

# SPRÁVA A PREZENTÁCIA PRIESTOROVÝCH DÁT PRI VÝSKUME SOCIÁLNYCH, EKONOMICKÝCH A ENVIRONMENTÁLNYCH INTERAKCIÍ NA POMORAVÍ V PRAVEKU A VČASNOM STREDOVEKU (OTÁZKY A MOŽNOSTI - SERVER, CLOUD ALEBO BLOCKCHAIN?)

Marek Hladík<sup>1</sup>, Katarína Hladíková<sup>2</sup>, Jakub Tamašovič<sup>3</sup>

*1 Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i., Čechyňská 363/19, 602 00 Brno, [bladik@arub.cz](mailto:bladik@arub.cz)*

*2 Katedra archeológie, Filozofická fakulta UK, Gondova 2, 814 99 Bratislava, [katarina.bladikova@uniba.sk](mailto:katarina.bladikova@uniba.sk)*

*3 Katedra archeológie, Filozofická fakulta UKF, Hodžova 1, 949 74 Nitra, [jakub.tamaskovic@gmail.com](mailto:jakub.tamaskovic@gmail.com)*

*Budúcnosť je už tu, len nie je rovnomerne distribuovaná.*

William Gibson

**Abstract:** Management and presentation of spatial data within the research of social, economic and environmental interactions in the Morava river valley during the Prehistory and Early Middle Ages. The storage, sharing and security of the data is nowadays a very important and actual problem apparently among all fields of the scientific research. In archaeology, there is an intensive discussion being going on about the limits of the wide open-source accessibility of the data and about the ways how to protect the archaeological cultural heritage. In our lands, so called “server solution” is the most common way how to manage the spatial archaeological data. This way, the chosen data can be accessible to the scholarly and laic public by using selective method of providing the data (hierarchical users’ account etc.). In this paper, we describe the ways of the storage and presentation of the archaeological data, which were gathered within the framework of the research of the social, economic and environmental interactions in the Morava river valley. We discuss the possibilities of saving and sharing the archaeological data, starting with the way of using the local servers, through the possibilities of using centralised cloud environment and ending with the decentralized blockchain networks, which are using complicated cryptic algorithms.

**Key words:** Data Management, Spatial Data, GIS, Blockchain, Spatial Archeology

**Abstrakt:** Uloženie, zdieľanie a bezpečnosť dát sú v súčasnosti veľmi páľčivým problémom asi vo všetkých vedných disciplínach. V archeológii sa vedie intenzívna diskusia o hraniciach otvoreného prístupu a možnostiach ochrany archeologických pamiatok. Na správu priestorových archeologických dát sa v našom regióne asi najčastejšie využívajú tzv. serverové riešenia, ktoré sprístupňujú odbornej aj laickej verejnosti vybrané dáta selektívnym spôsobom (hierarchizované užívateľské kontá a pod.). V článku uvádzame spôsoby uloženia a prezentácie archeologických dát v rámci výskumu sociálnych ekonomických a environmentálnych interakcií na Pomoraví. Diskutujeme, aké sú možnosti uloženia a zdieľania archeologických dát od lokálnych serverov cez centralizované cloudové prostredie až po decentralizované blockchainové siete využívajúce zložité kryptovacie algoritmy.

**Kľúčové slová:** správa dát, priestorové dáta, GIS, blockchain, priestorová archeológia

## 1. Úvod

Hlavným predmetom projektu, v rámci ktorého vznikajú dáta, o ktorých manažmente a prezentácii budeme diskutovať v tomto článku, je výskum sociálnych a ekonomických vzťahov komunit žijúcich na strednom a dolnom toku rieky Morava v praveku a včasnom stredoveku. Cieľom takto koncipovaného výskumu je prispieť k tvorbe

obrazu o spoločenskej organizácii populácií naprieč jednotlivými historickými/archeologickými periódami a k tvorbe obrazu o interakciách pravekej a stredovekej populácie s krajinou, v ktorej žila.<sup>1</sup> Tento hlavný cieľ je zahrnutý v názve celého projektu a v jeho skrátenej označení, ktoré používame aj v tomto texte – Sociálne, Ekonomické a Environmentálne Interakcie (*Social Economic and Environmental Interactions*) – **SEEI**.<sup>2</sup>

Celá koncepcia výskumu je postavená na princípoch vzťahovej archeológie, na teórii sieťových analýz (*Knappett, 2013; Watts 2013*) a výrazne čerpá z konceptu archeológie obnovenej modernity K. Kristiansena (2014). V zhode s týmito teoretickými konceptmi nám ide o skúmanie globálnejších tém, ale s pomocou čo najkomplexnejšie realizovanej štúdie dát na nižšej „lokálnej“ úrovni. Práve vzťahová archeológia, sieťové analýzy a teória obnovenej modernity predstavujú ideálny teoretický, lingvistický, ako aj metodický rámec takto koncipovaného výskumu. Silou týchto konceptov je prekračovanie hraníc jednotlivých mierok výskumu (podrobne k tomuto teoretickému konceptu pozri *Mazuch – Hladík – Skopal 2017, 14-25*). Mierka výskumu je pritom vo viacerých smeroch rozhodujúcim faktorom pri tvorbe konečného výstupu výskumu. Má však zásadný vplyv na celý priebeh výskumného procesu od terénneho výskumu cez metodiku deskripcie, rozkladu aj syntézy dát. Mierka, v akej sa výskum realizuje, sa v zásadnej miere odráža v architektúre dátového modelu. Podoba databázy (či už ako samostatnej dátovej tabuľky alebo ako komplexnejšieho relačného modelu), ktorá tvorí kostru celého výskumu, je determinovaná naším rozhodnutím, čo definujeme ako primárnych jedincov, ktorí sa následne stanú nositeľmi unikátneho identifikačného kódu (*unique ID – UID*). Mierka výskumu sa tu prejavuje v tom, či napríklad bude ako primárna popisovaná entita (jedinec) definovaný celý komponent sídelnej siete, alebo len niektorá z jeho konkrétnych zložiek. Napríklad by mohlo ísť o archeologický kontext ako vrstva či výkop, alebo zväzok stratigrafických jednotiek/kontextov ako hrob alebo obydlie a pod. A nakoniec v tom najväčšom priblížení môžu byť ako popisovaná entita definované akékoľvek hnuiteľné nálezy (napr. keramika, kovový predmet, osteologické, botanické či iné ekofakty). Uvedený teoretický koncept, s ktorým pracujeme, nám pomáha preklenúť vzdialenosť medzi sídelnou štruktúrou v krajine a „mikroštruktúrou“ foriem, tvarov a materiálu hnuiteľných náleзов. Ďalšou dôležitou skutočnosťou, ktorá významne determinuje náš pohľad na dáta a ich následnú organizáciu (správu) a publikovanie je fakt, že pri všetkých mierkach výskumu, v ktorých výskum realizujeme, dáta chápeme ako priestorové. Teda popisovaných jedincov vždy lokalizujeme „absolútne“ v konkrétnom geografickom priestore a relatívne vo vzťahu k ostatným analyzovaným jedincom (predovšetkým pri tomto relatívnom definovaní vzťahov vidíme nevyhnutnosť v prekračovaní jednotlivých mierok výskumu).

