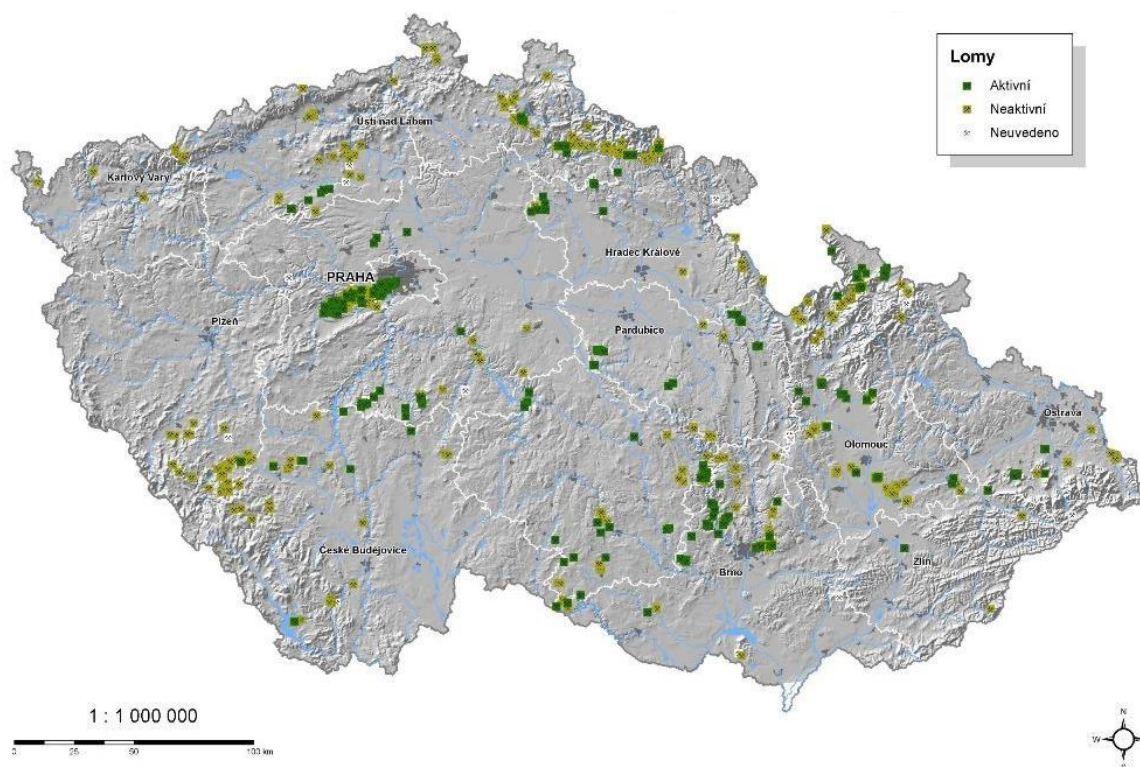


Mapy historických a současných surovinových zdrojů a technologií pro výrobu vápenných pojiv

Výsledky a metody získávání informací



Projekt: Tradiční vápenné technologie historických staveb a jejich využití v současnosti DF11P01OVV010

Výsledek projektu: N_{map} – Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapy historických a současných surovinových zdrojů a technologií pro výrobu vápenných pojiv

Geodatabáze a mapy vznikly jako výstup projektu „Tradiční vápenné technologie historických staveb a jejich využití v současnosti“ (DF11P01OVV010) financovaného Ministerstvem kultury ČR v letech 2011-2015. Na tvorbě mapy se podíleli řešitelé příjemce projektu Ing. Jan Válek, Ph.D., Ing. Eva Stuchlíková, Ing. Jan Bryscejn, Mgr. Michal Panáček, Mgr. Jaroslav Řihošek, Mgr. Petr Kozlovcev, Mgr. Iva Kůrková, RNDr. Antonín Zeman, CSc., Bc. Olga Tomanová a Ing. Tomáš Matas z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i. Za další příjemce projektu Národní technické muzeum spolupracovali PhDr. Martin Ebel Ph.D. a Mgr. Pavel Kodera, za Archeologický ústav AV ČR, Praha, v. v. i. spolupracovali Mgr. Jana Maříková-Kubková, Ph.D., Mgr. Iva Herichová, Mgr. Marek Suchý, Ph.D. a Mgr. Pavla Tomanová. Na doplnění informací z období 19. a 20. století spolupracovali Dušan Čapek a Zdeněk Hrdina ze společnosti Barbora.

1. Cíl mapového projektu a naplnění cílů projektu

Jako vhodný prostředek pro komplexní dokumentaci a prostorové zobrazení historických a současných surovinových zdrojů a technologií pro výrobu vápenných pojiv na území České republiky byl vytvořen souhrnný mapový projekt Geodatabáze *Calcarius*, jehož presentačním výstupem je soubor tří specializovaných map s odborným obsahem:

- *Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie;*
- *Mapa karbonátových surovin pro výrobu vápna;*
- *Mapa vápenných technologií.*

Specializovaná *Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie* je vytvořena syntézou dostupných informací o lomech a místech těžby vápence pro výrobu vápna a související technologie. Vybrané popisné informace jsou přiřazeny k polohově definovanému bodu, který lokalizuje místo surovinového zdroje. Mapa zobrazuje výskyt dokumentovaných lomů a surovinových zdrojů cirká od 12. století po současnost. Hlavním atributem mapy je zjištěné časové zařazení využívání horninových ložisek z hlediska založení jejich těžby, doby provozu a ukončení těžby a opuštění. Tyto informace jsou získány z archivních zdrojů, literatury a ze soupisových a mapovacích geologických prací, které dané surovinové zdroje popisují. Přesnost a kompletnost mapy je závislá na kvalitě a přesnosti dochovaných informací a obecně platí, že klesá, čím více je vzdálena od 20. století.

Specializovaná *Mapa karbonátových surovin pro výrobu vápna* umožňuje detailnější zobrazení lokalit na základě chemického složení, stáří a litologického popisu kamene. Hlavním atributem mapy je tedy rozlišení lomů a surovinových zdrojů dle geologického označení vápence a jeho složení. Chemické složení je uváděno jako průměr z analýz uváděných v publikovaných popř. archivovaných průzkumných zprávách. Ve specifických případech je chemické složení doplněno na základě vlastního odběru vzorků a individuálních analýz. Geologická skladba je

popisována a doplněna na základě regionálních znalostí. Mapa charakterizuje čistotu suroviny pomocí cementačního indexu. Přesnost a kompletnost mapy je dána dostupností pramenů.

Specializovaná *Mapa vápenných technologií* umožňuje zobrazit výskyt historických pecí, mís, karbů, milířů a dalších vápenických zařízení počínaje archeologickými nálezy ze starověku a raného středověku a konče průmyslovými a technickými památkami 20. století. Kromě popisu technologie je hlavním atributem opět časové zařazení. Pro určení místa a popis technologie byly využity informace z literatury a písemných pramenů, z Archeologické databáze Čech (*Kuna – Křivánková 2006*), historických mapových děl, vlastního zjištění v terénu a informace z regionálních muzeí nebo webových stránek zaměřených na historické či technické památky. Archeologické nálezy z oblasti Moravy byly získány z publikovaných písemných pramenů. Přesnost a kompletnost mapy je dána dostupností údajů.

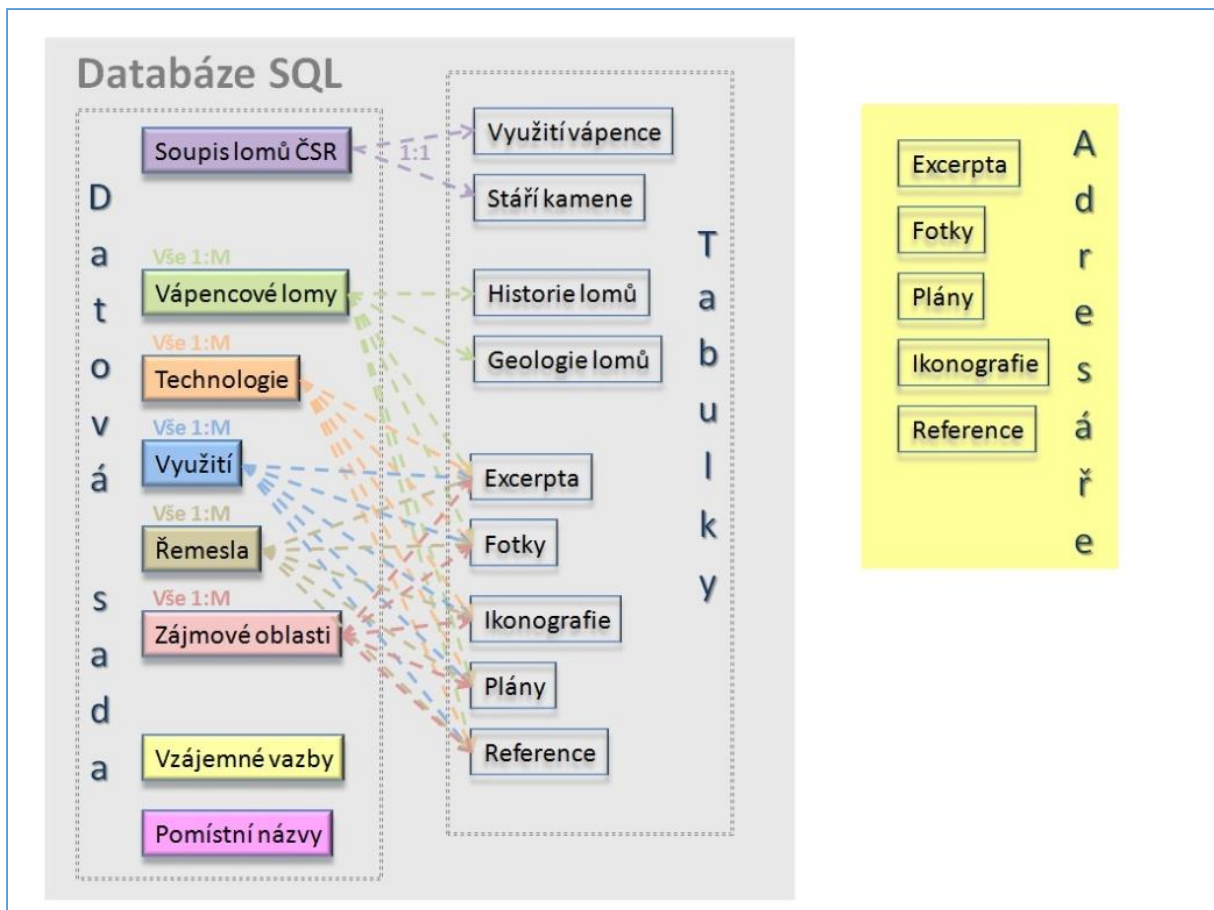
Mapové informace jsou spravovány databázově v geografickém informačním systému od firmy ESRI, jejímž výhradním dodavatelem v ČR je firma ArcData. Mapy, respektive mapové aplikace jsou prezentovány na internetu v rámci služby ArcGIS Online.

