J. L. – HANSON, G. N. – MEYERS, W. J. 1988: Determination of initial Sr isotopic compositions of dolostones from the Burlington-Keokuk Formation (Mississippian); constraints from cathodoluminescence, glauconite paragenesis and analytical methods. *J. Sediment. Petrol.* 58, 673–687.
- BARNARD, H. – WENDRICH, W. Z. 2008: *Archaeology of Mobility: Old World and New World Nomadism*. Los Angeles.
- BARNARD, H. – DUISTERMAAT, K. 2012: *The History of the Peoples of the Eastern Desert*. Los Angeles.
- BATTAGLIA, V. – FORNARINO, S. ET AL. 2008: Y-chromosomal evidence of the cultural diffusion of agriculture in southeast Europe, *European Journal of Human Genetics*, 17(6), 820–830.

BAUMANN, E. – CROWLEY, B. E. 2015: Stable isotopes reveal ecological differences amongst now-extinct proboscideans from the Cincinnati region, USA. *Boreas* 44, 240–254.

BEARD, L. – JOHNSON, M. 2000: Strontium isotope composition of skeletal material can determine the birth place and geographic mobility of humans and animals. *Journal of Forensic Sciences*. 45, 1049–61.

BEDNÁŘOVÁ, K. 2014: Tetraplexy v lidském genomu. disertační práce, Brno.

BENEŠ, J. – BRŮNA, V. 1994: Má krajina paměť?. Beneš, J. - Brůna, V. In: *Archeologie a krajinná ekologie*, Most, 37–46.

BENEŠ, J. 1995: Erosion and accumulation processes in the late Holocene of Bohemia, in relation to prehistoric and medieval landscape occupation, In: Kuna, M. – Venclová, N. (eds). *Whither archaeology? Papers in honour of Evžen Neustupný*, Institute of Archaeology: Praha, 133–144.

BENTLEY, R. – BICKLE, P. – FIBINGER, L. – NOWELL, G. – DALE, C. – HEDGES, R. – HAMILTON, J. – WAHL, J. – FRANCKEN, M. – GRUPE, G. – LENNEIS, E. – TESCHLER-NICOLA, M. – ABORGAST, R. M. – WHITTLE, A. 2012: 'Community differentiation and kinship among Europe's first farmers'. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 9326–9330.

BENTLEY, R. A. – PRICE, T. D. – STEPHAN, E. 2004: Determining the 'local' $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ range for archaeological skeletons: a case study from Neolithic Europe. *Journal of Archaeological Science* 31(4), 365–375.

BENTLEY, R. A. 2006: Strontium Isotopes from the Earth to the Archaeological Skeleton: A Review. *Journal of Archaeological Method and Theory* , 13 (3), 135–187.

BERÁNEK, M. 2016: *Molekulární genetiky pro bioanalytiku*. Praha.

- BINFORD, L. R. 1965: Archaeological systematics and the study of culture process. *American Antiquity* 31, 203–210.
- BICKLE, P. – WHITTLE, A. ET AL. 2013: The first farmers of Central Europe: diversity in LBK lifeways. *Oxbow*.
- BLUM, J. D., ET AL. 2000: Changes in Sr/Ca, Ba/Ca and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios between two forest ecosystems in the northeastern USA. *Biogeochemistry* 49, 87–101.
- BORKOVÁ, P. – JURČEK, T. – DRÁBEK, J. 2011: Analýza starobylé DNA / Analysis of Ancient DNA. *Živa* 1, 3–6.
- BRAMANTI, B. – THOMAS, M. G. – HAAK, W. – UNTERLAENDER, M. ET AL. 2009: Genetic discontinuity between local hunter-gatherers and central Europe's first farmers. *Science*, 326(5949), 137–140.
- BROWN, L. A. – SANDERS, R. L. 1981: Toward a development paradigm of migration: with particular reference to Third World settings. In: DeJong, G. F – Gardner, R. W. (ed.), *Migration decision making: multidisciplinary approaches to micro-level studies in developed and developing countries*, New York, 149–185.
- BUDD, P. – MONTGOMERY, M. – BARREIRO, B. 2000: Differential digenesis of strontium in archaeological human dental tissues. *Appl Geochem* 15, 687–694.
- BUNCE, M. – OSKAM, C. L. – ALLENTOFT, M. E. 2012: Quantitative real-time PCR in aDNA research. *Methods Mol Biol* 840, 121–132.
- BURMEISTER, S. 2000: Archaeology and Migration. Approaches to an archaeological proof of migration. *Current Anthropology* 41(4), 539–553.
- BURMESTEIR, S. 2013: Migration – Innovation – Kulturwandel. Aktuelle Problemfelder archäologischer Investigation. In: Elke Kaiser and Wolfram

Schier (ed.), *Mobilität und Wissenstransfer in diachroner und interdisziplinärer Perspektive*, Berlin, Boston, 35–58.

BURTON, J. H. – PRICE, T. D. – MIDDLETON, W. D. 1999: Correlation of bone Ba Ca and Sr Ca due to biological purification of calcium. *Journal of Archaeological Science* 26 (6), 609-616.

BUTLER, E – LI, R. 2014: Genetic Markers for Sex Identification in Forensic DNA Analysis. *J Forensic Investigation*. 2(3), 10.

BUTZER, K. W. 1982: *Archaeology as Human Ecology: Methods and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge University Press, Cambridge.

CADWALLADER, M. 1992: *Migration and Residential Mobility, Macro and Micro Approaches*. Madison: University of Wisconsin Press.

CAUVIN, J. 2003: *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge.

