

1. Akumulace holocenních pěnoveců ve Svatém Janu pod Skalou – úvod a přehled starších výzkumů

1.1. ÚVOD

Pěnovec jsou porézní sladkovodní vápence vznikající vysrážením z tekoucích studených vod buď v blízkosti pramenů, nebo v pramenných tocích, nejčastěji v krasových oblastech. Vznik pěnoveců je obvykle spojen s podzemním oběhem srážkových vod a jejich interakcí s půdami a horninami obsahujícími karbonát.

Srážková voda prosakující půdním profilem se zde obohacuje oxidem uhličitým, kterého je v půdě obsaženo 40 až 100x více než v atmosféře (dnes zhruba 0,035 obj. % CO₂ v atmosféře a v mírném klimatickém pásu zpravidla do 4 obj. % CO₂ v půdním vzduchu). Rozpouštěním CO₂ ve srážkové vodě vzniká slabě disociovaná kyselina uhličitá, která rozpouští kalcit za vzniku hydrogenuhličitanu (HCO₃⁻). V místech, kde roztok bohatý na hydrogenuhličitan vstupuje do prostředí s nižším parciálním tlakem CO₂, tedy buď proniká ve formě skapové vody do jeskyně nebo v podobě pramenu vyvěrá na povrch, dochází v důsledku úniku CO₂ z roztoku opět k rozpadu HCO₃⁻ a ke zvýšení pH. To vede k hromadění iontů CO₃²⁻ v roztoku, k přesycení roztoku uhličitánem vápenatým a k ukládání kalcitu (podrobná diskuse chemických a izotopových rovnováh a kineticky kontrolovaných procesů během rozpouštění vápenců a během srážení krasových karbonátů viz DULINSKI – ROZANSKI 1990). Děje-li se tak v prostředí jeskyně, vzniká krápníková a sintrová výzdoba (GASCOYNE 1992), dochází-li k tomu při vývěru podzemních vod na povrch nebo v povrchovém toku, vznikají různé druhy sladkovodních vápenců. České názvosloví těchto hornin a tvarů jejich těles dosud není zcela ustáleno, je mu věnována samostatná kapitola (kap. 1. 2.).

K tvorbě sladkovodních vápenců chladných krasových vod zpravidla nedochází bezprostředně v místě vývěru podzemní vody, ale až v určité vzdálenosti od něj, když dojde k dostatečnému zvýšení pH a k výraznému přesycení roztoku karbonátovými ionty. Podle experimentálních i terénních pozorování je třeba dosáhnout několikanásobného přesycení roztoku vzhledem ke kalcitu, než dojde ke srážení (viz HERMAN – LORAH 1988 s přehledem starších prací). Nejintenzivnější srážení karbonátu nastává v místech přepadání vody přes kaskády, kde dochází k nejrychlejšímu úniku CO₂ z roztoku (JACOBSON – USDOWSKI 1975, DANDURAND et al. 1982). Celý proces ukládání kalcitu je urychlen tím, že nižší i vyšší rostliny (zejména však řasy a mechy) odebírají při fotosyntéze ve vodě rozpuštěný CO₂ (případně i HCO₃⁻) a tím urychlují srážení vápence (PRÁT 1929). Jak u travertinových těles ukládaných z minerálních vod (GUO et al. 1996), tak i u karbonátů ukládaných z chladných povrchových vod (ANDREWS et al. 1993) se v některých případech uvažuje i o velkém významu nižších primitivních fotosyntetizujících rostlin podobných bakteriím – sinic (*Cyanophyta*), které z roztoku také odebírají

rozpuštěný CO₂ a HCO₃⁻ a tím urychlují ukládání kalcitu. Karbonáty vytvořené tímto mechanismem mají většinou charakter stromatolitů nebo onkolitů a lze je odlišit i geochemicky. Jaký je v konkrétních případech význam biogenních procesů a jaký je podíl prostého úniku CO₂ z roztoku je obtížné posoudit, protože na chemismus roztoku mají oba procesy stejný vliv.

Intenzita tvorby sladkovodních vápenců krasových vod závisí na několika klimaticky kontrolovaných faktorech. Z nich nejdůležitější jsou koncentrace CO₂ v půdním vzduchu v infiltrační oblasti a množství srážek. Koncentrace CO₂ v půdním vzduchu závisí na typu půdy, dostupnosti organické hmoty v ní a na intenzitě její bakteriální oxidace. Všechny tyto faktory jsou spojeny s množstvím srážek a teplotou. Množství srážek a teplota určují také rozvoj vegetace na povrchu půdního profilu. Intenzivní tvorba sladkovodních vápenců krasových vod (a jeskynních karbonátů) je tedy v kvartéru vázána na období s teplým a vlhkým klimatem – interglaciály. V glaciálních obdobích sladkovodní karbonáty v našem teritoriu nevznikaly nebo vznikaly jen podřízeně (glaciální pěnovecová slatina byla nalezena na Červeném kopci v Brně v pozici teplejšího výkyvu spjatého s drobnotvarou paleolitickou industrií bohunicíenu o stáří asi 40 000 let, úst. sděl. V. Cílek, viz též SVOBODA 1990). Vzhledem k malé odolnosti akumulací sladkovodních vápenců vůči pozdější erozi a odnosu jsou navíc v našich podmínkách v naprosté převaze zachována jen tělesa vzniklá během posledního interglaciálu – holocénu.

Akumulace sladkovodních vápenců v krasových oblastech odrážejí vývoj klimatu a přírody v době jejich tvorby. Jak již bylo řečeno výše, intenzita tvorby těchto vápenců závisí zejména na intenzitě půdních bakteriálních procesů a množství srážek, a je tedy přímo spojena s klimatickými vlivy. Karbonátový sediment navíc dobře uchovává množství ulit drobných měkkýšů, důležitých pro biostratigrafii holocénu a analýzu paleoprostředí a často i další doklady o živé přírodě, jako jsou kosti drobných hlodavců nebo otisky částí rostlin vhodné pro paleobotanickou analýzu. Vzhledem k oxidačnímu a zásaditému charakteru prostředí jsou naopak většinou špatně zachována pylová zrna. Výhodou je však existence geochemického záznamu klimatických změn, zejména v poměrech stabilních izotopů kyslíku a uhlíku. Vztahy mezi klimatickými faktory a těmito izotopovými poměry jsou mimořádně složité, panuje však obecná shoda v tom, že izotopová data představují mimořádně důležitá data závislá na klimatu (tzv. proxy-data). Akumulace sladkovodních holocenních vápenců, ve kterých je klimatický záznam zachycen několika způsoby, proto představují v našich podmínkách velmi významné archivy vývoje přírody během holocénu, tedy nejmladšího období geologické minulosti, zahrnujícího zhruba posledních 11,5 tisíce let (hranice holocénu podle ROBERTSE 1998).

Příklady využití akumulací sladkovodních holocenních vápenců, vytvářených u krasových pramenů nebo v pramenných tocích, k získání informací o vývoji klimatu v kontinentálním prostředí s pomocí malakozoologie, datování pomocí ¹⁴C a metod geochemie stabilních izotopů je

v literatuře celá řada. Velice podrobně byla problematika datování těchto hornin a využití izotopového záznamu rozpracována v Polsku (PAZDUR 1988, PAZDUR – PAZDUR 1988, 1990, PAZDUR et al. 1988, STARKEL 1990). Podobnými přístupy byly studovány i holocenní akumulace těchto hornin v Anglii (THORPE et al. 1980, ANDREWS et al. 1994).

V Českém krasu, krasovém území protáhlého tvaru nacházejícím se zhruba mezi Prahou na SV a Zdicemi na JZ, je známo několik desítek lokalit s výskytem holocenních vápenců, které byly v minulosti opakovaně předmětem podrobných litologických a malakozoologických studií. Literatura věnovaná jednotlivým lokalitám je velmi bohatá. Přehled většiny lokalit a literatury uvádí KOVANDA (1971), přehled nejdůležitějších biostratigraficky studovaných profilů s jejich stručným popisem LOŽEK (1992). Mnohé z recentních vývěrů podzemních krasových vod Českého krasu srážejí karbonát i v současnosti (KADLECOVÁ – ŽÁK 1998).

Výjimečnou pozici má mezi studovanými lokalitami holocenních sladkovodních vápenců Českého krasu akumulace ve Svatém Janu pod Skalou nedaleko Berouna. Klimatické změny a vývoj přírody po větší část holocénu jsou zde zaznamenány v až 17 m mocném sedimentárním komplexu sladkovodních vápenců – pěnoveců. Zdejší výskyt těchto hornin je vázán na největší vývěr podzemních krasových vod v celém Českém krasu, má v rámci této oblasti největší mocnost holocenních sedimentů a značný plošný rozsah a je velmi dobře přístupný studiu. Je proto v Českém krasu nejčastěji studovanou lokalitou pěnoveců, dobře známou i v zahraničí.

Dřívější studia akumulací sladkovodních holocenních vápenců Českého krasu byla zaměřena zejména na jejich litologii a biostratigrafii. Geochronologické práce byly provedeny jen orientačně (ŠILAR 1976, HORVATINČIĆ et al. 1989, ŠILAR et al. 1990). Pro podrobnější poznání klimatických změn ve středoevropské oblasti během holocénu byla proto navržena detailní studie, využívající kromě litologie a analýzy paleoprostředí na základě malakofauny i metod geochemie stabilních izotopů a přesného datování geochronologickými metodami. Pro tuto detailní studii byla zvolena právě svatojanská akumulace. Její litologický vývoj velmi dobře odpovídá obecnému vývoji pěnovecových těles střední Evropy (viz GOUDIE et al. 1993). Lokalita navíc tvoří součást sítě 41 opěrných profilů kvartéru Českého krasu (souborný přehled in LOŽEK 1992). V blízkém okolí pěnovecového tělesa byly biostratigraficky zpracovány dva další profily – v ústí drobné jeskyně Za křížem (Maštale) ve vrcholové partii kóty U kříže (LOŽEK – HORÁČEK 1993) a profil pod tzv. Dušičkovou stěnou ve spodní partii skal těsně nad nivou potoka asi 500 m j. od obce (LOŽEK 1972). Všechny zpracované profily odrážejí stejné klimatické a environmentální změny jako svatojanské pěnovce.

S výzkumem pěnoveců bylo spojeno i tříleté sledování hydrologických parametrů svatojanského krasového pramene (kap. 5. a 6.) zaměřené na vytvoření jeho hydrologického modelu a posouzení vývoje nitrátové kontaminace pramene. Tato monografie tedy shrnuje nejdůležitější poznatky získané studiem dvou velmi různých, ale geneticky

přímo spjatých objektů – holocenní akumulace pěnoveců a současného krasového pramene ve Svatém Janu pod Skalou v Českém krasu.

1.2. TERMINOLOGIE

České názvosloví sladkovodních karbonátových sedimentů není dosud ustáleno. Nejednotnost jeho užívání vyplývá částečně z toho, že někteří autoři chápou termíny jako pramenit, travertin, pěnovec apod. jako čistě litologické (nikoliv genetické) termíny, zatímco jiní jim dávají i genetický obsah a spojují jejich užívání s určitými prostředními vzniků těchto karbonátových hornin.