2. Popis geodatabáze a geografického informačního systému (GIS)

Geografický informační systém je založen na databázi pojmenované *Calcarius*, která byla navržena tak, aby umožnila zaznamenat maximum informací souvisejících s těžbou a oblastmi výskytu vápence jako suroviny pro vápenné technologie a se zpracováním vápence na vápno a další související technologie. Kromě těchto dvou hlavních směrů byla databáze doplněna i o možnost záznamu dalších souvisejících informací jako je využití vápna, zobrazení vazeb mezi surovinovým zdrojem - zpracováním - využitím a pokusně byly též začleněny záznamy související s řemeslným zpracováním. Vytvořená databáze *Calcarius* tedy zahrnuje poměrně široký záběr, kde hlavním cílem bylo postihnout a integrovat celé široké spektrum dostupných informací. Databáze *Calcarius* je přístupná pro zájemce z řad veřejnosti na adrese <http://calcarius.itam.cas.cz/map/>.

2.1 Popis databáze a její struktury

V roce 2011 bylo za účelem vytvoření geodatabáze a možnosti práce s prostorovými daty rozhodnuto o koupi softwaru firmy ESRI ArcGIS Desktop úrovně Standard, s technologií ArcSDE, Microsoft SQL Server 2008 a dále ArcGIS Server Workgroup Standard pro možnost publikování mapových služeb na web. Samotná databáze je vytvořena ve výše uvedeném relačním databázovém systému Microsoft SQL Server 2008 R2, s využitím technologie ArcSDE, která umožňuje pracovat s SQL databází v prostředí ArcGIS, konkrétně v ArcCatalogu. Geodatabáze *Calcarius* (dále jen GDB Calc) Obsahuje jednu datovou sadu prvků, 9 nemapových tabulek a 28 relationships, čili relačních vztahů. Viz. obrázek 1 Struktury GDB Calc.



Obr. 1 Struktura geodatabáze Calcarius

Prostorová data - v datové sadě se nachází celkem 8 tříd převážně bodových prvků.

- Lomy dle Soupisu lomů ČSR – bodem zakreslené lomy, jež byly zpracovány v souborném díle „Soupis lomů ČSR“ (Vachtl a kol. 1932-1961) z 1. pol. 20. stol. včetně uvedených popisů lomu.
- Vápencové lomy – bodová třída prvků zachycující lokality, kde se těžil nebo těží vápenec.
- Technologie – bodová třída prvků podchycující zejména archeologické nálezy technologií, které souvisely se zpracováním vápna. Mohou to být i objekty, jež byly zaznamenány pouze v písemných pramenech.
- Využití – bodová třída prvků určená pro lokality, kde bylo vápno použito k vybranému účelu. Nemusí se jednat jen o stavby, ale také např. o koželužské dílny, hroby a další archeologické nálezy, jež dokazují používání vápna v minulosti.
- Řemeslníci – bodová třída prvků zaznamenává s větší či menší mírou přesnosti lokality, ve kterých dle písemných pramenů působili lidé, jejichž pracovní náplň souvisela s vápnem (dopravci, vápeníci, lamači kamene, koželužské dílny, ad.).
- Pomístní názvy – bodová třída prvků obsahující místa v krajině, která odkazují na vápno a tím pádem na historickou souvislost.
- Zájmové oblasti – zatím nepříliš využívaná polygonová třída prvků, která plošným způsobem vymezuje oblasti, jež mají vztah k vápnu.

- Vzájemné vztahy – liniová vrstva, jež spojuje vybrané body výše uvedených vrstev a nese informaci a o vzájemném vztahu.

Neprostorová data jsou následující nemapové tabulky:

- Geologie lomů – tabulka geologicko-chemických vlastností vápenců.
- Historie lomů – tabulka se záznamy historických událostí s odkazem na písemný nebo jiný zdroj.
- Barva kamene – tabulka vztahující se k bodové vrstvě Soupis lomů ČSR. Uvádí barvu kamene v souvisejícím lomu.
- Využití kamene - tabulka vztahující se k vrstvě Soupis lomů ČSR. Uvádí využití kamene v souvisejícím lomu.
- Excerpta – informace k souboru uloženém ve stejnojmenném adresáři.
- Fotky – informace k souboru uloženém ve stejnojmenném adresáři.
- Ikonografie – informace k souboru uloženém ve stejnojmenném adresáři.
- Plány – informace k souboru uloženém ve stejnojmenném adresáři.
- Reference – informace k souboru uloženém ve stejnojmenném adresáři.

Relationships neboli relace umožňují fyzické propojení mezi třídami prvků a nemapovými tabulkami databáze na základě primárního a cizího klíče. Byly vytvořeny pouze relace typu 1:1 nebo 1:M. Typ M:N byl vynechán z technických důvodů, neboť ArcGIS Viewer for Flex, který byl využit jako pracovní editační prostředí pro editory projektu, neumožňuje jednoduchou práci s tímto typem relací.

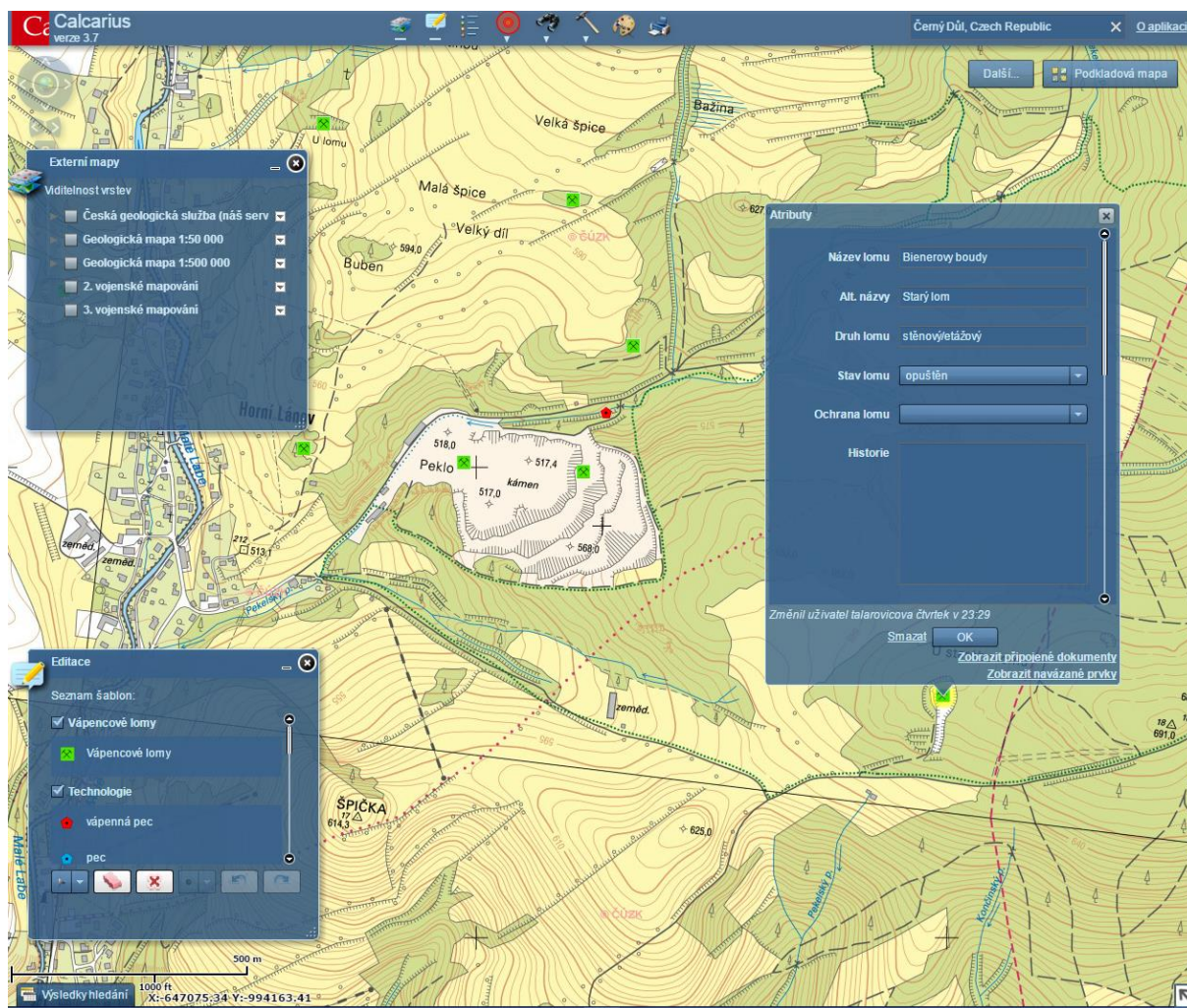
Soubory různého typu byly uloženy mimo samotnou SQL databázi. Relativní cesta, popis souboru a jeho obsahu je uveden ve stejnojmenných tabulkách, provázaných s prostorovými vrstvami.