CAPO, R. C. – STEWART, B. W. – CHANDWICK, O. A. 1998. Strontium isotopes as tracers of ecosystem processes: theory and methods. *Geoderma*. 82, 197–225.

CAVALLI-SFORZA, L. L. – MENOZZI, P. – PIAZZA, A. 1994: *The History and Geography of Human Genes*. Princeton University Press, Princeton.

CLARE, L. – WENINGER, B. 2010: Social and biophysical vulnerability of prehistoric societies to rapid climate change. *Documenta Praehistorica XXXVII*, 283–292.

COOPER, A. – POINAR, H. 2000: Ancient DNA: do it right or not at all. *Science* 289, 1139.

CRIBB, R. 1991: *Nomads in Archaeology*. Cambridge.

DELGADO, HUERTAS, A. – IACUMIN, P. – STENNI, B. – SÁNCHEZ, CHILLÓN, LONGINELLI, A. 1995: Oxygen isotope variations of phosphate in mammalian bone and tooth enamel. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59, 4299–4305.

DESIDERI, J. 2011: *When Beakers Met Bell Beakers: An Analysis of Dental Remains*. British Archeological Reports. International series 2292. Oxford.

DIVIŠOVÁ, M. 2012: Current Knowledge of the Neolithisation Process: a Central European Perspective. *Interdisciplinaria Archaeologica. Natural Sciences in Archaeology* III, 63–75.

DOLPHIN, A. E. – GOODMAN, A. H. – AMARASIRIWARDENA, D. D. 2005: Variations in elemental intensities among teeth and between pre- and postnatal regions of enamel. *Am J Phys Anthropol* 128, 878–888.

DRESLEROVÁ, D. 2004: Dynamika povrchu krajiny v holocénu. In: Kuna, M. (ed), *Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle*. Praha – Academia, 31–48.

DRESLEROVÁ, D. 2005: Klima v pravěku – mýtus a skutečnost. Několik poznámek k článku Jana Bouzka. – *Climate in prehistory – a myth and a reality*. *Archeologické rozhledy* LVII, 534–548.

DRESLEROVÁ, D. 2007: Hlavní faktory přírodního prostředí. Strava a způsob obživy. In: Martin Kuna (ed.): *Archeologie pravěkých Čech 1 – Pravěký svět a jeho poznání*. Archeologický ústav AVČR, Praha, v.v.i., Praha, 114–120.

DRESLEROVÁ, D. 2012a: Les v pravěké krajině II. *Archeologické rozhledy* 6 2, 199–236.

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

- DUFF, A. I. 1998: The Process of migration in the late prehistoric Southwest. In: Spielmann, K. A. (ed) Migration and Reorganization: The Pueblo IV period in the American Southwest, Arizona, 31–52.
- DZIĘGIELEWSKI, K. – PRZYBYŁA, M. S. – GAWLIK, A. 2010: Reconsidering Migration in Bronze and Early Iron Age Europe: Bridging a Gap in European Mobility. In: Dzięgielewski (ed), Migration in Bronze and Early Iron Age Europe. Krakow, 9–37.
- EDWARDS, A. – CIVITELLO, A. – HAMMOND, H. A. – CASKEY, C. T. 1991: DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *American Journal of Human Genetics*, 49, 746–756.
- ELLEGREN, H. 2004: Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nat Rev Genet* 5, 435–445.
- ERICSON, J. E. 1985: Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology. *Journal of Human Evolution* 14, 503–514.
- EXCOFFIER, L. – RAY, N. 2008: Surfing during population expansions promotes genetic revolutions and structuration. *Trends Ecol Evol* 25, 1375–1383.
- FERANEC, R. S. – HADLY, E. A. – PAYTAN, A. 2007: Determining landscape use of Holocene mammals using strontium isotopes. *Oecologia* 153, 943–950.
- GARVIE-LOK, S. J. – VARNEY, T. L. – KATZENBERG, M. A. 2004: Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: the effects of treatment time and acid concentration. *Journal of Archaeological Science* 31, 763–776.
- GERLING, C. 2015: Prehistoric Mobility and Diet in the West Eurasian Steppes 3500 to 300 BC. An isotopic Approach, Berlin.

GIBLIN, J. 2011: Isotope analysis on Great Hungarian Plain: an exploration of mobility and subsistence strategies from Neolithic to the Copper Age. Unpublished PhD thesis, Ohio State University.

GILBERT, M. T. P. – BANDELT, H-J. – HORFREITER, M. – BARNES, I. 2005: Assessing ancient DNA studies. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(10), 541–544.

GOLÁŇOVÁ, P. 2013: Časně laténské osídlení na Moravě. disertační práce, Brno.

GOSZ, J. R., ET AL. 1983: Using strontium isotope ratios to estimate inputs into ecosystems. *Bioscience* 33, 23–30.

GREEN, R. E. – BRIGGS, A. W. – KRAUSE, J. ET AL. 2009: The Neandertal genome and ancient DNA authenticity. *Embo j* 28, 2494-2502.

GRUPE, G. – PRICE, T. D. – SÖLLNER, F. 1999: Mobility of Bell Beaker people revealed by strontium isotope ratios of tooth and bone: a study of southern Bavarian skeletal remains. A reply to the comment by Peter Horn and Dieter Müller-Sohnius, *Applied Geochemistry* 14, 271–275.

GUSMAO, L. – CARRACEDO, A. 2003: Y chromosome-specific STRs. *Profiles in DNA*, 3-6.

HAAK, W. – FORSTER, P. – BRAMANTI, B. – MATSUMURA, S. – BRANDT, G. – TANZER, M. – VILLEMS, R. – RENFREW, C. – GRONENBORN, D. – ALT, K. W. – BURGER, J. 2005: Ancient DNA from the first European farmers in 7500-year-old Neolithic sites. *Science* 310, 1016–1018.

