



Akademie věd České republiky

Teze doktorské disertační práce k získání vědeckého titulu
„doktor věd“ ve skupině věd historických

Nedestruktivní archeologie Teorie, metody a cíle

Komise pro obhajoby doktorských disertací
v oboru archeologie

Jméno uchazeče: Martin Kuna

Pracoviště uchazeče: Archeologický ústav AV ČR Praha

Praha, prosinec 2006

Autorství práce

Předložená publikace (M. Kuna a kol., Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle, Praha, Academia, 2004) je dílem autorského kolektivu pod mým vedením. Jako vedoucí týmu jsem navrhl koncepci práce, autor-
sky vypracoval polovinu textu a editoval jeho druhou část. Kapitoly, které jsem zpracoval na základě podkladů
ostatních členů týmu, jsou v následujících tezích prezentovány stručněji a jsou odlišeny kurzívou. Další upřesně-
ní autorského podílu je uvedeno v příloze k žádosti o udělení vědeckého titulu.

M. Kuna, prosinec 2006

Úvod

Předložená práce je shrnutím problematiky nedestruktivních terénních postupů v archeologii a s nimi spojených
teorií a metod prostorové archeologie. Česká archeologie se v minulosti řadou dílčích témat z této oblasti zabý-
vala, ale přehledná publikace, zpracovávající problematiku nedestruktivních metod jako celek, zde dosud chybě-
la. Práci s obdobně vymezenou tematikou bychom obtížně hledali i v evropské archeologii.

Záměr shrnout problematiku nedestruktivní archeologie vyplynul z orientace a organizace Archeologického
ústavu AV ČR, Praha, v němž nedestruktivní metody patří k systematicky rozvíjeným odvětvím. Na počátku 90.
let zde z podnětu tehdejšího ředitele E. Neustupného vznikl pracovní tým (oddělení prostorové archeologie),
jemuž se podařilo vybudovat kvalitní technické zázemí (vlastní letadlo, geofyzikální přístroje, stanice GPS,
software typu GIS apod.) a získat prostředky k výzkumu v podobě několika grantů. Publikace **Nedestruktivní
archeologie** představuje bilanci deseti let výzkumu v této oblasti. Konkrétní příklady a terénní poznatky pochá-
zejí většinou z vlastní terénní činnosti autorů a jsou často na tomto místě publikovány poprvé.

1. Nedestruktivní postupy v archeologii

Obecný cíl nedestruktivních terénních postupů

Nedestruktivní metody nejsou v archeologii nové, ale donedávna hrály převážně pomocnou roli: byly způsobem
vyhledání archeologických pramenů, nikoliv jejich samostatného **poznání** (výzkumu). Předložená práce doklá-
dá, že nedestruktivní postupy se mohou uplatnit v obou rolích; mohou být tedy nejen pomocníkem archeologic-
kého (terénního) výzkumu, ale mohou přinášet i vlastní poznatky o struktuře archeologických pramenů, tedy o
minulosti. Podle mého názoru by se v budoucnu nedestruktivní metody dokonce měly stát primárním zdrojem
odborných informací, který by byl archeologickými odkryvy, tj. destruktivním způsobem, doplňován jen tam,
kde si to vyžádají vnější okolnosti nebo kde se jejich poznávací možnosti vyčerpají.

Druhy nedestruktivních metod

Nedestruktivní postupy umožňují rozpoznat archeologické prameny (a) vyhledáváním na povrchu viditelných
artefaktů a **antropogenních tvarů reliéfu** (nemovitých artefaktů), nebo (b) identifikací pramenů pomocí jejich
ekofaktních vlastností. Z praktického hlediska je účelné vymezit čtyři širší oblasti a zhruba deset skupin nede-
struktivních postupů, jimž jsou věnovány jednotlivé kapitoly práce. K první oblasti patří metody „dálkového
průzkumu“ Země, tj. **analýza družicových a kolmých leteckých snímků**, jakož i **vizuální prospekce z nízké
letícího letounu**. Druhou oblast tvoří metody vycházející z aplikace speciálních přírodovědných postupů. Jde
především o různé **geofyzikální metody**, užití **detektorů kovů** a **geochemické metody**. Do třetí kategorie patří
povrchový průzkum antropogenních tvarů reliéfu, při kterém lze do určité míry využít i poznatky **botanic-
kých indikátorů**, a **povrchový sběr**. Jako čtvrtou oblast chápeme postupy, které umožňují **vyhledat** a/nebo
vzorkovat podpovrchové vrstvy antropogenního původu, a to pomocí vrtů, mikrovrypů nebo vzorkovacích
sond.

Prostorové jednotky archeologických pramenů

Nejmenší prostorové a věcné jednotky archeologických pramenů jsou movité **předměty** (artefakty či ekofakty) a
komplexy (objekty), odrážející určitý druh lidské aktivity (účel, Neustupný 1998). Aktivity, v jejichž průběhu
vznikly předměty a komplexy, se odehrávaly v místech, která jim v krajině byla vymezena. Tato místa nazýváme
areály aktivit (Neustupný 1986b, 1998) a rozlišujeme areály obytné (rezidenční), skladovací, výrobní (pole,
těžba, zpracování surovin), pohřební a další. Trváním areálu v určitém prostoru po určitou dobu a kumulací
pozůstatků daných aktivit vzniká **komponenta** jako archeologický obraz určitého areálu (proto komponenta
obytná, výrobní atd. Areály aktivit jedné komunity vytvářely v krajině funkční kontinuum (**komunitní areál**),
toto kontinuum se, byť v transformované podobě, promítá i do kontinua archeologických pramenů (**sidelní are-
ál**; Neustupný 1986b).

Pojem naleziště

Archeologie vypracovala pro popis prostorové struktury pramenů některé pojmy, které – ač stále běžně používány – se z hlediska užití teorie sídelních areálů jeví jako překonané. K těmto pojmům lze počítat zejména pojem „naleziště“ a pojem „mimonalezištních“ (off-site) nálezů. **Nalezišti** se nazývají místa s vysokou koncentrací nálezů, přičemž se předpokládá, že tato místa představovala samostatné prostorové a funkční celky (Vencl 1995). Toto pojetí je však samo o sobě jen důsledkem určitého způsobu vedení terénního výzkumu. Většina terénního výzkumu měla donedávna podobu plošně omezených výkopů v místech bohatých na nálezy; výzkumům v místech méně bohatých se archeologie spíše vyhýbala a plošné odkryvy byly až do 70. let vzácné. Není proto divu, že krajina zkoumaná tímto způsobem se jevila jako soubor diskretních bodů – „nalezišť“. Teprve aplikace nedestruktivních metod ukázala že archeologické prameny v krajině víceméně vytvářejí kontinuum, byť obsahově a kvantitativně proměnlivé.

Tradičnímu pojmu „naleziště“ se proto v souvislosti s aplikací nedestruktivních metod snažíme vyhnout, případně jej používáme ve smyslu **intuitivně vymezené komponenty** nebo **nestrukturovaného shluku několika překrývajících se komponent**.

Nálezy „mimo naleziště“

Aplikace nedestruktivní archeologie vedou i k zachycení pramenů, které pro jejich četnost není možné opominout, avšak na druhé straně je ani není možné považovat za „naleziště“ v tradičním slova smyslu. Pozornost byla tomuto druhu nálezů věnována zhruba od 70. let, kdy pro ně byl použit termín „non-sites“ (Thomas 1975), záhy se však vžil spíše termín **„off-site“ nálezy a aktivity** (v protikladu k nálezům „on-site“; Foley 1978, 1981; Bintliff a Snodgrass 1988). „Off-site“ nálezy byly buď chápány jako informační šum, nebo byla pro ně hledána zvláštní interpretace, např. jako ztráty a skartace artefaktů v areálech nerezidenční funkce nebo rozvoz sídlištního odpadu s hnojem na pole v okolí sídlišť (manuring scatters).

Toto pojetí méně výrazných kategorií nálezů ovšem přináší problémy několikerého rázu. Za prvé, „off-site“ nálezy jsou vymezeny v protikladu k nálezům „on-site“, aniž by bylo řečeno, co vlastně „naleziště“ jsou. Za druhé, sama kvantita nálezů nemusí být spolehlivým základem interpretace. Evidentní „off-site“ nálezy mohou mít v některých situacích hustotu desítek tisíc předmětů na 1 hektar (srov. Bintliff – Snodgrass 1988), avšak může tomu být i naopak, a to je pro naši archeologii významnější: i jednotlivé zlomky artefaktů na povrchu terénu mohou být často jediným pozůstatkem regulérních rezidenčních či pohřebních areálů (srov. Kuna 1994c; Neustupný – Venclová 1996). Četnost nálezů je v tomto případě důsledkem sekundárních procesů (formačních procesů, transformací), nikoliv původní funkce areálu.

Formační procesy a nedestruktivní archeologie

Změny kulturních pozůstatků od okamžiku jejich výstupu z živé kultury do podoby archeologických dat nazýváme **formačními procesy** nebo **archeologickými transformacemi** (Schiffer 1976, 1987; Neustupný 1986a, 1998).

Podle jejich původu definujeme (Kuna 2001) tři skupiny archeologických transformací. První skupinou jsou transformace **systémové** (behaviorální), vznikající vlivem samotného sídelního systému při „přechodu“ mezi živou kulturou a jejími mrtvými pozůstatky. Tyto transformace lze nazývat také **depozičními**. Druhou skupinou formačních procesů jsou ty, které probíhají v archeologickém prameni po jeho uložení (odtud **postdepoziční**), při „přechodech“ z jedné jeho formy do jiné. Tyto procesy souvisejí již výhradně s mrtvou kulturou (pokud tyto změny působí člověk, jde o nositele jiné kultury); proto je lze nazývat také procesy **tafonomickými** (cf. Sommer 1991). Za třetí skupinu můžeme považovat ty transformace, které vznikají jako vědomé nebo nevědomé důsledky specifického způsobu vedení archeologického výzkumu. Můžeme proto hovořit o transformacích **výzkumových** nebo **metodických**.

Metoda nedestruktivního výzkumu

Metodou terénního výzkumu rozumíme obecné vlastnosti postupu, kterým se archeologické prameny v terénu identifikují, prostorově vymezují a klasifikují. Aplikací určité metody se archeologický pramen mění na archeologická data. Úkoly prostorové archeologie dnes vyžadují, aby získaná data byla kvantitativní povahy, vhodně strukturovaná a relevantní vzhledem k formulovaným otázkám. Tyto nároky, do značné míry charakterizující celou moderní archeologii, vedly k formulaci některých obecných pojmů a postupů. K nim počítáme (a) otázku **zasazení terénního výzkumu do rámce výzkumného projektu**, (b) rozvržení terénní práce s ohledem na principy **pravděpodobnostního výběru**; (c) **analytický přístup** k pramenům a (d) otázku **prostorového členění pramenů**, čili vymezení **polygonů výzkumu**.

Význam nedestruktivní archeologie

Nedestruktivní archeologie přináší především možnost získat relativně vyvážené **informace o větších prostorových celcích pramenů**, jaké nelze prozkoumat archeologickými výkopy: stává se tedy základním zdrojem dat

pro **sídelní a krajinnou**, resp. **prostorovou archeologii** (kap. 12.). Nedestruktivní metody podstatně **rozšiřují datovou základnu** a také často vedou k zjištění **nových druhů komponent**, takových, které jsou nesnadno zachytitelné při jiných druzích terénního výzkumu (např. lineární útvary zachytitelné leteckou prospekci; pravěké železářské okrsky či středověká pole, které lze zjistit jen analytickým povrchovým sběrem: Neustupný – Venclová 1996, 2000 aj.). Pomocí nedestruktivních postupů lze v příznivých podmínkách získat velmi **detailní obraz podpovrchových archeologických situací**; tomuto obrazu v podstatě chybí jen chronologické zařazení. Ani to však není v delším časovém výhledu neřešitelným problémem (srov. např. rozvíjející se možnost datování vzorku podpovrchové vrstvy metodou optické luminiscence).

Ať už jsou nedestruktivní metody užity jako archeologický průzkum, nebo jako způsob výzkumu, jejich aplikace má vždy **etický rozměr**, neboť v obou případech umožňuje prozřívější a šetrnější přístup k archeologickému dědictví.