- Excerpta – popisky, podrobnosti, informace z různých zdrojů uložené nejčastěji ve formátu .doc, .pdf.
- Fotky – fotografie místa, lokality, objektu, souvislostí, nejčastěji ve formátu .jpg.
- Ikonografie – grafické zobrazení místa, lokality, činnosti, objektu, souvislostí, nejčastěji ve formátu .jpg.
- Plány – různé typy plánů, dokumentace z různých časových období nejčastěji ve formátu .jpg.
- Reference – adresář je určený pro uložení referencí v .doc nebo .pdf formátu.

2.2 Editace, zpracování a zobrazování dat

Editace a revize databáze probíhala v aplikaci ArcGIS Viewer for Flex, která je volně dostupná ke stažení v kompilované i nekompilované podobě. Velkou výhodou aplikace je její univerzálnost, kdy lze v prostředí internetového prohlížeče provádět i pokročilejší editace a je možné, s pomocí zásuvných widgetů, webovou mapu vylepšit o řadu užitečných funkcí. Editační verze byla zabezpečena heslem a určena pouze pro řešitele projektu. Na obrázku 2 je ukázáno editační rozhraní vytvořené v prostředí Viewer for Flex.

Pro zakreslení lokalit bylo využito WMS služeb: ČÚZK (Ortofotomapa, Základní mapa ČR), agentury CENIA (Rastrové ekvivalenty vojenských topografických map, 2. a 3. voj. mapování), ČGS (geologická mapa v měřítku 1:500 000, 1:50 000). V současné době je v tomto ohledu obrovskou výhodou velké a stále se rozšiřující množství volně dostupných mapových služeb v rozsahu ČR (pro nekomerční užití). Pro publikaci výsledků v závěru projektu byla zakoupena vektorová mapa firmy Cental European Data Agency a. s. v měřítku 1:150 000.



Obr. 2 Ukázka editačního rozhraní vytvořeného v ArcGIS ViewerforFlex

Databáze geografických informačních systémů mají oproti klasickým databázím výhodu navázání (pomocí souřadnic) na geografický prostor, který je definovaný souřadnicovým systémem. Tím je umožněno hledání vztahů k dnešní i historické krajině (dle dostupných mapových podkladů, viz. výše), zkoumání polohy prvků vůči sobě navzájem a vytváření nových dat pomocí prostorových analýz. Prostorové analýzy jsou souborem technik pro analýzu a modelování lokalizovaných objektů, kde výsledky analýz závisí na prostorovém uspořádání těchto objektů a jejich vlastností (Horák, 2006). Lze jmenovat např. atributo-prostorové dotazy na databázi, vzdálenostní analýzy, síťové analýzy, statistické prostorové analýzy, interpolační metody, mapová algebra, ad.

V mapových aplikacích na ArcGIS Online (<http://calcarius.maps.arcgis.com/home/>) jsou z uvedených výhod GISů využity zejména tyto funkce:

- kombinace vlastních dat s volně dostupnými WMS službami,
- vykreslení vrstev Calcária s různou symbologií pro zobrazení různých atributových vlastností,
- nástroj překrývání mapových vrstev pro snadnější porovnávání dat,
- nástroj časové osy pro vrstvy Vápencových lomů a Technologií, jež nesou informaci o dataci nebo časovém rozmezí fungování,
- předdefinované databázové dotazy s možností prostorového filtru,
- výsledek interpolační metody Kernel Density (rastr hustoty sledovaného jevu) pro Vápencové lomy a Technologie,
- možnost vytvoření mapového výstupu z databáze Calcarius.

2.3 Forma publikace map

Výhodou geografických informačních systémů je zobrazení na základě prostorových souřadnic, jež následně umožňuje zkoumání různých prostorových vztahů. S takto zobrazenými a strukturovanými daty lze dále pracovat a provádět analytické úlohy, které vedou k vytvoření sekundárních dat a to takových, které nemusí být na první pohled zřejmé. Ideálním způsobem, jak dovolit s daty pracovat širokému spektru uživatelů jsou webové mapové aplikace. Oproti tištěným mapám umožňuje digitální zpracování dodatečné filtrování a porovnávání dat pomocí mnoha nástrojů, které jsou vytvořeny v prostředí mapové aplikace. Výběr vhodných nástrojů na zpracování dat tak spoluvytváří kvalitu a použitelnost výstupu mapových aplikací. Další výhodou digitálního zpracování je pak publikace na internetu a sdílení přes webové rozhraní. To činí mapy přístupnými pro širokou veřejnost, umožňuje je udržovat v aktuálním stavu, připojovat k získaným datům jiné mapové podklady a data anebo naopak umožňují vytvořená data dále sdílet jako WMS služby (web map service).

WMS neboli Web Map Service, v překladu webová mapová služba, je softwarový standard vyvinutý Open Geospatial Consortiumem (OGC), který umožňuje sdílení geografické informace v podobě dlaždicové mapy v internetovém prostředí. Uživatel si vybranou WMS službu může zobrazit v tzv. tenkém klientovi, což je online aplikace určená k zobrazování a práci s geografickými daty. Kromě klasických nástrojů (zvětšování, zmenšování, posun, ad.) může obsahovat i některé pokročilejší (např. výběry, editace, ad.). Jistou nevýhodou je pomalejší zpracování, neboť načítání dat i zpracovávání probíhá na straně jednoho nebo více serverů. Příkladem tenkého klienta může být: ArcExplorer Online, ArcGIS Online (pro více možností je potřebná registrace) nebo celá řada webových mapových aplikací (i speciálně zaměřených – např. aplikace Geologická mapa 1:50 000 ČGS), které umožňují přidání cizích WMS služeb. Druhou možností je tzv. tlustý klient, což je aplikace nebo software, který pracuje na straně uživatele a tím pádem samotná práce je zpomalována minimálně, pouze komunikací s mapovým serverem při získávání dat. Softwaru určeného pro práci s geografickými daty je dnes nepřeberné množství s rozdílnými funkčními možnostmi, komerční i volně dostupné open source. Jmenovitě jsou to např. ESRI ArcGIS, Integraph Geomedia, Misys, Gepro, Kristýna GIS, Grass, Quantum GIS, ad.

Webové aplikace, jako definované mapové výstupy z projektu, byly vytvořeny v *cloudu* ArcGIS Online. V rámci jednoho prostředí jsou sdíleny stručné informace o projektu, WMS služby, interaktivní webová mapa i speciálně zaměřené webové mapové aplikace. Vše je volně přístupné na adrese: <http://calcarius.maps.arcgis.com/>.

Kromě třech základních specializovaných mapových aplikací jsou na stránkách prezentovány další podмноžiny dat z geodatabáze *Calcarius*. Například mapová aplikace „Vápencové lomy dle soupisu lomů ČR“ je částečnou digitalizací tohoto díla, kdy byly vybrány vápencové lomy a jejich záznamy relevantní pro nově navrženou databázi *Calcarius*.

Pro specialisty, státní správu a další odborné uživatele jsou data, která tvoří specializované mapy s odborným obsahem poskytnuty k přímému sdílení s dalšími geografickými informačními systémy pomocí WMS služeb.

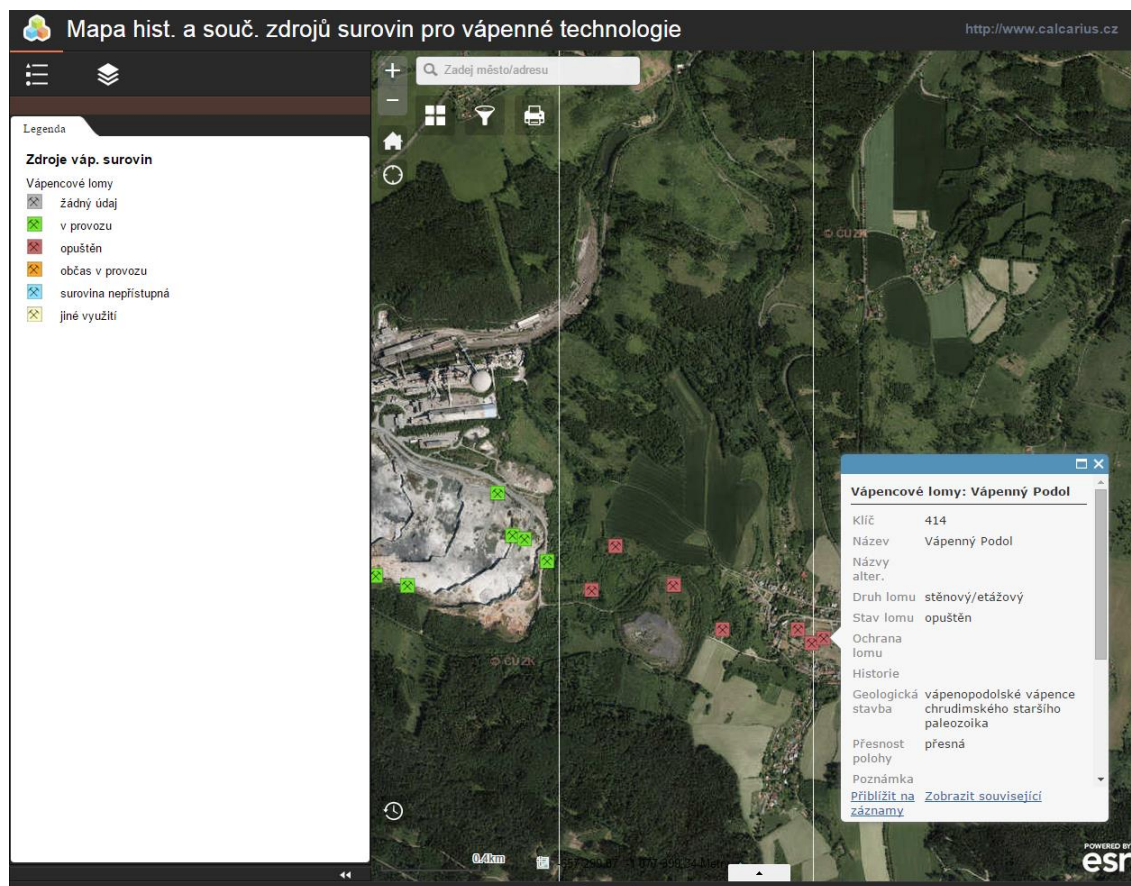
K přehledu publikovaných WMS služeb včetně jejich technické specifikace se lze dostat buď:

- přes *Galerii* projektu *Calcarius* na ArcGIS Online. Adresa konkrétní WMS služby se zobrazí po rozkliknutí „Podrobnosti vybrané vrstvy“.