HAAK, W. – BALANOVSKY, O. – SANCHEZ, J. J., ET AL. 2010: Ancient DNA from European early neolithic farmers reveals their near eastern affinities. *PLoS Biol* 8,e1000536.

- HAKENBECK, S. 2008. Migration in archaeology: are we nearly there yet? *Archaeological Review from Cambridge* 23(2), 9–26.
- HANDT, O. – HOSS, M. – KRINGS, M. – PAABO, S. 1994: Ancient DNA: methodological challenges. *Experientia* 15;50(6), 524–529.
- HAMILTON, J. – BENTLEY, R. A. – BICKLE, P. ET AL. 2013: Seeking diversity: methodology. In: Bickle, P. – Whittle, A. (eds). *The first farmers of Central Europe: diversity in LBK lifeways*, Oxbow, 29–47.
- HANSEN, S. 2014. The 4th millennium: a watershed in European prehistory, In: Horejs, B. (eds). *Western Anatolia before Troy. Proto-urbanisation in the 4th millennium BC? Proceedings of the International Symposium held at the Kunsthistorisches Museum Wien, Vienna, 21–24 November, 2012*, 243–60.
- HARBISON, S. F. 1981: Family structure and family strategy in migration decision making. In: DeJing, G. F. (eds). *Migration Decision Making, Multidisciplinary Approaches to microlevel studies in developed and developing countries*, New York, 225–251.
- HEBÁK, Petr. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Vyd. 1. Praha.
- HEDGES, R. E. M. – STEVENS, R. E. – RICHARDS, M. P. 2004: Bone as a stable isotope archive for local climatic information. *Quaternary Science Reviews* 23(7-8), 959–965.
- HENDL, J. 2004: *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha.
- HERVELLA, M. – IZAGIRRE, N. – ALONSO, S. ET AL. 2012: Ancient DNA from Hunter-Gatherer and Farmer Groups from Northern Spain Supports a Random Dispersion Model for the Neolithic Expansion into Europe. *PLoS ONE* 7, e34417.

HOFMANN, D. 2015: What Have Genetics Ever Done for Us? The Implications of aDNA Data for Interpreting Identity in Early Neolithic Central Europe, *European Journal of Archaeology* 18(3), 454–476.

HILL, S. J. – FISHER A. – LIEZERS, M. 2005: Plasma Generation, Ion Sampling and Focusing. In: Nelms, S. M. (ed). *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Handbook*, Oxford, 1–25.

HINZ, M. – FEESER, I. – SJÖGREN, K. - G. – MÜLLER, J. 2012: Demography and the intensity of cultural activities: an evaluation of Funnel Beaker Societies (4200–2800 cal BC). *Journal of Archaeological Science* 39, 3331–3340.

HLADÍKOVÁ, J. 1988: *Základy geochemie stabilních izotopů lehkých prvků*. Univerzita J. E. Purkyně. Brno.

HODDER, I. 1990: *The domestication of Europe: structure and contingency in Neolithic societies*. Blackwell, Oxford.

HOFMANN, D. 2009: Cemetery and settlement burials in the Lower Bavarian LBK. In: Hofman, D. – Bickle, P. (eds). *Creating communities: new advances in central European Neolithic research*, Oxford, 220–234.

HOFMANN, D. – BICKLE, P. 2011: Culture, Tradition and the Settlement Burials of the Linearbandkeramik (LBK) Culture. In: Roberts, W. B. (eds). *Investigating Archaeological Cultures: Material Culture, Variability, and Transmission*. New York: Springer, 183–200.

HOFREITER, M. – SERRE, D. – POINAR, K. H. – KUCH, M. – PAABO, S. 2001: Ancient DNA. *Nature Reviews Genetics* 2, 353–359.

CHAMBERLAIN, C. P., ET AL. 1997: The use of isotope tracers for identifying populations of migratory birds. *Oecologia* 109, 132–141.

- CHAMPION, T. 1990: Migration revived. *Journal of Danish Anthropology* 9, 1990, 214–218.
- CHAPMAN, J. – DOLUKHALOV, P. M. 1992: The baby and the bathwater. Pulling the plug on migrations. *American Anthropologist* 94, 169–174.
- CHIKHI, L. – NICHOLS, R. A. – BARBUJANI, G. 2002: Y genetic data support the Neolithic demic diffusion model. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99, 10008–10013.
- JENUTH, J. P. – PETERSON, A. C. – FU, K. – SHOUBRIDGE, E. A. 1996: Random genetic drift in the female germline explains the rapid segregation of mammalian mitochondrial DNA. *Nature Genetics*, 14(2), 146.
- JOHANNSEN, N. – LAURSEN, S. 2010: Routes and wheeled transport in late 4th - to early 3rd-millennium funerary customs of the Jutland Peninsula: regional evidence and European context. *Praehistorische Zeitschrift* 88, 15–58.
- JORDE, L. B. – BAMSHAD, M. – ROGERS, A. R. 1998: Using mitochondrial and nuclear DNA markers to reconstruct evolution. *BioEssays*, 20(2), 126–136.
- KANG D. – AMARASIRIWARDENA, D. – GOODMAN, A. H. 2004: Application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) to investigate trace metal spatial distributions in human tooth enamel and dentine growth layers and pulp, Paper in forefront, *Anal Bioanal Chem* 378, 1608–1615.
- KARAFET, T. M. – MENDEZ, F. L. – MEILERMAN, M. B. – UNDERHILL, P. A. – ZEGURA, S. L. 2008: New binary polymorphisms reshape and increase resolution of the human Y chromosomal haplogroup tree. *Genome Res.* 18, 830–838.