2. Dynamika povrchu krajiny v holocénu

Nedestruktivní archeologie provádí svá pozorování na aktuálním povrchu krajiny nebo nad ním; proto je pro ni velmi důležité poznat procesy, které povrch krajiny (kromě samotné primární činnosti člověka) vytvářely a modifikovaly. V kap. 2 jsou probírány hlavní druhy krajinnotvorných procesů, které původní pozůstatky činnosti člověka mohou modifikovat: větrná eroze (2.2.), eroze a akumulace říčních údolí (2.3.), nárůst a úbytek půdního pokryvu (2.4.), včetně vzniku půdy (2.4.1.) a svahové eroze (2.4.2.). Zmiňovány jsou rovněž různé druhy pedoturbače (2.5.) a vliv recentních rekultivací pozemků (2.6.) na zachování a dostupnost archeologických pramenů.

Správný postup při terénním výzkumu by měl zahrnout rozbor těchto krajinnotvorných procesů. Jeho součástí by mělo být zpravidla ověření podpovrchové situace na lokalitě a jejím okolí nějakým typem vertikální sondáže, nejčastěji vrtem (např. pedologickou sondou). Takto by měla být prověřována např. každá plocha povrchového sběru, pokud leží v sedimentačně dynamickém prostředí a pokud je naším cílem systematické a vyvážené poznání určitého úseku někdejší osídlené krajiny.

3. Letecká archeologie a dálkový průzkum

Letecká archeologie zahrnuje vizuální průzkum krajiny, pořizování snímků, jakož i analýzu a interpretaci obrazových pramenů. Takto vymezený obor tedy integruje dva aspekty: průzkumný a dokumentační. Od 90. let 20. století se stále častěji setkáváme i s aplikací družicového průzkumu Země.

Principy zviditelnění a klasifikace objektů

*Příznaky, které indikují nemovitě objekty (povrchové, podpovrchové), dělíme na **přímé** a **nepřímé** (zástupné). Přímé indikátory se projevují jednak odlišným zbarvením půdy nad objekty (tzv. půdní příznaky), jednak světelnými efekty kopírujícími reliéf terénu (tvarů objektů, tzv. **stínové příznaky**). Mezi nepřímé příznaky řadíme především příznaky porostové (vegetační) a dále např. **vyprahlostní, sněžné a vlhkostní**. K nejdůležitějším patří bezesporu příznaky vegetační, které můžeme dále dělit na příznaky (a) **rané fáze** (obilí je ve stadiu osení), (b) tzv. **zelené fáze** (v době, kdy jsou pole zelená a objekty se projevují vyšším vzrůstem plodin a tmavší zelenou barvou), (c) **fáze dozrávajících až zralého obilí** (barva obilí se postupně mění ze zelené na žlutou) a (d) **fáze přezrálého obilí** (barva polí přechází do odstínů hnědé).*

*Pozorované objekty zpravidla klasifikujeme jako: (1) **bodové objekty** (maculae) a (2) **liniové objekty**, tj. buď samotné linie, nebo liniemi vymezený prostor. V druhé skupině rozlišujeme: **linie** (cesty, příkopy/valy vedené napříč terénními tvary), **lineární útvary uzavřené** (ohrazení), **lineární systémy** (složitější uskupení linií, např. polní systémy: Gojda 1997c; obr. 3.23.). Zhruba 80% všech komponent, objevených leteckým průzkumem v ČR, je tvořeno bodovými objekty.*

Základy šikmého snímkování krajiny

*Pořizování šikmých snímků probíhá z výšky cca 300 metrů. Kvalitní fotografie musí (a) být technicky kvalitní, (b) zachycovat celý půdorys objektu a (3) obsahovat co nejvíce referenčních bodů. Nejdůležitějším faktorem kvality fotografie je **světlo** (Crawshaw 1995). Působivé jsou snímky s nízkým slunečním světlem a snímky zimní krajiny, kdy dobře vyniknou tvary reliéfu.*

Smysluplné využití leteckých snímků předpokládá jejich náležitě zpracování, evidenci a uložení. Primární informace jsou uloženy na fotomateriálu (filmy, videopásky, výměnné paměťové karty), mapách, GPS a záznamech o průběhu letu. Další práce můžeme rozdělit do 4 kroků: (1) laboratorní zpracování fotografického materiálu; (2) lokalizace komponent (jako bodů nebo polygonů) v krajině; (3) analýza, klasifikace a interpretace objektů, rektifikace snímků nebo kresebných ekvivalentů a pořízení plánů objektů a komponent; (4) uložení snímků do archivů, případně v digitální podobě do databázi různého charakteru.

Dálkový průzkum Země

V současné době obíhají Zemi dva typy družic: (a) **geostacionární satelity** a (b) **satelity na nižších oběžných drahách** (cca 600-1000 km), sloužící potřebám ekologie, geografie a kartografie, oceánografie atd. Právě tyto satelity pořizují snímky, které mohou sloužit archeologii.

Družicové systémy (radiometry) pracují v oblasti rádiových vln i v optické oblasti elektromagnetického spektra; dále se v archeologii stále více experimentuje s **termovizí** a **radary**. Radary jsou vybaveny vlastním zdrojem záření, jehož nízké frekvence dovolují získávat data i přes mlhu, oblačnost a drobný déšť. Radarové vlny také pronikají porostem i povrchovou vrstvou půdy nebo sněhu, takže do jisté míry dovolují získávat informace i o podpovrchové vrstvě (Kolejka – Kučera 2001).

4. Geofyzikální metody

Druhy geofyzikálních metod

Princip geofyzikálních metod je obecně založen na sledování změn fyzikálních veličin v prostoru. Podle **druhu fyzikálního pole** dělíme metody na: **geoelektrické metody**, **gravimetrii**, **magnetometrii**, **radionuklidové metody**, **seismiku** a **termometrii**. **Možnost zachycení podpovrchových objektů geofyzikálními metodami** souvisí s (1) odlišností fyzikálních vlastností objektů od okolního prostředí; (2) rozměry, množstvím a zachovalostí objektů; (3) tvarem a orientací objektů, resp. orientací geofyzikálních profilů; (4) reliéfem terénu a vegetačním krytem; (5) rušivým vlivem sekundárních situací; (6) mocností a charakterem nadložních vrstev (půdního horizontu); (7) geologickou stavbou území; (8) vodním režimem a hladinou spodní vody; (9) množstvím rušivých vlivů, vyplývajících z recentních objektů nebo aktivit; (10) stálostí klimatických podmínek při delším měření; (11) vhodnosti kombinace metod a technik, jejichž účinnost se při vzájemné spolupráci zvyšuje.

Cíle geofyziky v archeologii

Geofyzikální průzkum může hrát roli: (a) **ověřovací metody** (např. na lokalitách nově objevených jinými metodami), dále (b) **cíleného výzkumu areálů aktivit**; (c) **součástí předstihového archeologického výzkumu** na ohrožených lokalitách, nebo (d) **doplňku archeologického terénního výzkumu** (dohledání určitého objektu, stanovení plošného rozsahu konkrétních situací apod.), (5) **prvku v systému památkové péče** (např. vymezení chybějících částí chráněných památek, např. hradišť a pohřebišť), případně (6) prvku v rozvoji samotné **metody geofyzikálního měření**.

Metodika terénní práce

Při volbě metodiky je významný odhad předpokládaných vlastností objektů, tj. jejich množství, rozměrů, orientace a hloubky uložení, jakož i prostorové dispozice plochy vybrané pro průzkum. Měření probíhá zpravidla podél vytyčených přímek, které nazýváme **profily**. Některé úkoly lze realizovat pomocí **jednotlivých profilů**, resp. **v řídké či nepravidelné síti profilů**; systematictější postupem, umožňujícím plošné vymezení objektů je **měření v pravidelné síti**, nejčastěji čtvercové nebo obdélníkové.

V následující části kapitoly jsou podrobně probírány možnosti geofyzikálních metod při výzkumu (a) **zahlobných objektů**, (b) objektů s **kamennou konstrukcí**, (c) objektů s **vypálenými materiály**, (d) **dutých objektů**, tj. nezaplňených a vytěžených prostor, a (e) stavu **prostředí a podloží**.

5. Průzkum detektory kovů

Principem měření patří detektory kovů mezi geofyzikální elektromagnetické přístroje. Jsou založeny na pulzně indukčním principu. Volitelným zpožděním měření po vypnutí proudu lze stanovit mezní úroveň, od které je aktivován zvukový či optický signál v detektoru (z toho též vychází princip tzv. **diskriminátorů**, kterými jsou moderní detektory vybaveny). Pomocí diskriminátoru můžeme filtrovat předměty podle velikosti a druhu kovu.

Využití detektorů v archeologii

Užití detektorů kovu může mít v archeologii několiký cíl, avšak přináší i některá rizika. Bezproblémové je využití detektorů **v průběhu archeologického výkopu**, kde mohou být detektory nasazeny s cílem zefektivnit práci, umožnit šetrnější vyzdvížení předmětů, případně dohledat neregistrované artefakty na haldách vykopaného nebo vytěženého materiálu. Detektory kovů by měly být také předem použity na všech archeologických výzkumech, kde je plánována mechanizovaná skrývka.

Případem, při kterém je použití detektoru naopak třeba všestranně zvažovat, je **cílený archeologický průzkum**, který systematicky vyhledává a mapuje kovové předměty v rámci určité lokality (komponenty), např. v železářských areálech, na bojištích atd. Tento typ výzkumu lze doporučit pouze v některých případech a při dodržení striktních metodických zásad. Zcela nepřijatelný je např. u kontextů strukturovaných (hrobů, sídlištních vrstev in situ apod.).

Detektory kovů, právo a etika výzkumu

V archeologii existují případy, kdy je aplikace detektorů nesporným přínosem, ale i případy, kdy je jejich užití v evidentním rozporu se zájmy archeologie. Sem patří případy vykrádání chráněných archeologických lokalit či otevřených archeologických odkryvů. Mezi těmito póly existuje široká oblast, jejíž hodnocení je ambivalentní. Aplikace detektorů kovů mimo sféru odborného výzkumu totiž za určitých podmínek není v některých evropských zemích není nelegální, a proto zde existuje mnoho uživatelů detektorů, kteří tento druh činnosti pěstují jako zájmovou činnost. Typickým příkladem je např. Velká Británie, kde podle odhadů z 90. let existuje kolem 30.000 amatérských uživatelů detektorů a množství každoročně vyzvednutých kovových předmětů dosahuje 400.000 kusů (polovinu údajně představují nálezy středověké, přes 45% nálezy doby římské a zbytek pravěké a raně středověké: Dobinson – Denison 1995).

Zkušenosti s amatérským detektorovým průzkumem ukazují, že výsledný efekt nových poznatků se nemůže rovnat škodám, které na archeologickém dědictví vznikají: (1) větší část nálezů zmizí bez ohlášení, (2) ohlášené nálezy většinou nemají přesnou lokalizaci, (3) u žádného nálezů není dostatečně znám jeho kontext a (4) tak velké množství předmětů nelze průběžně odborně zpracovávat – z odborného hlediska bylo tedy jejich vyzvednutí zbytečné. I když tedy není užití detektorů k plošnému průzkumu neohrožených lokalit někde nelegální, je vždy **neetické**, neboť v osobním zájmu poškozuje zájem obecný a působí nenapravitelné škody archeologickému dědictví.

Samostatným problémem je vztah profesionálních archeologů k předmětům, které pocházejí z nelegálního detektorového průzkumu. Část archeologů pragmaticky soudí, že vykrádání lokalit je zavrženíhodné, ale lepší je mít o jeho výsledcích alespoň nějakou informaci, druhá část odmítá s nelegálními uživateli detektorů navázat jakoukoli spolupráci. Za zcela nepřijatelné pak tato část odborníků považuje popularizaci těchto aktivit např. formou výstav nebo novinových článků. Druhý názor lze považovat za eticky správnější a z dlouhodobého hlediska perspektivnější.

Ochrana archeologického dědictví před nelegálními uživateli detektorů

Nelegální používání detektorů kovů s komerčním účelem se v posledních letech v ČR stalo jedním z nejzávažnějších problémů archeologické památkové péče. Způsoby ochrany lokalit před uživateli detektorů můžeme dělit na aktivní a pasivní. K **aktivním** způsobům ochrany počítáme (a) distribuci klamavých kovových předmětů; (b) instalaci rušivých elektromagnetických zdrojů, případně poplašných zařízení, případně (c) preventivní výzkum lokalit. Mezi **pasivní** způsoby patří (d) zákaz vstupu s detektory a (e) střežení lokalit. Všechny tyto způsoby však mají daleko k efektivnosti. Za nejspolehlivější, ale nejpomalejší cestu k ochraně archeologického dědictví je proto třeba považovat **osvětu**, která vede k pozitivnímu vztahu veřejnosti k archeologickému dědictví.

