

# Vyhodnocení fluviálních sedimentů a paleoekologická rekonstrukce prostoru ulice Křenová v Brně

Assessment of fluvial sediments and palaeoecological reconstruction of the area of Křenová street in Brno

Kristína Majorošová<sup>1</sup>✉, Jan Petřík<sup>1</sup>, Libor Petr<sup>2</sup>, Jarmila Bíšková<sup>3</sup>, Róbert Antal<sup>4</sup>, Hynek Zbranek<sup>5</sup>, Katarína Adameková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika

<sup>2</sup> Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika

<sup>3</sup> Ústav archeologické památkové péče Brno, v.v.i., Kaloudova 1321/30, 614 00 Brno, Česká republika

<sup>4</sup> Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i., Čechyňská 363/19 602 00 Brno, Česká republika

<sup>5</sup> Archaia Brno, z.ú., Bezručova 78/15 602 00 Brno, Česká republika

## Key words:

fluvial sediments, environmental geology, palaeoecology, Brno-Křenová, Czech Republic

✉ 423320@mail.muni.cz

## Editorka:

Pavla Tomanová Petrová

## Abstract

Fluvial archives are a rich source of information about the environmental impact of the local industry in the past. This research is focused on Holocene fluvial sediments that were excavated in the area of Křenová Street in Brno, Czech Republic. The area was researched during the rescue archaeological excavations, which unearthed the defunct Svitava river channel and its banks together with wooden constructions and archaeological artifacts from the 13<sup>th</sup> to the 16<sup>th</sup> century. Three profiles were documented and lithostratigraphically described. Samples for the palaeoecological and chemical analyses and granulometry were taken from the excavated trench S11. The finding of the rivers' point bar and the shape of the riverbed allowed us to determine that the river was meandering. Analysed pollen profile of the medieval riverbed shows species-rich vegetation in close proximity of the medieval town and progressing urbanization. Results from chemical analyses shows that the area was not significantly polluted. The source of most of the probable contamination were surrounding sumps, as is indicated by slightly elevated concentrations of phosphorus in the sediments.

## Úvod

Výplně současných niv vznikaly v průběhu holocénu především v závislosti na různých faktorech včetně výkyvů klimatu, změn vegetačního krytu a narůstajícího lidského vlivu (Kadlec et al. 2009). Například v Polsku byly zaznamenány vyšší hodnoty sedimentace s výraznou mimo korytovou sedimentací v době římské a ve vrcholném středověku (Starkel 2005). Proces v novověku dále akceleroval a vyvrcholil umělou regulací říčních koryt. Zvyšující se antropogenní tlak na říční síť se může projevit také nárůstem znečištění koryt včetně kontaminace některými chemickými prvky. Koncentrace kontaminantů v sedimentech, které byly transportovány řekou, je časově i prostorově variabilní. Může být často ovlivněna krátkodobými redistribučními událostmi jako jsou například záplavy, které mohou erodovat a transportovat kontaminovaný sediment dále po říčním toku. Proto mohou vysoké koncentrace antropogenních kontaminantů, například těžkých kovů, korelovat se záplavovými vrstvami (Bábek et al. 2011).

Fluviální archivy tak mohou být bohatým zdrojem informací o environmentálních dopadech průmyslu a sídlištních aktivit v minulosti. Archeologické výzkumy související s developerskou činností mohou umožnit přímé studium historické kontaminace nivních a říčních sedimentů v městském prostoru. Díky těmto výzkumům je možné studovat, jak interaguje říční niva s člověkem v prostoru městské aglomerace a zároveň jak se může odrážet antropogenní, případně klimatický impakt na vývoji říční nivy v průběhu staletí.

## Doporučená citace článku:

Majorošová, K., Petřík, J., Petr, L., Bíšková, J., Anal, R., Zbranek, H. (2023). Vyhodnocení fluviálních sedimentů a paleoekologická rekonstrukce prostoru ulice Křenová v Brně. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 30, 1–2, 56–65.

DOI: <https://doi.org/10.5817/GVMS2023-33676>

Předmětem této studie jsou holocenní fluvialní sedimenty odkryté v prostoru ulice Křenová, v městské části Brno-Střed, kde proběhl v období 2018–2019 záchranný archeologický výzkum. Archeologický odkryv zde zachytil zaniklé koryto, jeho břeh s dřevěnými konstrukcemi a středověké až novověké artefakty datované do 13. až 16. století. Současně probíhal záchranný výzkum v nedalekém areálu bývalého textilního podniku mezi ulicemi Dornych a Přízová, který umožnil sledování sedimentárního a geomorfologického vývoje nivy řeky Svatky (Čižmář et al. 2018).

Cílem výzkumu je odhalit, zda se v prostoru ulice Křenové nalézají fluvialní sedimenty Svatky, Svitavy či Ponávky, geochemické posouzení historického znečištění sedimentů nivního prostředí, paleoekologické vyhodnocení sedimentů z hlediska palynologie a malakozologie. Tento článek se soustředí převážně na výsledky výzkumu vzorků z dokumentačního bodu Log1, označeného také jako profil R71 v sondě S11.