<http://calcarius.maps.arcgis.com/home/gallery.html#c=organization&o=modified>

- nebo přímo na serveru *Calcarius* v prostředí REST API ArcGIS Serveru.

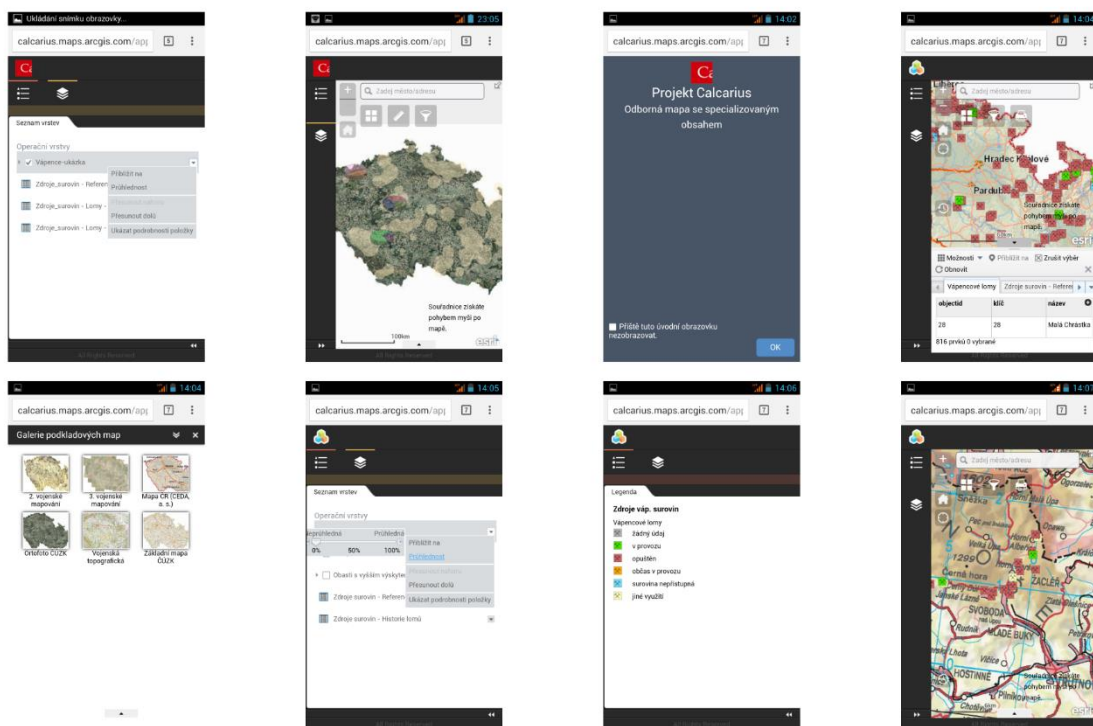
<http://calcarius.itam.cas.cz/arcgis/rest/services/SpecMapa>



Obr. 3 Ukázka mapové aplikace přístupné on-line ArcGISOnline

Z důvodu rozšíření informací mezi potenciální uživatele existuje do budoucna možnost data Calcaria zpřístupnit přes Národní geoportál INSPIRE. Zejména třída prvků „Vápencové lomy“ spadá do okruhu témat směrnice 2007/2/ES, konkrétně Nerostné suroviny. Data v takovém případě musí odpovídat implementačním pravidlům INSPIRE.

Důležitou je možnost využití specializovaných GIS aplikací na chytrých telefonech a tabletech. Specializované mapy Calcarius, vytvořené v prostředí ArcGIS online, rozpoznají prohlížeč přenosného zařízení a přizpůsobí své ovládací prvky tomuto prostředí automaticky. Díky tomu lze bez jakékoli úpravy tyto aplikace okamžitě na těchto zařízeních použít. Následující ukázka, viz. obrázek 4, byla pořízena na mobilním telefonu se systémem Android s instalovaným webovým prohlížečem Chrome. Funkční a velmi podobně vyhlížející je však i ve vestavěném prohlížeči. Obdobně by měla fungovat i na platformě Apple Ios.



Obr. 4 Snímky obrazovky mobilního telefonu ukazují možnost využití mapové aplikace ArcGIS online v terénu.

WMS služby vytvořené v rámci projektu „Tradiční vápenné technologie historických staveb a jejich využití v současnosti“ spadají do kategorie autorské dílo a podléhají tudíž autorskoprávní ochraně dle zákona č. 121/2000 Sb. Poskytnutá data může uživatel využít pro vlastní potřebu nebo nekomerčně prezentovat na internetu. Vlastní potřebou se rozumí užití, jehož účelem není dosažení přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu. Prezentací se rozumí vždy jen zprostředkování nahlížení dat na internetových stránkách uživatele. Uživatel není oprávněn poskytnout zprostředkování nahlížení dat na internetových stránkách jiných subjektů ani poskytnout těmto subjektům obrazy dat jiným způsobem (např. pomocí svých prohlížečích služeb). Širší využití výsledků je možné na základě licenční smlouvy s vlastníky majetkových práv.

3. Struktura specializovaných map s odborným obsahem a možnosti jejich využití

3.1 Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie

3.1.1 Výchozí informace

Jak prvotní zdroj informací byl zvolen Soupis lomů ČSR publikovaný mezi léty 1932 až 1961 celkem v 55 svazcích (Vachtl a kol. 1932-1961). Každý svazek obsahuje seznam lomů z jednoho tehdejšího okresu. V soupisu bylo tímto způsobem souhrnně zpracováno přibližně 60% území Čech, Moravy a Slezska. Pouze jeden svazek byl věnován slovenskému okresu Banská Štiavnica. Jednotlivé svazky se v detailech od sebe liší dle autorů a doby zpracování, ale v zásadě obsahují shodně strukturované informace o lomech včetně jejich bodového vyznačení do mapy okresu. Každý lom má kromě označení (název lomu popř. označení dle katastrálního území) přesně definované kategorie sledovaných charakteristik: 1 - jméno a adresa majitele/pronajímatele, 2 – komunikační poměry, 3 – místní pojmenování kamene, 4 – petrografické určení kamene, 5 – stáří kamene, 6 – barva kamene, 7 - velikost zrna, 8 – způsob výskytu, 9 – rozpukání kamene, 10 – tvrdost kamene, 11 – trvanlivost kamene, 12 – leštitelnost, 13 – účel použití, 14 – jiné možná použití, 15 – velikost kusů, které lze vylomit, 16 – způsob dobývání, 17 – rozloha lomu, 18 – mocnost skrývky, 19 – datum založení, uzavření či nečinnost lomu, 20 – průměrná roční těžba, 21 – stavby kde bylo kamene využito. Datová struktura geodatabáze Calcarius navazuje na vybrané charakteristiky vápencových lomů ze Soupisu lomů ČSR (název lomu, jméno majitele, druh lomu, stav lomu, datum počátku a ukončení těžby, popis a stáří kamene, velikost lomu, využití a stavby, kde bylo kamene využito). Data během prvotního přenosu do databáze nebyla upravována, vyjma editace chyb a sjednocování terminologie. Takto získaná základní databáze byla následně rozšířena o lomy vápenných surovin evidovaných v geologických zprávách archivovaných v Geofondu ČR. Geologické zprávy uložené v archivu Geofondu jsou cenným zdrojem informací zaznamenávaných od 19. století až po současnost. Typická zpráva obvykle obsahuje mimo jiné stručnou historii ložiska, lokalizaci a popis lomů, kterými je ložisko otevřeno, popis geologické stavby ložiska a popis vápenných surovin, těžených na ložisku. Tyto údaje jsou prezentovány ve formě souvislých textových celků. Údaje z geologických zpráv byly zpracovány tak, aby vyhovovaly definovaným kategoriím utvářené databáze. Doplněním údajů z geologických zpráv byla provedena první aktualizace databáze. Z důvodů vnitřní formální a obsahové konzistence musela být sjednocena terminologie a formát některých kategorií. Tato aktualizace mimo jiné sjednotila a doplnila geologické charakteristiky lomů jako je jejich stratigrafické a regionálně-geologické zařazení a geologické stáří suroviny. Tyto informace byly obvykle přebírány z webové aplikace Geologická mapa 1:50 000 na internetových stránkách České geologické služby. Z informací přístupných přes portál www.geology.cz byla též využívána mapová aplikace Významné geologické lokality.

Neopominutelným zdrojem pro získání nebo možné zpřesnění historických údajů o existenci otevřených ložisek hornin jsou souborná historická mapová díla z 19. století pokrývající zpracovávaná území, volně přístupná přes webová rozhraní nebo dokonce WMS služby. Základní rešerše pro všechny lokality byla proto provedena v mapách II. a III. vojenského

mapování a Císařských otiscích Stabilního katastru. Pro sledované údaje je u těchto map především podstatné, že zachycují jak starší historický stav přetrvávající bez zásadních změn až do doby kolem poloviny 19. století, tak i následné změny a rozšiřování během nastupující a rozvinuté průmyslové revoluce. Tedy zásadní poznatky před a v procesu nevratných změn. Přes tyto příhodné okolnosti je však nutné zároveň přiznat, že různé způsoby získávání horninového materiálu pro vápenickou činnost a její samotné projevy byly do map zaznamenávány pouze v některých případech, protože účel pořizování a způsob vytváření map byl jiný. I tak v nich lze však najít pozoruhodné informace odrážející význam a historický stav konkrétních lokalit.

