

“ Možnosti využití 3D rekonstrukčních počítačových vizualizací pro archeologii”

předkládané v roce 2019 na FF UK Praha, **Ústav pro archeologii**

Studijní program Historické vědy, **studijní obor Pravěká a středověká archeologie**

I. Stručná charakteristika práce

Jadrom dizertační práce je nanajvýš aktuální téma interpretácie, rekonštrukcie a sprístupňovania rozsiahlych vedeckých poznatkov z výskumu tak vedeckej komunite, ako aj širokej verejnosti. Autor pomerne podrobne a prehľadne predstavuje rôzne prístupy k tejto téme a ich vývoj a mieru opodstatnenosti v nadväznosti na extrémne rýchly rozvoj moderných technológií (3D dokumentácia, vizualizácia, digitálne modelovanie, virtuálna a rozšírená realita). Súčasťou práce je aj riešenie otázok vierohodnosti podkladov a výstupov od analýzy vstupných dát po využitie rôznych segmentov/paralel pri vizualizácii.

II. Stručné celkové zhodnocení práce

Vzhľadom na neustále pretrvávajúce problémy s rekonštrukciou a prezentáciou archeologických výskumov a nálezov je téma nanajvýš aktuálna. Autor cielavedome analyzoval možné postupy pri využití 3D rekonštrukcií, modelov a vizualizácií pre účely archeológie. Oprávnenne zdôraznil veľkú úlohu v definícii „neistoty“ pri tejto činnosti a na základe vlastných postupov na tvorbe prípadových štúdií poukázal na možné cesty a formy vizualizácie s jasným definovaním miery toho, čo je reálne, čo je už hypotetická vizualizácia a z akých podkladov vychádza. Vlastné postupy sú dostatočne konfrontované s domácou i európskou, resp. celosvetovou praxou.

III. Podrobné zhodnocení práce a jejích jednotlivých aspektů

1. Struktura argumentace.

Koncepcia práce je premyslená a stanovená prehľadne. Pozitívom je, že ide o prístup z pohľadu archeológa, ktorý rozšíril svoje vedecké zručnosti o viaceré segmenty 3D technológií. Navyiac sa v praktickej rovine na mnohých úrovniach prezentoval rôzne dokumentačné a vizualizačné postupy odbornej i laickej verejnosti, z čoho pramenia obrovské skúsenosti s reakciami „odberateľov“ rôzneho typu.

Celkové členenie práce je prehľadné. 6 hlavných kapitol je členených na ďalšie podkapitoly s prehľadným číslovaním. Obrazové prílohy sú vkladané priamo do textu, čo umožňuje čitateľovi ľahšiu orientáciu. V niektorých prípadoch sa mohlo byť priradenie ku konkrétnemu textu dôslednejšie (podrobne uvediem nižšie).

Pracovný postup je od všeobecného ku konkrétnemu, pričom na počiatku sú predstavené počiatky a postupný rozvoj využitia trojrozmerných digitálnych vizualizácií. Výklad je zrozumiteľný, aj mnohé technologicky komplikované údaje a technológie sú predstavené zrozumiteľne pre archeologickú obec, pre ktorú má práca prioritný význam. Jasne sú definované východiská a formou prípadových štúdií sú definované viaceré možnosti prístupu a najmä vzhľadom na pomerne jasnú definíciu „neistoty“ výsledných produktov sú objektívne zhodnotené pozitíva i negatíva jednotlivých prístupov. Formulácie autora sú dostatočne konkrétne a využitie jednotlivých postupov je dostatočne odôvodnené. Práca má dostatočnú gradáciu, takže po definícii východísk a špecifik počítačových rekonštrukcií a vizualizácií v archeológii, ich následnom testovaní na prípadových štúdiách sú v závere zhrnuté závery a odporúčania pre vedeckú obec - štyri hlavné prístupy. Tým je jednoznačne naplnený stanovený cieľ práce.