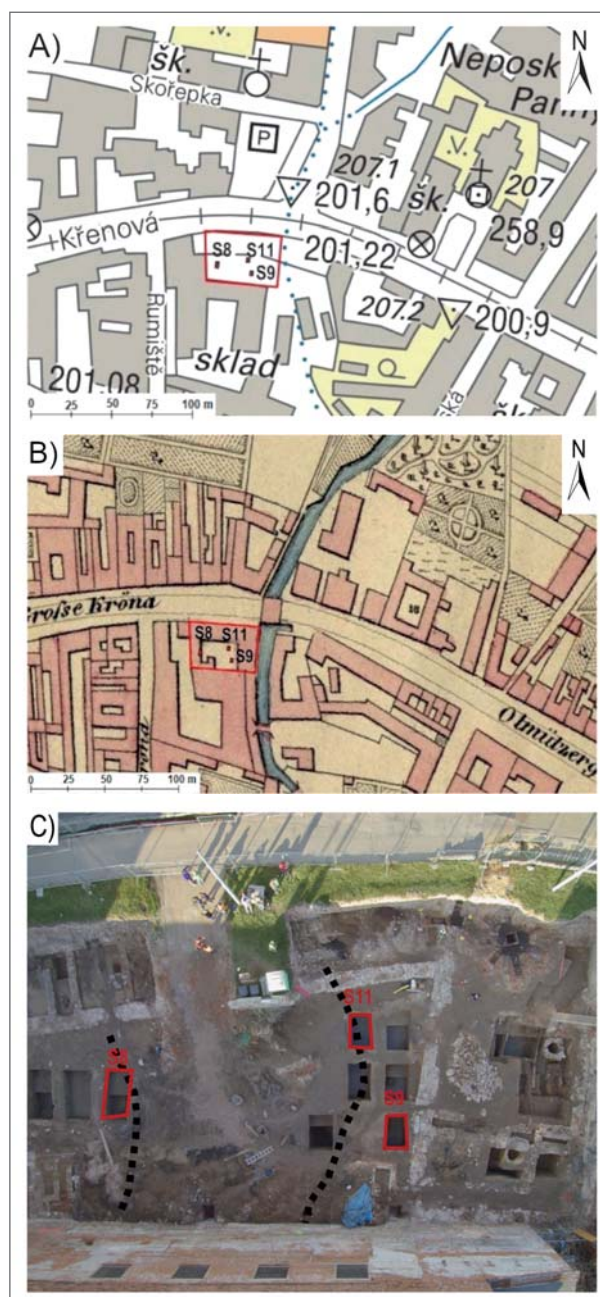
### Lokalita

Zkoumaná lokalita se nachází v prostoru ulice Křenová v katastrálním území Trnitá v Brně (N 49,1917053 E 16,6177528). Prostor má rovinatý charakter s velmi mírným úklonem k jihu a nadmořská výška se na lokalitě pohybuje kolem 200 m. Z geomorfologického hlediska je lokalita součástí společné nivy řeky Svatky a Svitavy, jejichž soutok se nachází o 5 km jižněji a vzdálenost řek v tomto prostoru je 1,5 km. Zkoumaná niva náleží prostoru Dyjsko-Svrateckého úvalu a řeky Svitavy (Demek et al. 2006). Prostor výzkumu se nachází taktéž v těsné blízkosti vodního toku Staré Ponávky, oproti ulici Vlhká. Geologicky se lokalita nachází na území karpatské předhlubně, která je tvořena neogenními sedimenty spodního badenu. Kvartérní sedimenty jsou litologicky tvořeny zelenošedými až modrošedými vápnatými, jemně písčitými jíly s vložkami silně jílových písků. Na lokalitě se kvartérní sedimenty vyskytují v podobě fluvialních uloženin řek Svatky a Svitavy. Z historického hlediska zkoumaná oblast patřila k předměstí Brna a začala se výrazněji vyvíjet nejpozději na konci 13. století. V polovině 14. století byla Křenová ulice oboustranně zastavěna a tvořila část I. předměstské čtvrti v Brně. Poslední fáze výstavby na lokalitě se odhaduje na konec 18. století, kde v části pavlačového domu vznikla v roce 1771 barvířská dílna (Antal 2019).

### Metodika

Na lokalitě byly vybrány čtyři dokumentační body (obr. 1A), u kterých byl proveden litofaciální a sedimentologický popis. Orientace a sklon vrstev byly měřeny pomocí geologického kompasu.

Bylo odebráno 21 vzorků z profilu Log1 o hmotnosti přibližně 100 g byly odebrány do plastických sáčků a byly použity na prvkovou chemickou analýzu, palynologii a malakozologickou analýzu. Litofaciální popis jednotlivých profilů byl zpracován v programu Strater 5. Chemické složení bylo analyzováno pomocí energiové disperzního RTG fluorescenčního spektrometru (ED-XRF)



Obr. 1: A) Geografická mapa lokality s vyznačenou plochou výzkumu a sondami v červeném obdélníku (zdroj: ČGS, 2022); B) historická mapa lokality z 19. století s vyznačenými sondami (zdroj: ČÚZK, 2022); C) letecký pohled na lokalitu s vyznačenými sondami a zachyceným tvarem koryta.

Fig. 1: A) Geographical map of the location with marked area of the excavations and trenches in the red rectangle (source: ČGS, 2022); B) 19<sup>th</sup> century map of the area with marked trenches (source: ČÚZK, 2022); C) areal view of the area with marked trenches and shape of the channel.

Rigaku NexCG v héliové atmosféře. Na tuto analýzu byly použity práškové vzorky v podobě lisovaných tablet. Přístroj disponuje Pd anodou o výkonu 50 W a SSD detektorem s rozlišením do 145 eV. Na odstranění vlivu zrnitosti na hodnoty olova byl použit poměr olova a hliníku. Taktéž byla měřena ztráta hmotnosti žíháním (LOI) při teplotě 550 °C standardní metodou. Výsledky z analýzy ED-XRF byly dále použity na výpočet faktoru obohacení

(Enrichment factor, dále EF) s použitím vzorce:  $EF = (M/AI)_{sample} / (M/AI)_{base}$ ; kde M je kov (Barbieri 2016). Jako referenční prvek byl použit hliník a požadové hodnoty (base) byly použity z výsledků z měření profilu P4 na lokalitě Vlněna z hloubky 360, 365 a 370 cm. Také byl vypočítán korelační koeficient s použitím programu Microsoft Excel.