6. Geochemie v archeologii

Lidské aktivity ovlivňují koloběh prvků v přírodě. Člověk získává potravu v širokém okruhu, avšak odpad z toho vzniklý hromadí v obytném areálu, případně v areálu pohřebním nebo výrobním. Zatímco ochuzení okolí o odebrané prvky je nepatrné a v podstatě neměřitelné, na omezené ploše areálu dochází k pozorovatelnému zvýšení koncentrace odpadu a k jeho chemickému a mikrobiologickému rozkladu. Kyslík, uhlík a vodík uniknou po rozkladu ve formě plynů, případně vody. Vápník, chlór, sodík a dusík tvoří snadno rozpustné sloučeniny, síra má tendenci slučovat se s vodíkem na sirovodík a uniknout. Vázat se na geologický půdní substrát může fosfor, železo a křemík.

*Kromě přímé indikace minulých aktivit má chemický rozbor v archeologii význam i pro stanovení možnosti zachování některých druhů ekofaktů. Obsah **vápníku** je např. důležitý pro zachování kostí a některých kovů; **železo** váže fosfor na kyselé a odvápněných půdách. Indikátorem lidských aktivit může být i koncentrace Pb, Zn, Cu, Mn a Ni (srov. tab. 6.1.), případně některé vodou nerozpustné organické látky (lipidy, např. cholesterol). Pro možnosti fosfátové analýzy a zachování organických hmot je důležitá i **kyselost půdy** (pH faktor), čili koncentrace vodíkových iontů.*

*Nejdůležitějším sledovatelným prvkem je **fosfor**. Mapování obsahu sloučenin fosforu v zemině k archeologickým účelům lze provádět na třech prostorových úrovních: (a) v celých regionech (srov. mapy obsahu fosfátů, původně zhotovené pro zemědělské – a druhotně i archeologické – účely např. v Holandsku a Švédsku), (b) v rámci komponent a (c) v rámci jednotlivých objektů, např. domů nebo hrobů.*

*V počátcích aplikace fosfátové analýzy byla jako činidlo zpravidla používána silná kyselina. Ta extrahuje řádově vyšší hodnoty fosfátů a jejich nárůst v archeologických vrstvách nebývá příliš vysoký. Tato nevýhoda vedla A. Majera k vývoji tzv. **relativní metody fosfátové půdní analýzy**, při níž se zemina vyluhuje varem v pěti-procentní kyselině octové. Takto se vyluhují především druhotně dodané archeologické fosfáty, jejichž vazba na sorpční komplex není tak pevná jako u fosfátů geologického původu a poměr fosfátů mezi sterilním pozadím a archeologickými vrstvami je příznivější (Majer 1984).*

*Postupy podobnými geochemickým lze účelně zjišťovat i některé **fyzikální vlastnosti zemin**, obsahující informace o minulých lidských činnostech. Jde např. o objemovou hustotu zemin (udusanost půdy, např. v místě*

podlah, komunikací apod.) a jejich zrnitost (potenciální rozlišení přírodních sedimentů a kulturních vrstev). V české archeologii byla s určitým úspěchem vyzkoušeny i **metody mikrobiologické**, a to stanovení celkového počtu mikrobů v zemině. Takto byly zkoumány např. vzorky výplně středověkého příkopu v Praze (Majer 1999), přičemž výsledky byly srovnatelné s výsledky fosfátové analýzy.

7. Povrchový výzkum reliéfních tvarů

Povrchový průzkum (výzkum) antropogenních tvarů reliéfu zahrnuje vyhledávání, zaměřování, třídění a interpretaci reliéfních tvarů, které jsou pozůstatkem někdejší lidské činnosti. Pokud zahrnuje i geodetické měření, můžeme hovořit o **geodeticko-topografickém průzkumu** (Smetánka – Klápště 1979, 1981). Na rozdíl od povrchového sběru, který je vázán odkrytou a zemědělsky využívanou krajinou, průzkum terénních tvarů je zpravidla možný jen tam, kde byly objekty ušetřeny destruktivního vlivu orby, tj. v lese a na trvale zatravněných plochách.

V některých zemích (např. v Anglii) došlo k prvnímu studiu starých antropogenních útvarů již v 17. a 18. století. Ve střední Evropě byly jako první rozeznány pravěké mohyly, třebaže toto poznání vedlo spíše k urychlení jejich zániku než systematické dokumentaci. Zhotovování plánů pravěkých mohylníků nebylo do poloviny 20. století běžné, a to ani tam, kde probíhal jejich systematický výzkum.

Zájem o nedestruktivní výzkum reliéfních tvarů se v ČR plně probudil teprve v poválečném období, a to zejména zásluhou středověké archeologie (Smetánka 1970; Škabrada – Smetánka 1974; Smetánka – Klápště 1979, 1981; dále též Krajč – Eisler – Soudný 1984; Černý 1973ab, 1975, 1979, 1993; Kudrnáč 1983). Nové výsledky poskytují výzkumy K. Nováčka (relikty středověké těžby surovin: 1993b) a M. Olivy (pravěké doly na rohovec: Oliva – Neruda – Přichystal 1999). V posledním desetiletí také stoupl zájem i o průzkum středověkých a raně novověkých komunikací (Velímský 1992 aj.; Kubů – Zavřel 2001) a v některých regionech vznikly soupisy nemovitých archeologických památek (Michálek – Fröhlich 1987; Michálek – Zavřel 1996; Beneš – Michálek – Zavřel 1999).

Vyhledávání antropogenních reliéfních tvarů je postupem, ve kterém se jen velmi málo může uplatnit analytická metoda. Rozeznání antropogenních objektů je však převážně závislé na zkušenostech archeologa a na jeho schopnosti přímo v terénu rozpoznat specifický reliéfní tvar, případně jeho prostorový kontext, povrchový vzhled a další skutečnosti. Běžný způsob klasifikace reliéfních tvarů pak vychází z jejich základní funkční interpretace. Hlavní druhy objektů, identifikovatelných ve středoevropské krajině jsou:

Skupina	Funkční kategorie	Archeologický objekt a jeho popis
pravěká a raně středověká opevnění	opevnění	valy, příkopy, vč. bran atd.
	vnitřní zástavba	cisterny, obytné budovy, kultovní stavby
pravěká a raně středověká pohřebiště	mohyla	konvexní, zpravidla kruhový útvar
zaniklé středověké vesnice	usedlost	shluk objektů (obytný obj., hospodářské budovy, studna apod.); konvexní i konkávní tvary
	rybník	hráz v místech (někdejší) vodoteče
	mlýn	skupina objektů v souvislosti s vodním tokem, rybníkem apod.
rezidenční sídla	panský dvůr	zbytky mohutnější a členitější architektury, někdy ve strategické poloze, často doprovázené vsí, interpretace možná z celkového kontextu
	tvrz	
	hrad	
zaniklé plužiny	mezní pás	liniový valový nebo schodovitý, hlinitý nebo kamenitý útvar, rozčleňující plužinu
	záhon	konvexní liniový, 5-10 m široký a několik desítek až stovek m dlouhý útvar uvnitř plužiny, vzniklý orbou
	terasa	umělá schodovitá úprava svahu, související s obděláváním polí
těžba surovin	lom	větší vytěžený prostor, často doprovází zaniklé vsi či jiná sídla
	sejp	halda prorýzovaného materiálu, vyskytuje se podél vodních toků, tvarem připomíná mohylu
	kutací objekt	rýha nebo jáma, související s vyhledáváním ložiska
	šachtice (šachta)	hlubší kolmý či šikmý vytěžený prostor umožňující přístup k hlubinnému ložisku
	obval	skládá se ze šachtice (vklesliny) a odvalu (vyházená hlušina), souvisí s přípovrchovou těžbou
	dědičná štola	štola zajišťující odvodnění dolu
	propadlina-pinka	sníženina vzniklá propadem vytěžených podpovrchových prostor
zpracování surovin	sklárna	tavicí pece, chladicí pece, haldy
	dehtařská pec	kupovitý útvar, 2-4 m v průměru, zpravidla s vnitřní kamennou konstrukcí
	milíř	okrouhlá plošina, někdy na okrajích zvýšená, 4-20 m v průměru

vojenská zařízení	středověké obléhací tábory	větší útvary s valy a příkopy
	novověká polní opevnění	otevřené (linie s redany, lunetami apod.), uzavřené (reduta, půlreduta, hvězdicovitá reduta, reduta s půlbastiony a bastiony)
komunikace	cesta	úvozy, terasy
falešné příznaky (přírodní a moderní antropogenní útvary)	vývrát	mělká vkleslina, často doprovázená konvexním útvarem
	snos kamenů	kruhová až nepravidelná hromada kamenů vynešených z pole
	jáma po vybuchlé bombě	nepravidelně kruhová vkleslina do cca 5 m v průměru
	vojenský okop	pro osoby nebo vozidla
	hranice lesní školky nebo parcely	liniový útvar, často nízký val a příkop

Kap. 7. dále přináší příklady různých druhů reliéfních tvarů a jejich výzkumu. S jednou výjimkou (Dartmoor) jde o nedávné projekty české archeologie, přinášející většinou zcela nová data. Metodicky zajímavý je např. výzkum nového objektu typu Viereckschanze, který byl rozpoznán na leteckém snímku, ale v reliéfu mohl být zachycen až na vrstevnicovém plánu (obr. 7.1.), nebo pravěkého mohylníku, kde jedna ze tří mohyl byla zachycena také až na vrstevnicovém plánu (obr. 11.6.).

Obsahově přínosné jsou nové objevy středověkých těžebních areálů (kap. 7.11.6., 7.11.8.), komunikací (7.11.11.) a soustavy vodních děl (kap. 7.11.7.).

8. Geobotanická indikace v archeologii

*Geobotanické terénní metody jsou v archeologickém výzkumu využívány zatím okrajově, ačkoliv vegetace nabízí řadu zajímavých a cenných průhledů do minulosti jednotlivých lokalit i celé krajiny. Pomocí **přímého pozorování** lze za ideálních podmínek sledovat v krajině výskyt bodových, plošných a liniových archeologických objektů. **Nepřímá indikace** slouží ke stanovení míry antropického tlaku na přírodní prostředí a stanovuje přítomnost lidské činnosti v určitém historickém období prostřednictvím paleoekologických metod. Nepřímé indikace umožňují, společně s geobotanickými mapami, rekonstruovat krajinný rámeček, ve kterém se archeologicky doložené lidské aktivity odehrávaly.*

*Přímá indikace zaniklých staveb je nejsnazší u sídel nedávno zaniklých, např. německých vesnic opuštěných po 2. sv. válce. Obohacení povrchových vrstev půdy vápníkem z malty středověkých vesnic, tvrzí a hradů je možné nejlépe rozpoznat na lokalitách, které se nacházejí na kyselém nebo neutrálním geologickém podloží. Na takových místech bývá nápadnější **koncentrace baziřin** a **na teplo náročnějších druhů**; k nim se přidávají **teplomilné druhy**, které se ve vyšších polohách soustřeďují na příznivější, vápníkem obohacená stanoviště. K indikaci zaniklých sídel napomáhá i výskyt některých pěstovaných druhů, většinou **léčivek**. Zdá se, že tyto druhy mohou indikovat bývalá sídla až několik set let dozadu.*

9. Povrchový sběr

Povrchový sběr zjišťuje a zkoumá stopy osídlení prostřednictvím zlomků movitých předmětů, rozptýlených na povrchu terénu. Tak jako u jiných nedestruktivních metod je u povrchových sběrů cílem terénní práce buď pouhé objevení a základní vymezení sídelních komponent, nebo jejich podrobnější popis a poznání. Tomuto pohledu odpovídá členění terénních metod na metody **vyhledávání komponent** a metody jejich **podrobnějšího studia**.

Povrchový sběr má oproti jiným nedestruktivním postupům tu výhodu, že přináší data, která jsou, alespoň do určité míry, datovatelná, a to běžným archeologickým postupem (typologicky). Výpověď povrchových dat v chronologickém, ale i prostorovém a kvantitativním ohledu je však vždy třeba přijímat s určitou rezervou a získaná data musí být kriticky hodnocena (z hlediska archeologických transformací).