2. Formální úroveň práce

Formálna úroveň práce je na veľmi dobrej úrovni. Autor mal pred sebou veľmi ťažkú úlohu, na pomerne malom priestore predstaviť a kumulovať obrovské množstvo dát, čo v konečnom dôsledku viac-menej aj korešponduje s témou práce (zjednodušene povedané v skratke predstaviť množstvo informácií a to zároveň s definovaním úrovne ich vierohodnosti). Je len pochopiteľné, že mnohé údaje by bolo vhodné študovať v 3D formáte (čo vo viacerých prípadoch umožnil odkazom na konkrétne webové stránky). Azda by bolo účelné k práci priložiť aj DVD možno aj niektoré výsledky predstaviť aj formou rozšírenej reality priamo cez tablet, či mobil na stránky dizertácie). Súčasťou práce je 198 obrázkov a 9 celostranových tabuliek. Logicky aj zmenšenie „veľkých“ obrázkov na veľmi malý formát neprináša vždy želaný efekt a niekedy sa minimalizáciou obrazových príloh znižuje ich vypovedacia schopnosť, resp. prehľadnosť. Niekedy by predsa len mali byť popisky k obrázkom obsažnejšie napr. obr. 24 mohol obsahovať informáciu o podklade k rekonštrukcii, obr. 31 jasnejšie definovanie sivej farby, pri obr. 46 mohli byť definované aj konkrétne dostupné pramene s rokom ich vzniku a pod.). Na strane druhej je väčšina obrázkov vyhotovená kvalitne a prehľadne. Ako nie veľmi efektívne sa mi javí časť prílohy na str. 223 – 249, kde sú priložené prílohy – plné texty medzinárodných chart a dohovorov. Tu by určite stačil odkaz na internetovú adresu v zozname použitej literatúry, resp. prameňov. Práca obsahuje minimálny počet preklepov, ktoré som vyznačil priamo v pdf, ktoré rád doktorandovi odovzdám pri obhajobe.

Celkovo je práca prehľadná dobre a najmä účelne graficky spracovaná (pri transformácii do pdf pravdepodobne došlo k posunu konca, resp. začiatku niektorých kapitol).

3. Práca s prameňmi či s materiálom

Práca s prameňmi je dôsledná. Prioritne sú využívané primárne pramene a vysoko treba zdôrazniť, že množstvo prameňov v rámci svojich prípravných prác spracoval sám autor, prípadne v kooperácii s partnermi z odboru, alebo z prostredia IT sektoru.

Autor efektívne používa štandardnú, ale i najnovšiu literatúru a vo väčšine prípadov cituje v zmysle platných štandardov, niekedy možno až príliš detailne (to ale nie je na škodu).

Možno by bolo vhodné vo väčšej miere použiť aj práce z oblasti východnej časti strednej Európy (Maďarsko, Slovensko, Poľsko a pod.), kde v posledných rokoch nastal výrazný posun v oblasti vizualizácie archeologického dedičstva s pozitívnymi i negatívnymi skúsenosťami (napr. rozsiahle digitalizačné EÚ projekty na Slovensku a pod.). Autor jasne ukázal na mnohé úskalia pri práci s viacerými prameňmi z archeologických bádání staršieho dáta, kde naši predchodcovia ešte nemohli využiť dnes poznané technológie a na druhej strane ukázal na pozitíva modernej digitálnej dokumentácie. Práca s prameňmi (nielen archeologickými, ale aj umeleckohistorickými, stavebnými a pod.) a ich analýza je metodicky správna. Tento prístup pozitívne ovplyvnil interpretáciu a definované závery práce.

4. Vlastní přínos

Predložená práca je príkladom jednoznačného výrazného vlastného prístupu. Na tomto základe v korelácii s publikovanými prameňmi, ako aj z vlastného poznania konkrétnych vizualizačných projektov doma i v zahraničí prináša novú kvalitu poznania.