Palynologická analýza vzorků byla provedena standardní acetylační metodou s použitím kyseliny fluorovodíkové, kvůli značnému množství křemičitého podílu. Na zvýraznění pylových zrn bylo použito barvivo safranin. Určení pylových zrn bylo provedeno s použitím palynologických klíčů (Beug 2004; Moore a kol 1999). Pylový diagram byl vytvořen v programu POLPAL (Walrus a Nalepka 2003).

Malakofauna byla determinována pomocí entomologické pinzety a stereomikroskopu s dopadajícím světlem a možným podsvícením, s možným zvětšením 4–40×. Na určení včetně nomenklatury byla použita práce Měkkýši České a Slovenské republiky (Horsák et al. 2013). Soubor byl kvantifikován dle metody MNI (Minimum number of Individuals), popsáno například v Quantitative Paleozoology (Lyman 2008). Metoda NISP (Number of Individual Species) nebyla využita z důvodu fragmentace materiálu, čímž by se tento údaj samovolně navýšil s každou další manipulací. Všechny vzorky byly zváženy a soubory byly rozčleněny do ekoskupin dle Lisického (1991), který rozdělil měkkýše do deseti skupin dle jejich ekologických nároků. Datace vrstev byla provedena pomocí archeologických artefaktů nalezených v jednotlivých stratigrafických vrstvách, které byly napojené na litofaciální popis.

## Výsledky

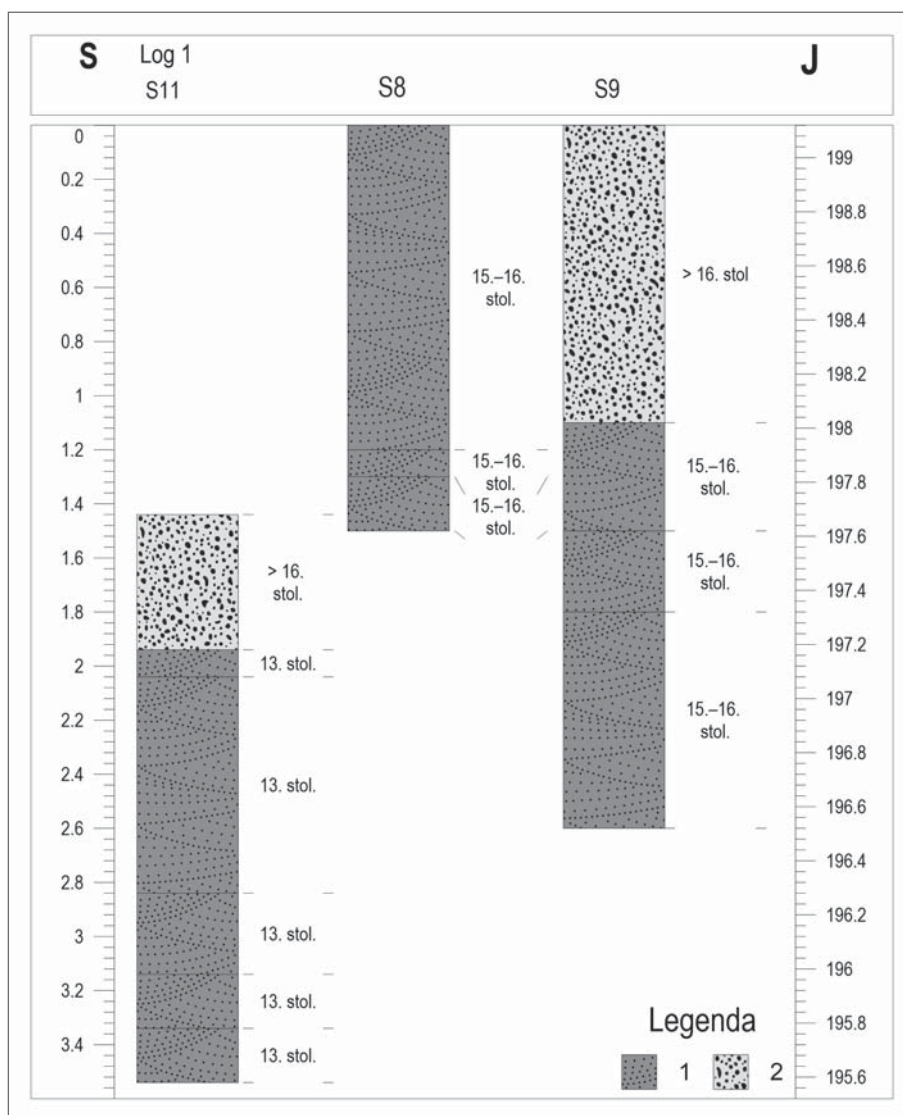
### Litofaciální analýza zkoumaných profilů

Profil v sondě S11 (obr. 2 a 3) je ve spodní části charakterizován střídáním vrstev jílovito-prachovitého sedimentu s vrstvami různě zrnitého písku. Tyto vrstvy byly datovány pomocí archeologického materiálu do 13.

století (Antal 2019). Sedimenty ve svrchní části profilu jsou zde přítomny v podobě tmavě šedého jílu až prachu.