KENT, S. 1992: Studying variability in the archaeological record: An ethnoarchaeological model for distinguishing mobility patterns. *American antiquity* 57(4), 635–660.

KNÜSEL, C. J. 2010: Bioarchaeology: a synthetic approach, *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 62–73.

KOCH, P. L., ET AL. 1992: Sr isotopic composition of hydroxyapatite from recent and fossil salmon: The record of lifetime migration and diagenesis. *Earth and Planetary Science Letters* 108, 277–287.

KOLÁŘ, J. 2015: Teritorialita a regionalizace v pozdním eneolitu na Moravě. disertační práce, Brno.

KOLÁŘOVÁ, H. – ŠEDIVÝ, V. – ŠULC, R. 2002: *Základy fyzikální chemie* 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 159.

KOLÁŘÍK, M. 2011: *Manuál pro psaní diplomových prací na katedře psychologie FF UP v Olomouci*. Olomouc.

KOVAČIKOVÁ L., BRŮŽEK, J. 2008: Stabilní izotopy a bioarcheologie – výživa a sledování migrací v populacích minulosti 1. *Živa*. 1, 42–46.

KOŠLER, J. – JELÍNEK, E. – PAČESOVÁ, M. 1997: *Základy izotopové geologie a geochronologie: Radiogenní izotopy*. - skriptum PřFUK, Praha.

KRAUSE, J. – DEAR, P. H. ET AL. 2006: Multiplex amplification of the mammoth mitochondrial genome and the evolution of Elephantidae. *Nature* 439(7077), 724–727.

KRINGS, M. – STONE, A. – SCHMITZ, R. W. ET AL: 1997: Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell* 90, 19–30.

KRISTIANSEN, K. 2017: Re-theorising mobility and the formation of culture and language among the Corded Ware Culture in Europe, *Antiquity*, Volume 91, Issue 356, 348–359.

KROSTRIKY, P. V. 2000: Language ideologies in the expression and representation of Arizona Tewa identity. In: Kroskity, P. V. (ed.), *Regimes of language: Ideologies, politics, and identities*. Santa Fe: School of American Research Press, 329–359.

KVĚTINA, P. 2007: První kontakt, *Vesmír* 86/173 (10), 635–641.

KVĚTINA, P. 2010: Archeologie smyšlené identity. *Archeologické rozhledy* 62/4, 629–660.

KÜHN, R. – Schröder, W. ET AL. 2001: Sequencing mtDNA of the cave bear (*Ursus spelaeus*) from the Bavarian Alps is feasible by nested and touchdown PCR. *Acta Theorol.* 46, 61–68.

LACAN, M. – KEYSER, C. – CRUBÉZY, E. – LUDES, B. 2013: Ancestry of Modern Europeans: Contributions of Ancient DNA. *Cellular and Molecular Life Sciences* 70, 2473–2487.

LATKOCZY, C., PROHASKA, T., STINGEDER, D: 1998: Strontium isotope ratio measurements in prehistoric human bone samples by means of high-resolution inductively coupled plasma mass spectrometry (HR-ICP-MS). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 13, 561–566.

LAO, O. – LU, T. T. – NOTHNAGEL, M. – JUNGE, O. ET AL. 2008: Correlation between genetic and geographic structure in Europe. *Current Biology*, 18(16), 1241–1248.

LARSEN, C. S. 1999: *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge University Press, Cambridge.

LEPŠ, J. – ŠMILAUER, P. 2016: *Biostatistika*. České Budějovice.

- MANNUCCI, A. – SULLIVAN, K. M. – IVANOV, P. L. – GILL, P. 1994: Forensic application of a rapid and quantitative DNA sex test by amplification of the X-Y homologous gene amelogenin. *Int J Legal Med* 106(4),190–193.
- MALSTRÖM, H. – SVENSSON, E. M. – GILBERT, M. T. P. ET AL. 2007: More on Contamination: The Use of Asymmetric Molecular Behavior to Identify Authentic Ancient Human DNA. *Molecular Biology and Evolution* 24, 998–1004.
- MALINA, J. 1980: *Archeologie včera a dnes*. České Budějovice.
- MALYARCHUK, B. A. – DERENKO, M. – PERKOVA, M. – GRYBOWSKI, T. – LAZUR, J. 2008: Reconstructing the phylogeny of African mitochondrial DNA lineages in Slavs. *Eur J Hum Genet* 16: 1091–1096.
- MATEICIUCOVÁ, I. 2008a: *Talking Stones: The Chipped Stone Industry in Lower Austria and Moravia and the Beginnings of the Neolithic in Central Europe (LBK), 5700-4900 BC*, *Dissertatione archaeologicae bruenses/pragensesque*.
- MATEICIUCOVÁ, I. 2008b: Neolitizace střední Evropy a vznik kultury s lineární keramikou. In: Z. Čížmář (ed.): *Život a smrt v mladší době kamenné*. Ústav archeologické památkové péče Brno, v.v.i., Brno – Znojmo, 30–37.
- MAYEWSKI P. A. 2004: Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62, 243–255.
- MARTIN, D. L. – HARROD, R. P. – PEREZ, V. R. 2014: *Bioarchaeology: An Integrated Approach to Working with Human Remains*. Springer, New York.
- MIHALJEVIČ, M. – STRNAD, L. – ŠEBEK, O. 2004: Využití hmotové spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem v geochemii. *Chemické listy* 98(3), 123–130.
- MONTANEZ, I. P. – BANNER, J. L. – OSLEGER, D. A. 1996: Integrated Sr isotope variations and sea-level history of Middle to Upper Cambrian platform

carbonates: implications for the evolution of Cambrian seawater $87\text{Sr}/86\text{Sr}$.
Geologia 24, 917–920.