5. Námety do diskusie, stručné hodnotenie kapitol a drobné pripomienky

1. ÚVOD

1.1 VIZUALIZACE JAKO KOMUNIKACE

V tejto kapitole je prehľadne podaná úloha obrazu pri sprostredkovaní informácií vychádzajúca prioritne z publikovaných názorov. Autor objektívne zdôvodňuje v mnohých ohľadoch nenahraditeľnosť vizualizácie výsledkov archeologických výskumov. Je síce pravda, že obraz zefektívňuje prenos informácií, na strane druhej však treba počítať s tým, že v určitom zmysle znižuje vlastnú obrazotvornosť prijímateľa. Nazdávam sa, že práve archeologické rekonštrukcie môžu byť dobrým príkladom, keď sa nechá možnosť interpretácie neistoty aj priamo na konzumentovi. Autor oprávnene poukazuje na nenaplnené očakávania mnohých vizualizačných projektov. Pritom archeológia mala od svojich prvopočiatkov záujem prezentovať archeologické nálezy formou rôznych rekonštrukcií, avšak s rôznou úrovňou vierohodnosti.

1.2 VÝZNAM VIZUALIZACÍ PŘI FORMOVÁNÍ ARCHEOLOGIE

Pomerne podrobne a kvalitne spracovaná kapitola. Keďže ide prioritne o 2D príklady, mohla byť stručnejšia a s väčším dôrazom na samotné Čechy resp. ich susedov, samozrejme v komparácii so širším priestorom. O to väčší priestor mohol byť venovaný modelovaniu, rekonštrukciám, prípadne 3D digitálnym vizualizáciám v kapitole č. 1.3.

1.3 POČÁTKY TROJROZMĚRNÝCH DIGITÁLNÍCH VIZUALIZACÍ V ARCHEOLOGII

V historickom vývojovom kontexte je predstavený začiatok a rozvoj používania trojpriestorových a neskôr 3D digitálnych vizualizácií. S praktickými príkladmi. Autor približuje aj rozsiahlu vedeckú diskusiu k tejto téme, najmä od záveru 20. storočia s množstvom názorov na opodstatnenosť a užitočnosť 3D vizualizácií. Je zrejme, že autor uprednostňuje

pozitívny prístup, ale v záujme vyváženosti sa mohli predstaviť aj viaceré príklady kvalitného a na strane druhej extrémne nekvalitného a neodborného prístupu. Je totiž zrejmé, že dnes sa, najmä vo vzťahu k internetovým zdrojom, stále častejšie objavujú na verejnosti vizualizácie tváriace sa ako vedecké, avšak nemajúce s odbornosťou a vedeckosťou žiadnu spojitosť (autor varuje pred „šarlatánskymi tvorcami pekných obrázkov“).