Takzvané Císařské otisky Stabilního katastru, tedy čistopisy prvního soustavného pozemkového mapování prováděného v letech 1826–1843 v Čechách a 1824–1836 na Moravě zachycují historický stav před průmyslovými změnami. Díky grafickému rozlišení druhů půdy a pozemků, v nich najdeme podrobné vykreslení všech větších tehdy fungujících lomů. Objevují se i pomístní jména, která odkazují na souvislosti s vápenickou činností a získáváním horniny k tomu potřebné.

Mapy tzv. vojenského mapování byly sice vytvářeny z pohledu vojensko–strategické důležitosti zachycovaných údajů, doklady vápenické a hornické činnosti v nich ale také najdeme. II. vojenské mapování bylo zpracováno v letech 1836–1852 na základě nové vojenské triangulace. Vedle různých pomístních jmen jako „Weisse Stein“ nebo třeba „Schottergrube“ (štěrkovna) se v něm objevuje několik typů označení pro vápencový lom. Od pouhé zkratky „K.B.“ přes „KalkB.“ ke „Kalkbruch“, „Kalksteinbruch“ nebo dokonce „Marmor Steinbruch“. Podobně je tomu i u III. vojenského mapování zpracovávaného v letech 1877–1880 pro Čechy a v letech 1876–1878 pro Moravu. U něj se pro těžené zdroje vápencové horniny používají jak zkratka „váp.“ nebo slovo „vápenec“, tak typická značka lomu doplněná popiskou „lom“, „váp.“ nebo „mramor“ (původní německé názvy byly přeloženy). Všechny zjištěné historické údaje z rešerše těchto mapových děl jsou i s odkazy zaznamenány v oddílu Lomy historie.

Dalším podstatným informačním zdrojem byly odborné články z mnoha oborů. Jedná se jak o historické či regionální studie tak geologicky zaměřené publikace. U historických pramenů se jednalo zejména o lokalizaci lomů či potvrzení jejich existence bez konkrétního určení pozice (např. Nachtmanová 1998, Nechvátal 1999). Studie vycházející z archivních pramenů jsou cennými informačními zdroji zejména pro období před průmyslovou revolucí, tedy doby, ze které většina fyzických důkazů o těžbě již dávno zanikla (např. Suchý 2014, Belisová 2008). Oproti tomu, geologicky zaměřené informační zdroje poskytují většinou lepší popis horniny (např. Kužvart a kol. 1983, Houzar a kol. 2006). Konkrétní využití informační zdroje jsou uvedeny v databázi Calcarius v odkazu či referencích.

Ve víceméně ojedinělých případech bylo provedeno ověření v terénu ať již za účelem lokalizace lomu, nebo odebrání vzorků pro analýzy (vzorky byly například odebrány z lomů v okolí Žďáru nad Sázavou a Nedvědic, Tuchořice, Hvíždalka, Špička, Rovná u Strakonic, Čertovy Schody, Vitošov, Miskovice u Kutné Hory a dalších).

3.1.2 Zpracování dat a jejich interpretace při tvorbě mapy

Základem mapy *Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie* jsou body určující polohu lomu zjištěnou srovnáním historických záznamů, historických map a současné situace podchycené Základní mapou ČR 1:10 000. Byly zpracovány ty historické záznamy o těžbě vápenných surovin, u kterých bylo možné alespoň přibližně určit polohu a současnou situaci. Pokud se v historických záznamech objevil údaj o názvu lomu, byl danému lomu přiřazen. V opačném případě byl použit název současného katastrálního území, který byl případně doplněn pomístním názvem. Na základě lokalizovaných bodů byla následně vybudována databáze obsahující údaje dvojího charakteru. Zprvu to jsou informace týkající se historie a časového zařazení lomu. Jsou to zpravidla zprávy o určité události, jakým je např. založení lomu, změna majitele, rozšíření těžby, ukončení těžby, vytvoření geologické zprávy o daném ložisku nebo zaznamenání existence lomu v kartografických a evidenčních dílech. Datum těchto událostí je buď zaznamenáno v písemných pramenech popř. je lze s určitou přesností odvodit na základě vzniku dokumentu, který danou událost zmiňuje (mapová díla). Zadruhé to jsou informace ze současných zdrojů, tj. základní parametry lomu, specifikace těžené suroviny a geologická stavba daného ložiska.

Vápenné suroviny se dnes, až na výjimky, dobývají v lomech či kamenolomech. Z hlediska databáze je termínem lom míněn takový způsob dobývání suroviny, který výrazně zasahuje do horninového prostředí, přičemž samotný lom představuje prostor v horninovém masivu, který se otevírá na povrch, vzniklý po odstranění nežádoucích nadložních vrstev kryjících ložisko (skrývky) za účelem těžby. V některých případech se těžba vápenných surovin prováděla také v podzemních lomech. Lom se odlišuje od povrchového sběru suroviny, ze kterého se do budoucna nezachová v terénu jasně patrný pozůstatek. Z povahy lomu jako prázdného otevřeného prostoru v horninovém tělese ložiska, který se během těžby zvětšuje, vyplývají jistá specifika. Surovina a způsob těžby mají tendenci se v čase měnit podle ekonomických a technických možností provozovatele a geologické stavby masivu. Některé lomy byly opuštěny, protože již neobsahovaly těžitelný vápenec potřebné kvality, popř. se z ekonomického hlediska těžba již nevyplatila. Pokud ale charakterizujeme surovinu v historickém lomu, vycházíme z historické zprávy, která popisuje vápenec, který už v lomu pravděpodobně nenalezneme. A naopak, v některých případech může být relativně obtížné odhadnout charakter historické suroviny pouze na základě dochovaných hornin. Není neobvyklé, že na bohatých ložiscích vápenných surovin jsou ve vzájemné blízkosti dva a více lomů, z nichž alespoň jeden je těžbou aktivně rozšiřován do té míry, že pohltí lomy ve svém okolí. V takovém případě se v mapě objevují i značky a popisy lomů, které dnes již fyzicky neexistují.

3.1.3 Popis vytvořené mapy a její využití

Zpracováním záznamů, které se vztahují k těžbě vápenných surovin, byly získány charakteristiky a polohy lomů. Každému lomu tak byl přiřazen unikátní georeferencovaný bod se strukturovanou databází rozšiřujících informací včetně časových údajů vztažených k existenci lomu. Tímto způsobem byla získána *Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie*, která zachycuje těžbu od středověku až do současnosti na území

dnešní ČR. Mapa dále obsahuje aktuální informace o základních parametrech lomu a charakteru těžené suroviny. V databázi byla dále podchycena geologická stavba daných ložisek, která je jedním z klíčových aspektů pro rozvoj vápenných technologií dané oblasti, viz. též *Mapa karbonátových surovin pro výrobu vápna*.

Při vytváření databáze byly především zpracovány písemné informační zdroje s cílem pokrýt celé území České republiky. S ohledem na souhrnnou evidenci lomů, existenci písemných informačních zdrojů a v neposlední řadě též četnost a rozsah těžebních aktivit to nicméně znamená, že nejkomplexněji je zaznamenán výskyt a popis lomů z konce 19. století a 20. století. Naopak zdroje vápenných surovin, u kterých nebyl dohledán historický záznam, popř. neexistuje jiný dokument, který by dokládal historické využití vápenných surovin, nebyly podchyceny. To zvláště platí u zdrojů vápenných surovin, které byly v provozu v období středověku, případně raného novověku. Středověké a dřívější zdroje vápenných surovin nebyly jen přesně vymezené lomy či důlní díla, ale jednalo o místa, kde byl kámen získáván popř. sbírán. Informace také obvykle chybí o lomech, které byly v provozu příliš krátkou dobu a nebyly natolik významné, aby o nich byly pořízeny záznamy. Ukončení těžby zde zřejmě souvisí s nízkou kvalitou těžené suroviny.

Vytvořená *Mapa historických a současných zdrojů surovin pro vápenné technologie* je kompletní z hlediska zpracování uvedených zdrojových informací. Na regionální úrovni a odborné výzkumné úrovni (geologické studie, archeologie) nepochybně existuje nebo bude zjištěno mnoho dalších potenciálních dat, která bude možné využít k doplnění a zpřesnění vytvořené mapy. Navržená databázová struktura a online zobrazení takovouto editaci po technické stránce umožňují.

Výhodou vytvořené mapy je souhrnné a přehledové zobrazení celého území České republiky ale i možnost detailního zobrazení regionů a přímá lokalizace lomů v různých mapových podkladech. GISové zpracování umožňuje též uživatelům další zpracování a hledání vztahových závislostí. Například lze mapovat místa s výskytem vápence a s návazným využitím pro stavební technologie. Lze též statisticky posuzovat vzdálenosti vápenných oblastí od významných stavebních aktivit v minulosti. Zajímavá jsou i místa a regiony, kde se vápence vyskytují e omezeně, popř. se vápenec nevyskytuje vůbec.