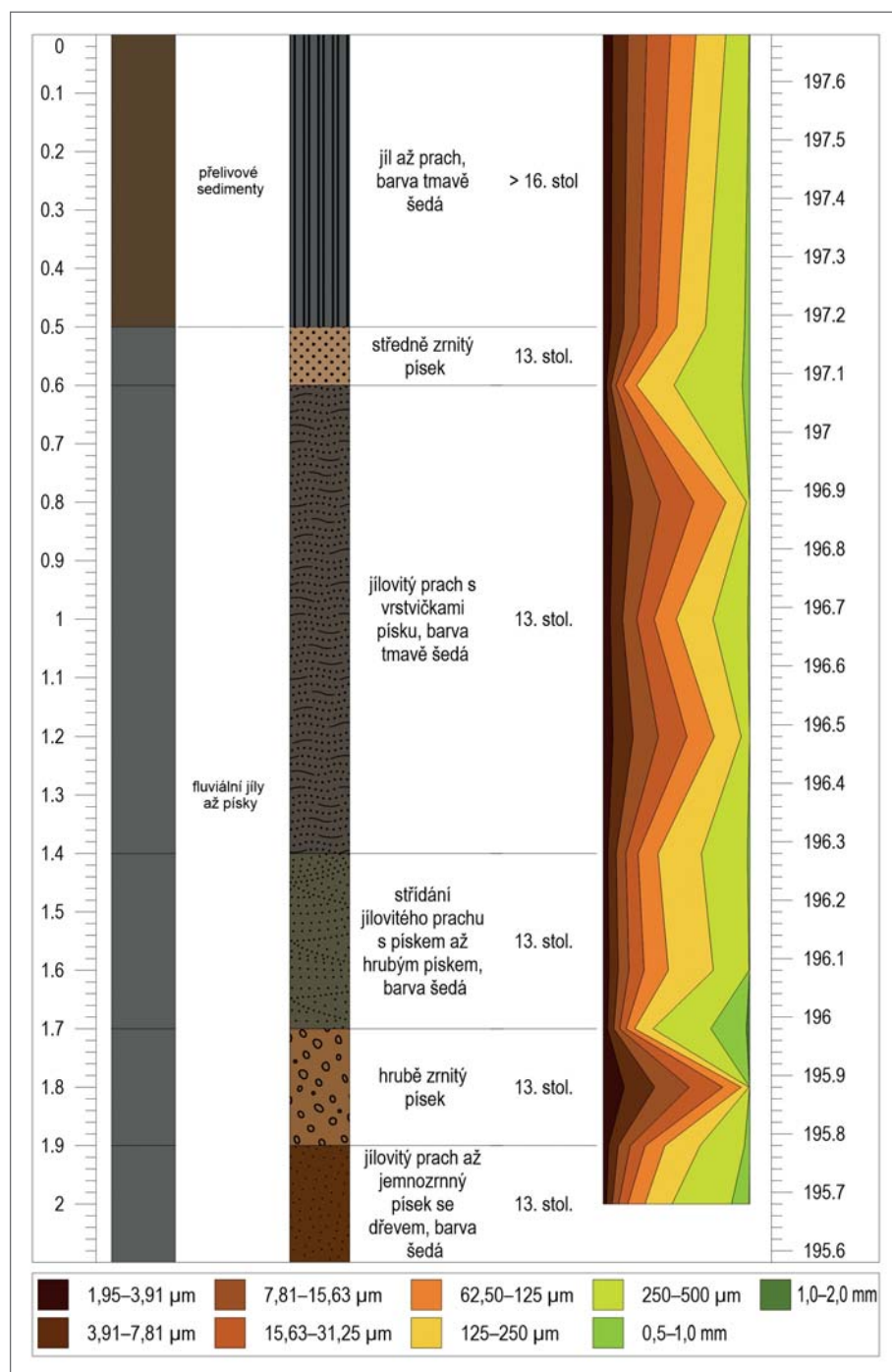
Profil v sondě S8 (obr. 2) je charakterizován vrstvou fluviačních sedimentů. Na bázi jsou zastoupeny písky s nerozloženými rostlinnými makrozbytky, na kterých je uložen jílovito-prachovitý materiál a ve svrchní části je zde přítomen prachovitý sediment bohatý na organickou hmotu. Fluviační sedimenty byly datovány podle archeologického materiálu do 15. až 16. století (Antal 2019).

Sonda S9 (obr. 2) je podobně jako sonda S11 při bázi tvořena fluviačními sedimenty. Spodní část fluviačních sedimentů je složená z jemně zrnitého písku a písčitého prachu s nerozloženými rostlinnými makrozbytky, na kterých je uložen hrubý písek až jemně zrnitý štěr. Tyto vrstvy byly datovány pomocí artefaktů do 15. až 16. století (Antal 2019). Terénním výzkumem petrografického složení štěrku byla doložena přítomnost granodioritů, rul, kvarcitů a vápenců.



Obr. 2: Základní litologie sond S11, S8 a S9 v prostoru od severu k jihu. Legenda: 1 – fluviační jíly až písky, 2 – přelivové sedimenty.

Fig. 2: Basic lithology of excavated trenches S11, S8 and S9 in the area from north to south. Legend: 1 – fluvial clays to sands, 2 – floodplain sediments.



Obr. 3: Výsledky zrnitostní analýzy profilu Log1 v porovnání s jeho litologií.

Fig. 3: Grain size distribution of profile Log1 superposed with its lithology.

### Výsledky z geochemických a zrnitostních analýz

Výsledky zrnitostní analýzy k Log1 odpovídají makroskopickému litofaciálnímu členění, pro každou jednotku byla definována zrnitost (obr. 3). Sedimenty při bázi obsahují střídavě vyšší zastoupení písku i jílu, což odpovídá střídající se dynamice vodního průtoku (pod niveletou 196 m). Následují písčité prachy s proměnlivým zastoupením písku (niveleta 197,2 až 196 m). Nad niveletou 197,2 m jsou uloženy homogenní písčité prachy.