2. SPECIFIKA POČÍTAČOVÝCH REKONSTRUKČNÍCH VIZUALIZACÍ V ARCHEOLOGII

V tejto kapitole a jej troch hlavných podkapitolách autor veľmi erudovane predstavuje, analyzuje a vyhodnocuje špecifiká digitálnych vizualizácií v archeológii. Za nesmierne dôležitú považujem tézu o neistote dát v prameňoch i digitálnych rekonštrukciách a o návrhoch jej jasnej definície (určenia toho, čo je isté a čo nie). Svoje závery v tejto časti následne efektívne a objektívne využíva pri vlastných prípadových štúdiách v ďalších kapitolách. Treba jednoznačne konštatovať, že práve určenie miery dôveryhodnosti virtuálnych modelov a vizualizácií je jedným z najväčších problémov 3D archeológie. Tu autor správne dochádza k záveru, že „ priznanie neistoty v dátach je rozhodujúce, a preto by malo byť rozhodujúcim spôsobom vizualizované“ (str. 31). Autor podrobne analyzuje a hodnotí medzinárodné dokumenty týkajúce sa vizualizácie kultúrneho dedičstva, vyberá z nich priority pre aktuálne dianie v dnešnej dobe. Poukazuje na dobré, ale i menej kvalitné prístupy, ako aj na niektoré tvrdé kritiky virtuálnych rekonštrukcií, resp. ich vplyvu na diváka (str. 33-35). V skratke poukazuje na detailnejšie riešenia technických procesov s digitálnymi dátami v 3D priestore, zdôrazňuje nevyhnutnosť rozlíšenia originálnych (založených na skutočnosti) a dotvorených častí virtuálnych modelov. Následne, dozaista správne, predstavuje rôzne možnosti vizuálneho označenia neistých dát. To sa deje v úzkej korelácii s analýzou rôznych prístupov postupu rekonštrukcie archeologicky preskúmaných objektov. Správne zdôrazňuje „transparentnosť informácií celého kognitívneho procesu, kde musí byť vysledovateľné aj subjektívne rozhodnutie, alebo domnienky, ktoré výrazne ovplyvňujú mieru neistoty“. (str. 40). Následne, po analýze, navrhuje viaceré formy zobrazenia neistoty vo virtuálnych modeloch. Vzhľadom na veľký počet rôznorodých informácií v celej kapitole, mohla byť ešte detailnejšie spracovaná kapitola 2.3.4. Koncepty.

3. TROJROZMĚRNÉ MODELOVÁNÍ V ARCHEOLOGII

Práve v tejto subkapitole je najintenzívnejší vlastný vklad doktoranda. Na štyroch rôznorodých príkladoch (rozdiely v kvalite podkladov, ako i v spôsobe vizualizácie a najmä v podiele neistoty) – rekonštrukcia mesta Slaný z r. 1602; rekonštrukcia hradiska Libice nad Cidlinou, rekonštrukcia hradiska Závist z 2. stor. pred Kr., rekonštrukcia stredovekých baní na striebro v Dippoldiswalde (aktuálne zaradených do zoznamu svetového dedičstva UNESCO). Ide tu o rôzne prístupy vychádzajúce z rozmanitých podkladov – historické a umenovedné pramene, archeologické výskumy, štandardné analógové pramene, digitálna dokumentácia, výsledky nedeštruktívnych metód (geofyzika, LiDAR a pod.). Autor vynikajúco približuje obmedzenia i výhody jednotlivých prístupov, a to aj v kombinácii s časovým zaradením rekonštruovaných objektov. K sprehľadneniu výstupov prispieva to, že pri predstavení prípadových štúdií používa jednotnú schému (rekonštrukcia, kontext lokality, postup počítačovej rekonštrukcie, neistota dát rekonštrukcie, záver). V prípade hradiska Libice nad Cidlinou je táto schéma obohatená o veľmi efektívnu a podľa všetkého aj objektívnu metódu analýzy dát z počítačového modelu. Tá umožňuje archeológom pomerne