Využití vytvořené mapy je potencionálně velmi široké. Nepochybně lze mapu využít jak pro dokumentaci současného stavu a instituciální správu, tak pro navazující výzkumné aktivity v oborech přírodovědných (např. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, správy přírodních rezervací a chráněných krajinných oblastí), geovědních (např. Česká geologická služba), archeologických (Archeologický ústav AVČR, Praha, v.v.i., regionální archeologická pracoviště), historických (např. Historický ústav AVČR, v.v.i.), etnografických (např. Etnografický ústav AVČR, v.v.i., skanzeny a muzea v přírodě) a stavebně historických (zpracovatelé pasportů staveb a sídel). Specifický a značně praktický význam má mapa v oblasti památkové péče (orgány státní památkové péče, Národní památkový ústav), kde umožní určení potencionálních zdrojů surovin pro výrobu vápna popř. i stavebního kamene (např. mramory svrateckého krystalinika). Správné určení zdroje vápenné suroviny může výrazně snížit

potřebu analýz historických vápenných pojiv a může tak i přispět ke kvalitnějšímu návrhu opravných zákroků a nově použitých materiálů (praxe obnovy historických památek a restarování uměleckých děl). Mapu lze využít i v oblasti turismu a to jak v oblastech přírodovědných, tak i v návaznosti na kulturní dědictví a stavební památky. V neposlední řadě je též záznamem o regionálním vývoji průmyslu a navazujících technologiích v 19. a 20. století.

3.2 Mapa karbonátových surovin pro výrobu vápna

3.2.1 Výchozí informace

Suroviny v mapě karbonátových surovin pro výrobu vápna byly hodnoceny na základě chemického složení. To velmi přesně odráží vlastnosti a i následné možné technologické využití daných hornin. Lze tedy, díky němu, poměrně snadno zjistit, zda daný karbonátový materiál představuje vhodnou surovinu pro výpal vzdušného vápna, či je naopak vhodný k produkci pojiv s hydraulickými vlastnostmi.

Data uvedená v této mapě byla čerpána z několika rozdílných informačních zdrojů. Nejrozšířenější zdroj představovaly nepublikované závěrečné zprávy z hodnocení dobývacích prostorů a surovinové posudky jednotlivých lomů. Tyto dokumenty jsou uloženy v Geofondu České republiky a jsou veřejně dostupné. Shrnují informace získané v rámci předběžného, podrobného či těžebního průzkumu a dalších prací provedených v zájmové ložiskové oblasti. Tyto dokumenty velmi často obsahují řadu chemických analýz, díky kterým lze hodnotit suroviny z dané lokality. Dalším zdrojem informací byly publikované práce zabývající se problematikou surovinových zdrojů, v nichž jsou taktéž často uveřejněny chemické analýzy z vybraných ložisek, např. Vachtl a kol. (1948, 1949), Kovanda a kol (2001). Posledním možným způsobem získání chemických analýz pak byl přímo odběr vzorků v terénu a jejich následné zpracování.

Shromažďování chemických analýz bylo soustředěno především na ta ložiska karbonátů, kde lze předpokládat dostupnost daného materiálu. To je velmi pravděpodobné v lomech a dobývacích prostorech s probíhající či nedávno ukončenou těžbou. Seznam těžených dobývacích prostor, ale i v současnosti netěžených, dále i chráněných ložiskových území, výhradních ložiskových ploch a zrušených ložiskových ploch je uveden v databázi SURIS (surovinový informační systém), která je spravována Geofondem. Z této databáze bylo vybráno 67 lokalit s karbonátovými surovinami. Právě k těmto ložiskům byly chemické analýzy vyhledány přednostně. Další analýzy pak byly doplněny ke starším a historickým lomům, kde již nelze s jistotou předpokládat dostupnost suroviny k potenciálnímu odběru.

Chemické analýzy ve výše zmíněných informačních zdrojích jsou dostupné ve formě tzv. mokrých silikátových analýz, které uvádí složení hlavních, vedlejších a stopových oxidů v dané hornině a hodnotu ztráty žíháním. Pro účely hodnocení karbonátů pro výrobu vápna, byly v tomto projektu za účelem zjednodušení a lepší orientace mezi jednotlivými vápencovými surovinami vybrány a dále zpracovávány jen některé oxidy. Jednalo se o ty, které jsou hlavními nositeli vlastností a charakteristik dané horniny a následně suroviny. Byl vybrán: oxid křemičitý (SiO_2), oxid hlinitý (Al_2O_3), oxid železitý (Fe_2O_3) – jakožto oxidy charakteristické především pro nekarbonátové komponenty. Oxid vápenatý (CaO) a oxid hořečnatý (MgO) jsou naopak

základní složkou karbonátů dominantně zastoupených ve vápencích a dolomitech. Vedlejší a stopově zastoupené oxidy dále zpracovávány nebyly. Vyskytují se ve velmi nízkém procentuálním zastoupení a nepřinášejí zásadní informace o složení suroviny, její kvalitě ani o následném potenciálním technologickém využití. Jednalo se o oxid titaničitý (TiO_2), oxid manganatý (MnO), oxid sodný (Na_2O), oxid draselný (K_2O), oxid fosforečný (P_2O_5) a oxid siřičitý (SO_3). Dalším údajem, který byl v Mapě karbonátových surovin pro výrobu vápna využíván, je hodnota ztráty žíháním, která uvádí hmotnostní ztrátu materiálu při žíhání nad plamenem.

3.2.2 Zpracování dat a jejich interpretace při tvorbě mapy

V případě rozsáhlejších ložisek, kde je chemické složení surovin kolísavé, jsou chemické analýzy uvedené podle jednotlivých vrstev/vápencových facií. Ty jsou typicky vyvinuté v rozsáhlejších sedimentačních pánvích (Barrandien). Vznik vrstev pak odráží odlišné podmínky vzniku suroviny. Platí, že horniny zachované v jedné sedimentační vrstvě se vyznačují podobným složením a vlastnostmi, neboť vznikaly za stejných či velmi podobných podmínek a prošly shodným vývojem. V databázi jsou pro ně uvedeny průměrné chemické analýzy z dané vrstvy. V některých lomech jsou tak uvedeny chemické analýzy pro pět i více vrstev v rámci jednoho ložiska (např. Kosoř – Hvíždalka, Radotín – Špička). V případě přítomnosti větších nehomogenit, čoček, jílových a břidličných vložek či rohovců v dané vrstvě, jsou rozdílné chemické analýzy uváděny buď jako samostatná vrstva vyskytující se v ložisku, nebo jsou zakomponovány a vedeny souhrnně s ostatními analýzami, neboť v těchto případech je i surovina těžena a zpracovávána jednotně.

V případě krystalických vápenců z metamorfovaných oblastí (např. Krkonošsko-jizerské krystalinikum, Moldanubikum) jsou chemické analýzy uváděny souhrnně pro celá ložiska jako průměr všech dostupných analýz (např. Dolní Bohdík, Rábí). Surovina zde totiž bývá relativně homogenní. Nejčastěji se jedná o vysokoprocenní krystalické vápence s minimálními odchylkami v chemickém složení.

Do chemického složení suroviny uvedené v databázi je nutné zohlednit faktor času, který je závislý na rozšiřování těžby v daném lomu. Platí, že analyzovaná surovina je již mnohdy dávno odtěžena a zpracována. Lze však předpokládat, že v rámci jednotlivých vrstev/vápencových facií odkrytých v lomu nebudou rozdíly v chemickém složení suroviny v čase výrazně proměnlivé. Je tedy nutné sledovat geologickou stavbu ložiska a zohledňovat ji při sledování a porovnávání současného a historického stavu.

Podle zjištěného chemického složení je možné odvodit vybrané technologické parametry dané suroviny – konkrétně její hydraulické vlastnosti. Ty odráží schopnost daného materiálu (pojiva) tuhnout ve vlhkém prostředí či pod vodou. Podle dosaženého stupně hydraulicity pak dělíme suroviny na potenciálně vhodné k výrobě vzdušného, slabě, středně a silně hydraulického vápna, případně vhodné k výrobě přírodního cementu (velmi silně hydraulické pojivo). K jejich hodnocení se využívají tzv. vápenické a cementářské indexy a moduly. Mezi nejnámější a taktéž nejvíce používané patří hydraulický index a cementační index.

Hydraulický index (HI) zavedl Spalding (1934) a udává poměr celkové sumy oxidů SiO_2 a Al_2O_3 k celkovému zastoupení CaO . Podle výsledné hodnoty pak lze suroviny klasifikovat jako

nehydraulické (HI>0,1), slabě hydraulické (HI=0,1-0,2), středně hydraulické (HI=0,2-0,4), silně hydraulické (HI=0,4-0,6) a jako suroviny vhodné k výrobě přírodního cementu (HI<0,6).

$$HI = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO}$$

Cementační index (CI) popsal Eckel (1928). Při jeho výpočtu je zahrnuto více oxidů a dalších parametrů, než v případě HI. Proto je popis hydraulických vlastností suroviny tímto indexem přesnější a častěji používanější. Vypočítá se poměrem celkového zastoupení SiO_2 , Al_2O_3 a Fe_2O_3 násobených odpovídajícími koeficienty k sumě oxidu CaO a 1,4 násobku MgO. Suroviny pak lze hodnotit jako nehydraulické (CI>0,3), slabě hydraulické (CI=0,3-0,5), středně hydraulické (CI=0,5-0,7) a silně hydraulické (CI=0,7-1,1).

$$CI = \frac{2.8 \cdot SiO_2 + 1.1 \cdot Al_2O_3 + 0.7 \cdot Fe_2O_{3(tot)}}{CaO + 1.4 \cdot MgO}$$

Vhodným nástrojem pro zjištění charakteru a složení suroviny je i zastoupení celkového množství kalcitu – karbonátu $CaCO_3$. To se vypočítá z celkového obsahu oxidu CaO poměrem: suma CaO/0,56. Výsledný materiál lze kategorizovat jako vysokoprocenní vápenec (100-98% $CaCO_3$), vápenec (98-90% $CaCO_3$), jílovitý vápenec (90-75% $CaCO_3$) a slínovec (75-40% $CaCO_3$).

3.2.3 Popis vytvořené mapy a její využití

Mapa zobrazuje informace o karbonátových surovinách vyskytujících se na území České Republiky a poskytuje přehled o jejich chemickém složení a z něho vyplývajících vlastnostech, geologickém stáří suroviny a charakteristických rysech daného kamene.