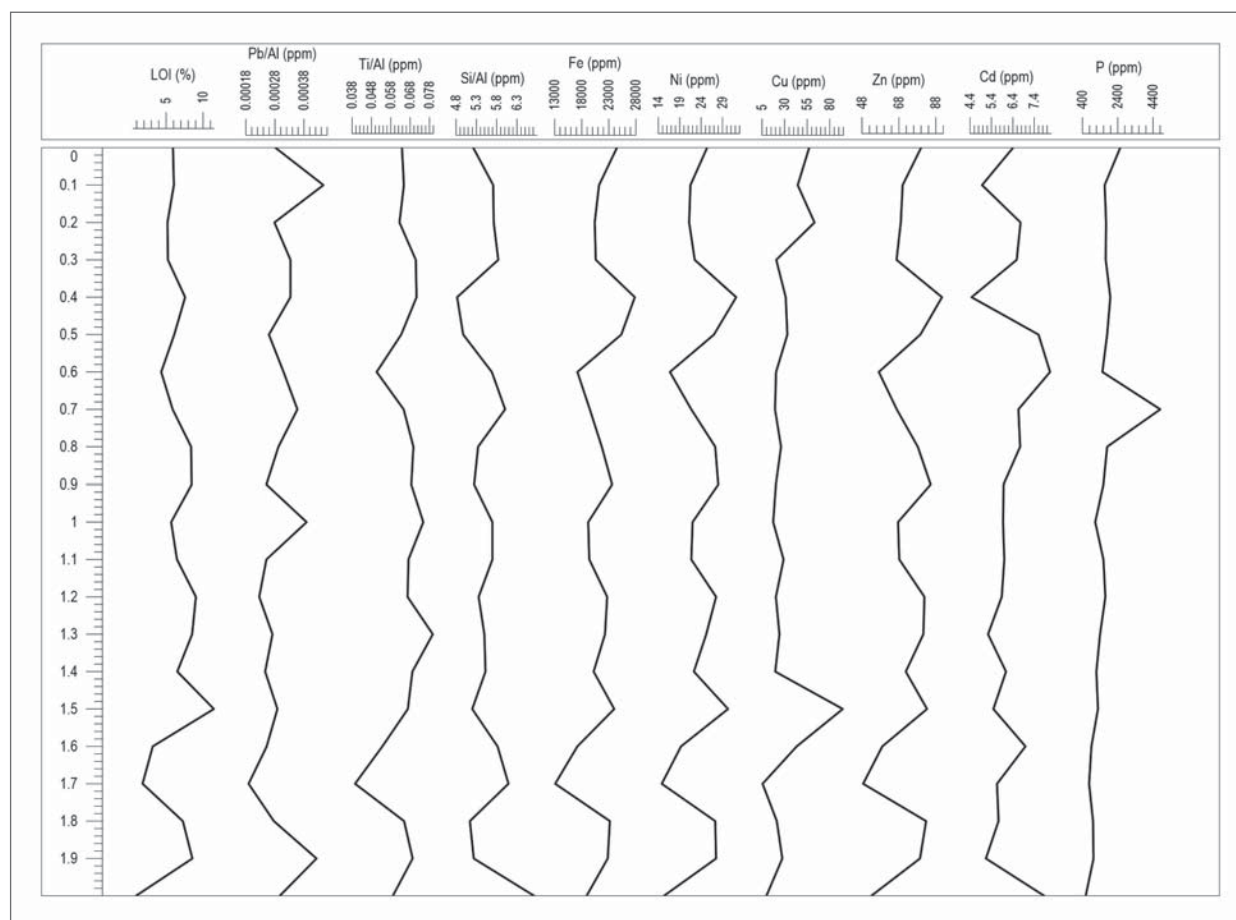
Výsledky z analýzy ztráty žíháním vykazují zvýšený obsah organické hmoty ve spodních vrstvách profilu, s nejvyšší hodnotou ve vzorku odebraném

### Palynologie

V hloubce 190 cm až 70 cm klesá poměr dřevin a bylin ze 70 % až na 40 %. V pylovém spektru dominuje olše (*Alnus*). Ve vzorcích se vyskytl pyl jedle (*Abies*) a buku (*Fagus*), ale také dubu (*Quercus*), habru (*Carpinus*), lípy (*Tilia*) a další. Vrba (*Salix*) je vázaná na zamokřená stanoviště a spolu s olší (*Alnus*) tvořila lokální vegetaci v okolí meandru.

V horní části profilu v hloubkách 70 cm až 1 cm výrazně ubývá pylu olše (*Alnus*) a mění se skladba dřevinné vegetace. Ubývá pylu buku (*Fagus*), lísky (*Corylus*),

v hloubce 150 cm (obr. 4). Tento trend koreluje s litologií zkoumaného profilu (obr. 3). Nejvyšších hodnot olovo dosahuje ve vrstvách jílu a jílovitého prachu (hloubka 10 cm a 190 cm). Poměr titanu a hliníku koreluje s výsledky zrnitostní analýzy a s litologií, ale poměr křemíku a hliníku vykazuje opačný trend v křivce Si/Al, se stoupáním směrem k bázi profilu. Železo, nikl a zinek korelují mezi sebou s téměř totožnými křivkami s nejvyššími hodnotami na úrovni vrstev jílu až prachu, ve vrstvě se střídáním jílovitého prachu s pískem až hrubým pískem (150 cm). Křivka mědi nemá žádný výrazný trend s nejvyšší hodnotou ve vrstvě se střídáním jílovitého prachu s pískem až hrubým pískem (150 cm) (obr. 4). Také byl vypočítán faktor obohacení (dále EF) sedimentů. Profil byl rozdělen do dvou jednotek podle archeologické datace: 1) vrstvy datované do 13. století a 2) vrstvy datované do 6. století a výše. Díky tomu je možné porovnat případné obohacení a kontaminaci sedimentu v různých časových horizontech. Z výsledků (tab. 1 a 2) vyplývá, že pouze hodnoty fosforu a mědi vykazují zvýšené koncentrace. Po vypočítání korelačního koeficientu vápníku a fosforu a fosforu a síry je na grafech vidět opačná korelace Ca/P a Ca/S ve vrstvách ze 13. století a 16. století (obr. 5).



Obr. 4: Vybrané výsledky z rentgenfluorescenční analýzy a LOI.  
 Fig. 4: Selected results from ED-XRF analysis and LOI.

lípy (*Tilia*), jilmu (*Ulmus*), jedle (*Abies*) a dubu (*Quercus*). Naopak se nemění zastoupení pylu borovice (*Pinus*), břízy (*Betula*) a smrku (*Picea*).