MONTIEL, R. – GARCIA, C. ET AL. 2003: "DNA sequences of *Mycobacterium leprae* recovered from ancient bones." *Fems Microbiology Letters* 226(2), 413–414.

MYHRE, B. M. – MYHRE, B. 1972: The concept "immigration" in archaeological contexts illustrated by examples from West Norwegian and North Norwegian Early Iron Age. *Norwegian Archaeological Review* 5, 45–70.

NEUGEBAUER-MARESCH, Ch. – LENNEIS, E 2013: Origin and contacts of people buried at the LBK graveyard at Kleinhadersdorf, Austria. *Documenta Praehistorica*, volume 40(40), 305–311.

NEUSTUPNÝ, E. – NEUSTUPNÝ, J. 1960: Nástin pravěkých dějin Československa. In: Neustupný, E. – Neustupný, J. (eds). *Sborník Národního muzea v Praze. Řada A - Historie. = Acta Musei Nationalis Pragae. Series A - Historia*. Praha: Národní muzeum 14(3-5), 95–221.

NEUSTUPNÝ, J. 1962: Na sklonku doby kamenne. Lid kultury se zvoncovitými pohary v Čechách a na Moravě. *CNM* 131, 180–195.

NEUSTUPNÝ, E. 1977: Pradigmata ve středoevropském neolitu a eneolitu. Neustupný, E. In: *Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity: řada archeologicko-klasická (E) / Brno: 24-25(20-21)*, 125–132.

NELMS, S. M. 2005: *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Handbook*. Oxford.

NEUSTUPNÝ, E. 2007: *Metoda archeologie*. Plzeň.

NEUSTUPNÝ, E. 2007: Vymezení archeologie. In: Kuna, M. (eds), *Archeologie pravěkých Čech 1*. Praha, 11–22.

NEUSTUPNÝ, E. n. d. : *Prehistoric demography (Toulouse 2004)*.

- NICHOLSON, G. J. – TOMIUK, J. – CZARNETZKI, A. – BACHMANN, L. – PUSCH, C. M. 2002: Detection of bone glue treatment as a major source of contamination in ancient DNA analyses, *American Journal of Physical Anthropology* 118, 117–120.
- OELZE, M. V. 2012: Mobility and Diet in Neolithic, Bronze Age and Iron Age Germany, Doctoral thesis, Leiden University.
- PANKOWSKÁ, A. – GALETA, P. – ŠMOLÍKOVÁ, L. – ŠNEBERGR, J. – JURMAN, K. 2014: Hodnocení shody identifikace lidských stálých zubů v závislosti na jejich zachovalosti. *Česká Stomatologie* 114(1), 15–23.
- PARKINSON, W. – YERKES, R. W. – GYUCHA, A. 2004: The Transition from the Neolithic to the Copper Age: Excavations at Veszto-Bikeri, Hungary 2000-2002. *Journal of Field Archaeology* 29(1-2), 101–121.
- PARKINSON, W. 2006: The Social Organization of Early Copper Age Tribes on the Great Hungarian Plain. Oxford.
- PATTISON, J. E. 2008: Is it necessary to assume an apartheid-like social structure in early Anglo-Saxon England? *Proceedings of the Royal Society* 275(1650), 2423–2429.
- PAVELKA, J. n. d.: Práce se vzorky pro analýzu DNA. Plzeň.
- PAVELKA, J. ŠMEJDA, L. 2007: Archeogenetika domestikovaných zvířat. *Archeologické rozhledy*, 59, 315–335.
- PAVLŮ, I. 2004: Neolit mírného evropského pásma (5600-4200BC) a jeho současníci. Praha.
- PAVLŮ, I. 2005: Neolitizace střední Evropy. In: Pavlů, I. *Archeologické rozhledy* 57(2), 293–302.
- PAVŮK, J. 1972: Neolithisches Gräberfeld in Nitra. *Slovenská Archeológia* 20, 5–105.

- PAVÚK, J. 2004: Early Linear Pottery Culture in Slovakia and the Neolithisation of the Central Europe. In: Lukes, A. – Zvelebil, M.: LBK Dialogues, Oxford, 71–82.
- PAWN, I. 2012: Negotiating Identities during the Copper Age: A Bioarchaeological Study of Burial and Social Networks on the Hungarian Plain. (5400-3500 BC). Dissertation thesis, Florida.
- PETROCZKI, M. – SIOMOS, M. F. – NASMYTH, K. 2003: Un menage a quatre: The molecular biology of chromosome segregation in meiosis. *Cell* 112: 423–440.
- PODBORSKÝ, V. ET AL. 2002: Dvě pohřebiště neolitického lidu s lineární keramikou ve Vedrovicích na Moravě. Brno.
- POINAR, H. N. – HOFREITER, M. – SPAULDING, G. S. – MARTN, P. S. – STANKIEWICZ, A. B. – BLAND, H. – EVERSHERD, R. P. – POSSNERT, G. 1998: Molecular coproscopy: dung and diet of the extinct ground sloth *Nothrotheriops shastensis*. *Science* 281, 402–406.
- POLLARD, A. M. – HERON, C. 2008: Archaeological chemistry. Cambridge.
- PORCELLI, D. – BASKARAN, M. 2011: Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Berlin.
- PORDER, S. – PAYTAN, A. – HADLY, E. 2003: Mapping the origin of faunal assemblages using strontium isotopes. *Paleobiology* 29(2), 197–204.
- PREVOST T. C., ABRAMS K. R., JONES D. R., 2000: Hierarchical models in generalized synthesis of evidence: an example based on studies of breast cancer screening. *Stat. Med.* 19(24), 3359–3376.
- PRICE, T. D. – SCHOENINGER, M. J. – ARMELAGOS, M. J. 1985: Bone Chemistry and Past Behavior: an Overview. *Journal of human evolution* 14(5), 419–447.