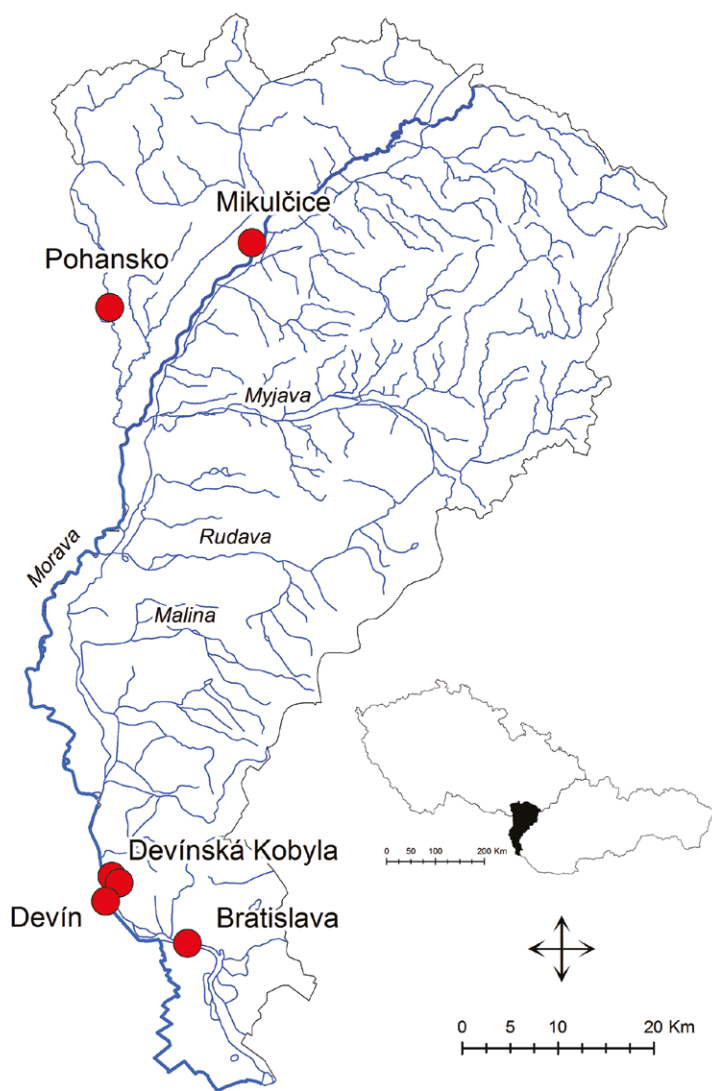
## 2. Dáta – analytický a geografický priestor

Dáta, ktoré sa nám podarilo v priebehu rokov vytvoriť, a ktoré nás nútia hľadať koncepčné a zároveň čo najviac otvorené a dlhodobou udržateľné riešenie ich správy a publikácie, predstavujú pomerne variabilnú skupinu. Jej jednotlivé časti vznikali tak povediac ad hoc, vždy v súvislosti s riešením konkrétneho projektu alebo výskumnej úlohy. Dôležitá je však skutočnosť, že všetky tieto dáta sú koncepčne spojené predovšetkým v dvoch rovinách. V prvom rade ide geografický priestor, v rámci ktorého sa uvedené výskumy cca z posledného desaťročia realizovali. Ide o priestor stredného a dolného Pomoravia (*obr. 1*). Druhá rovina sa dotýka samotnej štruktúry dát. Ako sme už uviedli, vždy sme jedince popisovali v priestorových súvislostiach. Preto bola štruktúra dát vo všetkých výskumoch postavená na viacrozmernej deskripcii bodov (analytický priestor, v rámci ktorého boli skúmané jedince popisované v niektorých prípadoch desiatkami či až stovkami premenných) lokalizovaných pomocou štandardných trojrozmerných súradníc geografického projekčného systému (geografický priestor). Z praktického hľadiska išlo vždy o tvorbu databáz, ktoré boli pomocou UID popisovaných jedincov spojené s grafickými objektmi (bodmi, líniami či polygónmi), ktoré reprezentovali týchto jedincov v geografickom informačnom prostredí. Týmto spôsobom vzniklo viacero geografických informačných systémov, v ktorých sa nachádzajú logicky štruktúrované/analyzované archeologické dáta s väzbou na model konkrétneho geografického priestoru. Z hľadiska mierky výskumu, ktorú sme popisovali vyššie, ponímajú tieto geografické informačné systémy napríklad celý priestor dolného či stredného Pomoravia alebo sa špecializujú na konkrétne komponenty sídelnej siete.

1 V doposiaľ realizovaných výskumoch sme sa primárne zameriavali na časný stredovek, dobu rímsku a sťahovanie národov (*Hladík 2014; Tamašovič – Hladík 2015; Hladíková – Tamašovič – Hladík 2018; Tamašovič 2016*).

2 Ďalší význam používanej skratky **SEEI** mimo oblasti archeológie, ktorý však korešponduje s teoretickými východiskami nášho výskumu, v tvare SEE-I je označenie jednej z metód kritického myslenia (*State, Elaborate, Exemplify, and Illustrate*).