jednoducho definovať rôzne údaje osvetľujúce život danej komunity (napr. objem dreva potrebného na stavbu hradieb, počet obyvateľov pri zohľadnení rôznych východiskových parametrov, rozsah vyklčovaného lesa potrebného na stavbu hradiska a pod.). Tu však ešte treba zvažovať ďalšie premenné (napríklad predpoklad rôznej výšky hradby na rôznych miestach a pod.). V prípade domodelovania neznámych častí objektov sa autor snaží získať čo najbližšie analógie, v prípade doplnenia textúr pracuje spravidla s dobovými textúrami z toho istého objektu, prípadne podobných objektov, niekedy z archeoparkov. Takýto prístup výrazne objektivizuje a robí ich do veľkej miery vierohodnými, s jasným oddelením hypotézy od reality. Pri neistote pracuje s intervalmi hodnôt, ktoré sú okrem tabuľkového formátu predstavené aj graficky, spravidla rozdielnou farebnosťou. V mnohých prípadoch môžu mať takéto vizualizácie aj veľmi pozitívny dopad na určenie nutnosti pamiatkovej ochrany zachovaných reliktov stavieb. (str. 85). Určite veľmi inšpiratívne sú aj modely rôznej úrovne zástavby hradiska (str. 113-114). Pre archeologickú komunitu a jej technické zázemie je veľmi inšpiratívny aj postup práce pri využití a analýze moderných digitálnych podkladov pri tvorbe dávnejšie skúmanej lokality s analógovou dokumentáciou (Závist). Tu prebehlo aj porovnávanie dát s výstupmi experimentálnej archeológie. Zaujímavé je modelovanie hradby na základe pôvodných plánov a následná rekonštrukcia a vizualizácia hradieb, brán, či ďalších objektov. Práve tu dochádza autor k záveru, že čím hlbšie do minulosti ideme, tým menej relevantných prameňov k tvorbe 3D rekonštrukcie je k dispozícii (str. 131). Takéto konštatovanie má v mnohých prípadoch reálny základ, ale sú aj presne opačné príklady, spravidla ideálne zachované relikty a kvalitná dokumentácia (napr. kniežacia hrobka zo 4. stor. v Poprade-Matejovciach vďaka extrémne dobre zachovaným organickým štruktúram umožňuje vizualizáciu s pomerne malou mierou neistoty).

Práve v kapitole 3. by bolo vhodné niektoré obrázky rozčleniť a publikovať ich vo väčšom formáte, lebo výrazné zmenšenie nepriaznivo pôsobí na ich čitateľnosť (obr. 70, 71, 76 a pod.). Niekedy by bolo vhodné aj lepšie popísať skupiny obrázkov (obr. 75, 90, 91).

4. VYUŽITÍ VIRTUÁLNI A ROZŠÍRENÉ REALITY PRO PREZENTACI POČÍTAČOVÝCH VIZUALIZACÍ

V tejto kapitole sa autor venuje využitiu 3D vizualizácií formou rozšírenej (AR) a virtuálnej (VR) reality. Kapitola sčasti vychádza z už publikovaných textov (Unger – Květina 2017, Unger a kol. 2016, Květina a kol. 2015). Ide určite o doteraz najlepšie zhrnutie nanajvýš aktuálnej problematiky v českom priestore. Je isté, že VR, ale najmä AR je dnes najaktuálnejším trendom nielen priblíženia archeologických pamiatok verejnosti, ale aj obrovským prínosom pri interpretácii objektov pre samotných vedcov. Do istej miery je to tiež experiment v archeológii. Súčasťou kapitoly sú aj informácie o rôznych virtuálnych prezentáciách samotného autora (ďalšie prípadové štúdie), resp. kolektívov, ktorých bol doktorand členom (virtuálne múzeum, virtuálna galéria, virtuálny sprievodca apod.). V niektorých využili aj herné enginy. Práve v tejto oblasti, dozaista správne, autor vidí obrovský potenciál mobilných zariadení (smartphony, tablety – str. 147). Tu autor na vlastnej práci v praxi pocítil obrovský vplyv virtuálnych rekonštrukcií sprístupnených verejnosti na „pochopení hodnôt obecného i konkrétneho kultúrneho dedičstva“ (str. 157).