Ve spektru bylin převažují traviny a obiloviny, které dosahují podílu až 30%. Významné jsou ruderalní druhy, a to pelyněk (*Artemisia*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*) nebo jitrocel (*Plantago* sp.). Druhy jako je řepík (*Agrimonia*), hvězdicovité (Asteraceae), nebo silenky (Silenoideae typ) indikují trávníky. Překvapivě málo je zachycena mokřadní vegetace. Ve svrchní části profilu jsou zachyceny spóry střevního parazita tenkohlavce (*Trichiura trichiuris*).

### Malakologie

V souboru měkkýšů se nacházelo 116 vzorků vážících 6205 g s minimálně 832 jedinci (MNI) – viz tab. 3. Největší část souboru byla tvořena měkkýši nalezenými in situ v písčové vrstvě ze sondy S11 (1,4 až 1,7 m) (obr. 7).

Tab. 1: Legenda k faktoru obohacení.  
 Tab. 1: Enrichment factor legend.

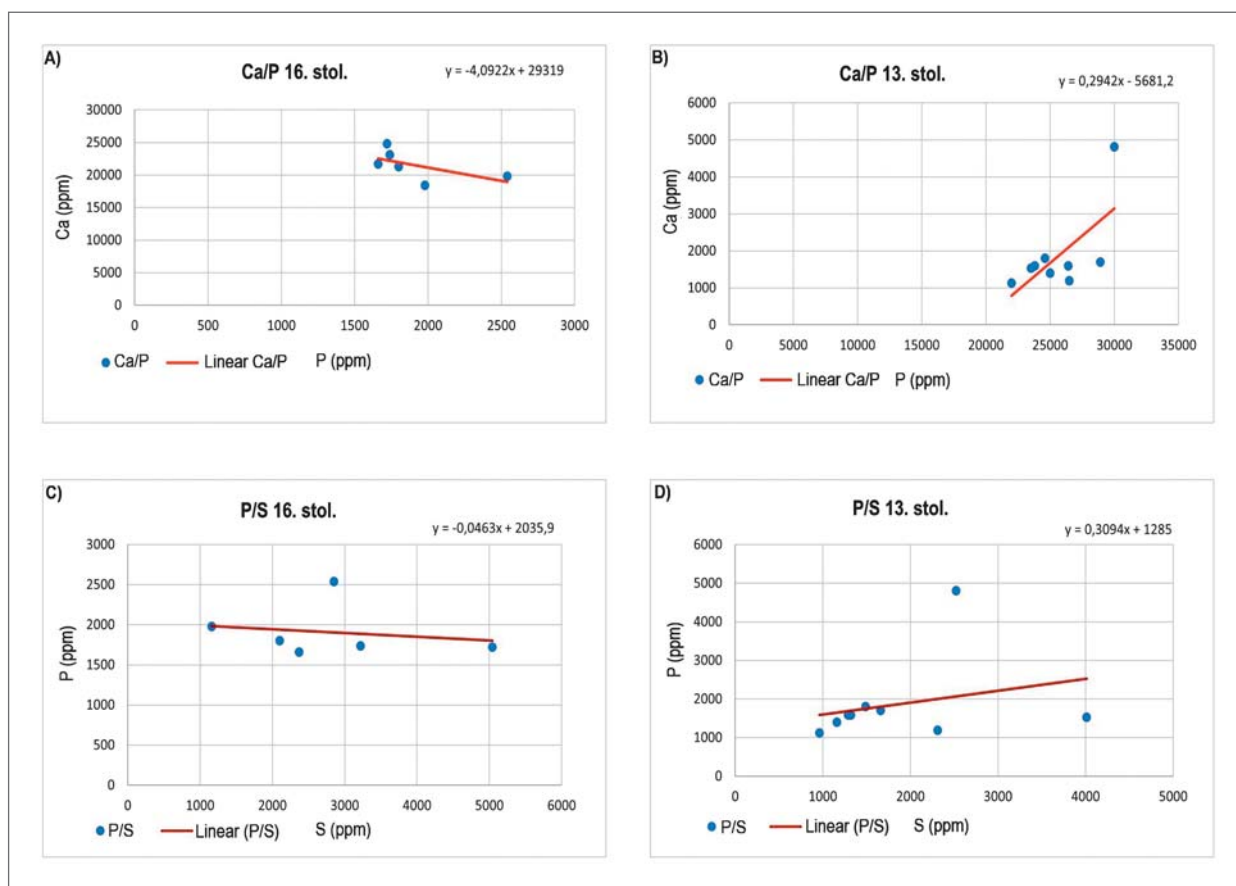
Hodnota	Kvalita sedimentu
EF < 2	Nedostatečné nebo minimální obohacení
2 < EF < 5	Mírné obohacení
5 < EF < 20	Významné obohacení
20 < EF < 40	Velmi vysoké obohacení
EF > 40	Extrémně vysoké obohacení

V sondě S8 byl přítomen 1 jedinec hlemýždě (*Helix pomatia*). V sondě S9 byla nalezena jedna ústřice a páskovka v nejhornější vrstvě, sladkovodní měkkýši se koncentrují ve vrstvě 186. Ve vrstvě 203 se nachází 2 jedinci suchozemské páskovky (tab. 4).

V sondě S 11 se nachází větší uskupení sladkovodních měkkýšů, a to napříč celým profilem (170, 178, 224, 235, 1170). Největší koncentrace vodních mlžů se objevuje ve vrstvách 235 (min. 29 jedinců), 1170 (min. 26 jedinců) a 1177 (min. 38 jedinců). Ve vrstvě 204 se objevují pouze páskovky (tab. 4).

Tab. 2: Výsledky z výpočtu faktoru obohacení.  
 Tab. 2: Results from the calculation of enrichment factor.