Na tomto mieste by sme ešte radi zdôraznili, že to, čo sa snažíme stručne prezentovať, nie je systém, ktorý by mal za úlohu vybudovať virtuálne prostredie na správu dát vo všeobecnej rovine. Takúto úlohu majú „globálne“ chápané a v súčasnosti vo väčšine prípadov na úrovni jednotlivých štátov budované projekty skladov archeologických dát (príklady pozri Kuna 2018; Novák 2018). To čo prezentujeme, je spôsob, ktorý používame na správu, zdieľanie a publikovanie dát v rovine inštitucionálnej (vnútropodnikovej či interne projektovej). Je zrejmé, že v súčasnosti sa týmto

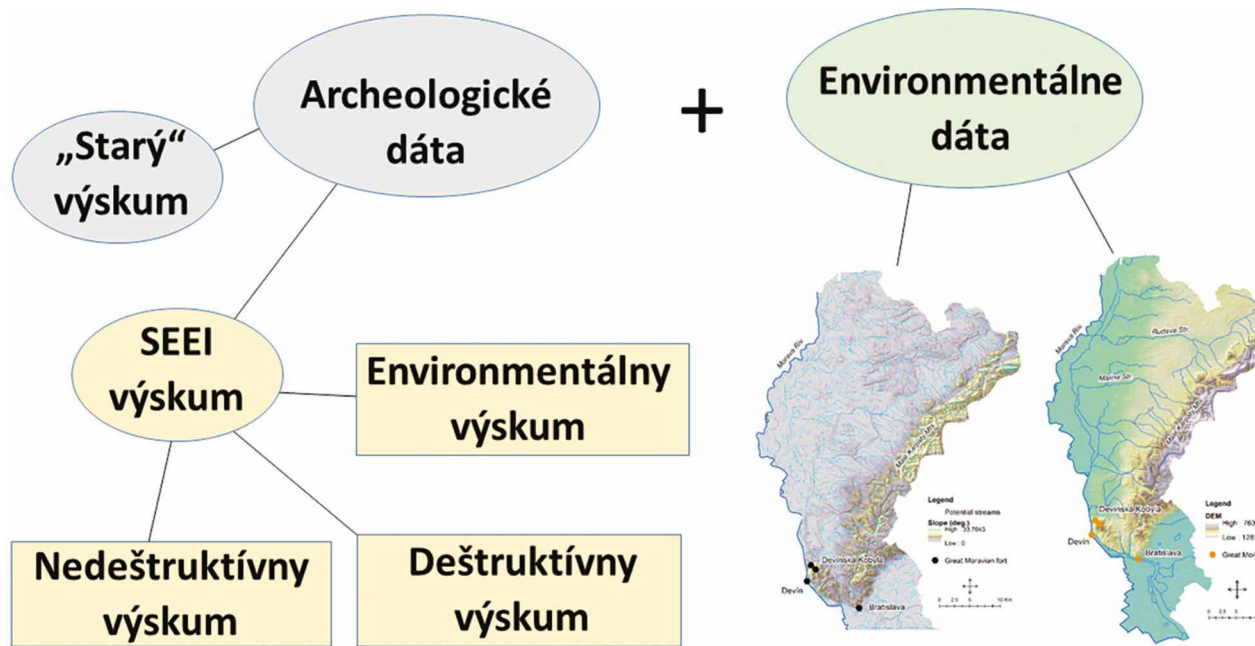


**Obr. 1.** Skúmaný priestor stredného a dolného Pomoravia  
**Fig. 1.** The studied area of the central and lower basin of Morava river

problémom stretáva každá inštitúcia či riešiteľský tím akéhokoľvek projektu, v rámci ktorého vznikne väčšie množstvo archeologických dát. Zatiaľ čo globálne sklady majú z logických dôvodov svoju jasne definovanú štruktúru a jasne definujú podmienky, aký typ dát, v akej podobe, kedy a za akých podmienok do nich majú archeológovia vkladat', interné databázové systémy majú oveľa väčšiu variabilitu. Ich autori nie sú nútení k tak výraznej štruktúrovanosti a redukcii ako v prípade globálnych systémov. Je preto zrejmé, že nie je možné všetky archeologické dáta implementovať do verejných/globálnych skladov. V tejto súvislosti sa preto podľa nášho názoru dostáva do popredia otázka ako spravovať, uchovať a zároveň prezentovať dáta na nižšej ako napríklad celoštátnej úrovni. Dalo by sa konštatovať, že archeológovia spravujúci veľké dátové sklady v našom geografickom regióne sa s týmto problémom stretávali a stretávajú v podstate už od rozmachu výpočtových technológií v archeológii niekedy v priebehu 90. rokov 20. storočia (pozri napr. Květina 2008; Dresler et al 2008). V súčasnosti sa však v dôsledku rýchleho vývoja technológií spojených s virtuálnym prostredím internetu objavujú nové možnosti, ktoré však so sebou prinášajú aj nové výzvy smerom k správe a publikovaniu dát ako aj výsledkov výskumu.

## 2.1. Dátový model – teoretický koncept

Ako sme už uviedli, v dôsledku dlhodobiejšieho výskumu na strednom a dolnom Pomoraví vznikla z archeologických dát, získaných v priestore Záhoria a južnej Moravy (obr. 1), rozsiahla geoinformačná databáza komponentov sídelnej siete od neolitu po včasný stredovek. V rámci projektu SEEI sú archeologické pramene, ktoré zhromažďujeme a následne vkladáme do dátového modelu, rozdelené do dvoch základných skupín (obr. 2). Primárne sú archeologické dáta, ako sekundárne môžeme označiť dáta environmentálne (výškopis, hydrologická mapa, geologická mapa, pedologická mapa a pod.) a kartografické (napr. rakúsko-uhorské vojenské mapovanie a pod.). Tieto sú v prípade, že nedisponujeme autorskými právami alebo nemáme dáta zakúpené, súčasťou jednotlivých mapových projektov vo forme externého dátového obsahu.