- PRICE, T. D. – JOHNSON, C. M. – EZZO, J. A. – ERICSON, J. – BURTON, J. H. 1994: Residential Mobility in the Prehistoric Southwest United States: A Preliminary Study using Strontium Isotope Analysis. *Journal of Archaeological Science* 21(3), 315-330.
- PRICE, T. D. 2000: Europe's first farmers: an introduction. In: PRICE, T. D. (eds). *Europe's first farmers*. Cambridge: Cambridge University Press, 1–18.
- PRICE, T. D. – BURTON, J. H. H. – BENTLEY, R. A. 2002: The Characterization of Biologically Available Strontium Isotope Ratios for the Study of Prehistoric Migration. *Archaeometry* 44, 117–135.
- PRICE, T. D. – GRUPE, G. – SCHÖTER, P. 1998: Migration in the Bell Beaker period of central Europe. *Antiquity* 72 (276), 405–411.
- PRICE, T. D. – KNIPPER, C. – GRUPE, G. – SMRČKA, V. 2004: Strontium isotopes and prehistoric human migration: the Bell Beaker period in central Europe. *European Journal of Archaeology* 7, 9–40.
- PRICE, T. D. – MANZANILLA, L. – MIDDLETON, W. D. 2000: Immigration and the ancient city of Teotihuacan in Mexico: a study using strontium isotope ratios in human bone and teeth. *J Archaeol Sci* 27(10), 903–913.
- PRICE, T. D. – SCHOENINGER, M. M. – ARMELAGOS, G. J. 1985: Bone chemistry and Past Behavior: an Overview. *Journal of Human Evolution* 14, 419–447.
- PRIEN, R. 2005: *Archäologie und Migration. Vergleichende Studien zur archäologischen Nachweisbarkeit von Migrationsbewegungen*. Bonn.
- PROHASKA, T. – WENZEL, W. – STINGEDER, G. 2005: ICP-MS-based tracing of metal sources and mobility in a soil depth profile via the isotopic variation of Sr and Pb. *International Journal of Mass Spectrometry* 242, 243–250.

- PROHASKA, T., SCHULTHEIS, G., LATKOCZY, C. 2002: Investigation of Sr isotope ratios in prehistoric human bones and teeth using Laser ablation ICP-MS and ICP-MS after Rb/Sr separation. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 17, 887–891.
- POINAR, H. N. – HOFREITER, M. – SPAULDING, W. G. ET AL. 1998: Molecular coproscopy: dung and diet of the extinct ground sloth *Nothrotheriops shastensis*. *Science* 281, 402–406.
- RENFREW, C. 1972: *The emergence of civilisation*. London.
- RENFREW, C. 1973: *Before civilisation. The radiocarbon revolution and prehistoric Europe*. London.
- RENFREW, C. – BOYLE, K. ET AL. 2000: *Archaeogenetics: DNA and a Population Prehistory*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.
- REYNOLDS, A. C. – QUADE, J. – BETANCOURT, J. L. 2012: Strontium isotopes and nutrient sourcing in a semi-arid woodland, *Geoderma* 189, 574–584.
- RIZZI, E. – LARI, M. – GIGLI, E. – De BELLIS, G. – CARAMELLI, D. 2012: Ancient DNA studies: new perspectives on old samples. *Genetics Selection Evolution* 44, 21.
- ROHLING E. J. 2002: Holocene atmosphere-ocean interactions: records from Greenland and the Aegean Sea. *Climate Dynamics* 18 (7), 587–593.
- ROUSE, B. I. 1986: *Migrations in prehistory: Inferring population movement from cultural remains*. New Haven.
- RULF, J. 1994: Pravěké osídlení střední Evropy a niva. In: Beneš, J., Brůna, V., *Archeologie a krajinná ekologie*. Most, 55–64.

- SANTOS, F. – PENA, S. – DOPLEN, J. 1993: Genetic and population study of a Y-linker tetranucleotide repeat DNA polymorphism with a simple non-isotopic technique. *Human Genetics*. 90, 655–656.
- SAMPIETRO, M. L. – GILBERT, M. T. ET AL. 2006: Tracking down human contamination in ancient human teeth. *Mol Biol Evol* 23, 1801–1807.
- SEMINO, O. – PASSARINO, G. – OEFNER, P. J. – LIN, A. A. – ARBUZOVA, S. – BECKAMN, L. E. – De BENEDICTIS, G. ET AL. 2000: The genetic legacy of Paleolithic *Homo sapiens sapiens* in extant Europeans: a Y chromosome perspective. *Science* 290, 1155–1159.
- SEILESTAD, M. T. – MINCH, E. – CAVALLI-SFORZA, L. L. 1998: Genetic evidence for a higher female migration rate in humans. *Nature Genetics*. 20, 278–280.
- SHAFFER, G. – MALSKAER, O. S. – PEPKE PEDERSEN, J. O. 2008: Presentation, calibration and validation of the low-order, DCESS Earth System Model (Version 1). *Geoscience Model Development* 1, 17–51.
- SHENNAN, S. – DOWNEY, S. S. – IMPSON, A. – EDINBOROUGH, A. – COLLEDGE, S. – KERING, T. – MANNING, K. – THOMAS, M. G. 2013: Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe. *Nature Communications* 4: article no. 2486.
- SHERRATT, A. 1991: From Luxuries to Commodities. In: Gale, N. H. (eds). *The Nature of Bronze Age Trading System*. In *Bronze Age Trade in the Mediterranean*, 351–386.
- SCHIER, W. 2013: Mobilität und Wissenstransfer in prähistorischer und interdisziplinärer Perspektive. In: Elke Kaiser and Wolfram Schier (eds), *Mobilität und Wissenstransfer in diachroner und interdisziplinärer Perspektive*, Berlin, Boston: 1–10.