Obecně platí, že karbonátové suroviny se mohou značně lišit svým chemickým složením. To pak výrazně ovlivňuje vlastnosti kamene a je nejvýznamnějším kritériem pro hodnocení jeho potenciálního využití. Velké rozdíly pak mohou být zaznamenány i v rámci některých lomů, které se vyznačují výskytem různých geologických jednotek. Dnes je velmi časté, že v profilu jednoho lomu je odkryto a těženo více vrstev, které se vzájemně liší svým stářím, charakterem i chemickým složením. V těchto případech je nutné vzájemně rozlišovat jednotlivé vrstvy, neboť dané suroviny jsou často vhodné k využití na zcela odlišné účely, např. na vzdušné vápno vs. vápno hydraulické. Z tohoto důvodu jsou v mapě karbonátových surovin pro výrobu vápna zohledněny geologické aspekty daných ložisek. Ke každé vrstvě je v příslušném odkazu uveden název vrstvy/vápencové facie (např. vápenec radotínské, dvorecko-prokopské nebo vilémovické), název souvrství (např. lochkovské, pražské, macošské), detailní petrografický popis kamene/suroviny, zařazení do regionální soustavy (např. Český masiv), oblasti (např. tepelsko-barrandienská jednotka, moravsko-slezská oblast), regionální členění jednotky (např. Barrandien, Moldanubikum) a podjednotky (např. Pražská pánev). Dále je uvedeno stáří kamene/vrstvy (např. paleozoikum-devon, mezozoikum-křída), stupeň metamorfózy, typ sedimentačního prostředí (sladkovodní nebo mořské), stupeň dolomitizace (škála vápenec, dolomitický vápenec, vápnitý dolomit, dolomit) a typ znečištění (např. čistý vápenec, jílovitý vápenec, slínovec, vápenec s vložkami jílovitých břidlic, grafitický vápenec). Hodnoty

chemických analýz jsou v mapě karbonátových surovin pro výrobu vápna uvedeny pro každou vrstvu v ložisku zvlášť.

Kompletnost uvedených záznamů závisí na dostupnosti jednotlivých pramenů, ze kterých byly chemické analýzy a další informace čerpány. Zdrojem dat byly především nepublikované závěrečné zprávy z hodnocení dobývacích prostorů a surovinové posudky jednotlivých lomů. Dále pak publikované práce zabývající se ložiskovou tematikou, případně i analýzy získané na základě vlastního odběru vzorků a individuálně provedených analýz. Tyto informace poskytly poměrně komplexní souhrn dat, který byl v této mapě publikován. Značná pozornost byla věnována především ložiskům s probíhající či nedávno ukončenou těžbou a chráněným ložiskovým územím zaznamenaných v databázi SURIS (ČGS 2015). K těmto lokalitám se podařilo dohledat údaje a chemické analýzy poměrně spolehlivě. U dalších lomů a těžebních prostor s ukončenou těžbou, které již dnes nemají ložiskový potenciál, nebylo často možné chemické analýzy dohledat. Tato ložiska jsou v mapovém podkladu zakreslena, ale chemické analýzy v nich často nikdy nebyly provedeny (historické lomy), nebo v dostupných materiálech nejsou uvedeny. Některé závěrečné zprávy a surovinové posudky byly taktéž prováděny za jiným účelem (surovina pro drcené kamenivo) než je vápenická a cementářská činnost, a proto neobsahují souhrnné chemické analýzy. K některým lomům literární prameny zcela chybí. Z těchto důvodů chemické analýzy k mnohým ložiskům nebylo možné doplnit.

Vedle obecného institucionálního využití zmíněného u předchozí mapy spočívají možnosti dalšího využití a rozvoje této databáze v potenciálu následného doplňování nově zjištěných informací (např. chemických analýz, popisu suroviny a současného stavu lokalit). Tyto informace lze získávat studiem starších informačních zdrojů (např. místní archivy, historická literatura). Další možností získávání nových údajů do této databáze je provádění dílčích studií, vzorkování daných vytipovaných lomů, studium v současnosti dostupného materiálu, získávání nových chemických analýz a dalších informací. Vhodné je taktéž sledovat recentní výzkumné a vědecké práce související s touto tematikou, ze kterých lze čerpat další doplňující údaje. Velkou výhodou této databáze je jednoduchá možnost porovnání charakteru a dostupnosti suroviny z určité oblasti či vykazující specifické požadované vlastnosti za účelem výzkumných či restaurátorských prací. Mapa by měla sloužit pro výběr vhodných a dostupných surovin pro výrobu historických vápenných poživ.

3.3 Mapa vápenných technologií

3.3.1 Výchozí informace

Základem pro vznik mapy byla Archeologická databáze Čech (Kuna – Křivánková 2006) vytvořená a spravovaná Archeologickým ústavem, Praha, v.v.i. Databáze eviduje archeologické akce a hmotné a nehmotné nálezy členěné do chronologických komponent. Ze souboru dat byly filtrovány záznamy přímo o vápenných pecích, event. informace o pyrotechnologických zařízeních, nálezech vápna či vápence, popř. jam s vápnem. Záznamy většinou vycházejí z prvního pozorování a určení v terénu, tudíž interpretace nemusí být založena na analýze materiálu. Hrozí tedy nebezpečí, že spojení nálezů s vápennými technologiemi není plně průkazné.

Opět neopominutelným zdrojem pro získání historických údajů o existenci vápenných pecí, jsou, stejně jako u zdrojů suroviny, souborná historická mapová díla z 19. století. U Císařských otisků Stabliního katastru se spíše než skutečné označení vápenných pecí objevují jejich doklady v podobě pomístních jmen, např. „Zahumenicek wapeni Pecy“, nebo „Kalkofen“. Drtivou většinu, pro tu dobu stále ještě typických drobnějších projevů pálení vápna, ale nijak nezachycují, zvláště když neměly žádný vliv na pozemkové rozlišení a rozdělení. V mapách II. vojenského mapování se občasně objevuje již přímo zkratka „K.Ö.“ pro vápenickou pec. Podobně je tomu i u III. vojenského mapování kde lze zaznamenat podstatný nárůst v té době nově vznikajících šachtových a kruhových průmyslových pecí (značka kouřícího komínu). Pozice pecí je někdy zachycena pouze značkou bez rozlišení účelu, např. s popisem „kruh“ pro kruhové pece, které mohly sloužit jak pro výrobu vápna tak cihel. Údaje zjištěné z rešerše mapových děl jsou použity v datační charakteristice lokalit.

Důležitým zdrojem informací byly rešerše v odborných periodikách, jako jsou Památky archeologické, Archeologické rozhledy, Archeologia technica apod. Další rešerše byly provedeny pomocí internetových zdrojů. Zvláště významné jsou zveřejněné vysokoškolské závěrečné práce, které často obsahují dříve nezpracovaný a nepublikovaný materiál. Ve zdrojových dokumentech jsou většinou vápenické objekty podrobně popsány a interpretovány, chronologicky zařazeny a uvedeny do kontextu naleziště (archeologické lokality).

Pro lokalizaci pecí 19. a 20. století byl využit archiv spolku Barbora a muzea skanzenu těžby a zpracování vápence v Solvayových lomech. Doplňkové údaje byly čerpány z publikací zabývajících se vývojem vápenictví (Láník – Cikrt 2001, Matoušková 1995).

Vydané písemné prameny byly pro období středověku (přibližně do 16. století) systematicky excerpovány především prostřednictvím standardních edičních řad (CDB, RBM, CIM, aj.; viz bibliografie in Suchý 2014). Od 14. století přibývá dochovaných relevantních písemných pramenů (zejména městských knih), jejichž ediční dostupnost naopak klesá. Proto byly rešerše pro širší oblast Čech a Moravy omezeny (vedle pramenných edic) na sekundární odbornou literaturu, která na základě archivních pramenů zpřístupňuje informace o místních vápenkách (zejména v městském prostředí). Systematický průzkum nevydaných pramenů byl omezen na Prahu a okolí, kde bylo možno nejen doplnit pražskou topografii publikovanou pro přelom 14. a 15. století W.W. Tomkem (1855-1901), ale získat i informace mladší (do 1. pol. 16. století). Důraz byl kladen mj. i na osoby jednotlivých řemeslníků, kteří byli s danými vápenickými procesy či provozy spojeni (vápeníci, povozníci, etc). Přesnost takto získaných informací kolísá od obecné informace o existenci městské vápenky po její přesnější umístění (např. při dané městské bráně či u vodního toku). V ideálním případě lze kombinovat různé prameny, které pak umožní sledovat existenci či činnost vápenického centra v různě dlouhém časovém úseku, což je případ mj. právě pozdně středověkého pražského souměstí (k typologii pramenů a jejich interpretačním možnostem Suchý 2015).

3.3.2 Zpracování dat a jejich interpretace při tvorbě mapy

Nejstarší archeologicky doložené technologické objekty jako přímé doklady výroby vápna na našem území (Thér – Droberjar 2009) pocházejí z doby římské a nejmladší jsou zaznamenané v nedávné minulosti. Během tak dlouhého časového období se technologie výroby vápna a škála jeho užití výrazně měnila. Pravděpodobně nejstarší technologií je pálení pomocí „milířování“. Tímto způsobem bylo zřejmě vyráběno první vápno na Blízkém východě, udržovalo se však pro maloobjemové výpaly paralelně s modernějšími technologiemi až do současnosti. V pokročilejších dvouprostorových pecích je palivo odděleno od vsázky klenbou.