Zcela ustálené nejsou ani termíny užívané k popisu morfologických charakteristik akumulací těchto hornin a jejich částí. Také používání stratigrafických termínů pro podrobné rozdělení holocénu je velmi nejednotné. V dalších odstavcích jsou proto přehledně zmíněny některé terminologické problémy. Je třeba poznamenat, že ani v anglicky psaných pracích není terminologie ustálena a významově přesná. Podrobně se problematice terminologie těchto hornin a tvarů jejich akumulací věnovali PENTECOST (1993), PENTECOST a VILES (1994) a FORD a PEDLEY (1996). Vzhledem k tomu, že tyto práce z posledních let užívají v zásadě jednotnou terminologii, pokusili jsme se české názvosloví užívané v této monografii významově sjednotit s anglosaskou literaturou.

1.2.1. Názvosloví sladkovodních vápenců

V souhlasu s JÄGEREM (1961a) rozděluje KOVANDA (1971) sladkovodní vápence následujícím způsobem:

A. vápence supraterestricko-subakvatické:

1. pramenné (fontinální) vápence, vznikající z minerálních vod (tedy silně přesycených HCO_3^-), též pramenity nebo pravé travertiny,
2. vod tekoucích (fluviálních), též nazývané pěnovce,
3. vod stojatých (limnické)
 - a) bažinné (palustrické): almy, vápnité slatiny a vápnité náslatě,
 - b) pánevní (lakustrické): sladkovodní křídly a slíny, vápnité gyttji a vápnitá bahna;

B. vápence supraterestricko-subaerické:

- 4a) pěníte z den skalních převisů,
- 4b) bradavičnaté sintry;

C. vápence subterestrické

5. všechny typy půdních karbonátů a jeskynních sintrů.

Klasifikace KOVANDY (1971) byla přejata i do Encyklopedického slovníku geologických věd (SVOBODA ed. 1983, autoři hesla J. Kovanda a Z. Kukač). V tomtéž slovníku však lze nalézt pod heslem „pramenný vápenec“ text: „(něm. Quellkalk) souborný název pro všechny usazeniny uhličitany vápenatého vysrážené z vod pramenů, popř. pramenných potoků. Typickým příkladem je pěnovec, jehož druhotným zpevněním, tj. travertinizací, vzniká travertin; na minerálních pramenech často vznikají jemně rytmičky

zvrstvené, kompaktní perfúzní vápence (pramenity). Původně se užíval pro tento typ usazenin název vápenný tuf, který však nebyl přesně definován a vzhledem k možné změně s vulkanickými tufy byl opuštěn" (autor hesla V. Ložek). Obě hesla si do jisté míry protiřečí, zatímco J. Kovanda a Z. Kukul užívali označení pramenný vápenec jako synonyma pro pramenit a vyhrazují jej pro karbonáty srážené ze silně přesycených minerálních vod, V. Ložek používá termín pramenný vápenec mnohem širěji a za typický příklad pramenných vápenců považuje porézní pěnovce běžných chladných krasových vod, řazené v klasifikaci KOVANDY (1971) mezi fluviaální vápence.

Jak u J. Kovandy, tak i u V. Ložka je používán v heslech Encyklopedického slovníku geologických věd termín travertin, avšak ani tento termín není užíván významově jednotně. V heslu, jehož autorem jsou J. Kovanda a Z. Kukul, se pojetí termínu travertin v širším slova smyslu blíží spíše významu běžnému ve starší anglicky psané literatuře. Za travertin v širším slova smyslu považují v podstatě zpevněné usazeniny CaCO_3 , které se vyloučily z pramenů a toků s vodou bohatou na hydrogenuhličitan z valné části působením různých rostlin. Termín travertin v širším slova smyslu tedy tyto autofi nadřazují termínu pěnovec. Označení travertin v užším slova smyslu (pravý travertin, travertin s. s.) používají pro označení kompaktnějších hornin vytvořených minerálními zřídly. V heslech, jejichž autorem je V. Ložek, je naopak travertin pojat více jako technický termín k označení hornin pevných, tedy řezatelných, resp. leštitelných. U sladkovodních vápenců vzniklých z krasových vod vyhrazuje V. Ložek termín travertin pro pevné formy, které však vznikly podle formulací uvedených v Encyklopedickém slovníku z více porézních a rozpadavých pěnovců většinou až druhotně, travertinizací, tedy procesem, ve kterém by měly být původně velmi porézní a nedokonale zpevněné sedimenty druhotně prosyceny krystalickým CaCO_3 , což vede k jejich podstatnému zpevnění a vzniku travertinu. I v pracích J. Kovandy lze však nalézt pasáže popisující travertinizační pochod u pěnovců. KOVANDA (1964) hovoří o tom, že „pěnovce časem dozrávají další diagenetické zpevnění, a to při tzv. pochodu travertinizačním, při němž se zpevňují a přecházejí v travertinové pěnovce či pěnovcové travertiny“.

Vzhledem k nejednotnému výkladu a použití termínů jako pramenný vápenec a travertin v česky psané odborné literatuře se pro označení rozpadavých nebo pevných, ale vždy silně porézních sladkovodních vápenců běžných chladných krasových pramenů a povrchových toků přikláname k výhradnímu užívání českého termínu **pěnovec** (anglický ekvivalent „calcareous tufa“), který budeme kombinovat s vhodným adjektivem (strukturní, masivní, pevný, rozpadavý, sypký apod.). Ve shodě s terminologií PENTECOSTA (1993), PENTECOSTA a VILESE (1994) a FORDA a PEDLEYE (1996) považujeme za typický znak pěnovců přítomnost zbytků a otisků rostlin a bezobratlých živočichů. Termín **travertin** naopak ve shodě s výše uvedenými anglicky psanými pracemi vyhrazujeme pro pevné, krystalické precipitáty z minerálních vod obvykle se zvýšenou teplotou, zpravidla řezatelné a leštitelné a často laminované,

které zpravidla postrádají hojnost zbytků rostlin a živočichů.

Potřeba vytvoření samostatného termínu pěnovec pro silně porézní a rozpadavé formy sladkovodních vápenců, vznikajících z vod krasových pramenů a povrchových toků, byla vyvolána převahou těchto forem nad pevnými karbonáty na většině našich lokalit. Jako vzor posloužil švábský lidový název Dauch – pěna, který do odborné terminologie uvedl K.-D. Jäger (JÄGER 1961a, b). Tento badatel pracoval počátkem šedesátých let na srovnání obecné stratigrafie německých (zejména durynských a saských), českých a slovenských pěnovcových výskytů a potvrdil velkou sblíženost či identitu litologických typů různých lokalit středoevropské oblasti (JÄGER – LOŽEK 1968). V. Ložek vytvořil slovo pěnovec odpovídající jak německému „Dauch“, tak staršímu českému výrazu vápenná pěna (LOŽEK 1963a). Definoval jej jako „ty usazeniny pramenů a pramenných potoků, které jsou sypké až polopevné, vždy silně porézní a snadno rozpojitelné. I zdánlivě kompaktní partie, nehledě k tvrdším hlízám, lze poměrně snadno drolit... podle soudržnosti lze rozlišit pěnovce pevné a sypké. Přejedem k pevným pěnovcům jsou odrůdy tvořené 5 až 10 cm velkými inkrustacemi, které lze souborně označit jako hlízovité pěnovce. Pevné pěnovce většinou reprodukuje rostlinné části, na nichž se vysrážely, a proto je v souladu s JÄGEREM (1961a, b) můžeme označit jako strukturní pěnovce“ (LOŽEK 1963a).

Pod termín pevný (masivní) pěnovec zahrnujeme tedy i obtížně rozpojitelné, ale vždy silně pórovité sladkovodní vápence, běžně se vyskytující buď v čelech kaskád nebo v částech jednotlivých souvrství vznikajících během klimatického optima holocénu. U těchto hornin je pro jejich použití jak pro geochronologické práce, tak i pro studium geochemického záznamu klimatických změn zásadní otázka tzv. travertinizace – tedy v literatuře popisovaného druhotného procesu vedoucího ke zpevnění horniny. Významu tohoto diagenetického procesu ve studované akumulaci ve Svatém Janu pod Skalou je věnována samostatná kapitola (2.4.1.).

1.2.2. Terminologie tvarů akumulací sladkovodních vápenců a jejich částí

Druhá důležitá skupina termínů označuje vnější tvar akumulací sladkovodních vápenců. Výraz „kupa“ označuje podle KOVANDY (1964) „terénní vyvýšení rostoucí směrem nahoru a do stran díky stálému pokrytí povrchu tenkou přetékající vrstvičkou vody. Voda zpravidla proniká středem travertinové kupy... Někdy mohou travertiny či pěnovce tvořit celkem ploché, nad sebou spočívající útvary. Je možné rozlišit svahové kupy a ploché údolní desky.“ Naproti tomu „kaskáda“ je definována (KOVANDA 1964) jako „systém stupňů vznikajících za hrázemi, které přehrazují dno údolí.“ Důležitým kritériem pro rozlišení kupy a kaskády je tedy směr proudění vody. V případě kupy přichází pramen zdola, zatímco u kaskády postupně přetéká shora přes jednotlivé údolní pěnovcové hrázky.

Nejen tato skutečnost však určuje morfologii vznikající akumulace. Velmi podstatný vliv má i stupeň přesycení roztoku hydrogenuhličitanem. U minerálních silně přesycených vod dochází ke srážení již blízko u místa vývěru, srážení je překotné a často k němu dochází na celém povrchu akumulace. To často vede ke vzniku kup s ukloněnými vrstvami na bocích, kde k ukládání kalcitu dochází z tenké vrstvičky vody stékající po celém povrchu. U akumulací pěnoveců vznikajících z běžných krasových vod, kde jsou koncentrace HCO_3^- obvykle nižší než u minerálních vod, ke srážení přímo v místě vývěru většinou nedochází. Maximální depozice je v tomto případě vázána na místa výrazného čerění vody vzdálená od pramene minimálně metry až první desítky metrů. To vede často k tomu, že na čele vznikající akumulace (bez ohledu na to, zda jde o přínos vody z krasového pramene přímo zdola nebo o údolní tok s přínosem vody shora) vznikne kaskádový stupeň, který postupně narůstá a vede k tvorbě subhorizontálně uložených sedimentů v ploché části akumulace v prostoru za čelní kaskádou. Tento typ může produkovat množství velmi rozdílných faciálních typů pěnoveců. Situace je navíc komplikována tím, že krasové prameny zpravidla vyvěrají při dnech krasových údolí nebo v jejich strmých svazích, tedy v prostředích, která neumožňují normální morfologický vývoj kupy. Vzhledem k těmto skutečnostem není v řadě případů u těles vzniklých přímo u pramene normálních chladných krasových vod jejich morfologická klasifikace jednoznačná a principy výstavby kupy a kaskády se kombinují. Vzhledem k častému překrytí akumulací tohoto typu mladšími klastickými horizonty není mnohdy snadné ani určení směru proudění vody. Otázce výstavby studovaného svatojanského tělesa pěnoveců je věnována pozornost v kapitole 2.2. této monografie.