Předmětem povrchového sběru jsou všechny (movité) předměty na povrchu terénu, které obsahují určitou informaci o minulých sídelních aktivitách. Těmto nárokům obecně vyhovuje keramika, mazanice, další výrobky z hlíny a kovu a kamenná industrie všech druhů, ale i další druhy předmětů, např. surovina na výrobu železné rudy, železářská struska, švarna v podobě suroviny, polotovarů i výrobního odpadu apod. (Neustupný - Venclová 1996, 2000; Venclová 2001a). Obecně nelze žádný artefakt či ekofakt vyloučovat z ohniska pozornosti povrchových sběrů, neboť za určitých okolností může relevantní informace obsahovat.

Povrchový výskyt archeologických nálezů je ve středoevropských podmínkách vázán na **zemědělsky využívanou krajinu**. Předměty se na povrch dostávají orbou, která narušuje podpovrchové objekty či vrstvy a archeologické předměty z nich vynáší na povrch. Ve vrstvě ornice a na povrchu jsou však předměty vystaveny destruktivním vlivům a mnoho z nich se po určité době rozpadá: to platí zejména pro keramiku pravěkého a raně středověkého stáří. Proto se domníváme, že tyto předměty, pokud jsou součástí povrchových souborů, musely být vyorány relativně nedávno, a to z prostředí, které bylo dosud uchráněno před destruktivními vlivy. Většina méně odolných artefaktů v povrchových souborech proto musí pocházet ze zahloubených objektů, případně zbytků kulturních vrstev, náhodně uložených v terénních proláklínách apod. Poněkud odlišnou situaci můžeme

předpokládat u předmětů odolných, jako je např. kamenná industrie, železářská struska, vrcholně středověká a novověká keramika apod.

Vznik povrchových souborů je dlouhodobým a složitým procesem. Povrchová data lze chápat jako výsledek formačních procesů (transformací), při nichž dochází ke změnám četnosti, skladby a prostorového uspořádání artefaktů. V následující tabulce jsou shrnuty hlavní faktory (trans)formačních procesů, které se uplatňují při vzniku povrchových pramenů a dat.

PŘÍČINY	EFEKTY
I. SYSTÉMOVÉ (BEHAVIORÁLNÍ, DEPOZIČNÍ)	
délka osídlení areálu	(primární) kumulace artefaktů a komponent
počet a velikost zahloubených objektů v areálu	redukce počtu artefaktů redukce počtu komponent podle funkce a období
vlastnosti (trvanlivost) artefaktů	redukce počtu artefaktů podle odolnosti materiálů redukce počtu komponent podle funkce a období
II. TAFONOMICKÉ	
historické využití krajiny a související erozně akumulární procesy	zánik / překrytí komponent
recentní zemědělství	částečná destrukce komponent (vznik povrchových souborů) prostorové posuny, příp. (sekundární) kumulace artefaktů kvantitativní změny (redukce, kumulace) počtu artefaktů <ul style="list-style-type: none"> • dlouhodobé (desítky let) • střednědobé (osevní cyklus) • krátkodobé (1 rok)
stavební činnost, meliorace	transfer ornice, vznik pseudolokalit
III. METODICKÉ	
metoda sběru	kvantitativní (prostorová, chronologická) nereprezentativnost dat
podmínky sběru	
zkušenost osob	
typologická výraznost artefaktů	

Metodou povrchového sběru rozumíme obecný způsob strukturování nálezů při jejich shromažďování. V tomto smyslu můžeme hovořit jen o dvou metodách: metodě **hodnotící** či **syntetické** („vyhledávání nalezišť“) a metodě **analytické**. Analytické metody dělíme na (a) metody vyhledávání komponent, které operují v krajinném měřítku, a (b) metody výzkumu jednotlivých komponent, které se snaží poznat jejich vnitřní strukturu. Jako **polygony sběru** označujeme jednotlivé úseky krajiny, v nichž probíhá sběr; nejčastěji jde o jednotlivá pole nebo jejich části. Polygony mohou být buď **vymezující** (syntetické metody), nebo **zahrnující** (analytické metody; Neustupný 1996a). Dále rozlišujeme pojmy **linie** (jednotlivý průchod polygonem), **úsek** (část linie), **trasa** (svazek linií), sektor (dílčí část polygonu), **referenční jednotka** (obecně úsek terénu, podle nějž je lokalizován a evidován průzkum), **intenzita průzkumu** aj.

Povrchový sběr syntetickou metodou lze nejnázne charakterizovat jako „vyhledávání nalezišť“, tj. získání informace o výskytu archeologických pramenů bez přesnějšího sledování jejich kvantity a vnitřní struktury. K analytickým metodám vyhledávání komponent počítáme (1) metodu **vkádaných polygonů**, (2) sběr **v liniích**, (3) sběr **v úsekových liniích** s variantou užívanou v projektu ALRB (Kuna 1998b) a (4) tzv. „**dog-lead**“ **survey**. Analytické metody podrobnějšího výzkumu komponent zahrnují (1) sběr **ve čtvercové síti**, (2) různé způsoby **vzorkování komponent** a (3) **mapování jednotlivých artefaktů**. K metodě povrchového sběru patří i sběr základních informací o charakteru prostředí, ve kterém sběr proběhl. Sběr těchto dat usnadňují formuláře. Povrchový sběr je ve středoevropských podmínkách omezen střídáním plodin (4-7leté osevní cykly), agrotechnickými lhůtami a počasím.

Analýza povrchových nálezů znamená především jejich chronologické a funkční zařazení a kvantifikaci nálezů podle referenčních jednotek. Předpokladem takové analýzy je vhodná metoda sběru (analytická metoda, viz výše). **Chronologická analýza** obsahuje řadu objektivních i subjektivních problémů; při jejím provádění lze nicméně dodržovat některé zásady, zejména (1) užívání jednotné, hierarchické škály chronologických tříd; (2) hodnocení každého artefaktu samostatně (nikoliv přiřazováním k nejvýraznějším prvkům souboru) a (3) kvantitativní přístup, včetně udání počtu atypických nálezů.

V rámci syntézy pak jde především o zachycení souvislostí mezi různými kategoriemi nálezů a o prostorové a časové vymezení komponent. Současná počítačová technika přináší mnoho možností syntézy a prezentace dat.

V dalším textu je uvedeno několik příkladů terénních projektů založených převážně na povrchových sběrech. (1) Projekt **Archeologiczne Zdjęcie Polski** probíhá od 70. let dodnes. Jde o pokus zmapovat celé území

státu a zřejmě nejambicióznější projekt povrchových sběrů ve světovém měřítku (k historii nejnověji Barford – Brzeziński – Kobyliński 2000). (2) Projekt **Ancient Landscape Reconstruction in Bohemia** (ALRB) proběhl v letech 1991-1995 ve spolupráci Archeologického ústavu v Praze a univerzity v Sheffieldu; jeho cílem bylo sledovat vztah mezi osídlením a krajinou (Beneš et al. 1992; Kuna et al. 1993; Zvelebil – Beneš – Kuna 1993; Kuna 2001). (3) **Projekt Loděnice** znamenal výzkum ojedinělých druhů povrchových souborů, pozůstatků pravěkých industriálních aktivit; novátorský byl i způsob syntézy dat kombinací multivariační analýzy a GIS (Neustupný – Venclová 1996). (4) Podrobný průzkum okolí římské vily v **Maddle Farm**, Berkshire (Gaffney – Tingle 1989) ukazuje možnosti využití povrchových dat pro rekonstrukci struktury sídelního areálu a dalších ekonomicko-sociálních otázek. Konečně (5) povrchový **průzkum povodí Rusavy** dokládá možnosti amatérské archeologie při dlouhodobém sledování regionu jedním člověkem (D. Kolbinger po dobu 25 let).

10. Vyhledávání a vzorkování vrstev

Část archeologických lokalit je situována v prostředí, kde nelze provádět povrchový sběr; kromě toho i tam, kde je povrchový sběr možný, nemusí vždy jako metoda dostačovat. V těchto případech přistupujeme k alternativním postupům, spočívajícím ve **vyhledávání a vzorkování vrstev**. Vrstvou rozumíme uloženinu na zemském povrchu, vzniklou geologickými, geomorfologickými, půdotvornými nebo antropogenními procesy a skládající se ze sedimentů, půdy, organických materiálů a případně pozůstatků lidských aktivit. V metodách archeologického průzkumu nás zajímají především ty vrstvy, které nesou určitou, ať už přímou nebo nepřímou, informaci o činnosti člověka v minulosti, tj. kulturní vrstvy in situ, nebo druhotně přemístěné. Specifickým druhem vrstvy je **ornice**.

Dané metody mohou sledovat buď (a) **objevení určitých vrstev** jako indikátoru sídelních (resp. i mimosídelních) aktivit, (b) získání **vzorku artefaktů** z těchto vrstev jako způsobu jejich bližšího poznání, (c) oba cíle zároveň. Po stránce technické můžeme tyto postupy pracovním třídít na: (1) **vpichy**, např. jehlou, výtyčkou; (2) **ruční vrty**, např. pedologickou sondou; (3) **geologické vrty**, prováděné mechanizovanou vrtnou soupravou; (4) **mikrosondáž (mikrovrypy**, angl. shovel test), čili způsob orientačního vzorkování obsahu povrchové vrstvy; (5) **vzorkovací sondáž** (angl. test pit), čili způsob vzorkování obsahu, ale i sledování stratigrafie povrchových vrstev a (6) **rýhování**, čili způsob vzorkování lokality (vyhledávání objektů) dlouhými úzkými sondami.

Pokud postihují malou část zkoumaných komponent, je možné tyto metody řadit k postupům nedestruktivním. Pro zachování jejich nedestruktivního charakteru výzkumu je však nutné stanovit určité meze, jakkoliv budou vždy arbitrární.

Jako příklady vzorkovacích postupů tohoto druhu uvádíme: (1) mikrosondáž v areálech vybraných výšinných lokalit jižních Čech, která sledovala upřesnění a doplnění informací o pravěkých hradištích na velkém území; (2) systematickou vzorkovací sondáž na výšinných polohách v mikroregionu Křemežské kotliny, která přinesla objev nového hradiště starší doby železné; (3) vzorkovací sondáž v polykulturním areálu v Kozlech, jejímž cílem bylo poznání tafonomických procesů na lokalitě intenzivně osídlené po celý pravěk (cf. Beneš 1998) a (4) rýhování na opevněném sídlišti starší doby železné v Dřevčicích, jehož cílem bylo odhadnout počet zachovaných podpovrchových objektů, rozšířit spektrum pravěkých období, ve kterých byla ostrožna užívána, zjistit, zda v některých obdobích byla ostrožna ohrazena, a zjistit vztah mezi skladbou a kvantitou artefaktů na povrchu a skladbou a množstvím podpovrchových objektů jako model pro jiné areály.

11. Práce s prostorovými daty

Archeologická data jsou zpravidla také daty prostorovými. V případě nedestruktivní archeologie význam prostorového aspektu dat stoupá, neboť právě vymezení nálezů v prostoru a studium prostorových vztahů je pro ni bezprostředním cílem a východiskem. Prostorová data v archeologii jsou nejčastěji geografické povahy, ale mohou mít i povahu jinou (např. poloha artefaktů v obydlí či hrobě apod.).

Kapitola 11. obrací pozornost od vlastních nedestruktivních terénních postupů k obecným předpokladům a pomůckám jejich prostorové dokumentace a vyhodnocení.

Zdroje geografických informací

Mapy dělíme podle obsahu (topografické, speciální), měřítka, formy provedení (tištěné/analogové vs. digitální) či stáří (mapy aktuální vs. staré). Mapy se také liší způsobem zobrazení zemského povrchu, tj. referenčním elipsoidem a způsobem jeho promítnutí do roviny mapy. Pro archeologii mají tyto otázky stále větší význam, a to úměrně tomu, jak se v archeologii zvětšuje význam prostorové identifikace nálezů v jednotné souřadnicové síti.

Existují dva druhy souřadnicových sítí: **geografické** (též φ - λ neboli φ - λ) a **rovinné** (kartézské). V archeologii se v ČR používá zejména rovinný systém **JTSK** (Besselův elipsoid, tzv. Křovákovo kuželové zobrazení z r. 1922), na vojenských mapách systém **S-42** (Krasovského elipsoid). Podobně jako tento systém je konstruován i mezinárodní systém **UTM** (Universal Transverse Mercator; elipsoid Hayfordův). Během 80. let vznikl v české archeologii specifický způsob udávání polohy na mapě, tzv. systém **PIAN** (Šimana – Vencel 1970). Tento systém se ukázal natolik efektivní, že je v archeologii používán dodnes jako základní.