Prvek	EF > 16. stol.	EF 13. stol.
Ti	1,211	1,18
P	2,944	2,626
Pb	1,364	1,225
Sb	1,447	1,608
Zn	1,192	1,269
Cd	1,375	1,598
Fe	1,368	1,364
Cr	1,13	1,115
Cu	2,648	1,93
As	1,337	1,262
Ni	0,935	0,989
Si	1,289	1,344



Obr. 5: Korelace mezi Ca a P ve vzorcích datovaných do 16. století (A); 13. století (B); korelace mezi P a S ve vzorcích datovaných do 16. století (C); 13. století (D).

Fig. 5: Correlation between Ca and P in samples dated to 16<sup>th</sup> century (A); 13<sup>th</sup> century (B); correlation between P and S in samples dated to 16<sup>th</sup> century (C); 13<sup>th</sup> century (D).

## Diskuze

### Vyhodnocení původu fluvialních sedimentů

Profily na lokalitě Křenová tvoří fluvialní sedimenty, konkrétně korytové ve spodní části a mimokorytové (přelivové) sedimenty v horní části. Podle terénního výzkumu petrografického složení štěrku na lokalitě byla doložena přítomnost hornin, které indikují spíše povodí Svitavy.

Tab. 3: 10RV druhy tekoucích vod, 10RV(SG) druhy primárně tekoucích vod, ale vyskytují se i v stojatých vodách, 10SG-RV druhy stojatých i tekoucích vod, 10PD druhy zarůstajících vod. Tab. 3: 10RV species living in flowing waters; 10RV (SG) species living primarily flowing waters, found also in stagnant waters; 10SG-RV species living in stagnant and flowing waters; 10PD species living in overgrowing waters.

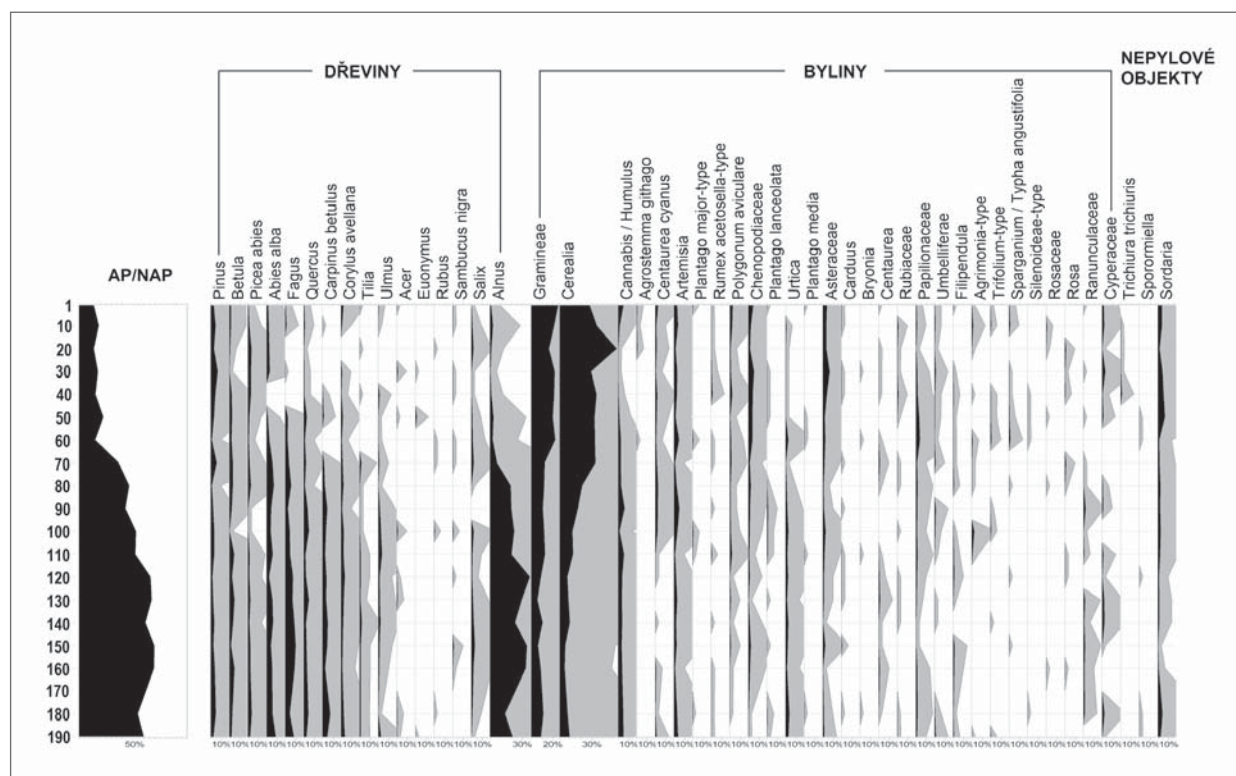
Druh	Ekoskupina	MNI
<i>Pisidium amnicum</i>	10RV	28
<i>Unio crassus</i>	10RV	708
<i>Unio pictorum</i>	10RV	39
<i>Anodonta anatina</i>	10RV(SG)	9
<i>Unio tumidus</i>	10SG-RV	6
<i>Radix balthica</i>	10SG-RV	5
<i>Planorbis planorbis</i>	10PD	3
<i>Cepaea hortensis</i>	2SI(AG)	26
<i>Helix pomatia</i>	2SIth	6
<i>Ostrea edulis</i>	mořské	2

Určitě se nejedná o sedimenty Ponávky, které obsahují pouze úlomky hornin z brněnského masivu. Podobně datované sedimenty byly odkryty v prostoru nedaleké bývalé textilní fabriky Vlněna. Zde byl zachycen laterálně

Tab. 4: Druhy měkkýšů, jejich množství a lokalizace v sondách S11 a S9.