Anglicky psaná literatura zpravidla rozlišuje formy vyskytující se na bocích údolí mimo hlavní vodoteč („valley-side forms“) a tělesa ležící přímo v hlavní vodoteči („valley-bottom forms“). Do první skupiny patří tělesa přímo spjatá s prameny, vytvářející morfologicky velmi pestrá tělesa, zatímco druhou skupinu představují hlavně pěnovec vytvářející vodopády a bariéry hradící povrchový tok (Goudie et al. 1993). Tělesa přímo spjatá s prameny lze rozdělit na proximální, nacházející se blízko pramene a distální, vyskytující se dále od místa vývěru. Proximální tělesa jsou morfologicky nejpestřejší a zahrnují kupovité formy i formy s plochým povrchem a morfologicky pestrým čelem s mikroterasami a kaskádami, zatímco část blíže ke zdroji vody může mít subhorizontální ukládání sedimentů a může být částečně hrazena (Ford – Pedley 1996). Této morfologii se nejvíce blíží studované těleso ve Svatém Janu pod Skalou.

V souvrstvích pěnoveců jsou často vloženy kromě klastických horizontů i půdní horizonty reprezentující buď období dočasného vyschnutí povrchu akumulace a její pokrytí vegetací (autochtonní půdní horizonty), nebo vytvořené redepozicí materiálu přívalovými srážkami (alochtonní půdní horizonty). Tyto půdní horizonty jsou potom překryty dalšími souvrstvími pěnoveců a dochází k jejich fosilizaci. V česky psané literatuře jsou půdy kvartéru překryté jinými

sedimenty rozdělovány některými autory na půdy pleistocenního stáří, označované jako fosilní a na půdy vzniklé během holocénu, označované jako subfosilní (ŽEBERA 1958). Toto rozdělení však dosud není užíváno jednotně a většina autorů dosud nerozlišuje ani termín „půda fosilní“ a starší termín „půda pohřbená“ a označuje jimi jakoukoliv půdu překrytou další sedimentací (tedy bez ohledu na časová kritéria). Anglicky psaná literatura rozdělení pohřbených půd na fosilní a subfosilní nezná a užívá buď termínu „buried soil“ pro půdy překryté aluviálním, sprašovým nebo jiným povrchovým překryvem mladšího materiálu ve vrstvě větší než 50 cm (Glossary of Geology, JACKSON 1997), nebo ve starších slovnících termínu „fossil soil“ pro půdu vyvinutou na starém zemském povrchu a později překrytou mladšími formacemi (Dictionary of Geological Terms, American Geological Institute, sine 1962) bez terminologického rozlišení jejího stáří. Ve shodě se zahraniční terminologií a s terminologií SMOLÍKOVÉ (in NĚMEČEK et al. 1990) se pro studované půdy v souvrství holocenních pěnoveců přikláníme k užívání termínu **půdy pohřbené**.

1.2.3. Stratigrafické a časové dělení holocénu

Rozdělení holocénu na nižší stratigrafické jednotky není v středoevropském prostoru přijímáno jednotně a řada termínů je používána nekonzistentně. Totéž platí o radiouhlíkových datech hranic těchto dílčích jednotek, která nejsou koherentní jednak vzhledem k postupnému zkvalitňování analytické metodiky a jednak i nejasným používáním konvenčních radiouhlíkových dat a dat kalibrovaných (tedy korigovaných na proměnlivou počáteční produkci ^{14}C v atmosféře na základě křivek založených na analýzách jednotlivých letokruhů v dendrochronologickém záznamu). Pro období starší než zhruba 8 000 kal. let BP byly navíc korekční křivky dostatečné kvality získány teprve kolem poloviny devadesátých let.

Ve větší části Evropy bylo poměrně široce užíváno Blyttovo-Sernanderovo členění holocénu na preboreál, boreál, atlantik, subboreál a subatlantik, založené zejména na základě studia stratigrafie rašelinišť. O podrobnější stratigrafii postglaciálu se zasloužil FIRBAS (1949, 1952). V Čechách, na Slovensku a ve východní části Německa se v podstatné části odborné komunity vžilo užívání modifikovaného schématu navrženého JÄGEREM (1969). Tento autor vyčlenil svrchní část atlantiku a spodní část subboreálu jako novou stratigrafickou jednotku označenou epiatlantik, charakterizovanou v sedimentárních profilech rychlými oscilacemi suchých a vlhkých období. V tomto upraveném schématu jsou potom jak atlantik, tak subboreál časově kratší a v absolutní časové škále jsou ohraničeny odlišnými daty. S postupem času a hromaděním dat geochronologických metod (zejména ^{14}C) začalo však být zřejmé, že holocenní vegetační změny nejsou synchronní na celém kontinentu a tak podrozdělení holocénu na jednotlivé stupně přestává být užíváno a většina novějších prací se přiklání k užívání časových dat. Porovnání obou schémat udává tabulka 1.

Tabulka 1. Porovnání klasifikace JÄGEROVY (1969) a klasického Blyttova-Sernanderova členění holocénu
Table 1. Comparison of classical Blytt-Sernander scheme of Holocene and classification of JÄGER (1969)

Blyttovo-Sernanderovo členění holocénu (časové hranice podle ROBERTSE 1998)

perioda	klima	pylová zóna	stáří (kal. roky BP)
preboreál	chladné suché	IV	11 500 až 10 500
boreál	teplé suché	V/VI	10 500 až 7 800
atlantik	teplé vlhké	VIIa	7 800 až 5 700
subboreál	teplé suché	VIIb	5 700 až 2 600
subatlantik	chladné vlhké	VIII	2 600 až současnost

Tato klasifikace pozdně glaciálních a holocenních klimatických fází byla původně vytvořena na základě stratigrafie rašelinišť a makroskopických zbytků rostlin a pojmenována podle hlavních tvůrců, norského botanika A. G. Blytta a švédského botanika J. R. Sernandera. Později byla zpřesněna na základě pylové analýzy (POST 1924).

perioda	klima	přibližné stáří (kal. roky BP)
preboreál	chladné suché	11 500 až 10 900
boreál	teplé suché	10 900 až 8 500
atlantik	teplé vlhké	8 500 až 6 800
epiatlantik	oscilace suchých a vlhkých period	6 800 až 3 400
subboreál	suché nestabilní	3 400 až 2 700
subatlantik	chladné vlhké	2 700 až 1 300
subrecent	nestabilní	1 300 až současnost

Členění holocénu ve středoevropském prostoru podle JÄGERA (1969) modifikováno v duchu následných prací K.-D. Jägera a V. Ložka (např. LOŽEK – CHLEK 1995c). Časové údaje jsou v pracích různého data ne zcela jednotné, orientačně jsou opraveny z nekalibrovaných radiouhlíkových stáří uváděných ve starších pracích na kalibrované roky BP.

I když tento stav lze považovat za nepříliš uspokojivý, je třeba konstatovat, že Jägerovo schéma odráží změny ve vývoji přírody ve středoevropském prostoru lépe. V této práci se, pokud je to možné, držíme kalibrovaných radiouhlíkových dat a tedy zejména časového zařazení jednotlivých popisovaných událostí. Pokud jsou někde užity stratigrafické termíny, odpovídají Jägerově schématu.

1.2.4. Místopisná terminologie

Řada důležitých geografických objektů ve studovaném území má v mapách různého data vydání odlišná geografická jména. Například tok protékající svatojanským údolím se ve starších mapách a většinou i v místním ústním podání nazývá Kačák, zatímco novější mapy uvádějí název Loděnice. V tomto případě se držíme jména Kačák, užívaného místními obyvateli. Ve většině ostatních nejasných případů používáme pomístní jména podle základní mapy ČSSR (12-41-13, 1 : 10 000, 1987). Pro hřeben a vrchol skály tyčící se nad Svatým Janem užíváme jméno U kříže,

pro suchou skalnatou rokli ústící do údolí Kačáku za klášterem ve Svatém Janu název Propadlé vody (výše uvedená mapa uvádí pomístní název Propadlá voda, tato forma však není frekventovaná ani v ústním podání, ani v literatuře) a pro jeho horní sv. část název U stydlé vody. Pro rozsáhlý komplex opuštěných lomů v sv. části tohoto údolí a v sv. pokračování hřebene počínajícího kótou U kříže, zahrnující i prostor U stydlé vody, lze v literatuře nalézt tři různá jména (Solvayovy lomy podle původního vlastníka, název lomy na Stydlých vodách vzniklý lidově modifikací pomístního jména a název lomy Na Parapleti, resp. lomy Paraple, frekventovaný zejména v době intenzivního dobývání v padesátých a šedesátých letech). Přikláníme se k užívání názvu lomy na Stydlých vodách, který má v současné době pravděpodobně největší frekvenci (viz též MARTÍNEK – ZEMAN 1996).

Ve shodě s našimi staršími pracemi (např. KADLECOVÁ – ŽÁK 1998) používáme pro souborné označení všech vývěrů krasových vod v okolí kláštera ve Svatém Janu pod Skalou název svatojanský krasový pramen. Jména a lokalizace jednotlivých dílčích vývěrů jsou uvedeny v kap. 5.

1.3. SOUČASNÉ PŘÍRODNÍ A KLIMATICKÉ POMĚRY

Malá obec Svatý Jan pod Skalou leží v jz. části Českého krasu, zhruba 4 km východně od Berouna, v údolí Kačáku. Podle orografického členění ČR (Český ústav zeměměřičký a katastrální, sine 1996) se toto území nalézá v sv. cípu hořovické pahorkatiny, jež náleží brdské oblasti poberounské subprovincie. Z fyto geografického hlediska je však přesněji zařazení do oblasti Českého krasu jako výrazně xerothermního území ležícího vesměs na vápniťm podkladu. Širší okolí obce je začleněno do národní přírodní rezervace Karlštejn, která je součástí chráněné krajinné oblasti Český kras.

Klimaticky se jedná o teplou a suchou oblast Čech. Meteorologické stanice s dlouhodobým záznamem teplot a srážek jsou v širším okolí Svatého Jana pod Skalou tři. Stanice v Berouně a Chrustenicích jsou součástí sítě Českého hydrometeorologického ústavu a stanice v Karlštejně provozuje Výzkumná stanice vinařská. Průměrné roční a měsíční srážkové úhrny těchto stanic i průměrné teploty se poněkud liší v závislosti na různé délce záznamu a na jejich rozdílném umístění v krajině. Obecně lze pro většinu lokalit v Českém krasu odhadnout průměrný roční úhrn srážek mírně nad 500 mm a průměrné roční teploty mezi 8 a 9 °C. LOŽEK a HORÁČEK (1993) se pokusili odhadnout průměrné klimatické parametry přímo pro vrcholovou část hřebene U kříže nad Svatým Janem pod Skalou: roční průměr srážek 510 mm, průměrná roční teplota 8,2 °C, průměrná lednová teplota -1,6 °C, průměrná červencová teplota 18,2 °C a průměrná teplota vegetační doby (IV-IX) 14,0 °C. Dílčí mikroklimatické poměry jednotlivých stanic v kaňonovitém údolí Kačáku se však mohou dosti lišit. V samotném údolí lze očekávat díky zastínění a klimatickým inverzím nižší průměrné teploty a zároveň morfolo-

gicky podmíněné rozdíly mikroklimatu na různých stavištích, jak je odráží i vegetační poměry.