Pro posouzení přírodního prostředí existuje řada **speciálních map**: mapa klimatické regionalizace (Moravec – Votýpka 1998), geobotanická rekonstrukční mapa (Mikyška a kol. 1969), dále Soubor geologických a účelových map, vydávaný na podkladě ZM v měřítku 1:50.000 Českým geologickým ústavem v Praze a řada dalších. Ze **starých map** se v archeologii užívá zejména mapa tzv. prvního vojenského (josefského) mapování z let 1763-1785 a mapa tzv. stabilního katastru z let 1817-1858.

Archeologie často vytváří **rekonstrukční mapy**, zachycující podobu určité krajiny v různě vzdálené minulosti (cf. Březák - Klápště 1983; Klápště 1986; Smrž 1994). Rekonstruována bývá **vodní síť** (podle starých map, geologických map nebo pomocí počítačového modelování), původní vegetační pokryv atd. Nezbytným předpokladem pro tvorbu GIS je digitalizace map.

Zaměřování a vytyčování polygonů výzkumu

Při práci v terénu provádí archeolog dva druhy prostorových měření: (1) stanovení vzájemné polohy bodů či objektů (vytvoření plánu určité archeologické situace) a (2) zjištění jejich absolutní polohy (jejich zanesení do mapy, případně zaměření jejich polohy v systému souřadnic). Opačně pak lze množinu bodů podle jejich vzájemných vztahů vytyčovat (např. jako síť pro geofyzikální měření nebo povrchové sběry), nebo podle jejich polohy v krajině, resp. hodnoty jeho souřadnic hledat (navigace).

V archeologické praxi je stále běžné, že nároky na měření prvního typu (relativní měření) jsou velmi vysoké, zatímco naopak úkoly druhého typu (absolutní poloha v mapě či souřadnicích) se pojednávají zběžně. Tato praxe má (donedávna měla) objektivní příčiny, a to zejména ve značné pracnosti a nákladnosti druhého úkolu. Teprve v poslední době přináší technika (GPS) nové možnosti a poměr náročnosti obou druhů úkolů se mění.

Existují tři druhy prostředků, které lze k měřením v terénu použít: (a) **jednoduché pomůcky** (pásmo, buzo-la, hranol), (b) **geodetické přístroje** (teodolit, totální stanice, nivelační stroj) a (c) **přístroje satelitní navigace** (tzv. GPS). Ne všechny z těchto prostředků jsou ovšem stejně vhodné ke všem úkolům. Kapitoly 11.2.2. až 11.2.4. jsou věnovány této problematice. Poměrně úspěšně byly v české archeologii aplikovány zejména systémy GPS.

Vzorkování

Cílem nedestruktivního průzkumu (výzkumu) může být (a) vyhledání konkrétního archeologického jevu (např. neodkryté části komponenty, „chybějících“ komponent v sídelním areálu atd.), (b) zjištění četnosti a skladby jevů určitého druhu v určitém prostoru (např. počtu komponent v mikroregionu nebo chronologických fází na lokalitě) nebo (c) plošné zmapování určitého archeologického jevu či jevů. Zpravidla jde o to získat jen ty informace, které potřebujeme, a to co nejrychleji a nejlevněji. Nezbytnou pomůckou je zde teorie **vzorkování**, čili **pravděpodobnostního výběru** (angl. sampling).

Vzorkovací metody jsou ilustrovány na příkladě vzorkování (polokulturní) **lokality** (11.3.3.) a celé **krajiny** (11.3.4.). V kapitole jsou uvedeny i vzorce pro výpočet pravděpodobné hustoty určitých jevů a výpočet pravděpodobného rizika minutých jevů. Na příkladech jsou modelovány výsledky při různé intenzitě vzorkování, různých tvarech a velikosti jednotek vzorku apod. Základním problémem z druhé oblasti je skutečnost, že každý druh pramenů vyžaduje odlišné vzorkovací parametry, a to vzhledem k jiné celkové četnosti a principům rozmístění.

Databáze

V nedestruktivním výzkumu se setkáváme především s „databázemi archeologických památek“ („databázemi archeologických výzkumů a nálezů“) a databázemi specifických dat, vytvářenými v terénních projektech. K databázím prvního typu patří např. **Archeologická databáze Čech** (ARÚ Praha: Kuna 1997a).

Ústředním problémem „databází výzkumů a nálezů“ je pojetí základní jednotky dat, tj. definice pojmu „naleziště“. Řešení by bylo možné přinést nahrazením „databází nalezišť“ **databázemi jednotlivých objektů** (terénní měření dnes zpravidla probíhá pomocí totálních stanic a GPS, které si podobné databáze vytvářejí automaticky).

Geografické informační systémy

Pojem GIS se používá ve dvou různých významech: (a) **počítačových programů**, umožňujících pracovat s digitálními mapami a (b) souborů dat, shromážděných těmito programy a vytvářejících ucelený **informační systém**. V ČR se GIS zatím nejčastěji využívá při vytváření regionálních informačních systémů, případně při dokumentaci jednotlivých terénních výzkumů (Kučera – Macháček 1997); aplikace v oblasti analýzy krajiny a prostorové struktury dat jsou zatím méně časté (Kuna – Adelsbergerová 1995; Neustupný – Vencel 1995; Neustupný – Venclová 1996; Kuna 1997b). V kap. 11.5. jsou probrány základní pojmy a možnosti použití GIS.

Matematické metody syntézy prostorových dat

Význam matematiky v archeologii stále roste, neboť (1) neustále se zvětšuje množství dat a (2) archeologie usiluje o poznání stále komplexnějších a tedy i „skrytějších“ vztahů v jejich struktuře. Nasazení matematických

metod k poznání struktury dat chápeme jako součást „syntézy“, následující po analýze dat a předcházející závěrečnou interpretaci (Neustupný 1986a, 1993a, 1998).

V kap. 11.6. je uvedeno několik příkladů matematické syntézy prostorových dat, a to při posouzení či nalezení (1) **uspořádání jevů** v prostoru, a to buď sledováním rozdělení jevů ve čtvercích (Hodder – Orton 1976), nebo vzdáleností nejbližšího souseda (Kruk 1980); (2) **korelace** mezi dvěma kvantitativními jevy pomocí korelačního koeficientu (Kuna 1997b); (3) **vztahu mezi kvalitativními jevy** testem chí-kvadrát; (4) **komplexní struktury jevů** metodami multivariační analýzy (faktorová a korespondenční analýza; Neustupný (1979, 1993, 1997b, 1998).

12. Prostorová archeologie

Nedestruktivní metody a techniky poskytují základní materiál pro tzv. prostorovou archeologii. Pojem **prostorová archeologie** označuje určitý okruh teoretických modelů a metodických postupů, které se zabývají prostorovým uspořádáním pramenů. Sám pojem „**prostor**“ v archeologii lze chápat různě. V užším významu jde o **referenční pole** vnějších polohových vztahů mezi archeologickými entitami, v širším významu jej lze chápat jako **množinu objektů vnějšího světa**, které jsou v určitém vztahu k archeologickým entitám. Kapitola 12 podává přehled vývoje přístupů k prostoru v archeologii. Ty dělí do šesti základních témat, které do značné míry odpovídají i fázím vývoje oboru. Prostor v archeologii lze chápat jako:

- (1) **soubor přírodních podmínek**, tj. zdrojů obživy a surovin (od 19. století);
- (2) **území vlastní jednotlivým kulturám a etnikům** a referenční pole pro sledování jejich migrací a šíření kulturních prvků (typické pro kulturně historické, příp. difuzionistické paradigma 1. poloviny 20. století);
- (3) **sídelní prostor**, tj. prostor funkčních vztahů mezi areály aktivit, který prochází specifickým vývojem („dějinami osídlení“; diachronické hledisko) a má určitou strukturu (synchronní hledisko; tento pohled se uplatňuje v tzv. sídelní archeologii různých forem od 50. let 20. století);
- (4) **ekonomický prostor**, tj. prostor strukturovaný např. z hlediska energetické náročnosti, nákladů a zisku (typické pro britskou „prostorovou“ archeologii 70. let a její následovníky);
- (5) člověkem vytvářený **artefakt a ekofakt**, který je v interakci s člověkem (krajinná archeologie, postupně formulující své teoretické základy během 70.-80. let);
- (6) **nástroj komunikace**, tj. množinu symbolických významů, vznikajících reflexí krajiny lidmi a zpětně ovlivňujících jejich jednání (postprocesuální krajinná archeologie, formující se během 90. let).

Prostor přírodních podmínek

Evolucionistickému paradigmatu 19. stol. bylo blízké pojetí prostoru jako souboru přírodních podmínek (inspiratione tzv. **antropogeografickou školou** K. Rittera, F. Ratzela, L. Frobenia a R. Gradmanna – lidská kultura chápána jako určená přírodním prostředím). Geografický prostor se jevil soubor stálých vlastností, jimž odpovídaly jednotlivé kulturní oblasti. V archeologii se odráží např. zájmem o zkoumání vztahu mezi prostředím a archeologickými kulturami. Již na počátku 20. století byla formulována teorie (A. Schlitz aj.) o vztahu neolitických populací k výskytu sraše: tyto závěry byly ovlivněny Gradmannovou hypotézou o přirozeně stepním charakteru středoevropských srašových oblastí. Kulturní změna (vznik neolitu) zde byla chápána jako **determinovaná vnějším prostředím**, jehož příznivého stavu lidé dokázali úspěšně využít. „Stepní teorii“ s jejími obecnými implikacemi definitivně vyvrátil až H. Jankuhn (1963).

Mezi světovými válkami nepatřil výzkum minulého přírodního prostředí k prioritám archeologie; k výjimkám v české archeologii patřila např. práce J. Filipa (1930). Přírodní prostředí je nadále chápáno jako významný faktor: např. vznik neolitu nebo kolonizace některých částí Čech v době bronzové jsou interpretovány v souvislosti s výkyvy klimatu. Podobný názor je dodnes velmi rozšířen. Mnoho významných globálních i místních kulturních změn v pravěku a středověku se příčinně spojuje se změnami přírodního prostředí. Na těchto teoriích může být část pravdy, na druhé straně je připustit, že každá reakce na vnější impuls je reakcí sociální a její podobu ovlivňuje více faktorů než vnější prostředí.

Za další mezníky v české archeologii považujeme v tomto ohledu některá díla J. Kudrnáče (1961, 1970) a J. Rulfa (1979, 1983). Zatím poslední kapitolu výzkumu otevřel nástup technologie **geografických informačních systémů** (GIS) v 90. letech.

Prostor etnik a kulturních vlivů

V první polovině 20. stol. evropskou archeologii začalo charakterizovat přesvědčení, že archeologicky zřetelné kulturní oblasti odpovídají spíše etnickým skupinám, přičemž úkolem archeologie je sledovat jejich vznik, šíření či zánik (G. Kossina). Toto paradigma v archeologii bývá nazýváno **kulturně historickým** (též tradičním, normativním nebo typologicko-chronologickým (Binford 1962; Neustupný 1976). K základním pojmům tohoto paradigmatu patřila migrace, hlavní příčina kulturní změny. Kritika Kossinova přístupu začíná už před 2. sv. válkou; po válce zejména v pracích H. J. Eggerse (prostorové uspořádání artefaktů nemusí odrážet jen etnické jednotky, ale např. i jednotky politické, kulturní, rituální aj.).

Otázka etnické interpretace archeologických typů se od 80. let do archeologie v nové podobě vrací díky I. Hodderovi a dalším zástupcům postprocesuální archeologie. Jejich práce ukázaly, že artefakty mají velmi často symbolický význam, a to včetně významu etnického. Mezi tímto přístupem a kulturně historickým paradigma-tem je ovšem mnoho rozdílů.

Takřka paralelně s kulturně historickým paradigma-tem vzniklo i paradigma **difuzionistické** (O. Menghin a tzv. vídeňská škola kulturních okruhů). Základ kulturního vývoje tvořily podle této školy stále „kulturní okruhy“, z nichž se veškeré kulturní prvky šířily tzv. difuzí. Difuzionistický model utrpěl na důvěryhodnosti v poválečném období, a to zejména v důsledku nových metod datování (¹⁴C).

Sídelní prostor

“Sídelní prostor” již není abstraktním prostorem archeologických kultur a typů, ale množinou objektů a vztahů souvisejících se sídelními aktivitami lidí a majících určitou **funkci v sídelním systému**. Zkoumáním sídelního systému se zabývá směr, který obvykle nazýváme **sídelní archeologií** (v jiném smyslu ovšem než G. Kossina). Na jedné straně jde o tzv. **dějiny osídlení**, čili studium vývoje určitého sídelního systému v diachronickém pohledu (typicky např. H. Jankuhn), na druhé straně pak o rekonstrukci **sídelních forem a struktur**, tj. o pohled synchronický, který se uplatnil v množství výzkumných projektů po celém světě.