Doklady prvních technologických objektů v podobě zahluobených jam se stopami procesu pálení zůstaly dochovány jen výjimečně, stejně tak konstrukční prvky pecí. Nálezy představují spíše destrukce zařízení (zřícené klenby a výmazy) doprovázené zbytky suroviny nebo produktu. Problematická je identifikace jámových (polních) vápenických pecí dokládáných často „vápnitými“ vrstvami v pyrotechnologických objektech na základě vizuálního pozorování. V případě starších výzkumů, kdy nebyly provedeny analýzy „vápnitého“ materiálu, mohou být tedy interpretace zavádějící. „Milířování“ nezanechává výrazné stopy, projevit se může zvrstvením sedimentu odrážejícím střídání vrstev suroviny a paliva v jednodrostorové jámě. (Vápenická) pec může být také určena podle morfologických znaků jako je tvar objektu nebo přítomnost reliktních klenby a výmazu stěn. Naopak u mnoha archeologicky zjištěných objektů nebyla spojitost s výrobou vápna hledána a tudíž ani identifikována.

Omezení přináší samotná archeologická evidence, ne vždy archeologové rozpoznávají, o jaký typ pece se jedná, v tom případě jsou označovány jako pyrotechnologická zařízení. Vodítkem může být nálezy produktu (vápna) nebo suroviny (vápence) ve výplni zaniklých objektů. Bohužel, ale jen zcela výjimečně byly při výzkumu zpracovány analýzy takového materiálu, a tak je v mnoha případech určení nejisté. Přínosná je informace z písemných zpráv, které dokládají, že v jednom zařízení mohlo být střídavě páleno vápno a cihly. Ve skupině archeologicky doložených zařízení na zpracování vápna je odhadem podchyceno 60 – 70 % objektů jednoznačně určených i s jistou mírou pochyb. Pro období raného novověku a industriálního období bylo čerpáno z mapových děl, jsou zde uvedeny i stojící objekty funkční ještě ve 20. století. Přes zkušenost ze zahraničí a výpověď ikonografických pramenů, máme v České republice archeologicky evidováno jen minimum karbů a vápenných mís.

Změna technologie probíhající od vrcholného středověku se projevuje i v archeologických nálezech. Z tohoto období nacházíme relikty pecí s pevnou zděnou konstrukcí (komorové/šachtové pece). I v tomto případě není vyloučeno, že jedna pec mohla být využívána jak k pálení cihel, tak i vápna. Industriální období značně změnilo konstrukci vápenek a jejich umístění. Základem úspěchu byla dopravní obslužnost, tedy převážně železniční doprava, která zajišťovala odbyt vápna ale též přísun paliva (uhlí). Konstrukce vápenek se od poloviny 19. století měnila s ohledem na rychle se rozvíjející chemicko-technologické poznatky v oblasti výroby vápna a zejména pak cementů. Vápenky se přizpůsobovaly vyšším množstevním nárokům na výrobu, druhům paliva a způsobu jejich spalování. Stavěly se šachtové pece s kontinuálním provozem na uhlí, které se smíchalo s vápencovou vsázkou a hořelo přímo v peci, anebo s vnějším topením na uhlí popř. dřevo a jiná paliva. Tento typ šachtových pecí se postupně zdokonalil a je používán i dnes společně

s rotačními pecemi. Vápno se též pálilo v kruhových pecích, které byly rozšířeny od roku 1868, kdy byla uvedena do provozu kruhová pec v Přerově dle patentu B. Hoffmanna, tzv. Hofmanka. V českém prostředí byly známy též pece od prof. Jiřího Pacolda z třetí třetiny 19. století. V částech republiky, které byly méně zasaženy průmyslem, se vápno dále pálilo v menších tradičních pecích až do první poloviny 20. století.

Období provozu evidovaných vápenických objektů je rámcově vymezeno v popisném poli „datační zařazení“. Základem chronologického členění je současný konsensus ARUP užívaný pro ADC. Číselný údaj v poli „století“ se váže k (nejstarší) zmínce o objektu v písemných pramenech nebo k jeho uvedení v historickém mapovém díle. U objektů archeologicky doložených pak vymezuje spodní hranici jeho existence, pokud ji přímé nebo nepřímé metody datování umožňují definovat. Ve výjimečných případech je zachycen přesný rok vzniku či zániku objektu (v popisném poli „rok (od)“, popř. „rok (do)“). Časové zařazení technologických objektů nestandardním způsobem a zápis událostí umožňuje textové pole „poznámka k dataci“.

3.3.3 Popis vytvořené mapy a její využití

Na mapě vápených technologií najdeme údaje o historických dokladech technologií spojených s výrobou a zpracováním vápna – tedy vápených pecích, milířích, karbech a podobně. Čerpáno bylo především z archivních a archeologických pramenů. Vzhledem k jejich povaze se jedná o doklady již zaniklých objektů, datovaných do období mladšího pravěku, středověku a raného novověku. Z industriálního období (tedy od 19. stol.) evidujeme již dochované objekty, často památkově obnovené a udržované.

Protože bylo čerpáno z pramenů archivních nejen ve smyslu historických, ale i z archivů starších archeologických výzkumů, nebylo vždy možné objekt přesně lokalizovat, v tom případě je udána přibližná poloha a uvedena míra přesnosti.

Mapa usnadňuje komparaci vztahu lidských sídel, lomů a zařízení na zpracování vápence a vápna v průběhu času. Dá se konstatovat, že umístění pecí se v mladším pravěku a středověku mění a tuto změnu můžeme dát do souvislosti s intenzitou využívání vápených technologií, především s rozvojem stavebnictví. Na jedné straně se vápenické pece nacházejí v blízkosti lomů (typické například pro 13. století), na straně druhé se vyskytují v blízkosti – někdy velmi těsné - (pravděpodobně raně středověké období, vrcholný středověk, raný novověk) historických sídel.

Mapa vápených technologií může být nadále rozšiřována pokračujícím studiem archivních pramenů a ze zdrojů stále rostoucí archeologické evidence. Její uplatnění je opět možné v několika rovinách. Je zdrojem neopominutelných informací pro oblast památkové péče, nebo je široce využitelná v oblasti vzdělávání. Velkým přínosem pro historické bádání je možnost komparace s mapami surovinových zdrojů a lomů. Přináší strukturované informace o principech v budování sídel. Neméně důležitá je zpětná vazba do archeologie, kde, jak se ukazuje, bude muset být věnována větší pozornost interdisciplinární spolupráci přímo v terénu.

4. Seznam použité související literatury

Belisová, N., 2008: K historii dobývání vápence v Českém Švýcarsku. In: Minulosti Českého Švýcarska. sborník příspěvků z historického semináře 2006, Správa Národního parku České Švýcarsko 5, s. 21-71.

ČGS, 2015: Surovinový informační systém, Česká geologická služba, mapová aplikace, přístupná na <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online> (navštíveno 28.5.2015).

Eckel E. C., 1928: Cements, Limes and Plasters: Their Materials, Manufacture, and Properties. 3rd ed., John Wiley&Sons, New York, 699 s.

Houzar, S. – Novák, M. – Doležalová, H. – Hrazdil, V. – Pfeiferová, A. 2006: Přehled mineralogie, petrografie a geologie nedvědicových mramorů, svratecké krystalinikum. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. LXXXI (2006), s. 3-77.

Kovanda J. – Balatka B. – Bernard J. – Brunnerová Z. – Březinová D. – Bukanovská M. – Cílek V. – Fridrichová M. – Havlíček V. – Holub V. – Hrdlička V. – Chlupáč I. – Kadlecová R. – Kachlík V. – Kaprasová E. – Kleček M. – Král J. – Kříž J. – Lochmann Z. – Lysenko V. – Mašek J. – Šalanský K. – Tomášek M. – Zelenka P., 2001. Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Academia, Praha, 216s.

Kuna, M. – Křivánková, D. 2006: Archiv 3.0. Systém Archeologické databáze Čech. (Uživatelská příručka). Archeologický ústav AV ČR, Praha.

Kužvart a kol., 1983: Ložiska nerudných surovin ČSR, Univerzita Karlova, Praha, 521 s.

Láník, J. – Cikrt, M., 2001: Dvě tisíciletí vápenictví a cementárenství v českých zemích. Svaz výrobců cementu a vápna Čech, Moravy a Slezska, Praha, 204 s.

Matoušková, A., 1995: Od tradičního vápenictví na území Českého krasu ke vzniku moderní továrny na výrobu portlandského cementu v Králově Dvoře v roce 1911. Královodvorská cementárna, Beroun, 85 s.

Nachtmanová, A., 1998: Stavební činnost v Rakovníku v letech 1515–1530 ve světle knihy počtů, Průzkumy památek 1/1998, s. 84-103.

Nechvátal, B., 1999: Městská cihelna a vápenka v Lounech v 16. století. In: Svatoš, M., ed.: Sciencia nobilitat. Sborník prací k počtě prof. PhDr. Františka Kavky, DrSc. ,Praha, s. 95-104.

Spalding F.P., 1898: Hydraulic cement. Its properties, testing, and use. 1st ed., John Wiley&Sons, New York, 265 s.

Suchý, M., 2014: Vápno, katedrála sv. Víta a pražští vápeníci v pozdním středověku. Výpověď písenných pramenů. In: Archaeologia historica, 39/1, Brno, s. 349-363.

Suchý, M. 2015: Vápenictví středověku, In: Tradiční vápenné technologie historických staveb (katalog), v tisku.

Thér, R. – Droberjar, E., 2009: Technologie výroby vápna a její nejstarší přímé doklady na našem území, Živá archeologie – REA, 10/2009, s. 44–47.

Tomek, W. W., 1855-1901: Dějepis města Prahy, svazek 1-12. Řivnáč, Praha.

Vachtl a kol., 1932-1961: Soupis lomů ČSR, 55 individuálních svazků vydaných v letech 1932-1961 různými autory a nakladateli, přehled dostupných svazků na <http://www.geology.cz/extranet/sluzby/knihovna>

Vachtl J., 1948: Soupis lomů ČSR č. 39, okr. Praha jih. Státní geologický ústav ČSR. Praha, 78 s.

Vachtl J., 1949: Soupis lomů ČSR č. 31, okr. Beroun. Státní geologický ústav ČSR. Praha, 108 s.