Na teplých, k jihu obrácených skalách převládají rozvolněné šípákové doubravy s dřínem a společenstvy skalních stepí (PRŮŠA 1990). Severní skalnaté stěny a zastíněná místa porůstají poměrně vlhkomilnými suťovými porosty svazu *Tilio-Acerion* (převládá lípa a klen). V nižších polohách se setkáváme se smíšenými dubohabrovými porosty, které na hlubších a vlhčích půdách často přecházejí do ostrůvkovitých bučin. V nejspodnější části údolí Kačáku se uplatňují nivní olšiny.

Obec Svatý Jan pod Skalou a nejbližší okolí, včetně infiltrační oblasti svatojanského krasového pramene, leží v biologicky, geomorfologicky i geologicky mimořádně rozmanitém prostředí. Skalnaté, až 180 m hluboké údolí Kačáku přechází postupně východním směrem do měkké morfologie mělce zvlněného reliéfu modelovaného terciárními toky a odtud do plochých zarovnaných povrchů zemědělské krajiny v okolí Bubovic, Kozolup a Vysokého Újezda, modelovaných svrchnokřídovou transgresí.

Modelace území ve vlastním údolí Kačáku je silně ovlivněna horninovým složením. Silurské a zvláště devonské vápence mají tendenci k vytváření strmých skalních stupňů, zatímco břidlice a vulkanosedimentární horniny silurského svatojanského centra vytváří buď diabasové (paleobazaltové) hřbety nebo přednostně podléhají odnosu a tvoří tak rozšířené partie údolí nebo ploché deprese.

Při severním okraji obce probíhá styk mezi vulkanickou sérií tzv. svatojanského vulkanického centra, které vyčnívalo na dnešním Špičatém vrchu nad Loděnicemi až nad hladinu silurského moře (FIALA 1970, ŠTORCH 1987) a produkovalo značné množství sopečného popela usazovaného v podobě tufů v okolním moři. Většina produktů sopečné činnosti má submarinní charakter a je představována alterovanými polohami mandlovcovitých bazaltů, granulátů a granulátových tufů. Vzhledem ke kombinaci směrných a radiálních poruch vycházejí diabasy i v centru obce na pravém břehu Kačáku. Hlavní část území však leží v dobře vyvinutém vápencovém souvrství, které ve stěně pod kótou U kříže a v opuštěných lomech odkrývá vrstevní sled devonu od hraničních vrstev se silurem až do báze pragu (ve stěně pod kótou U kříže) či do svrchního zlíchovu v lomech na Stydlých vodách. Jsou zde zastoupeny zejména vápence kotýské a v menší míře i koněpruské, slivenecké, loděnické, řeporyjské, dvorecko-prokopské, zlíchovské a chýnické. Oba odkryvy mají mezinárodní význam (SVOBODA – PRANTL 1953, HAVLÍČEK et al. 1987).

Z hlediska strukturního je ve svatojanském prostoru důležitá kombinace vrásové a zlomové tektoniky. Zejména zlomová tektonika má velký vliv na morfologii, předurčuje hydrogeologické podmínky celé oblasti a místa vývěru krasových vod. Hlavní vrásovou strukturou je tzv. holyňsko-hostimská synklinála, úzká synklinální struktura jz.-sv. směru, v jejímž centru se nacházejí nejmladší sedimenty barrandienského paleozoika, prachovce a břidlice srbského souvrství. Tato synklinální struktura je zlomově porušena kombinací směrných struktur částečně přesmykového charakteru a poměrně hojných strmých radiálních

poruch nejčastěji směru SSZ-JJV. Oba typy těchto tektonických struktur mají, kromě vlivu na povrchovou morfologii a krasovou hydrogeologii, velký význam i pro vznik krasových jevů.

Dnešní charakter území je podstatně ovlivněn činností člověka. Okolí Svatého Jana pod Skalou bylo velmi výrazně ovlivněno člověkem již od pozdní doby bronzové, kdy bylo několik set metrů jv. od pramene v okolí kóty 391 (nazývané někdy „Na Třesině“ či „Květnice“) zbudováno rozlehlé hradiště a kdy pravděpodobně došlo k odlesnění dosti rozsáhlých ploch v jeho okolí (BENKOVÁ – ČTVERÁK 1998).

Plochy terén nad horní hranou kvartérní údolní sítě je od nepaměti intenzivně využíván zemědělsky. Území bylo výrazně postiženo i dobýváním vápence, zejména v prostoru dnes opuštěných lomů na Stydlých vodách sv. od Svatého Jana pod Skalou. Kromě vlivů člověka se však přírodní poměry během holocénu měnily velmi výrazně i z klimatických příčin.

Vzhledem k tomu, že po nesmírně dlouhá období geologické minulosti, prakticky po celé kenozoikum, byly vápencové horniny Českého krasu relativně blízko povrchu a tedy v dosahu rychle cirkulujících podzemních vod, představuje vývoj krasu v této oblasti samostatnou, velmi složitou otázku.

1.4. VÝVOJ KRASU

I když je tato monografie zaměřena na vývoj prostředí během holocénu a na současnou krasovou hydrogeologii, je nezbytné alespoň stručně uvést současné názory na vývoj krasu. Zejména pro krasovou hydrogeologii jsou důležité všechny cesty krasového odvodňování, vzniklé během dlouhodobého vývoje krasu.

Klasické představy o časové a genetické vazbě jednotlivých jeskynních úrovní Českého krasu na kvartérní terasové stupně povrchových toků (např. HROMAS 1968) byly postupně opouštěny, když bylo rozpoznáno velké stáří některých krasových jevů. Došlo k objevu jeskynních prostor hluboko pod úrovní skalního dna dnešní říční sítě a byly nalezeny reliktů starších (křídových a terciárních) sedimentů výškově pod úrovní hlavní pleistocenní terasy řeky Berounky (zjištěné např. již KUKLOU 1956). Většina současných představ o vývoji krasu je však založena hlavně na pozorování učiněných v koněpruské oblasti, kde rozsáhlé jeskynní systémy s několika fázemi vzniku jeskynních karbonátů a intenzivní dobývání vápence ve Velkolomu Čertovy schody umožňují podrobné studium paleokrasových jevů. Vývoji jeskyní v údolí Berounky a Kačáku je v porovnání s koněpruským prostorem v současné době věnována menší pozornost.

Pro vývoj krasu má velký význam tektonika, zejména hojně strmé struktury nejčastěji směru S-J nebo SSZ-JJV. Mnohé z těchto struktur provázejí nízkoteplotní (do cca 120 °C) hydrotermální kalcitové žíly, které byly opakovaně předmětem detailních výzkumů. Hydrotermální procesy, které vytvořily kalcitové žíly, daly lokálně vzniknout i korozním dutinám. Na časové zařazení těchto hydroter-

málních a korozních procesů a na jejich význam pro vznik krasu v rámci celé oblasti však dosud nepanuje jednotný názor. Přehled názorů a starší literatury věnované tomuto tématu uvádí ŽÁK (1999).

Vápence Českého krasu byly v dosahu relativně rychlého oběhu srážkových vod již od svrchního karbonu a ke krasování tedy docházelo již před významnou svrchnokřídovou transgresí. Přesto jsou jednoznačné doklady krasových jevů, vzniklých v tomto období, poměrně vzácné (BOSÁK 1998). V dalším vývoji krasu od svrchní křídly do současnosti lze vyčlenit několik period intenzivního krasování, vázaných zpravidla na období vlhkého a teplého klimatu. Přehledně zpracoval tuto problematiku BOSÁK (1985). V periodách vlhkého a teplého klimatu vznikal v oblasti tropický kras, charakterizovaný úzkými a hlubokými krasovými depresiemi se strmými stěnami, vyplněnými poměrně pestrými sedimenty. Tyto krasové deprese, vznikající místy prokazatelně již před svrchnokřídovou transgresí, byly zjištěny na mnoha místech Českého krasu, zejména v úrovních starých zarovnaných povrchů nad cca 350 m n. m. (např. v prostoru lomů na Stydlých vodách, RÖHLICH – CHLUPÁČ 1951).

Opakovaně během geologické minulosti, ale zejména v průběhu mladšího terciéru, bylo krasové území protékáno velkými povrchovými toky. Je možné, že ve starším miocénu existovalo v Českém krasu poměrně hluboké údolí (? údolní síť), zasahující dnem až do úrovně kolem 60–80 m nad dnešní hladinou Berounky (viz starší nepublikované výzkumy J. Kukly a V. Ložka, částečně publikováno později V. Cílkem in KUKLA – LOŽEK 1993, viz též ŠTEFEK – BOSÁK 1993). V pozdějším terciéru došlo s největší pravděpodobností k vyplnění této údolní sítě klastickými sedimenty a během kvartérního vývoje opět k její exhumaci (CÍLEK 1989). Ve své době populární neotektonické hypotézy (např. LYSENKO – SLAČÍK 1984, HORÁČEK 1980), vysvětlující přítomnost starších sedimentů v nízkých úrovních neotektonickými pohyby, nejspíše značně přecenily jejich amplitudu (viz též diskusi in CÍLEK 1989).

BOSÁK et al. (1992, 1993) uvedli do literatury představu vzniku krasových dutin i hluboko pod úrovní jednotlivých erozních bází v důsledku směšové koroze při míšení říčních a normálních krasových vod. Samozřejmě, že i při tomto procesu hrají tektonické struktury prvořadou roli. K podobným procesům dochází s největší pravděpodobností i dnes, jak dokládají volné, s řekou Berouňkou hydraulicky komunikující krasové dutiny, které zasahují až desítky metrů pod její hladinu (viz např. LYSENKO 1981). J. Bruthans kromě toho na základě teplotního modelování prokázal (kap. 5), že recentní oběh krasových vod zasahuje až do hloubek prvních stovek metrů pod povrchem.

V samotném okolí Svatého Jana pod Skalou jsou nejstarší paleokrasové jevy představovány nerovným povrchem paleokrasu s četnými, zpravidla oválnými krasovými depresiemi se strmými stěnami. Deprese jsou zaplněny pestrými sedimenty. Lze je nalézt hojně na horní etáži lomů na Stydlých vodách i dále na východ v lomu Na Branžovech (Cífkovy lomy) nebo na JV v lomu Čefinka. Jsou vyplněny

buď jen mírně přemístěnými křídovými pískovci (RÖHLICH – CHLUPÁČ 1951), světlými, málo zpevněnými slepenici, které pravděpodobně náleží křídovým peruckých vrstvám, nebo písčitémi a jílovitými třetihorními sedimenty. KADLEC et al. (1995) popsali písčité a jílovité sedimenty, které řadí do terciéru, i ve výplni jeskyně na spodní etáži lomů na Stydlých vodách. V těchto lomech i v bocích údolí Kačáku v okolí Svatého Jana pod Skalou bylo kromě toho odkryto asi 15 krasových dutin nejčastěji s délkou do 20 m (BRANDEIS – POŠMOURNÝ 1962, ČERNÝ – STEHLÍK 1966, PORKÁT 1978, JANČAŘÍK et al. 1980, ŠROUBEK – HORÁK 1989). Stáří a sedimentární výplň těchto jeskyní nebyly až na výjimky (archeologické sondy v holocenní výplni vstupních portálů) studovány.