Jankuhnova sídelní archeologie staví na metodě tzv. „**archäologische Landesaufnahme**“ (archeologický snímek), čili intenzivním shromáždění veškerých archeologických informací o určitém území; další významnou informací jsou pro ni paleobotanická a pedologická data. K otázkám, které sídelní archeologie řeší, je **vývoj osídlených území**, tj. jejich kolonizace, struktura užívání a opuštění. Důraz je kladem nejen na vlastnosti prostředí, ale i na jeho dynamiku a na otázky ekonomiky. V české archeologii na Jankuhnovu sídelní archeologii navazují některé syntézy „dějiny osídlení“ (Bubeník 1988; Gojda 1988; Klápště 1994 aj.), v polské archeologii pak např. J. Kruk (1973, 1980) aj.

Významnou roli začala v sídelním výzkumu od 50. let hrát i americká archeologie. Zde se poprvé objevil sám pojem sídelní struktura (settlement pattern: Willey 1953). **Sídelní struktura** je považována za mimořádně bohatou informaci o minulosti, neboť je nejen odrazem přírodních podmínek, ale i technické vyspělosti kultury, jejích společenských institucí a mocenských vztahů. Podobný moment se o něco později objevil v pracích dalšího amerického archeologa, K. Ch. Changa (1968), který zdůraznil výzkum sídlišť jako odrazu aktivit jednotlivých komunit a hlavního pramene k poznání struktury společnosti.

Pro americkou archeologii byl typický antropologický (zobecňující) způsob kladení otázek a účelný přístup ke sběru dat (zahrnující dedukci, vzorkování, aplikaci moderních terénních technik, matematických metod apod.). Tento trend počátkem 60. let vyústil v paradigmatickou změnu, vznik „nové“ neboli **procesuální archeologie** (Binford 1962 aj.).

Základní témata sídelní archeologie se objevují i v tzv. **teorii sídelních areálů**, kterou v 80. letech formuloval E. Neustupný (1986b, dále 1991, 1998a, 2001 aj.). Jde o obecný model sídelní a společenské struktury zemědělského pravěku, vycházející z modelu ekonomických a sociálních potřeb pravěké komunity a rozlišující rovinu živé kultury (areály aktivit) a jejího odrazu v pramenech (komponenty). Nedávno (Neustupný 1998b, 2001) byla teorie sídelních areálů rozšířena na úroveň vyšší než jednotlivé komunity, přičemž byl zaveden pojem sféra (svět) jinnosti.

Prostor ekonomický

Poválečná archeologie ve Velké Británii si osvojila některé podobné teorie a metody jako archeologie v Německu a Spojených státech, v celkovém zaměření se však od obou poněkud lišila. S procesuálním paradigma-tem pojilo britskou archeologii užívání formalizovaných (matematických) metod klasifikace a syntézy dat, s německou archeologií např. důraz na ekonomický rozměr studovaných společností. Britská archeologie 70. let se však spíše než k „nové archeologii“ obracela pro inspiraci k „nové geografii“ a v ní nacházela modely pro interpretaci archeologických pramenů. Za mezníky tohoto vývoje lze považovat práce D. Clarkea (1968, 1972, ed. 1977) a Hoddera s Ortonem (1976). Po teoretické stránce příliš vzdálena ani „ekonomická prehistorie“ formulovaná E. S. Higgsem a dalšími (1975).

K nejvýznamnějším přínosům tohoto směru patří např. **analýza dostupnosti** (site catchment analysis), rozpracování **teorie centrálních míst** (Grant ed. 1986) či teorie **centra a periferie** (tzv. světového systému: Rowlands 1987; Champion 1989).

Prostor jako artefakt

Sídelní archeologie chápe prostor jako množinu zdrojů a areálů aktivit, nikoliv jako konkrétní **artefakt** či ekofakt, který je člověkem vytvářen a zpětně jej ovlivňuje. Právě tento pohled charakterizuje směr, který nazýváme **krajinnou archeologií** (landscape archaeology). Ta vychází z výzkumu současné krajiny, kterou se zabývá jako celkem (nikoliv pouze jednotlivými v ní uloženými fakty), chápe ji jako kumulativní výtvar dlohodobých přírodních a kulturních procesů, snaží se v ní rozpoznat stopy jejich minulých stavů a využít je jako pramen k historickému poznání.

Prostor symbolický

Kultura je založena na symbolické komunikaci, tj. komunikaci pomocí znaků. Významy znaků se řetěží a žádné sdělení nereferuje pouze o objektivních faktech, nýbrž obsahuje řadu dalších rovin sdělení.

Předpoklad komunikace pomocí artefaktů a jejího významu pro reprodukci společenských vztahů tvoří jádro **postprocesuálního** přístupu k archeologickým pramenům. Tento přístup se od počátku 80. let formoval ve vyhraněné opozici vůči procesuální archeologii. Podobně jako u procesuální archeologie jde o směr, který má ráz nového paradigmatu. Z postprocesuálního hlediska jsou prvky geografického prostoru především nositeli symbolických významů. Stejně prostředí může být vnímáno a užíváno různě, neexistuje tedy žádná „objektivní krajina“, nýbrž množství různých krajín, vytvářených lidskými aktivitami na základě určité symbolické struktury, praktického vědomí a osobní zkušenosti. Výklad krajiny, založený na určitém modelu lidské zkušenosti („zakoušení“), byl nazván **fenomenologickým postupem** (Tilley 1994).

Aktuální otázky prostorové archeologie

Otázky prostorové archeologie se vyvíjejí a mění, a to v souvislosti se změnami paradigmatu, vývojem metodologie a dalšími faktory. K trvalým otázkám archeologie patří např. otázka, na kterých místech v krajině lze archeologické prameny nejspíše nalézt a proč, čili **archeologická predikce**. V současné době jsou klíčovým nástrojem predikce geografické informační systémy.

Prostorová struktura areálů aktivit obsahuje potenciálně řadu informací o sociální struktuře komunit, např. jejich velikosti a hustotě, o struktuře společenských elit, areálech a struktuře nesídelních (zvláštních) aktivit (těžba surovin, jejich zpracování do podoby polotovarů, lov, ale i další činnosti ekonomické, sociální, rituální a kultovní, které probíhaly za účasti většího počtu komunit). Právě nedestruktivní archeologie objevila v 90. letech v ČR relativně velké množství takových objektů a areálů.

Při interpretaci těchto objektů se jako téma často objevuje i prostorová **kontinuita**, čili „paměť krajiny“. Předpokládá se tisíciletá kontinuita budování, užívání a přestaveb monumentálních staveb, ale třeba i mohylových pohřebišť: v těchto případech musely samy artefakty (člověkem vytvořené prvky krajiny) působit jako materiální „paměť“ (Neustupný 1997c) a zároveň jako faktor vytvářející a udržující určitou sociální strukturu.

Aby mohly být nové možnosti nedestruktivní (a potažmo prostorové) archeologie plně uchopeny, je nezbytné dále rozpracovávat jejich **teorii a metody**, a to jak v oblasti terénního výzkumu (např. vztah povrchové soubory a jejich vztah k charakteru a užívání současné krajiny), tak ve sféře analýzy krajiny a prostorových vztahů mezi objekty (GIS, matematické metody).

Literatura

- Barford, P. – Brzezinski, W. – Kobylinski, Z. 2000: The past, present and future of the Polish Archaeological Record project, in: Bintliff, J. – Kuna, M. – Venclová, N. (eds.), The future of surface artefact survey in Europe, Sheffield (Sheffield University Press), 73-92.
- Beneš, A. - Michálek, J. - Zavřel, P. 1999: Archeologické nemovitě památky okresu České Budějovice I-II, Praha (ARÚ Praha, OÚ České Budějovice, M Strakonice).
- Beneš, J. - Kuna, M. - Peške, L. - Zvelebil, M. 1992: Rekonstrukce staré kulturní krajiny v severní části Čech: československo-britský projekt po první sezóně výzkumu – Reconstruction of the ancient cultural landscape in North Bohemia, Archeologické rozhledy 46, 337-342.
- Binford, L.R. 1962: Archaeology as anthropology, American Antiquity 28, No. 2, 217-225 (přetištěno v: Binford, L.R., An archaeological perspective, New York - London 1972).
- Bintliff, J. - Snodgrass, A. 1988: Off-site pottery distributions: a regional and interregional perspective, Current anthropology 29, 506-513.
- Březák, J. - Klápště, J. 1983: Zpráva o rekonstrukční geomorfologické a hydrologické mapě Mostecka, Archaeologica historica 8, 399-404.
- Bubeník, J. 1988: Slovanské osídlení středního Poohří I-II, Praha (ARÚ ČSAV).
- Clarke, D.L. 1968: Analytical archaeology, London (Methuen), 2. vyd. 1972.
- Clarke, D.L. (ed.) 1972: Models in archaeology, London (Methuen).
- Clarke, D.L. (ed.) 1977: Spatial archaeology, London – New York – San Francisco (Academic Press).
- Crawshaw, A. 1995: Oblique Aerial Photography – Aircraft, Cameras and Films, in: Kunow, J. (ed.), Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa – Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe, Potsdam (Brandenburgisches Landesmuseum für Ur- und Frühgeschichte), 67-76.
- Černý, E. 1973a: Metodika průzkumu zaniklých středověkých osad a plužin na Dražanské vrchovině I-II, Zprávy ČSSA při ČSAV 15, sešit 6, Praha.
- Černý, E. 1973b: Osudy plužin zaniklých středověkých osad na Dražanské vrchovině. Historická geografie 11 (Praha), 195-208.
- Černý, E. 1975: Evidence zaniklých středověkých osad, Archeologické rozhledy 27, 318-323.
- Černý, E. 1979: Zaniklé středověké osady a jejich plužiny. Metodika historiografického výzkumu v oblasti Dražanské vrchoviny, Praha (Academia).
- Černý, E. 1993: Výsledky výzkumu zaniklých středověkých osad a jejich plužin. Historicko-geografická studie v regionu Dražanské vrchoviny, Brno.