Obr. 2. Základná schéma dátového modelu projektu SEEI  
 Fig. 2. The basic scheme of the data model of the project SEEI

Archeologické dáta môžeme rozdeliť do dvoch skupín. V prvej sa nachádzajú informácie získané z publikácií, ale aj z nepublikovaných nálezových správ a terénnej dokumentácie zo starších výskumov alebo z výskumov realizovaných v sledovanom priestore inými inštitúciami. Základnou popisovanou analytickou a geografickou jednotkou populácie v geoinformačnej databáze je komponent sídelnej siete. Komponenty sú kvalitatívne a kvantitatívne delené na základe datovania, funkcie, kvality a rozsahu výskumu a pod. V druhej skupine sa nachádzajú dáta, ktoré vznikajú cielene v rámci našich terénnych výskumov. Tieto sú ďalej rozdelené do troch podskupín – 1. nedeštruktívny výskum; 2. štandardný archeologický výskum; 3. environmentálne analýzy. Tak isto, ako v prípade prvej skupiny archeologických dát, sú jednotlivé komponenty kvalitatívne a kvantitatívne delené a hierarchicky usporiadané. V dátovom modeli sa tak v rámci explorácie môžeme pohybovať od najvyššej úrovne popisu komponentu ako celku až po jednotlivé detaily (objekty, artefakty, ekofakty a pod.) (pozri Hladík 2014; Tamašovič 2016; Tencer 2008).

Okrem tejto, v našom projekte akejsi globálnej (materskej) databázy zastrešujúcej celý skúmaný priestor (v zmysle geografickom aj analytickom), tvoria druhý významný celok v rámci projektu SEEI dáta z konkrétnych komponentov sídelnej siete, ktoré sú tak isto štruktúrované/analyzované do podoby geoinformačných databáz. Ako príklad môžeme uviesť geodatabázu z pohrebiska Prušánky (pozri Mazuch – Hladík – Skopal 2017), geodatabázu z pohrebiska v podhradí Mikulčickej aglomerácie v Těšickom lese (pozri Havelková - Hladík – Velemínský 2013) alebo geodatabázu zo sídliska Mikulčice – Trapíkov (Hladík 2014). Podobne, ako v predchádzajúcom prípade, sú v týchto dátových modeloch primárne archeologické dáta - kontexty, vzťahy kontextov (hroby, obydlia) a pod. s priamou väzbou na huteľné nálezy, doplnené o sekundárne environmentálne dáta.

## 2.2. Dátový model – softvérové riešenie

Z uvedeného teoretického konceptu našich dátových modelov je zrejmé, že pri výskume musíme využívať také softvérové riešenie, ktoré podporuje používanie priestorových dát. Dátové modely preto budujeme a vytvárame priamo ako geodatabázu v prostredí ArcGIS alebo v prípade, že realizujeme spojenie s objektmi v geografickom informačnom prostredí až v niektorom z posledných krokov, budujeme dátové modely v prostredí softvéru File-Maker, ktorý ako tzv. viacplatformová relačno-databázová aplikácia poskytuje široké možnosti transformácie a ex-

portu databáz. Okrem iného je pre náš projekt dôležitá bezproblémová možnosť transformácie databázy z FileMaker-u do MySQL databázy, ktorá je nevyhnutná pre prácu v prostredí ARK (*the archaeological recording kit*), ktorou testovaním sa v súčasnosti zaoberáme (pozri nižšie). Obidve aplikácie sú vytvorené na tvorbu dátových skladov. Avšak FileMaker je užívateľsky viac prístupný, má vytvorené užívateľské rozhranie a nevyžaduje znalosť programovacieho jazyka SQL. Jeho obmedzenie spočíva predovšetkým v tom, že je vhodný pre menšie lokálne siete. Preto, ak chceme s našimi dátami pracovať v prostredí ARK (čo je webová aplikácia), musíme databázu z FileMakeru exportovať do MySQL, ktorá sa štandardne využíva pri webových aplikáciách.

### 2.3. Riešenie GIS v rámci projektu SEEI

Tvorba dátových skladov v prostredí geografických informačných systémov je častým nástrojom využívaným v archeológii. A ako sme zmienili už v predchádzajúcich riadkoch, vytváranie archeologických dátových skladov a ich forma je vyvolaná rôznymi potrebami (pamiatková ochrana, vedecký výskum, evidencia nálezísk etc.). Geografické informačné systémy prešli v posledných desaťročiach významným vývojom. Tento vývoj je primárne ovplyvňovaný rozvojom počítačových sietí. V dôsledku čoho sa z analytických programov určených na spracovanie dát na stolných počítačoch stali „GIS-ové riešenia“ komplexným nástrojom na zber, správu, analýzu a zdieľanie dát v online priestore a čase. Toto platí aj v prípade archeologických dát. Aj keď v súčasnosti vidíme v archeológii predovšetkým využívanie serverových riešení (ArcGIS for Server, ArcGIS Enterprise). Pri výskumnom projekte sociálnych, ekonomických a environmentálnych interakcií na Pomoraví v praveku a včasnom stredoveku využívame ArcGIS online.

V rámci projektu SEEI využívame na tvorbu geografického informačného systému kombináciu ArcGIS Desktop + ArcGIS Online. Kombinácia týchto nástrojov je ešte dopĺňaná o externý dátový obsah (služby poskytované externými subjektmi ako napr. základná mapa ČR a SR, ortofoto ČR a SR a pod.) Desktopové aplikácie (ArcMap, ArcCatalog) využívame na tvorbu a správu archeologických a environmentálnych dát (geodatabáz, mapových projektov a pod.) a následne tieto dáta ukladáme, zdieľame a prezentujeme v prostredí ArcGIS Online. Takýmto spôsobom budujeme tzv. webový GIS, ktorý v našom výskume využívame na zdieľanie dát medzi jednotlivými členmi tímu, pri rôznych priestorových analýzach, ako aj pri terénnom výskume, teda v procese zberu dát.

## 3. Uloženie dát – server, cloud alebo blockchain?

Uloženie, zdieľanie a bezpečnosť dát sú v súčasnosti veľmi páličivým problémom asi vo všetkých vedných disciplínach. V archeológii sa v súčasnosti vedie intenzívna diskusia o hraniciach otvoreného prístupu a možnostiach ochrany archeologických pamiatok (pozri napr. *Komoróczy 2018; Parcak S. H. 2017*). Na správu priestorových archeologických dát sa v súčasnosti v našom regióne asi najčastejšie využívajú tzv. serverové riešenia, ktoré sprístupňujú odbornej aj laickej verejnosti vybrané dáta selektívnym spôsobom (hierarchizované užívateľské kontá a pod.). Nevýhodou týchto riešení je pomerne vysoká cena celej hardvérovej infraštruktúry, ako aj následné náklady na jej údržbu a technické zabezpečenie. Veľmi otázná je tiež bezpečnosť firemných serverov ako aj trvácnosť a kompatibilita týchto riešení smerom k budúcnosti (náklady na aktualizáciu a zabezpečenie hardvérovej aj softvérovej časti stále nesie inštitúcia, ktorá server vlastní). Druhá možnosť ako ukladať (zálohovať), zdieľať a publikovať archeologické dáta je tzv. cloudové riešenie. Práve túto variantu využívame v projekte SEEI.