Pro současný oběh krasových vod v okolí Svatého Jana pod Skalou je však nejdůležitější dosud neznámý krasový systém, na který je vázán vývěr krasových vod ve Svatém Janu pod Skalou. Nakolik jde o skutečný jeskynní systém s velkými volnými prostory a nakolik o systém drobných komunikujících dutin krasově-puklinové zvodně je obtížné soudit. K poznání parametrů tohoto systému přispěl i hydrogeologický a hydrologický výzkum svatojanského krasového pramene, shrnutý v kapitolách 5. a 6. této monografie. Kromě vlastního vývěru krasových vod u kláštera ve Svatém Janu pod Skalou, představují jedinou známou část tohoto dnes aktivního systému závrtky s občasnými ponory přívalových vod, nacházející se v horní části suché rokle Propadlé vody. Spojení občasných ponorů Arnika se svatojanským vývěrem bylo prokázáno (ŽÁK et al. 1996). Zatím jedinými přístupnými podzemními prostory, bezprostředně souvisejícími s recentním oběhem vod ve svatojanském systému, je nevelká propastovitá jeskyně Arnika právě v uvedeném ponoru v horní části této rokle (s dosud dosaženou hloubkou zhruba 30 m pod povrchem) a krátký fosilní (vývěrový?) kanál systému v levém (jižním) boku rokle Propadlé vody. Ten se nachází asi 100 m od oplocení kláštera a cca 15 m ode dna rokle s maximální dosažitelnou délkou do 10 m. Pokusy o prolongaci této drobné jeskyně i o proniknutí do jednoho z občasných ponorů v levém (jv.) boku údolí Propadlé vody byly v sedmdesátých letech neúspěšné.

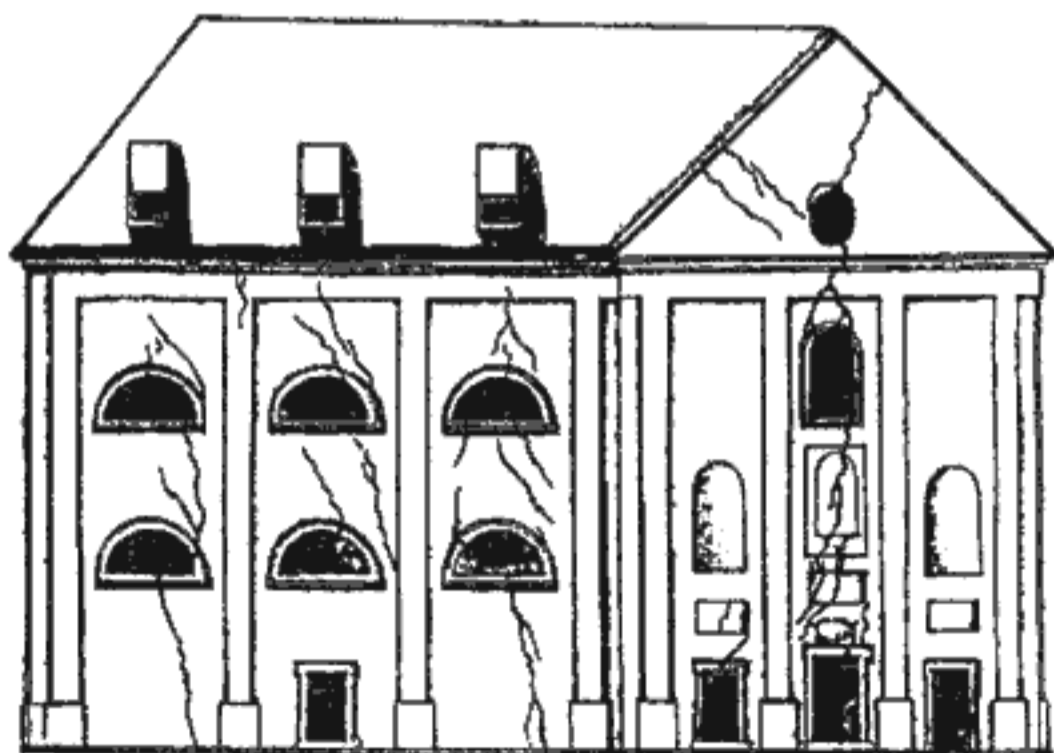
1.5. OVLIVNĚNÍ AKUMULACE PĚNOVCŮ VE SVATÉM JANU ČLOVĚKEM

Akumulace pěnovců ve Svatém Janu pod Skalou byla značně ovlivněna lidskými zásahy. Velmi významné ovlivnění lze předpokládat již v pozdní době bronzové, kdy na dvou vrcholcích v blízkosti pramene (na vrcholu U kříže a na bezejmenné kótě 391 m jv. od pramene) vznikla opevněná hradiště a místo bylo, jak dokládají četné zlomky keramiky přímo v pěnovcích, často navštěvováno lidmi (viz hodnocení nálezů in LOŽEK 1974, publikace nalezené keramiky BOUZEK 1990, popis hradiště a celkové hodnocení BENKOVÁ – ČTVERÁK 1998). V té době také zřejmě došlo k rozsáhlému odlesnění okolí (výstavba rozsáhlého opevnění na hradišti), což mohlo mít vliv na zintenzivnění účinnosti

ku přívalových srážek. F. Prošek předpokládal, že povrch akumulace byl v této době osídlen a dokonce uvažoval o hradišti přímo na tělese pěnoveců (V. Ložek, osob. sděl.).

V roce 1205 potvrdil Přemysl Otakar I. listinu knížete Břetislava, který daroval Ostrovskému klášteru kapli sv. Jana Křtitele v jeskyni. Jde nejenom o doklad o úpravách přirozené dutiny nad Ivanovým pramenem, ale také o nejstarší zprávu o českých jeskyních. Při kapli poměrně záhy, snad již kolem roku 1310, vzniklo proboštství, které bylo roku 1422 zničeno husity. S poklesem zájmu o benediktinské opatství v Ostrově u Davle dochází k rozvoji svatojanského kláštera. Roku 1517 ostrovský konvent natrvalo přesídlil do Svatého Jana. Po nálezů ostatků poustevníka Ivana se již od konce 16. století konají ke klášteru velké poutě (zmiňuje je např. Pavel Stránský v díle „O státě českém“ z r. 1633), které částečně zanikají až po 1. světové válce. Na příliv poutníků reagoval opat M. F. Sobek z Břlenberku stavbou nového konventu (1653–1678). Ještě před dokončením stavby dal opat rozšířit jeskyni sv. Ivana a současně založil nový kostel, jehož stavbu vedl Carlo Lurago (1657–1661). Během stavby došlo jednak k úpravám čelní kaskády tělesa pěnoveců, k úpravám přirozených dutin a k vyrazení dvou rozsáhlých sklepení v centrální části akumulace. Jihozápadní část akumulace pěnoveců byla částečně vytěžena a bloky pěnovce použity během stavby. Jaký je podíl pozdně holocenní eroze, těžby v 16. a 17. století a těžby na přelomu 19. a 20. století na likvidaci jz. části celé akumulace pěnoveců, je však obtížné soudit.

Dobové prameny hovoří o tom, že kostel byl založen na pozemku s prosakující vodou. Již třicet let po dokončení stavby se projevila nestabilita podloží a ve zdivu kostela se na mnoha místech objevily praskliny. Stavitel Tobiáš Schiesser zachytil trhlinami poškozený kostel na kresbě z roku 1692 (obr. 1). Můžeme z ní usuzovat na nerovnoměrné sesedání podloží stavby. Havarijní situace kostela se opakovala i v dalších stoletích. Kryštof Dienzenhofer nahradil



1. Poškozená stavba kostela sv. Jana Křtitele ve Svatém Janu pod Skalou na kresbě z roku 1692 (autor T. Schiesser), přetištěno z Encyklopedie českých klášterů, VLČEK et al. (1997).

1. Damage of the church in Svatý Jan pod Skalou as a result of groundwater activity in unstable gravel below foundations. Drawing from 1692 by T. Schiesser.

v letech 1710 až 1711 těžkou kamennou klenbu lehčí dřevěnou. Rozsáhlejší oprava kostela proběhla roku 1859, kdy byly z vnějšku přistavěny mohutné opěrné pilíře. Tato úprava však stabilitě stavby příliš nepřispěla a ještě zvýšila zatížení nestabilního podloží. V téže době byla také zvýšena úroveň dlažby v kostele (dříve byla ve stejné úrovni s jeskyní), aby se předešlo častému zaplavování interiéru kostela při povodních nedalekého Kačáku. Velmi rozsáhlá sanace stavby musela být provedena v letech 1972 až 1974 (injektáž sedimentů v podzákladí stavby systémem mikropilot). Vnější omítky byly opraveny v roce 1992 (ŠVASTAL 1972, VLČEK et al. 1997).