- Dobinson, C. – Denison, S. 1995: Metal detecting and archaeology in England, London – York 1995 (English Heritage – Council for British Archaeology).
- Filip, J. 1930: Porost a podnebí v pravěku, *Památky archeologické* 36, 1929/30, 169-188.
- Foley, R. 1978: Incorporating sampling into initial research design: some aspects of spatial archaeology, in: Cherry, J.F. - Gamble, C. – Shennan, S. (eds.), *Sampling in contemporary British archaeology*, B.A.R. Brit.Ser. 50, Oxford, 49-65.
- Foley, R. 1981: Off-site archaeology: an alternative approach for the shortsited, in: Hodder, I. - Iaasc, G. and Hammond, N. (eds.), *Patterns of the past*, Cambridge (Cambridge University Press), 157-183.
- Gaffney, V.L. – Tingle, M. 1989: The Maddie Farm project: an integrated survey of prehistoric and Roman landscapes on the Berkshire Downs, B.A.R. Brit.Ser. 200.
- Gojda, M. 1988: The development of the settlement pattern in the basin of the Lower Vltava (Central Bohemia), B.A.R. Int. Ser 447.
- Gojda, M. 1993b: *Letecká archeologie v AÚ AVČR. Koncepte leteckého průzkumu a zpracování obrazových dat*, Praha (ARÚ AVČR).
- Gojda, M. 1994: Actual problems of aerial archaeology in Bohemia. Towards a conceptual approach, *Památky archeologické, Supplementa* 1, 229-238.
- Gojda, M. 1995: *Letecká archeologie mezinárodně, Archeologické rozhledy* 47, 325-327.
- Gojda, M. 1997c: *Letecká archeologie v Čechách – Aerial Archaeology in Bohemia*. Praha (ARÚ AVČR).
- Gojda, M. 2000a: *Archeologie krajiny. Vývoj archetypů kulturní krajiny*, Praha (Academia).
- Grant, E. (ed.) 1986: *Central places, archaeology and history*, Sheffield (Department of archaeology and prehistory).
- Higgs, E. S. (ed.), 1972: *Papers in Economic Prehistory*, London – New York (Cambridge University Press).
- Higgs, E. S. (ed.) 1975: *Palaeoeconomy (being the second volume of Papers in Economic Prehistory by members and associates of the british Academy Major Research Project in the Early History of Agriculture)*, Cambridge (Cambridge University Press).
- Higgs, E.S. – Vita-Finzi, C. 1972: Prehistoric economies: a territorial approach, in: Higgs, E.S. (ed.), *Papers in Economic Prehistory*, London – New York, 27-36.
- Hodder, I. – Orton, C. 1976: *Spatial analysis in archaeology*, Cambridge (Cambridge University Press).
- Champion, T.C. (ed.), 1989: *Centre and periphery. Comparative studies in archaeology*, London.
- Chang, K. 1968: *Settlement archaeology*, Palo Alto (National Press).
- Jankuhn, H. 1963: Terra... silvis horrida, *Archaeologia geographica* 10-11, 1961-63, 1-12; přetisk v: Jankuhn 1976, 145-184.
- Jankuhn, H. 1973: *Archaeologische Landesaufnahme, Reallexicon der germanischen Altertumskunde* 1, 391-394.
- Jankuhn, H. 1977: *Einführung in die Siedlungsarchäologie*, Berlin – New York (Walter de Gruyter).
- Klápště, J. 1986: Studium středověkého osídlení Mostecka, in: Velimský, T. a kol. (eds.), *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 1973-1982, Archeologické studijní materiály* 15, Praha (ARÚ ČSAV), 93-103.
- Klápště, J. 1994: *Paměť krajiny středověkého Mostecka, Most*.
- Kolejka, J. – Kučera, L. 2001: Bystré oči nad planetou. Současné možnosti fotografování ze satelitů, *Computer* 8/20, 6-8.
- Krajc, R. - Eisler, J. - Soudný, M. 1984: Metodika a aplikace prospekčních metod a počítačové grafiky při archeologickém výzkumu zaniklé středověké vesnice Potálov, okr. Tábor, in: Čujanová-Jilková, E. (ed.), *Nové prospekční metody v archeologii. Výzkumy v Čechách - Supplementum*, 5-94 (zejména str. 12-24).
- Kruk, J. 1973: *Studia osadnicze nad neolitem wozyn lessowych*, Wrocław - Waszawa - Kraków - Gdańsk (Ossolineum).
- Kruk, J. 1980: *Gospodarka w Polsce południowo - wschodniej w V-III tysiącleciu p.n.e.*, Wrocław - Waszawa - Kraków - Gdańsk (Ossolineum).
- Křivánek, R. 1995b: Příklady výsledků geofyziky při vyhledávání středověkých sklářských hutí v Krušných a Lužických horách, in: *Archeologické rozhledy* 47, 486-500.
- Křivánek, R. 1998a: Geophysical survey and its verification on archaeological sites in Bohemia, in: 31st International Symposium on Archaeology Budapest, Hungary - Abstract book, 91, Budapest.
- Křivánek, R. 1999a: Contribution of Caesium magnetometer prospections to archaeological projects in Bohemia, in: Fassbinder, J. – Irlinger, W. (eds.), *Archaeological Prospection. Third International Conference on Archaeological Prospection Munich 9.-11. September 1999, Arbeitshefte des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege*, 51.
- Křivánek, R. 1999d: Magnetometrický průzkum hradiště Lštění, okr. Benešov, *Archeologické rozhledy* 51, 806-823.
- Křivánek, R. 1999h: Specifications and limits of geophysical work on archaeological sites near industrial zones and coal mines in NW Bohemia, *Archaeological Prospection* 6, 113-134.
- Křivánek, R. 2000a: Způsoby využití geofyzikálních měření jako metody průzkumu hradišť, *Archeologie ve středních Čechách* 4, Praha (UAPPŠČ), 489-503.
- Křivánek, R. 2001b: Early Medieval hillfort Přistoupim - an example of role of large scale magnetometric prospection to the correct protection of archaeological monument, in: Doneus, M – Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds.): *Archaeological prospection. Fourth International Conference on Archaeological Prospection, Vienna 19.-23. 9. 2001*, 135-137.
- Křivánek, R. 2002d: Shrnutí výsledků geofyzikálního průzkumu nově identifikované atypicky opevněné pravěké lokality na k. ú. Kly, okr. Mělník, in: Gojda, M. – Dreslerová, D. – Foster, P. – Křivánek, R. – Kuna, M. – Vencel, S. – Zápotocký, M., *Velké pravěké ohrazení v Klech (okr. Mělník). Využití nedestruktivních metod výzkumu k poznání nového typu areálu, Archeologické rozhledy* 54, v tisku.
- Křivánek, R. - Kuna, M. 1993: Geophysics within the ALRNB - Landscape & Settlement programme. A neolithic circular enclosure at Vínůň. In: *Památky archeologické* 84, 133-137.
- Kubů, F. – Zavřel, P. 2001: *Der goldene Steig. Historische und archäologische Erforschung eines bedeutenden mittelalterlichen Handelsweges. 1. Die Strecke Prachatitz – Staatsgrenze, Passau*.
- Kučera, M. - Macháček, J. 1997: Teorie a praxe zpracování archeologických výzkumů s pomocí prostředků GIS/LIS, in: Macháček, J. (ed.), *Počítačová podpora v archeologii*, Brno (FF MU), 145-172.
- Kudrnáč, J. 1970: *Klučov. Staroslovanské hradiště ve středních Čechách*, Praha (Academia).

- Kudrnáč, J. 1983: Přehled archeologického zkoumání památek po těžbě zlata v jižních Čechách 1972-1982, *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 1, 7-15.
- Kukal, Z. 1983: Rychlost geologických procesů. Praha (Academia).
- Kuna, M. 1994c: Archeologický výzkum povrchovými sběry, Praha (Zprávy ČAS - Supplément 23).
- Kuna, M. 1997a: Archeologická databáze Čech, in: Macháček, J. (ed.), *Počítačová podpora v archeologii*, Brno (Ústav archeologie a muzeologie), 105-114.
- Kuna, M. 1997b: Geografický informační systém a výzkum pravěké sídelní struktury, in: Macháček, J. (ed.), *Počítačová podpora v archeologii*, Brno (FF MU), 173-194.
- Kuna, M. 1998a: Keramika, povrchový sběr a kontinuita pravěké krajiny – Ceramics, surface survey, and the continuity of prehistoric landscapes, *Archeologické rozhledy* 50, 192-223.
- Kuna, M. 1998c: The memory of landscapes, in: Neustupný, E. (ed.), *Space in prehistoric Bohemia*, Praha (ARÚ), 106-115.
- Kuna, M. 2001: Povrchový sběr a intenzita využití krajiny v pravěku, in: Kozłowski, J.K. – Neustupný, E. (eds.), *Archeologia przestrzeni. Metody i wyniki badań osadniczych w dorzeczech górnej Łaby i Wisły*, Kraków 27-54.
- Kuna, M. - Zvelebil, M. - Foster, P.J. - Dreslerová, D. 1993: Field survey and landscape archaeology research design: Methodology of a regional field survey in Bohemia - Povrchový průzkum a krajinná archeologie: program a metodika regionálního průzkumu v Čechách, *Památky archeologické* 84, 110-130.
- Majer, A. 1984: Relativní metoda fosfátové půdní analýzy. *Archeologické rozhledy* 36, 297-313.
- Majer, A. 1999: Praha - ul. Na Příkopě. Zpráva o vyšetření vzorků zemin z konce r. 1998 a začátku r. 1999, archiv MMP.
- Mikyška, R. a kol. 1969: Geobotanická mapa ČSSR, 1. České země, Praha (Academia).
- Moravec, D. – Votýpka, J. 1998: Klimatická regionalizace České republiky, Praha (PřF UK).
- Neustupný, E. 1976: Paradigmata ve středoevropském neolitu a eneolitu, *SbPFFBU E* 20-21, 125-132.
- Neustupný, E. 1979: Vektorová syntéza sídlištní keramiky, *Archeologické rozhledy* 31, 55-74.
- Neustupný, E. 1986a: Nástin archeologické metody, *Archeologické rozhledy* 38, 515-539.
- Neustupný, E. 1986b: Sídelní areály pravěkých zemědělců, *Památky archeologické* 77, 226-234.
- Neustupný, E. 1991: Community areas of prehistoric farmers in Bohemia, *Antiquity* 65, 326-331.
- Neustupný, E. 1996a: Polygons in archaeology, *Památky archeologické* 87, 112-136.
- Neustupný, E. 1996b: Databáze nalezišť okresu Chrudim, *Archeologické rozhledy* 48, 126-134.
- Neustupný, E. 1996c: Poznámky k pravěké sídlištní keramice, *Archeologické rozhledy* 48, 490-509.
- Neustupný, E. 1997b: Syntéza struktur formalizovanými metodami (vektorová syntéza), in: Macháček, J. (ed.), *Počítačová podpora v archeologii*, Brno (FFMU).
- Neustupný, E. 1997c: Uvědomování minulosti, *Archeologické rozhledy* 49, 217-230.
- Neustupný, E. 1998: (ed.): *Space in prehistoric Bohemia*, Praha (ARÚ AVČR).
- Neustupný, E. 2001: Hlavní problémy prostorové archeologie, in: Kozłowski, J.K. – Neustupný, E. (eds.), *Archeologia przestrzeni. Metody i wyniki badań osadniczych w dorzeczech górnej Łaby i Wisły*, Kraków, 7-26.
- Neustupný, E. – Vencl, S. 1995: Formal methods at Hostim, in: Vencl, S. *Hostim. Magdalenian in Bohemia*, *Památky archeologické – Supplementum* 4.
- Neustupný, E. – Venclová, N. 1996: Využití prostoru v latěnu: region Loděnice, *Archeologické rozhledy* 48, 615-642, 713-724.
- Neustupný, E. – Venclová, N. 2000: Surveying prehistoric industrial activities: the case of iron production, in: Bintliff, J. – Kuna, M. – Venclová, N. (eds.), *The future of surface artefact survey in Europe*, Sheffield (Sheffield University Press), 93-104.
- Nováček, K., 1993b: Klasifikace povrchových stop po zaniklé těžbě surovin (příspěvek k metodice povrchového průzkumu). *Studie z dějin hornictví* 23, s.7-11 (srov. též internetová stránka KAR ZČU Plzeň).
- Oliva, M. – Neruda, P. – Přichystal, A. 1999: Paradoxy těžby a distribuce rohovce z Krumlovského lesa, *Památky archeologické* 90, 229-318.
- Rowlands, M. 1987: Centre and periphery: a review of a concept, in: Rowlands, M. - Larsen, M. - Kristiansen, K. (eds.) 1987: *Centre and periphery in the ancient world*, Cambridge (Cambridge University Press), 1-11.
- Rowlands, M. - Larsen, M. - Kristiansen, K. (eds.) 1987: *Centre and periphery in the ancient world*, Cambridge (Cambridge University Press).
- Rubín, J. – Balatka, B. a kol. 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů, Praha (Academia).
- Rulf, J. 1979: K relativní hustotě osídlení Čech v neolitu a eneolitu, *Archeologické rozhledy* 31, 176-191.
- Rulf, J. 1983: Přírodní prostředí a kultury českého neolitu a eneolitu, *Památky archeologické* 68, 5-55.
- Schiffer, M.B. 1976: *Behavioural Archaeology*, New York - San Francisco - London (Academic Press).
- Schiffer, M.B. 1987: *Formation Processes of the Archaeological Record*. Albuquerque.
- Smetánka, Z. 1970: Zur Methodik von Feldforschungen an mittelalterlichen Orstwuestungen (Auszug aus einem Referat), *Časopis Moravského muzea – Acta Musei Moraviae* LV, Vědy společenské II, 63-70.
- Smetánka, Z. - Klápště, J. 1979: Geodeticko-topografický průzkum zaniklých středověkých osad, *Archeologické rozhledy* 31, 614-628.
- Smetánka, Z. - Klápště, J. 1981: Geodeticko-topografický průzkum zaniklých středověkých vsí na Černokostelecku, *Památky archeologické* 72, 416-458.
- Smrž, Z. 1987: Vývoj a struktura osídlení v mikroregionu Lužického potoka na Kadaňsku, *Archeologické rozhledy* 39, 601-621.
- Smrž, Z. 1994: Výsledky studia pravěkého přírodního prostředí v mikroregionu Lužického potoka na Kadaňsku, in: Beneš, J. – Brůna, V. (eds.), *Archeologie a krajinná ekologie*, Most (Nadace Projekt Sever), 84-93.
- Smrž, Z. 1999: Příspěvek letecké archeologie k poznání archeologického potenciálu území mezi Libočany a Soběsuky na Žatecku, *Archeologické rozhledy* 51, 517-531.