### 3.1. ArcGIS Online a archeologické dáta (cloudové riešenie)

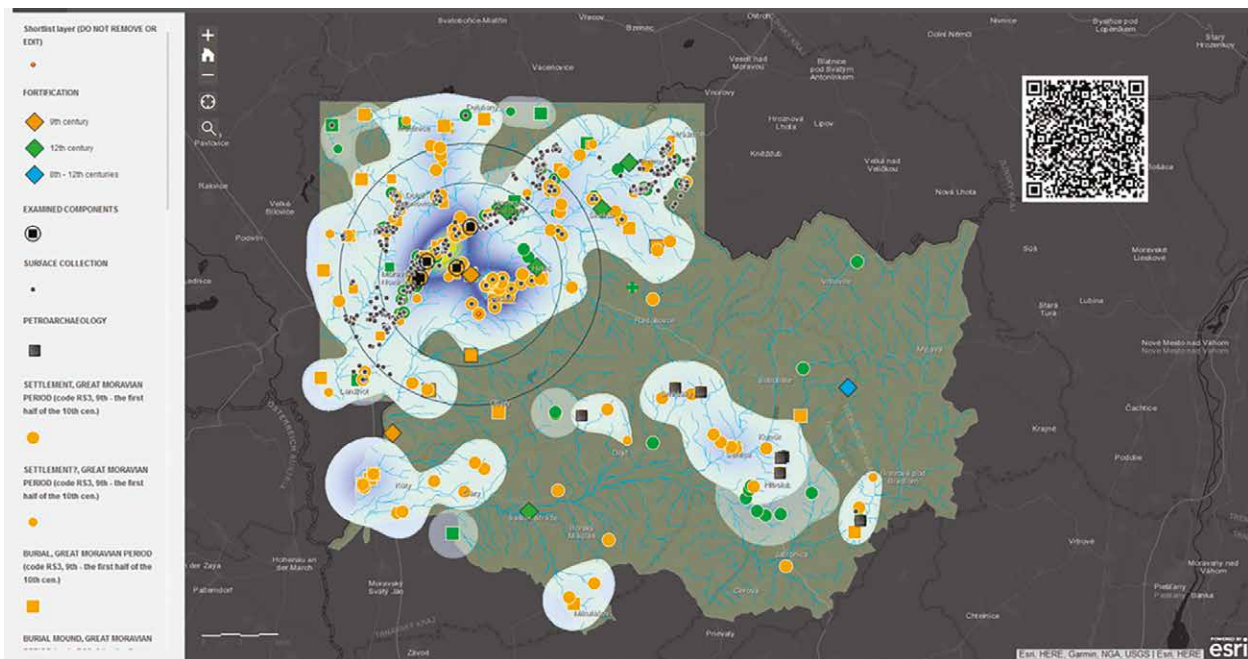
Hlavné výhody (dôvody) využívania ArcGIS Online pri výskume sídelných priestorových vzťahov a interakcií osídlenia s krajinou na strednom a dolnom toku Moravy môžeme zhrnúť nasledovne:

- zdieľanie dát prostredníctvom ArcGIS Online je efektívnejšie ako pomocou elektronickej pošty alebo zdie-

Paných zložiek na firemných serveroch

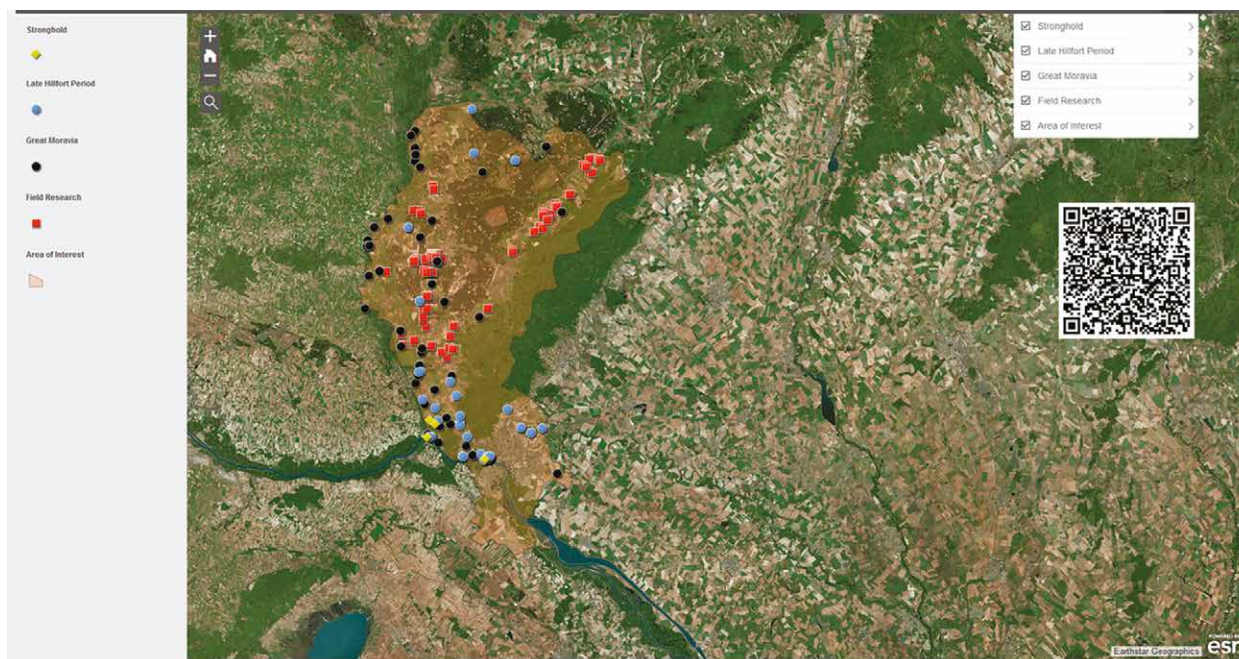
- ArcGIS Online v kombinácii s ArcGIS Desktop umožňuje zdieľať a publikovať len vybrané dáta resp. kombinácia týchto dvoch nástrojov garantuje stabilitu a efektívnu správu dát
- ArcGIS Online umožňuje používať mobilné aplikácie typu Collector a Survey123
- zásadnou výhodou tohto riešenia je, že odpadajú náklady na správu serverov a udržiavanie celej technickej infraštruktúry (v rámci princípu trvalej udržateľnosti nám ide o tvorbu efektívneho a nízko-nákladového riešenia)
- globálne využívanie ArcGIS Online zabezpečuje širokú kompatibilitu, ako aj relatívne vysokú stabilitu (trvácnosť) vo vzťahu k budúcnosti
- v neposlednom rade považujeme takéto riešenie za jednu z najlepších možností ako napĺňať spoločenskú požiadavku na otvorený výskum. A to ako v rovine výskumno-analytickej (open data), tak v rovine publikačnej (open access).