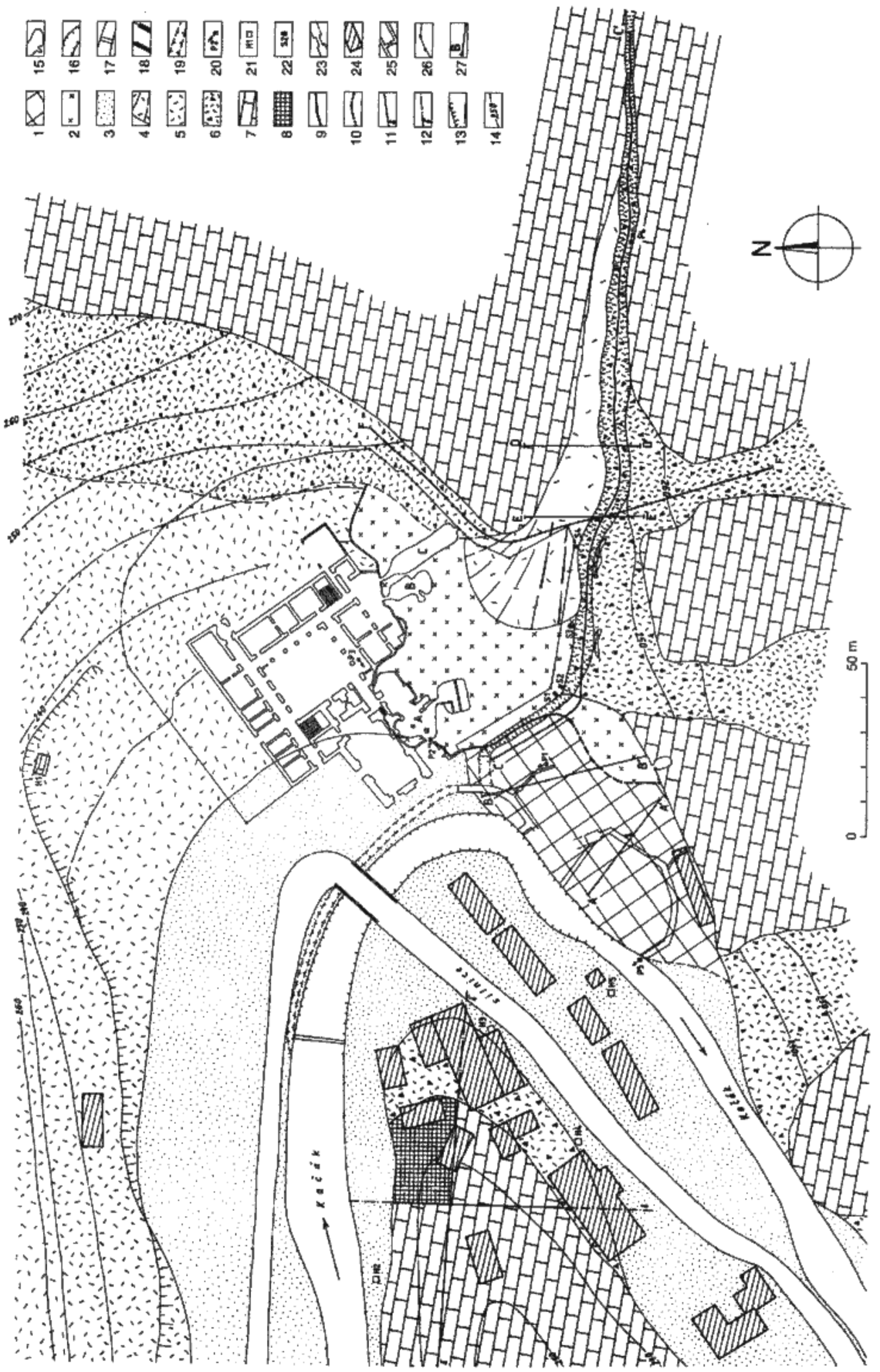
Klášter byl roku 1785 zrušen v rámci reformy Josefa II. V dražbě jej získal roku 1789 J. F. Sweerts-Sporck, který nechal v konventu zřídit textilní manufakturu. Zadní část traktu sloužila jako koželužna a později i jako papírna a pivovar. V roce 1902 zde vznikly dobře vybavené lázně, které však příliš neprosperovaly. Již roku 1915 budovu koupil řád školských bratří a za první republiky byl v budově učitelský ústav. Po 2. světové válce klášter sloužil jako objekt pod správou Ministerstva vnitra a dnes je v něm opět umístěna škola. Historická problematika Svatého Jana pod Skalou nebo některé její aspekty byly opakovaně zpracovány

2. Geologická mapa akumulace pěnoveců a jejího nejbližšího okolí ve Svatém Janu pod Skalou (podle F. Králíka 1968–1969, upraveno a doplněno).

Holocén: 1 – navážka, 2 – pěnovec, 3 – fluvialní písky a písčité štěrky; pleistocén–holocén: 4 – deluviofluvialní hlinitokamenité sedimenty; pleistocén: 5 – deluvialní hlinitokamenité sedimenty s bloky; paleozoikum: 7 – silurské a devonské vápence, 8 – silurský diabaz; 9 – hranice geologických těles (současné ohraničení akumulace pěnoveců tučnou čarou), 10 – předpokládaná hranice geologických těles, 11 – zlom, 12 – zakrytý zlom, 13 – dno rokle Propadlé vody, 14 – vrstevnice, 15 – jeskyně, sklep (A – jeskyně sv. Ivana, B – uhelný sklep, C – ovocný sklep), 16 – koryto Kačáku, 17 – zbytky jezu, 18 – most, 19 – zasypaný náhon, 20 – prameny (P1 – Ivanka, P2 – Ivan, P3 – kotelná, P4 – občasný pramen v údolí Propadlé vody, P5 – výtok z chodeb), 21 – studna (H1 – současná studna kláštera), 22 – kopaná sonda (S1 – hlavní ražená šachtička s výzkumným vrtem ve dně), 23 – podzemní chodba (stropy částečně odkryty v roce 1999), 24 – budova, 25 – zdi kostela a kláštera, 26 – zeď klášterní zahrady, 27 – linie geofyzikálního profilu.

Fig. 2. Geological map of the calcareous tufa accumulation and its surroundings in Svatý Jan pod Skalou (After Králík 1968–1969, modified and supplemented).

Holocene: 1 – anthropogenic deposits, 2 – calcareous tufa, 3 – fluvial sands and sandy gravel; Pleistocene–Holocene: 4 – deluviofluvial loamy sediments with stones; Pleistocene: 5 – deluvial loamy sediments with stones and blocks; Paleozoic: 7 – Silurian and Devonian limestones, 8 – Silurian diabaz; 9 – geological boundaries (limits of calcareous tufa accumulation in thick line), 10 – assumed geological boundary, 11 – fault, 12 – covered fault, 13 – Propadlé vody Valley bottom, 14 – contour line, 15 – cave, cellar (A – St. John's Cave, B – coal cellar, C – fruit cellar), 16 – Kačák Stream channel, 17 – destroyed weir, 18 – bridge, 19 – filled up lead, 20 – spring (P1 – Ivanka, P2 – Ivan, P3 – boiler room, P4 – episodic spring in the Propadlé vody Valley, P5 – outflow from subsurface corridors), 21 – well (H1 – main recent well of the Monastery), 22 – dug test pit (S1 – main test pit with drilling in its bottom), 23 – subsurface corridor, 24 – building, 25 – walls of church and monastery, 26 – wall of monastery garden, 27 – geophysical section line.



(ZAP 1860, KOREIS 1897, KOREIS 1905, AMORT 1913, KOTRBA 1944, ČAPEK 1985, sine 1994, ŠTASTNÝ 1996, VLČEK et al. 1997, ČÁKA 1997, BUDIL – ŽÁK 1999).

Benediktinský klášter, poutní kostel s Ivanovou jeskyní i samotné pěnovecové těleso s pramenem představují z přírodovědeckého i historického pohledu mimořádně hodnotné místo, kterému je věnováno nejenom mnoho vědeckých prací, ale také řada popisů (viz např. CÍLEK 1988, 1990a, b) a reflexí v dílech tak významných autorů, jako je Václav Hájek z Libočan (Kronika česká, 1541), Fridrich Bridel (Život svatého Ivana, 1657), Bohuslav Balbín (Miscellanea historica regni Bohemiae, 1656) i v díle J. J. Kollára, K. H. Máchy, V. B. Třebízského, I. Slavíka, B. Hrabala a dalších. Důkladnou textovou kritiku textu Fridricha Bridela z roku 1657, včetně přehledu dalších barokních prací vázaných na lokalitu, uvádí VAŠICA (1995).

Z přírodovědného hlediska je zejména důležitá kniha vydaná synem dvorního lékaře Rudolfa II. GUARINONIEM (1610), ve které je zachyceno pozorování vzniku krápníků v dnes odlámané jeskyni ležící v prostoru lomu na Stydlých vodách (viz též SKUTIL – BOČEK 1949, překlad části knihy „Svatojanská voda podivná“ uveden in Speleo 22, 33–34, 1996). Cennou informací rovněž přináší rukopis Mauritia VOGTA „Bohemia subterranea“ asi z roku 1729 (knihovna Nár. muzea v Praze), který se zmiňuje o „jeskyni z kamene pěnného, ve kterémžto kameni listy dubů své otisky ukazují, jako by živé byly“ (citováno podle SKLENÁŘE 1984, str. 141). SKLENÁŘ (1984) se rovněž odvolává na Katalog přírodovědné sbírky Ignáce rytíře Borna z roku 1775, který ve skupině zkamenělých fosilií uvádí „lidskou kost zvápenatělou bílou ve vápenné usazenině poblíž kláštera nalezenou“. Rovněž ZAP (1860) cituje rukopisný pramen, podle kterého byly při tesání krypty v roce 1712 nalezeny „dva lidské hnáty neobvyklé velikosti, které po celá léta ležely na zemi u vchodu do jeskyně na podiv poutníků“. K lidským pozůstatkům se nedá říci nic určitého – mohly to být pozůstatky současné s tvorbou pěnoveců, tedy neolitického až eneolitického stáří, ale pravděpodobněji kosti deponované v pozdější době do krasové pukliny (pozdní doba bronzová – halštát), nebo dokonce kosti středověkých mnichů. PETRBOK (1923b) ve své knize „Pračlověk“ doslova uvádí: „Sv. Ivan, 1888, u Karlotýna. Ing. Neumann v této jeskyni přišel na mnoho kostí pleistocenních savců. Na některých je podle Woldřicha patrné opracování člověkem“. Tento úryvek je zavádějící, protože jde o jinou jeskyni. Nad železnicí mezi Srbskem a Karlštejnem, ve skalním defilé známém jako „Vanovice“ (původně pravděpodobně „Ivanovice“), měla ležet jiná sluj sv. Ivana, která byla zničena stavbou železnice koncem minulého století. Podrobněji tuto záměnu dvou jeskyní sv. Ivana, totiž ve Svatém Janu pod Skalou a u Srbska, komentují FRIDRICH a SKLENÁŘ (1976).

1.6. PŘEHLED STARŠÍCH VÝZKUMŮ PĚNOVCŮ VE SVATÉM JANU POD SKALOU

V úvodních kapitolách byla citována řada pramenů majících vztah k širšímu kontextu sledovaného území a ke tvor-