SCHOENINGER, M. J. – HALLIN, K. – REESER, H. – VALLEY, J. W. – FOURNELLE, J. 2003: Isotopic alteration of mammalian tooth enamel. *International Journal of Osteoarchaeology*. 13, 11–19.

SCHWARCZ, H. P. – SCHOENINGER, M. J. 2011: Stable isotopes of carbon and nitrogen as tracers for paleo-diet reconstruction. In: Baskaran, M. (ed), *Handbook of environmental isotope geochemistry*. Berlin: Springer, 725–742.

SCHWEISSING, M. M. – GRUPE, G. 2000: Local or nonlocal? A research of strontium isotope ratios of the teeth and bones on skeletal remains with artificial deformed skulls. *Anthropol Anz*, 99–103.

SJÖGREN, K-G. – PRICE, T. D. – KRISTIENSEN, K. 2016: Diet and Mobility in the Corded Ware of Central Europe. *PLoS ONE* 11(5): e0155083.

SKOGLUND, P. – MALMSTRÖM, H. – RAGHAVAN, M. ET AL. 2012: Origins and Genetic Legacy of Neolithic Farmers and Hunter-Gatherers in Europe. *Science* 336, 466–469.

SLOVAK, N. M. – PAYTAN, A. 2011: Applications of Sr Isotopes in Archaeology. In: Baskaran, M. (ed), *Handbook of environmental isotope geochemistry*. Berlin: Springer, 743–768.

SOARES, P. – EEMINI, L. – THOMSON, N. – MORMINA, M. – RITO, T. – RÖHL, A. – SALAS, A. – OPPENHEIMER, S. – MACAULAY, V. – RICHARDS, M. B. 2009: Correcting for purifying selection: an improved human mitochondrial molecular clock. *American Journal of Human Genetics* 84, 740–59.

SOKOL, J. 2010: *Etika a život. Pokus o praktickou filosofii*. Vyšehrad, Praha.

STUMPF, M. P. – GOLDSTEIN, D. B. 2001: Genealogical and evolutionary inference with the human Y chromosome. *Science* 291:1738-1742.

SU, B. – XIAO, J. – UNDERHILL, P. – DEKA, R. – ZHANG, W. ET AL. 1999: Y-Chromosome evidence for a northward migration of modern humans into Eastern Asia during the last Ice Age. *Am J Hum Genet.* 65(6), 1718–1724.

SUTTON A. J. 2000: *Methods for meta-analysis in medical research.* New York.

SZOSTEK, K. – MAĐRZYK, K. – CIENKOSZ-STEPAŃCZAK, B. 2015: Strontium isotopes as an indicator of human migration – easy questions, difficult answers, *Anthropological Review* 78(2), 133–156.

ŠANTRŮČKOVÁ, H. 2014: *Základy ekologie půdy - Skripta.* České Budějovice.

ŠLAUS, M., PETAROS, A., ADAMIC, A. 2015: BIOARCHAEOLOGY – A discipline that encompasses the past, present and future of mankind, *Periodicum Biologorum*, 27–34.

ŠTÍPEK, S. 1998: *Stručná biochemie: uchování a exprese genetické informace.* 1. vydání. Praha.

TABERLET, P. – Griffin, S. ET AL. 1996: Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR. *Nucleic Acids Research* 24(16), 3189–3194.

TAUTZ, D. 1989: Hypervariability of simple sequences. *Current Opinion in Genetics and Development*, 4, 1193–1199.

TAYLOR, P. G. 1996: Reproducibility of ancient DNA sequences from extinct Pleistocene fauna. *Mol Biol Evol* 13(1), 283–285.

TAYLOR, R. W. – TURNBULL, D. M. 2005: Mitochondrial DNA mutations in human disease. *Nature Reviews Genetics*, 6(5), 389–402.

TELEGIN, D. Y. 1987: On the Yamna Culture. *Current Anthropology* 28, 357–358.

- TICHÝ, R. 2001: Expedice Monoxylon. Pocházíme z mladší doby kamenné, Hradec králové.
- THOMAS, R. 2001a: A Beginner's Guide to ICP-MS: Part III: The Plasma Source. *Spectroscopy* 16(6), 26–30.
- THOMAS, R. 2001b: A Beginner's Guide to ICP-MS: Part V: The Ion Focusing System. *Spectroscopy* 16(9), 38–44.
- TILFORD, C. A. – KURODA-KAWAGUCHI, T. – SKALETSKY, H. ET AL. 2001: A physical map of the human Y chromosome. *Nature* 409, 943–945.
- TOČÍK, A. 1970: Slovensko v mladšej dobe kamennej. Bratislava.
- TRIGGER, B. G. 1997: *A History of Archaeological Thought*. Cambridge.
- TRINGHAM, R., 2000. Southeastern Europe in the transition to agriculture in Europe: bridge, buffer, or mosaic. In: Price, D. (eds), *Europe's First Farmers*. Cambridge University Press, Cambridge, 19–56.
- TUREK, J. 2003: Řemeslná symbolika vpohřebním ritu období zvoncovitých pohárů. Suroviny, výroba a struktura společnosti v závěru eneolitu. In: Šmejda, L. – Vařeka, P. (eds.), *Sedmdesát neustupných let*. Plzeň, 201–220.
- TUREK, J. 2006: Období zvoncovitých poharů v Evropě - The Bell Beaker Period in Europe. *ASC* 10, 275–368.
- TYKOT, R. H. 2006: Isotope Analyses and the Histories of Maize. In: Staller, J. E.; Tykot, R. H.; Benz, B. F. (eds.), *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Linguistics, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*, 131–142.
- URBANOVÁ, M. 2008: Molekulárně biologické aplikace v archeologickém a antropologickém kontextu. disertační práce, Praha.