Z hľadiska napĺňania prezentovaného dátového modelu relevantným obsahom je projekt SEEI v súčasnosti v bode, v ktorom disponujeme viacerými prípadovými štúdiami (zameranými na konkrétne otázky v danom priestore v rozličných časových horizontoch), ktorých obsah je spracovaný v prostredí ArcGIS Desktop. Zároveň je tento obsah v rámci tímu zdieľaný prostredníctvom ArcGIS Online a vybrané dáta sú verejne prezentované pomocou webových aplikácií na ArcGIS Online. Ide napríklad o výskum sociálnych a ekonomických interakcií v zázemí včasnostredovekej aglomerácie Mikulčice-Valy (*obr. 3*) alebo o výskum vzťahov osídlenia a prírodného prostredia na dolnom toku rieky Morava v dobe rímskej a vo včasnom stredoveku (*obr. 4, 5*)



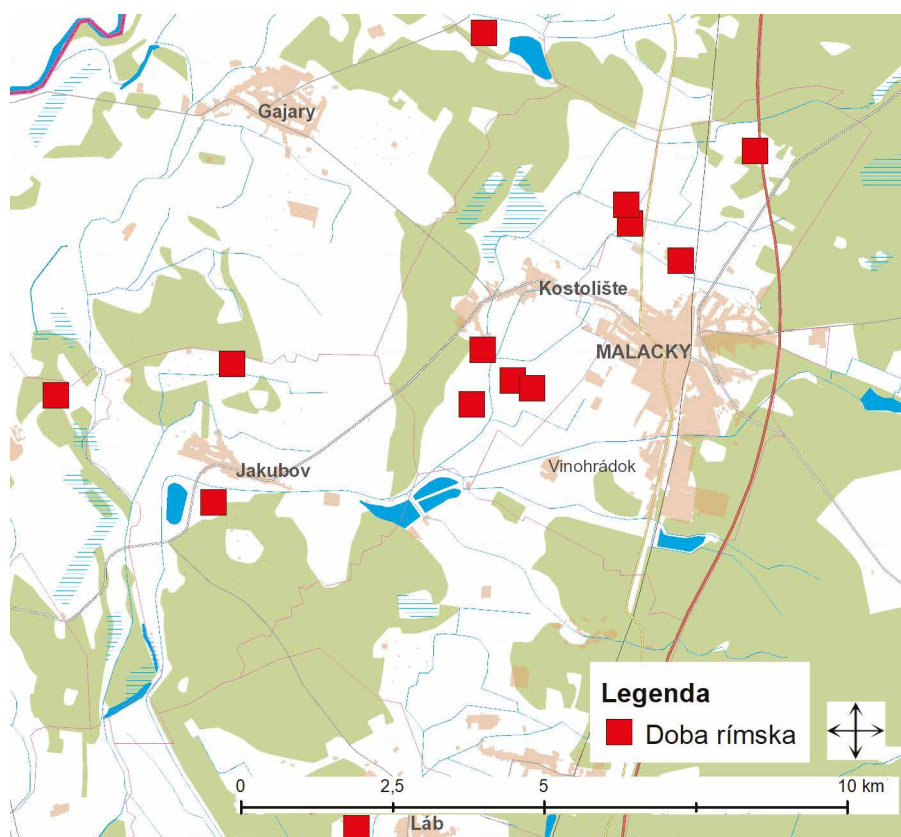
**Obr. 3.** Snímka z webovej aplikácie ArcGIS Online – Sociálne a ekonomické interakcie v zázemí včasnostredovekej aglomerácie Mikulčice-Valy

**Fig. 3.** Screenshot of the ArcGIS Online Application – Social and economic interactions in the hinterland of the early medieval agglomeration Mikulčice-Valy



**Obr. 4.** Snímka z webovej aplikácie ArcGIS Online - vzťahy osídlenia a prírodného prostredia na dolnom toku rieky Morava vo včasnom stredoveku

**Fig. 4.** Screenshot of the ArcGIS Online Application – Relations between settlement and the natural environment at the lower course of the river Morava in the early Middle Ages



**Obr. 5.** Snímka z webovej aplikácie ArcGIS Online - vzťahy osídlenia a prírodného prostredia na dolnom toku rieky Morava v dobe rímskej

**Fig. 5.** Screenshot of the ArcGIS Online Application – Relations between settlement and the natural environment at the lower course of the river Morava in Roman times

### 3.2. ARK a archeologické dáta (blockchainové riešenie)

Z hľadiska bezpečnosti a stability poskytuje cloudové riešenie väčšiu istotu ako lokálny firemný server. Využitie cloudového prostredia ako je napríklad ArcGIS Online má teda svoje neodškriepiteľné výhody, avšak narážame tu na problém veľmi podobný serverovým riešeniam. Dáta sú uložené na serveroch firmy (inštitúcie), ktorá nám poskytuje priestor v ich cloude. Existencia týchto dát a ich sprístupnenie či publikovanie je vždy závislé na dohode medzi archeológmi ako vlastníkmi dát a firmou, ktorá poskytuje virtuálny priestor. Ide teda o centralizovanú platenú službu. V oboch prípadoch (serverovom a cloudovom riešení) sú teda dáta uložené centrálné a prístup k nim je priamo závislý na existencii správcu tohto centrálného bodu.