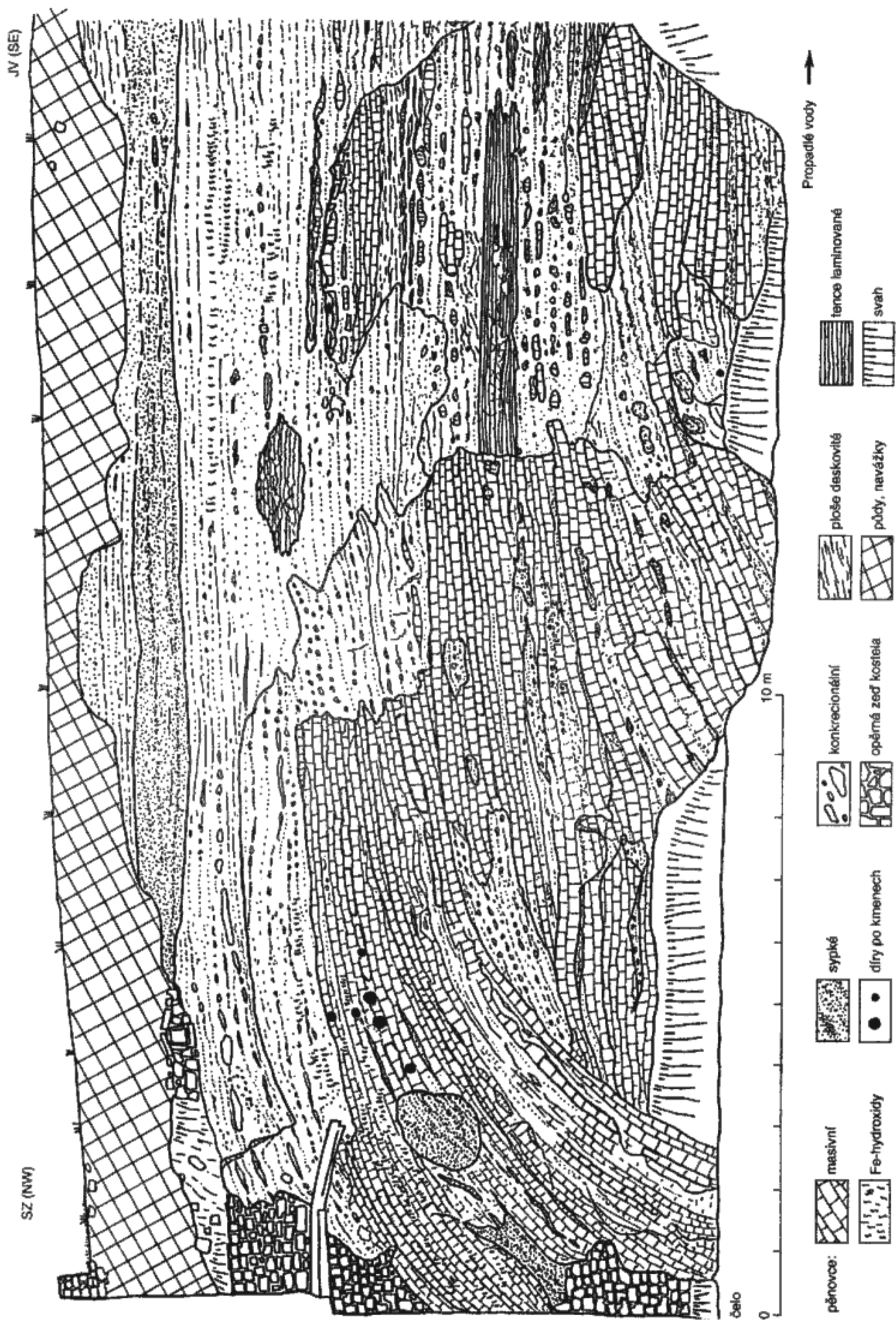
bě pěnoveců. Proto na tomto místě budou stručně shrnuty hlavní práce, které mají bezprostřední vztah k pěnovecové akumulaci ve Svatém Janu pod Skalou a k problému její reprezentativnosti jako opěrného bodu středoevropské stratigrafie holocénu. Základním problémem zdejšího pěnovecového tělesa je neexistence nějaké zásadní, syntetizující studie a roztřídění řady drobných, často opakovaných výsledků do nejméně padesáti prací (přehled starších prací viz KOVANDA 1971).

Pěnovce ve Svatém Janu pod Skalou sloužily až do konce 2. světové války spíše jako instruktivní příklad „travertinového tělesa“ a jsou uváděny v mnoha učebnicích (KREJČÍ 1877, POČTA 1917, SLAVÍK 1930). J. Babor, autor první kvartérní malakozoologické monografie (BABOR 1901) se stručně zmiňuje o nálezech z „travertinů“ Českého krasu, které však považuje za recentní. Československá vlastivěda z roku 1930 (Díl I. – Příroda, str. 299) označuje svatojanské těleso za nejznámější travertinový výskyt na území Čech.

Prvním badatelem, který zdejší pěnovecům věnoval opakovanou, ale nesoustavnou pozornost, byl J. Petrbok (PETRBOK 1923a, 1923b, 1925, 1933–1934, 1936, 1940, 1941a, 1956a), který se omezil na stručný popis geologických poměrů a torzovité malakozoologické sběry. Z důležitých poznatků uvádí, že akumulace spočívá na terase Kačáku. Tento správný závěr byl nejspíše učiněn na základě nesprávného pozorování. Skutečná báze pevných pěnoveců leží ve značné hloubce pod povrchem hluboko pod hladinou podzemní vody a v té době nebyla nikde přístupna studiu.

Krátce po 2. sv. válce na lokalitě působili F. Prošek a V. Ložek. F. Prošek našel na povrchu pěnoveců poměrně hojný střepevý materiál a předpokládal, že vrchol akumulace byl osídlen zejména v pozdní době bronzové, ale výsledky nestihl publikovat (V. Ložek, ústní sdělení). Další keramický materiál později našel V. Ložek a vyhodnotil J. Bouzek. Nalezená keramika byla, kromě krátkých zmínek ve starších pracích (LOŽEK 1974 aj.), podrobněji zobrazena a vyhodnocena v práci BOUZKA (1990) a širší klimatické souvislosti byly diskutovány BOUZKEM (1993). Dnešní poznatky a objev rozsáhlého hradiště v blízkosti pramene, které objevil K. Žák v souvislosti s výzkumnými pracemi ve Svatém Janu, však naznačují jiné souvislosti (přehledné hodnocení archeologické situace viz BENKOVÁ – ČTVERÁK 1998).

V. Ložek v šedesátých letech s K.-D. Jägerem důkladně vzorkovali profil akumulací; vymezili zde téměř 40 různých vrstev, které byly orientačně analyzovány z hlediska malakostratigrafie. Studium mělo vyústit v širší práci, ale bylo komplikováno jak nezvykle vysokým počtem ulit v jednotlivých vzorcích (až desetitisíce jedinců), tak pracovním zaneprázdněním obou autorů. V. Ložek několikrát publikoval náčrt studovaného profilu nebo jeho předběžný popis (LOŽEK 1955, 1959, 1960, 1964, 1967, 1973b, LOŽEK – CÍLEK 1995a) a podal základní, dodnes platnou charakteristiku zdejší sedimentace, která vplynula do několika syntetizujících prací (JÄGER – LOŽEK 1968, JÄGER 1969, LOŽEK 1973a, LOŽEK – CÍLEK 1995c). Lokalita byla



3. Levá část hlavního profilu (zhruba mezi pramenem P2 a šachticí S1 na obr. 2) vzniklá těžbou pěnovce s horní polovinou mocnosti tělesa. Čelní kaskáda je na levé straně profilu (orig. V. Cílek).

3. Left part of the main profile (roughly between spring P2 and excavated pit S1 in Fig. 2) showing the upper half of the calcaeous tuff deposit. Frontal cascade is on the left side of the drawing.

zahrnuta a popsána i v průvodcích popularizujících geologické zajímavosti v okolí Prahy (CHLUPÁČ 1988, 1999).

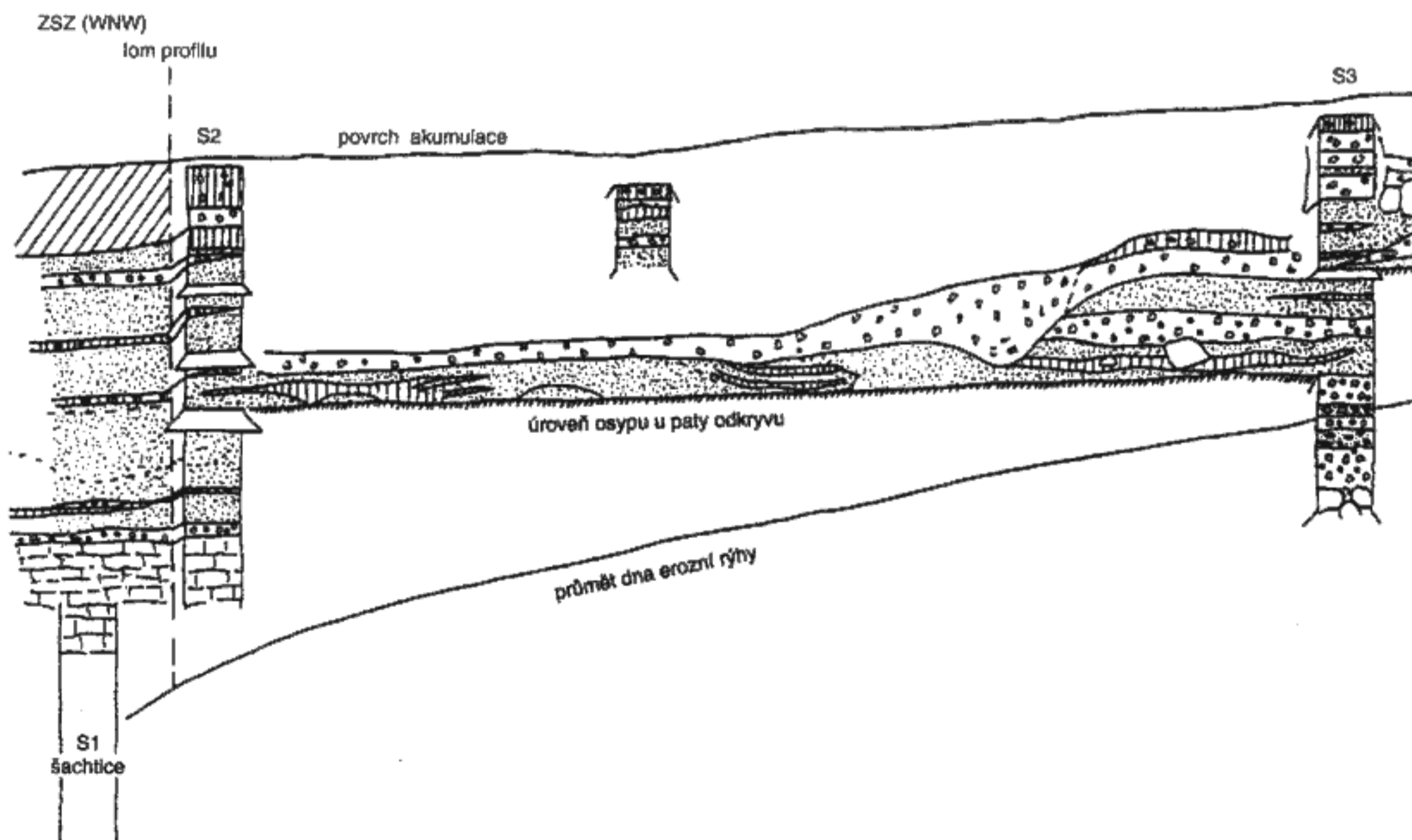
Nové, velmi důležité výsledky výzkumu svatojanského tělesa přinesly až společné výzkumy J. Kovandy, V. Ložka a K.-D. Jägera, které přehledně zhodnotil Kovanda (in ŠIBRAVA et al. 1969) a uvedl je v seznamu pěnovecových a travertinových lokalit na území Československa (KOVANDA 1971). Pracovníci tehdejšího ÚÚG dali u cesty do údolí Propadlé vody v horní třetině akumulace, v místech již dříve očištěných V. Ložkem a K.-D. Jägerem, razit zhruba 7 m hlubokou šachtici, která prošla mocným, vcelku homogenním souvrstvím pevných pěnoveců a zastavila se až na úrovni podzemní vody. J. Kovanda kromě toho dokumentoval a publikoval tři profily vykopené v boku mladé erozní rýhy zhruba 5, 20 a 40 m od šachtice východním směrem (KOVANDA in ŠIBRAVA et al. 1969). Lokalizace těchto objektů je patrná z obrázku 2 v kapitole 2. V této práci je však profil podán pouze schematicky a slouží spíš jako ilustrace souborného článku. V naší studii proto vycházíme z původní dokumentace sond, kterou nám poskytl jak J. Kovanda, tak i V. Ložek a K.-D. Jäger (nepublikované rukopisné materiály z let 1960–1962).