VAHŇÁROVÁ, M. 2008: Determinace pohlaví u dětí a nedospělých jedinců z eneolitického pohřebiště Hoštice 1 Za Hanou – analýza DNA. disertační práce, Brno.

van de VELDE, P. 1979: On bandkeramik social structure. *Analecta Praehistorica Leidensia* 12, 1–242.

VANHAEREN, M. – D'ERRICO, F. – BILLY, I. – GROUSSET, F. 2004: Tracing the source of Upper Palaeolithic shell beads by strontium isotope dating. *Journal of Archaeological Science*. 31, 1481–1488.

VENCL, S. 1982: K otázce zániku sběračsko-loveckých kultur. Problematika vztahů mesolitu vůči neolitu a a postmesolitických kořistníků vůči mladším pravěkým kulturám, *Archeologické rozhledy* XXXIV, 648–693.

VENCL, S. 1986: The role of hunting-gathering populations in the transition to farming: a Central-European perspective, In: Zvelebil, M. (eds). *Hunters in transition*. Cambridge University Press, Cambridge 43–51.

VENDITI, P. – Di STEFANO, L. – Di MEO, S. 2013: Mitochondrial metabolism of reactive oxygen species. *Mitochondrion* 13, 71–82.

VROON, P. Z. – van der Wagt, B. – KOORNEEF, J. M. – DAVIES, G. R. 2008: Problems in obtaining precise and accurate Sr isotope analysis from geological materials using laser ablation MC-ICPMS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 390(2), 465–476.

WALLACE, D. C. – BROWN, M. D. – LOTT, M. T. 1999: Mitochondrial DNA variation in human evolution and disease. *Gene* 238(1), 211–230.

WANG, Y. – CERLING, T. E. 1994: A model for fossil tooth and bone diagenesis: implications for paleodiet reconstructions from stable isotopes, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107, 281–289.

- WARNES, A. – WILLIAMS, A. M. 2006: Older migrants in Europe: an innovative focus for migration studies *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 32 (8), 1257-1281.
- WENINGER B., ET AL. 2009: The Impact of Rapid Climate Change on Prehistoric Societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean. In M. Budja (eds), 16th Neolithic Studies. *Documenta Praehistorica* 36, 7–59.
- WHITE, T. D. – ASFAW, B. – DeGUSTA, D. ET AL. 2003: Pleistocene Homo sapiens from Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 423, 742–747.
- WIERMANN, R. R. 2004: Die Becherkulturen in Hessen. Glockenbecher - Schnurkeramik - Riesenbecher. *Freiburger Archäologische Studien* 4, Freiburg.
- WILLERSLEV, E. – COOPER, A. 2005: Review paper. Ancient DNA. *Proc Biol Sci* 272, 3–16.
- WOLPERT, J. 1965: Behavioral aspects of the decision to migrate. *The Regional Science Association Papers* 15, 159–169.
- WRIGHT, L. E. 2005: Identifying immigrants to Tikal, Guatemala: defining local variability in strontium isotope ratios of human tooth enamel. *J Archaeol Sci* 32, 555–566.
- YANG, D. Y. – WATT, K. 2005: Contamination controls when preparing archaeological remains for ancient DNA analysis. *Journal of Archaeological Science* 32, 331–336.
- ZACHOVÁ, M. 1999: Zavedení metody PCR pro určování pohlaví u degradované geonomové DNA člověka, Brno.
- ZVELEBIL, M. 1986: Mesolithic societies and the transition to farming: problems of time, scale and organisation. In: Zvelebil, M. (eds): *Hunters in transition*. Cambridge University Press, Cambridge, 167–188.

ZVELEBIL, M. 1995a: Farmers our ancestors and the identity of Europe. In: Graves-Brown, P., Jones, S., Gamble, C. (eds): Cultural identity and archaeology: the construction of European communities. Routledge, London, 145–166.

ZVELEBIL, M. 1995b: Indo-Europeans origins and the agricultural origins in Europe. In: Kuna, M., Venclová, N. (eds): Whither archaeology? Archeologický ústav AV ČR, Praha, Praha, 173–203.

ZVELEBIL, M. 1998: Genetic and cultural diversity of Europe: a comment on Cavalli-Sforza, *Journal of Anthropological Research* 54, 411–417.”

ZVELEBIL, M. 2001: The agricultural transition and the origins of Neolithic society in Europe. *Documenta Praehistorica* XXVIII, 1–26.

ZVELEBIL, M. 2002: Demography and dispersal of early farming populations at the Mesolithic-Neolithic transition: linguistic and genetic implications. In: Bellwood, P., Renfrew, C. (eds): Examining the farming/language dispersal hypothesis. McDonald Institute Monographs, Cambridge, 379–394.

Výstup z databáze

Pozn.: KVŮLI ZNAČNÉMU ROZSAHU JSOU VEŠKERÉ PŘÍLOHY K NAHLÉDNUTÍ NA SEKRETARIÁTU ARCHEOLOGICKÉHO ÚSTAVU FILOZOFICKÉ FAKULTY JIHOČESKÉ UNIVERZITY V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH (NA PŘILOŽENÉM CD).