- Sommer, U. 1991: Zur Entstehung archäologischer Fundgesellschaftungen. Versuch einer archäologischen Taphonomie, Studien zu Siedlungsarchäologie (Univ. Frankfurt/M.) 1, 51-174.
- Šimana, M. – Vencl, S. 1970: Návrh na jednotné polohové určování archeologických nalezišť, Archeologické rozhledy 22, 574-585.
- Škabrada, J. – Smetánka, Z. 1974: K metodice povrchového průzkumu raně středověké vesnice, Památková péče 34, 297-306.
- Thomas, D.H. 1975: Nonsite sampling in archaeology: up the creek without a site?, in: Mueller, J.W., Sampling in archaeology, Tucson (The University of Arizona Press), 61-81.
- Velimský, T. 1992: Studium středověkých cest a problematika vývoje osídlení levobřežní části oblasti labských pískovců, Archeologia Historica 17, 349-364.
- Vencl, S. 1995: K otázce věrohodnosti svědectví povrchových souborů, Archeologické rozhledy 47, 11-57.
- Venclová, N. 2001a: Výroba a sídla v době laténské. Projekt Loděnice, Praha (Archeologický ústav).
- Willey, G. 1953: Prehistoric settlement patterns in the Virú Valley, Bureau of American Ethnology Bulletin 155, Smithsonian Institution.
- Zvelebil, M. - Beneš, J. - Kuna, J. 1993: Ancient landscape reconstruction in north Bohemia, Landscape and settlement programme - Projekty rekonstrukce krajiny v severních Čechách - Krajina a sídla, Památky archeologické 84, 93 - 95.

Seznam prací M. Kuny k tématu nedestruktivní archeologie

Monografie

- 1994: Kuna, M. 1994: Archeologický průzkum povrchovými sběry, Zprávy ČSSA – Supplément 23.
1995: Kuna, M. - Krivánková, D. - Krušinová, L. 1995: Archiv 2.0. Systém Archeologické databáze Čech. Uživatelská příručka, Praha (ARÚ AVČR – SÚPP Praha).
2006: Kuna, M. – Krivánková, D. 2006: ARCHIV 3.0. Systém archeologické databáze Čech. Uživatelská příručka, Praha (ARÚ AV ČR).

Editované sborníky

- 1995: Kuna, M. – Venclová, N. (eds.) 1995: Whither archaeology? Papers in honour of Evžen Neustupný, Praha (ARÚ AV ČR).
2000: Bintliff, J., Kuna, M., Venclová, N. (eds.), The Future of Surface Artefact Survey, Sheffield (Sheffield University Press). ISBN 1-84127-134-9.

Články

- 1990: K problému registrace narušených archeologických nalezišť, Studie a zprávy OM Praha-východ 10-1988 (1990), 21-44.
1991: Návrh systému evidence archeologických nalezišť, Archeologické fórum 2, 25-48.
1991: The structuring of prehistoric landscape, Antiquity 65 [247], 332-347.
1994: Archeologie a GIS, Akademický bulletin 1/94, 3-4.
1994: State Archaeological Database, Památky archeologické, Supplementa 1, 221-228.
1996: GIS v archeologickém výzkumu regionu: vývoj pravěké sídelní oblasti středních Čech, Archeologické rozhledy 48, 580-604.
1997: Archeologická databáze Čech, in: Macháček, J. (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno (Ústav archeologie a muzeologie), 105-114.
1997: Geografický informační systém a výzkum pravěké sídelní struktury, in: Macháček, J. (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno (MU), 173-194.
1998: Keramika, povrchový sběr a kontinuita pravěké krajiny, Archeologické rozhledy 50, 192-223.
1998: Method of survey in landscape studies, in: Neustupný, E. (ed.), Space in Prehistoric Bohemia, Praha, 77-83.
1998: The memory of landscapes, in: Neustupný, E. (ed.), Space in Prehistoric Bohemia, Praha, 106-115.
1998: Povrchové sběry v povodí Vinořského a Mratinského potoka. Katalog nálezů z let 1986-1990, Výzkumy v Čechách 1996-1997 (1998), 291-338.
1999: Beyond the map. Archaeology and spatial technologies. Ravello, Itálie, 1.-2. října 1999, Archeologické rozhledy 51, 872-874 (zpráva o konferenci).
1999: Využití GPS při zaměřování archeologických nemovitých památek, in: Beneš, A. – Michálek, J. – Zavřel, P. (eds.), Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice, Praha (ARÚ AV ČR), 193-195.
2000: Surface artefact studies in the Czech Republic, in: Bintliff, J., Kuna, M., Venclová, N. (eds) v tisku: The Future of Surface Artefact Survey, Sheffield (Sheffield University Press), 29-44.
2000: Session 3 discussion. Comments on archaeological prediction, in: G. Lock (ed.), Beyond the map. Archaeology and spatial technologies, Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington (IOS Press), 180-186.
2000: Some preliminary results and comments on the digitalisation and analysis of the survey data, in: Branigan, K. – Foster, P. (eds), From Barra to Berneray. Archaeological survey and excavation in the Southern Isles of the Outer Hebrides, Sheffield Environmental and archaeological research campaign in the Hebrides. Volume 5, Sheffield (Sheffield Academic Press), 61-65.
2001: Povrchový sběr a intenzita využití krajiny v pravěku, in: Kozłowski, J.K. – Neustupný, E. (eds.), Archeologia przestrzeni. Metody i wyniki badań osadniczych w dorzeczech górnej Łaby i Wisły, Kraków 27-54.
2002: Intruze jako doklad „nenalezených“ fází osídlení, in: Neustupný, E. - Smetánka, Z. (eds.), Archeologie nenalezeného. Sborník Sl. Venclovi k jubileu, v tisku.
2002: The Bohemian Archaeological Record – an attempt at an analytical information system, in: Sanjuán, L.G. – Wheatley, D. (eds.), Mapping the future of the past. New information technologies for managing the European archaeological heritage, v tisku.
2004: Beyond identification: dating sites by surface artefact survey and the information from test excavations, in: Gojda, M. (ed.), Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archeology. Czech Research project 1997-2002, 72-90.
2004: Fieldwork at the promontory enclosed site near Vepřek, in: Gojda, M. (ed.), Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archeology. Czech Research project 1997-2002, 227-234.
2006: Burial mounds in the landscape, in: Šmejda, L. (ed.), Archaeology of burial mounds, Plzeň (KAR ZČU), 83-97.
2006: Detektory kovu v archeologii, Archeologické rozhledy 58, 323-328.

Články společné

- 1987: Kuna, M. – Slabina, M. 1987: Zur Problematik der Siedlungsareale (in der Bronzezeit), in: Černá, E. (ed.), Archaeologische Rettungstaetigkeit in den Braunkohlengengebieten und die Problematik der siedlungs-geschichtlichen Forschung, Prag, 263-278.

- 1987: Turková, D. - Kuna, M. 1987: Zur Mikrostruktur der bronzezeitlichen Siedlungen, in: Die Urnenfelderkulturen Mitteleuropas. Symposium Liblice 21.-25. 10. 1985, Praha (ARÚ ČSAV), 217-229.
- 1990: Kuna, M. – Klápště, J. 1990: Poznámky ke koncepci terénní archeologické práce, *Archeologické rozhledy* 42, 435-445.
- 1992: Beneš, J. - Kuna, M. - Peške, L. - Zvelebil, M. 1992: Rekonstrukce staré kulturní krajiny v severní části Čech: česko-slovensko-britský projekt po první sezóně výzkumu – Reconstruction of the ancient cultural landscape in North Bohemia, *Archeologické rozhledy* 46, 337-342.
- 1993: Křivánek, R. - Kuna, M. 1993: Geophysics within the ALRNB - Landscape & Settlement programme. A neolithic circular enclosure at Vinoř. In: *Památky archeologické* 84, 133-137.
- 1993: Kuna, M. - Zvelebil, M.- Foster, P.J. - Dreslerová, D. 1993: Field survey and landscape archaeology research design: Methodology of a regional field survey in Bohemia - Povrchový průzkum a krajinná archeologie: program a metodika regionálního průzkumu v Čechách, *Památky archeologické* 84, 110-130.
- 1995: Kuna, M. – Adelsbergerová, D. 1995: Prehistoric location preferences: an application of GIS to the Vinořský potok project, Bohemia, in: Lock, G. – Stančíč, Z. (eds.), *Archaeology and Geographical Information Systems: a European perspective*, London (Taylor & Francis), 117-131.
- 2002: Gojda, M. – Dreslerová, D. – Foster, P. – Křivánek, R. – Kuna, M. – Vencl, S. – Zápotocký, M. 2002: Velké pravěké ohrazení v Klech (okr. Mělník). Využití nedestruktivních metod výzkumu k poznání nového typu areálu, *Archeologické rozhledy* 54, 371-430.
- 2006: Křivánek, R. – Kuna, M. – Korený, R. 2006: Hradiště Plešivec – preventivní detektorový průzkum a dokumentace stavu lokality, *Archeologické rozhledy* 58, 329-343.
- 2007: Kuna, M. – Dreslerová, D. 2007: Landscape Archaeology and 'Community Areas' in the Archaeology of Central Europe, in: Hicks, D. – McAtackney, L. – Fairclough, G. (eds), *Landscape Archaeology: Global Perspectives* (UCL Press, One World Archaeology).

Summary

Non-destructive archeology. Theory, methods and goals

This work is a textbook of non-destructive fieldwork approaches in archaeology, and of the associated theory and methods of spatial archaeology. The aim of summarising problems in non-destructive archaeology in an accessible form stems logically from the orientation and organisation of the Institute of Archaeology in Prague, where non-destructive methods are a systematically developing field. In the first half of the 1990's a working team evolved (the Dept. of Spatial Archaeology, head M. Kuna) which it was possible to equip to a high technical standard (with its own aircraft, geophysical instruments, GPS stations, GIS software etc). This work represents a balance of ten years devoted to non-destructive archaeology by M. Kuna and the other authors. The specific examples and field notes presented come in the main from the authors' own fieldwork, and often appear for the first time here.

Non-destructive methods in themselves are nothing new to archaeology, but until recently they played only a subsidiary role - they were a means of **finding** archaeological resources rather than actually of **understanding** them. The aim here is to demonstrate that non-destructive approaches are valuable in both roles: that they can not only be an aid to (field) survey, but can also yield their own information about the past. It could even be argued that in the future non-destructive methods will become a primary source of field information that will be complemented by archaeological excavations (i.e. destructive methods) only where this is required by external conditions or where other means of investigation have been exhausted.

Non-destructive approaches make possible the recognition of archaeological resources through (a) the surface survey of **artefacts** and **anthropogenic relief formations** and/or (b) their **ecofactual characteristics**. From a practical point of view it is possible to define four broad areas and around ten groups of non-destructive approach, to which individual chapters herein are dedicated. The first area concerns "remote sensing" of the landscape surface, i.e. **the analysis of satellite and vertical aerial photographs**, as well as **visual prospection from low-flying aircraft** (chapter 3). The second area comprises **geophysical and geochemical methods** (chapter 4-6). The third category includes the **surface survey of anthropogenic relief formations** (chapter 7), during which it is to a certain degree possible to apply a knowledge of **geoindicative botany** (chapter 8), and **surface artefact collection** (chapter 9). The fourth area is taken to consist of those approaches making possible the **search and/or sampling of layers of anthropogenic origin** with the aid of bores, shovel test or test pitting (chapter 10).

Non-destructive archaeology provides, above all, the opportunity to obtain relatively balanced **information regarding territories larger than individual sites**: it is thus a fundamental source of data for **settlement** and **landscape**, i.e. **spatial archaeology** (chapter 12). Non-destructive methods considerably **expand the basic data** available, and often also lead to the identification of **new types of components**, such as may be difficult to recognise through other kinds of field survey (e.g. linear formations identified by aerial prospection; prehistoric ironworking areas or medieval fields, which can be recognised only through surface artefact collection: Neustupný & Venclová 1996, 2000 etc). With stable conditions, it is possible to obtain a highly detailed picture of the sub-surface archaeological situation using non-destructive methods; essentially this picture is missing only a chronological classification - and even this is not an irreconcilable problem in the future (cf. dating by optical luminescence).

Whether non-destructive methods are used as a pre-excavation survey or as a means of research, their application always has an **ethical dimension**, as in both cases they make possible a more far-sighted and sparing approach to the archaeological heritage.

English by Alastair Millar & Martin Kuna