5. MOŽNÁ VÝCHODISKA PRO PRÁCI S 3D POČÍTAČOVÝMI REKONSTRUKCEMI A JEJICH VIZUALIZACEMI

Aj kapitola 5. má v mnohom praktický rozmer. V podstate ide o objektívne určenie východísk potrebných na prácu s 3D dátami od ich získania v teréne, cez dopĺňanie v 3D laboratóriu až po výslednú vizualizáciu. Je zrejmé, že odborná diskusia musí prebiehať na všetkých úrovniach tvorby 3D dát (nielen nad konečným výsledkom). Iba tak bude možné vyhotoviť kvalitný výstup. Popri rámcoch medzinárodných dokumentov (napr. London Charter) autor sám predstavuje víziu tvorby produktívnejšieho prístupu k vytváraniu počítačových vizualizácií a zhodnoteniu ich potenciálu pre získavanie nových informácií. Jeho zámerom je zvýšenie dôveryhodnosti procesov spojených s tvorbou vizualizácií a spracovania digitálnych dát. Tu by azda bolo vhodné jemne osvetliť aktivity zhrnuté pod používaný pojem digital humanities. V tejto časti venuje autor osobitnú pozornosť aj definovanie výhod viacsnímkovej fotogrametrie, ktorá sa postupne stáva lídrom v získavaní kvalitných 3D dát. Predstavených je tu celý rad vizualizácií. Tu treba iba pripomenúť, že archeológia spravidla zachytáva iba objekty zahĺbené do zeme a často je viac ako pravdepodobné, že mnohé nadzemné objekty sa výskumom nezachytili. Túto skutočnosť je potrebné (aj keď je to neistota) brať do úvahy, alebo aspoň na ňu upozorniť pri viacerých 3D rekonštrukciách (napr. areál Bříza – obr. 173).

Vysoko oceňujem podkapitoly týkajúce sa vizuálnej komunikácie – od jej pochopenia, cez koncept, princípy až po vizuálny dej. Tu sú mnohé praktické postupy predstavené na príklade stredovekých baní Dippoldiswalde. Je iba logické, že samotnú vizualizáciu je vhodné kombinovať s mnohými ďalšími obrazmi a grafickými prvkami (str. 183)

6. ZÁVĚR

V záveroch doktorand predkladá stručné zhrnutie výsledkov práce a v zhode s niektorými bádateľmi štyri možné prístupy k téme: tradičný (názorná a popisná ilustrácia), romanticko/ekonomický (zážitkové rozhrania prezentácie pamiatok), empirický (experimentálny nástroj pre analýzu a overenie údajov a hypotéz, postmoderný (sémantický a symbolický zdroj určený k rozvinutiu štrukturovaného narativu).

IV. Dotazy k obhajobě

Práca je v stredoeurópskom prostredí jednoznačne významným krokom pri definovaní ciest k výskumu a sprístupňovaniu archeologického kultúrneho dedičstva vedeckej i laickej verejnosti s pomocou využitia výdobytkov najmodernejších technológií. Z tohto dôvodu mám na doktoranda nasledujúce otázky:

- Aké sú praktické (ne)výhody laserového skenovania a viacsnímkovej fotogrametrie a ako odhaduje vývoj využívania týchto technológií v najbližších rokoch?
- Aký má doktorand názor na využitie hologramov?
- Majú perspektívu 3D knihy, kde je možné formou 3D rozšírenej reality nazrieť do 3D minulosti?
- Aké sú pozitíva a negatíva štandardnej „papierovej“ dokumentácie a 3D dokumentácie archeologického výskumu? Má napr. ručné kreslenie profilov ešte význam?

V. Závěr

Predložená práca v plnej miere spĺňa požiadavky na kvalitnú dizertačnú prácu. Moje drobné pripomienky nemajú zásadný dopad na označenie práce ako vynikajúcej a majú doktorandovi slúžiť ako inšpirácia pri budúcom publikovaní práce. Po úspešnej obhajobe navrhujem publikovanie v čo najkratšom čase, práve s ohľadom na rýchly rozvoj technológií a na rýchle zastarávanie aktuálnych poznatkov.

Záverom môžem jednoznačne prehlásiť, že dizertačnú prácu Mgr. Jiřího Ungera „Možnosti využití 3D rekonstrukčních vizualizací pro archeologii“ **predbežne klasifikujem ako prospel.**

doc. PhDr. Matej Ruttkay, CSc.

Nitra, 26. augusta 2019