Vďaka vývoju počítačových sietí a kryptovacích technológií sa v súčasnosti objavujú nové možnosti správy, zdieľania a publikovania dát, ktoré sú riešením problému centralizovaných skladov. Máme na mysli tzv. blockchain. Ide o nezmeniteľný register záznamov, ktorý je umiestnený na otvorenej distribuovanej sieti počítačov (nazývaných uzlami). Je potenciálne bezpečnejší a lacnejší ako tradičné centralizované databázy, je odolný voči útokom, zvyšuje transparentnosť a zodpovednosť a dáva ľuďom kontrolu nad vlastnými údajmi (Ellehaug 2017). To znamená, že uložené dáta nie sú distribuované z jedného bodu, v ktorom by prebiehali všetky transakcie a procesy, ale dáta aj procesy sú redistribuované medzi uzly siete a žiadny z uzlov nemá kontrolu nad úplným spracovaním (podrobne pozri napr. *Buterin 2017*). Vďaka decentralizovanému riadeniu umožňuje blockchain spravovať všetky dáta bezpečne bez akéhokoľvek sprostredkovateľa.

V súčasnosti nachádza táto technológia najmasívnejšie využitie vo finančnom sektore v tzv. kryptomenách. Jej potenciál je však obrovský aj smerom k správe akýchkoľvek dát. Dôkazom je aj fakt, že v roku 2016 vznikol prvý archeologický blockchain s názvom KAPU (<https://kapu.one/>). V podstate ide o decentralizovanú databázu na ukladanie archeologických dát. Súčasťou tohto unikátneho projektu je webová aplikácia ARK (*the archaeological recording kit* – <https://ark.lparchaeology.com/>), pomocou ktorej môžu archeológovia spravovať svoje dáta. Cez aplikáciu ARK sa dáta dostávajú do blockchainu projektu KAPU (<https://www.bigchaindb.com/whitepaper/>). V rámci nášho projektu testujeme túto aplikáciu. Keďže ide o webovú aplikáciu, pôvodné databázy, ktoré vkladáme do prostredia ARK, exportujeme do MySQL databáz. Následne sme pomocou webovej aplikácie schopní vkladat', editovať alebo zdieľať naše dáta bez závislosti na špeciálnej hardvérovej alebo softvérovej infraštruktúre alebo bez závislosti na konkrétnom poskytovateľovi virtuálneho prostredia.

## 4. Záver

Aj keď je projekt SEEI výsledkom viacerých prípadových štúdií, ktoré vznikali v priebehu viacerých rokov ako súčasť rôznych grantových projektov alebo doktorandských či magisterských prác, disponujeme v súčasnosti, vďaka aplikovaniu geografických informačných systémov vo všetkých týchto štúdiách rozsiahlou geodatabázou archeologických dát doplnenou o rôzne environmentálne dáta z prostredia dolného a stredného toku rieky Morava. Ďalším krokom nášho výskumu je preto v geoinformačnej rovine čo najefektívnejšie zjednotiť a pomocou ArcGIS Online zdieľať všetky dostupné archeologické a environmentálne dáta zo sledovaného územia. Do takto vytvoreného interaktívneho webového prostredia budú prirodzene implementované aj všetky doposiaľ realizované prípadové štúdie. Toto virtuálne prostredie bude zároveň priamo (pomocou webových služieb) alebo nepriamo (prostredníctvom citelného aparátu zahrnutého do obsahu webového GIS-u SEEI) v interakcii s podobnými projektmi vznikajúcimi v sledovanom priestore alebo v jeho blízkom okolí (napr. projekt NAKI – Virtuálny model Mikulčíc alebo projekt Open ATLAS (*Hajnalová et al. 2017*)). Okrem vývoja a skvalitnenia aplikácií v prostredí ArcGIS Online sa v súčasnosti zameriavame na tvorbu projektu v prostredí webovej aplikácie ARK, v pozadí ktorej stojí blockchainová technológia, ktorá podľa nášho názoru predstavuje revolúciu v ukladaní, zdieľaní a publikovaní dát.

Práca vznikla v rámci projektov:

NAKI - DG18P02OVV029: Virtuální vědecký model velkomoravských Mikulčíc jako systém interaktivní dokumentace, prezentace a archivace dlouholetého systematického archeologického výzkumu.

APVV-14-0550: Natura et cultura. Koevolúcia človeka a prírodného prostredia v 6. až 2. tisícročí pred n. l. v oblasti severne od stredného Dunaja skúmaná na základe archeologických a environmentálnych prameňov.