Fytopaleontologické zhodnocení zdejších pěnoveců nebylo téměř provedeno, přestože (zvláště v podzemních prostorách) je možné pozorovat četné otisky a inkrustace mechů, parožnatek, listů, úlomků dřev a rostlinných drtí se zastoupením ostřice. VOGTEM (1729) zmíněné dubové listy byly pozorovány ve dvou menších úlomcích ve stropu pohřební komory Ivanovy jeskyně. Je pravděpodobné, že za Vogtových časů, kdy těžba stavebního pěnovce probíhala na sušším okraji akumulace, byly hojnější, zatímco dnes mezi nejčastější otisky patří listy olše, která je spíš vázána

na vlhké a mokré partie přetékané krasovým vývěrem. NĚMEJC (1927, 1928, 1942) považuje flóru svatojanského tělesa za velmi chudou. Nalezl zde *Acer pseudoplatanus* L., *Sambucus ebulus* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus* sp. Z těchto dřevin zde javor klen roste dodnes, lípa srdčitá a done dávna i jilm jsou běžnými zástupci suťových lesů a pouze bez chebdlí jako křovina prosvětlených hájů, teplých strání a vinic zde dnes již nebyl nalezen. Je zajímavé, že v pěnovecích Českého krasu nebylo nikdy nalezeno jehličí, což ukazuje na nižší zastoupení jehličnatých dřevin než dnes.

KOTLABA (1962) objevil a popsal na vzorku pevného pěnovce otisk kapradiny s názvem jelení jazyk (*Phyllitis scolopendrium* L., Newm.), která je dnes na území Čech pravděpodobně vyhynulá. V Českém krasu bylo několik (uměle vysazených ?) exemplářů nalezeno v údolí Bubovického potoka (Břesnice) v místě u tzv. Bubovických vodopádů. Otisky listů této kapradiny byly ve svatojanských pěnovecích popsány již dříve (PETRBOK 1956a). Nálezy této kapradiny ve Sv. Janu ukazují, že muselo jít o poměrně hojný druh, později vyhynulý při změně prostředí – pravděpodobně při některé ze suchých klimatických fází. V Karpatech tato kapradina charakteristicky obsazuje, a to někdy v podobě celých porostů, boky vápencových skalnatin a čela pěnovecových těles (KOTLABA 1962).

Počátkem sedmdesátých let došlo v souvislosti se statickým narušením kostela k sanaci základů stavby systémem injektážních vrtů, které přinesly informace o podloží stavby (ŠVASTAL 1972, KRÁLÍK 1974). V roce 1987 byla prozkoumána celá Ivanova jeskyně včetně vertikálních partií a byla objevena drobná prostora nad klenbou hlavní síně jeskyně (CÍLEK 1988). V osmdesátých letech byly zaměřeny a zdokumentovány i zbytky podzemních chodeb a štol na po-



zemku bývalé sodovkárny pocházející z přelomu 19. a 20. století, které po likvidaci stavby po roce 1905 upadly v zapomnění (rukopisná mapa A. Jančaříka a J. Schwarzer). Všechny tyto objekty jsou znázorněny v mapě (obr. 2).

Geochemické a geochronologické práce byly před zahájením nových výzkumných prací na vzorcích pěnovců ve Svatém Janu provedeny jen orientačně. Vzorky pro první datování pěnovců metodou ^{14}C odebral J. Šilar v roce 1973, jejich aktivity ^{14}C změřil W. Rauert (Institute für Radiohydrometrie v Mnichově) a data publikoval ŠILAR (1976). Další datování pěnovců a měření aktivit radiouhlíku v hydrogenuhlíčitanu vody recentního pramene publikovali HORVATINČIĆ et al. (1989), ŠILAR et al. (1990) a ŠILAR a ZÁHRUBSKÝ (1999). Hydrogeologická a hydrologická literatura vztahující se k svatojanskému krasovému prameni je citována v úvodu kapitoly 5.

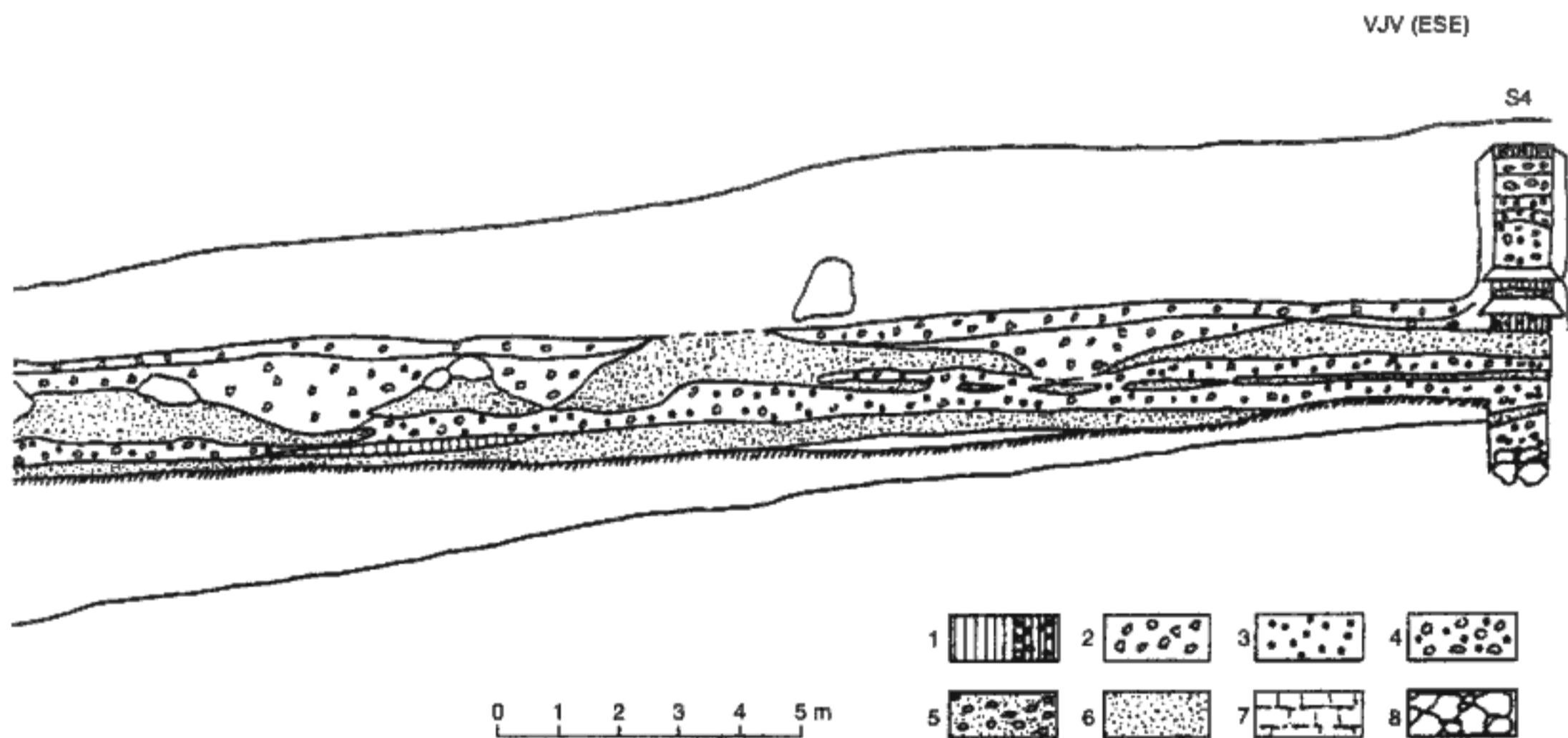
Dílní poznatky, získané během nových výzkumných prací zaměřených jak na pěnovce, tak i na krasový pramen ve Svatém Janu pod Skalou, byly v průběhu tří let výzkumných prací (od roku 1995 do roku 1998) shrnuty ve výzkumných zprávách a publikovány ve formě konferenčních abstrakt, exkurzních průvodců a drobnějších prací, zaměřených na některé dílní aspekty celé problematiky. Vzhledem k tomu, že všechny získané poznatky jsou shrnuty v této monografii, nepovažujeme za účelné tyto dílní a většinou velmi stručné práce uvádět nebo citovat v textu. Všechny jsou však uvedeny v seznamu literatury.

2. Geologický, morfologický, litologický, paleopedologický a mineralogický popis pěnovců

Lokalizace a plošné rozšíření studovaného tělesa pěnovců ve Svatém Janu pod Skalou jsou společně s geologickou situací nejbližšího okolí znázorněny v mapě (obr. 2). Mapa obsahuje i lokalizaci dalších důležitých objektů:

- umístění vrtu a výzkumné šachtice S1 a dalších sond,
- lokalizaci pramenů a studní,
- průběh geofyzikálních profilů,
- rozmístění podzemních prostor (jeskyní, sklepů, štol a podzemních chodeb),
- rozmístění hlavních staveb.

Za základ této mapy byla použita rukopisná mapa v měřítku 1 : 10 000 se zákresem geologické situace podle mapování před sanací objektu kostela (KRÁLÍK 1968–1969). Do ní byly doplněny některé nově zaměřené objekty a nově studované profily. Geologická situace a zákres tělesa pěnovců byly podstatně zpřesněny. Geodetické a nivelační zaměření objektů v okolí pěnovcového tělesa a zmapování podzemních chodeb pod pozemkem jv. od kostela provedli členové České speleologické společnosti, ZO 1–05 Geospeleos. Jako základ výškového zaměření některých důležitých objektů byl užit bod č. 100 státního nivelačního pořadu s úda-



4. Původní terénní dokumentace výzkumných sond S2, S3 a S4 ve v. části hlavního profilu, blíže k vyústění rokle Propadlé vody (lokalizace sond viz obr. 2). Podle nepublikovaných materiálů J. Kovandy (1961–1962), s interpretací propojení jednotlivých sond. Lichoběžníky představují stupně v kopaném profilu.

1 – půdy a půdní sedimenty, 2 – nejmladší hlinito-klastické svahové sedimenty, 3 – svahové sedimenty s drobným štěrčkem, 4 – písčito kamenité svahové sedimenty, 5 – detrit cementovaný pěnovcem, 6 – písčité, hlinité a strukturální pěnovce, 7 – pevné strukturální pěnovce, 8 – vápencové bloky.

4. Original field documentation of excavated pits S2, S3, and S4 in the right (eastern) part of the main profile, close to the outlet of the Propadlé vody gorge (for location see Fig. 2). Based on unpublished materials by J. Kovanda (1961–1962).