## Literatúra

- Buterin, V. 2017: The Meaning of Decentralization. Dostupné z: <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274>*
- Dresler, P. – Kučera, M. – Macháček, J. – Petrželka, R. – Vlach, M. – Židek, O. 2008: POHAN DATA SERVER – digitální datový sklad archeologické organizace. In: J. Macháček (ed.): Počítačová podpora v archeologii, 2. Brno – Praha – Plzeň, 30-46.*
- Ellebaage, J. 2017: Blockchain in Geospatial Applications. Dostupné z: <http://blog.awesomemap.tools/blockchain-in-geospatial-applications/>*
- Hajnalová, M. – Eichbert, S. – Tamašková, J. – Brundke, N. – Benedix, J. – Beljak Pažinová, N. – Repka, D. 2017: Hic sunt leones? The Morava Valley Region During the Early Middle Ages: The Bilateral Mobility Project between Slovakia and Austria. IANSA 2017 VIII/1, 99–104.*
- Havelková, P. – Hladík, M. – Velemínský, P. 2013: Enthesal changes: do they reflect socioeconomic status in the Early Medieval Central European population? (Mikulčice–Klášteřisko, Great Moravian Empire, 9th – 10th century). International Journal of Osteoarchaeology 23: 237–251.*
- Hladík, M. 2014: Hospodárske zázemie Mikulčíc. Sídlná štruktúra na strednom toku rieky Moravy v 9. – 1. polovici 13. storočia. Brno.*
- Hladíková, K. – Tamašková, J. – Hladík, M. 2018: Možnosti využitia ArcGIS Online pri správe a prezentácii archeologických dát. In: D. Novák ed.: Počítačová podpora v archeologii 17. Praha, 73-74.*
- Knappett, C. 2013: Introduction: Why Networks? In: C. Knappett (ed.): Network Analysis in Archaeology. New Approaches to Regional Interaction. Oxford: Oxford University Press, 3-15.*
- Komoróczy, B. 2018: Obecná úvaha na téma utajení jako nástroje ochrany v archeologii. Zprávy památkové péče 78/2018/1, 24-29.*
- Kristiansen, K. 2014: Towards a New Paradigm? The Third Science Revolution and its Possible Consequences in Archaeology. Current Swedish Archaeology 22, 11-34.*
- Kuna, M. 2018: Česká archeologie v informační společnosti. Zprávy památkové péče 78/2018/1, 3-12.*
- Květina, P. 2008: Revitalizace dat z naleziště Bylany. In: J. Macháček (ed.): Počítačová podpora v archeologii, 2. Brno – Praha – Plzeň, 9-17.*
- Mazuch, M. – Hladík, M. – Skopal, R. 2017: Úpravy hrobových jam a dřevěné konstrukce v hrobech na pohřebištích Velké Moravy (sociální, duchovní a chronologický fenomén), Brno.*
- Novák, D. 2018: Věda 2.0 a zveřejňování informací v digitálním věku. Zprávy památkové péče 78/2018/1, 13-19.*
- Parcak, S. H. 2017: GIS, Remote Sensing, and Landscape Archaeology. Oxford Handbooks Online. Online Publication Date: Mar 2017 DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199935413.013. 11.*
- Tamašková, J. 2016: Záhorie vo včasnom stredoveku – modelovanie sídelnej štruktúry s použitím GIS a štatistických metód. Nepublikovaná diplomová práca. Katedra archeológie, Filozofická fakulta UKF v Nitre.*

*Tamaškovič, J. – Hladík, M. 2015: Povodie Dolnej Moravy vo včasnom stredoveku (Tézy z hranice 2). Malacky a okolie 8, 7-22.*

*Tencer, T. 2008: Geografické a archeologické priestorové dáta z územia Slovenska. In: J. Macháček (ed.): Počítačová podpora v archeologii, 2. Brno – Praha – Plzeň, 181-196.*

*Watts, Ch. 2013: Relational Archaeologies: Roots and Routes. In: Ch. Watts (ed.): Relational Archaeologies. Humans, Animals, Things. London: Routledge, 1–20.*

## Summary

The main objective of the SEEI project, within the data are created, is to examine the social and economic relationships of the societies, which had lived in the Middle and Lower Morava river valley during the Prehistory and the Early Middle Ages. The management and presentation of this data are discussed in this paper. The aim of the research, which is conceived like this, is to contribute to the creation process of the model of the population's social structures crosswise the individual historical/archaeological periods. Another part of this aim is to create a model of interactions between the Prehistory or the Medieval populations and the landscape, in which they had lived. The data, which we had created during the last few years, represent relatively variable group. They force us to search for the new conceptual, and at the same time, as much as it is possible open and long-lasting solutions for their management and publication. The SEEI project is the result of multiple case studies, which had been created during the several years, during which they were the parts of the manifold grant projects, post gradual or master thesis. Despite of that, thanks to the application of the Geographical Information Systems to these projects and thesis, we now dispose the large-scale geodatabase of the archaeological data, which is eked of the various environmental data from the Middle and the Lower Morava river valley's environment.

The archaeological sources within the SEEI project, which we gather and consequently insert into the data model, are divided into the two main groups. The archaeological data are the primary group. We can tag the environmental data (e. g. the elevation model, hydrologic, geologic or pedologic map etc.) and the cartographical data (e. g. Austria-Hungary kingdom's military mappings etc.) as the secondary ones. We use the combination of the ArcGIS Desktop and ArcGIS Online for the creation of the Geographical Information Systems. The combination of these tools is furthermore extended with the external data content (the services provided by the external subjects e. g. the basic map of the CZ or SK, orto-photography of the CZ or SK etc.). We use the desktop applications (ArcMap, ArcCatalog) for the creation and management of the archaeological and environmental data (geodatabases, map projects etc.). Afterwards we storage, share and present these data in the ArcGIS Online software's environment.

We construct and create the data models directly as a geodatabase in the ArcGIS software's environment. If we create the connection with the features in the geographical information software's work space as one of the last steps in the whole process, then we use the FileMaker software's environment to construct the data models. Because this software is so-called multiplatform relational-database application, it allows us to use various options for the transformation and export of the databases. Among other operations, one of the most crucial thing is the possibility of the trouble-free transformation of the database from the FileMaker format to the MySQL database. This kind of database is necessary for the work in the ARK (*the Archaeological recording kit*) work space. It is important to us because we are testing the abilities of the ARK.

The storage, sharing and security of the data is nowadays a very important and actual problem apparently among all fields of the scientific research. In archaeology, there is an intensive discussion being going on about the limits of the wide open-source accessibility of the data and about the possibilities of the protection for the archaeological cultural heritage. Within this context, in the SEEI project we are being concern not just into storing the data to the firmware or to the cloud environment using the ArcGIS online software, but we are also testing so called blockchain technologies for the management of the archaeological data.

Blockchain is unchangeable register of the records, which is placed on the open distributed network of computers (the computers are called *the kempes*). It is prospectively safer and cheaper than traditional centralized databases.

---

Blockchain is also resistant against the hacking, it increases transparency or responsibility and it allows people to be in control of their own data. That means that the stored data aren't distributed from one place, through which would run all the transactions and processes, but the data, as well as the processes, are redistributed between the kempes of the network and none of them has got complete control over the processing.

This technology is nowadays mostly used in the financial sector, in so called cryptocurrency. However, its potential is enormous also towards the management of any kinds of data. The proof is, that in the year 2016 had been developed the first archaeological blockchain named KAPU (<https://kapu.one/>). The part of this unique project is web application ARK (*the archaeological recording kit* – <https://ark.lparchaeology.com/>), by means of which can archaeologists manage their data. We are testing this application within the framework of our project. Because it is a web application, we transform the original databases, aimed for the ARK, into the MySQL databases. Consequently, by using of the web application, we are able to add, edit or share our data without being dependent on the specific hardware or software equipment, or without being dependent on the concrete provider of the virtual environment.