Tab. 4: Species of molluscs, their quantity and localization in excavated trenches S11 and S9.

Vrstva	Druh	MNI
170	<i>Pisidium amnicum</i>	2
170	<i>Unio crassus</i>	2
170	<i>Unio pictorum</i>	1
178	<i>Unio crassus</i>	4
178	<i>Unio pictorum</i>	1
178	<i>Unio tumidus</i>	1
224	<i>Unio crassus</i>	5
224	<i>Unio pictorum</i>	2
224	<i>Anodonta anatina</i>	1
235	<i>Unio crassus</i>	29
235	<i>Unio pictorum</i>	2
1170	<i>Unio crassus</i>	25
1170	<i>Unio pictorum</i>	1
1177	<i>Unio crassus</i>	38
204	<i>Cepaea hortensis</i>	1
204	<i>Helix pomatia</i>	1



Obr. 6: Palynologická analýza profilu v sondě S11.

Fig. 6: Palynological analysis of profile in the excavated trench S11.

k JZ až J migrující komplex jesepů. Petrografické složení šterku zde poukazuje, že se jedná o sedimenty Svatky, nikoliv Svitavy. Soustava koryt Svatky byla zachycena jihozápadně, na lokalitě při ulicích Dorných a Přízová, což naznačuje, že holocenní fluvialní sedimenty tvořily v 13. století kosovitou, k J ubíhající vyvýšeninu nad okolní nivou. Mladší zachycené sedimenty tvořily výplň průtočného koryta (orientovaného na JJZ), které vzniklo pravděpodobně za zvýšeného průtoku. Prostorové ohraničení paleokoryt řeky Svatky v areálu při ulicích Dorných a Přízová napovídá, že starší holocenní písčito-prachovité až jílovito-písčité sedimenty šedé nebo okrovo-šedé barvy oddělovaly ve středověku inundace Svatky a Svitavy. Srovnání s typochronologií keramiky naznačuje, že v případě řeky Svatky jesepe a koryta migrovala k jihu od 11.–12. století do 13.–15. století (Antal 2019).

Nálezy keramiky ve spodní části dokumentačního bodu Log1 na lokalitě Křenová dokazují, že sedimenty v těchto vrstvách se usazovaly ve 12. až 13. století. Svrchní část dokumentačního profilu Log1 je podle charakteru a zrnitosti sedimentu tvořena přelivovými sedimenty s archeologickým materiálem, který byl datován do 15. století. To naznačuje, že je možné v tomto časovém období předpokládat zvýšenou povodňovou aktivitu a erozi v povodí. Situace v sondách S8 a S9 navazuje na vývoj, který byl odkryt v sondě S11 a odpovídá navazujícímu období od 15. století až do novověku. Z hlediska fluvialní morfologie je možné ve zkoumaném profilu vymezit tři fáze existence koryta z období kolem 13. století (obr. 8). Byl zachycen také jesepe ve spodních dvou fázích a můžeme tedy předpokládat, že koryta byla vyhloubena a zaplněna meandrujícím tokem (obr. 1C). Vnitřní břeh koryta byl

zachycen na stejné straně jako jesepe, nárazový břeh byl na straně opačné. Zajímavý byl také objev měkkýšů, kteří kolonizovali povrch jesepe. Orientace úklonu vrstev jesepe se měnila od báze ze směru S–J na SSZ–JJV, na čemž je možné pozorovat změnu prostorové orientace koryta v čase. Odkryt byl také paleobřeh, který je tvořen písčitymi prachovými sedimenty s oglejeným půdním horizontem a pozorovatelnými kanálky po kořincích rostlin.

Výsledky zrnitostní analýzy (obr. 3) k dokumentačnímu bodu Log1 odpovídají makroskopickému litofaciálnímu členění. V profilu bylo viditelné střídání vyššího zastoupení písků a jílu při bázi (pod niveletou 196) jako důsledek změn v dynamice vodního průtoku. Následně jsou pozorovány písčité silty s proměnlivým zastoupením písků (niveleta 197,2 až 196), které taktéž mohou odrážet periody se zvýšeným nebo obnoveným průtokem. Homogenní písčité silty byly uloženy nad niveletou 197,2.

#### Geochemické posouzení historického znečištění

Existuje korelace mezi semi-systematickým zvyšováním koncentrace kovů a klesající velikostí zrn sedimentů pod 63  $\mu\text{m}$  (Miller a Orbock Miller 2007). Zvýšení koncentrace kovů v jemnozrnnějším sedimentu mohou být způsobeny velikostí povrchové plochy sedimentů; zvýšeného množství reaktivních sloučenin jako je organická hmota nebo oxidy a hydroxidy železa a manganu v sedimentu; rozdíly v mineralogii zrn sedimentu (Miller a Orbock Miller 2007). Podle výsledků ze zrnitostní analýzy a ED-XRF analýzy a výpočtu EF je patrné, že vyšší koncentrace vybraných prvků lze pozorovat ve vrstvách s jemnozrnným sedimentem a na jejich rozhraní s hrubším sedimentem. Je tedy pravděpodobné, že zde dochází

ke koncentrování a srážení jednotlivých kovů. Z výsledků z výpočtu EF můžeme konstatovat, že je zde přítomné mírné obohacení sedimentu fosforem, který může souviset s lidskými aktivitami ve středověku nebo může pocházet z okolní kanalizace. Zvýšené množství mědi v sedimentech ze 16. století může být způsobeno vybudováním barvířské dílny na lokalitě v roce 1771. Výsledky z výpočtů korelačního koeficientu neobjasnily přesný původ zvýšené koncentrace fosforu v sedimentech. Je možné, že se jedná o kontaminace pravděpodobně antropogenního původu.



Obr. 7: Měkkýši nalezení v jesepu v sondě S11.

Fig. 7: Molluscs found in point bar in the excavated trench S11.

### Rekonstrukce životního prostředí

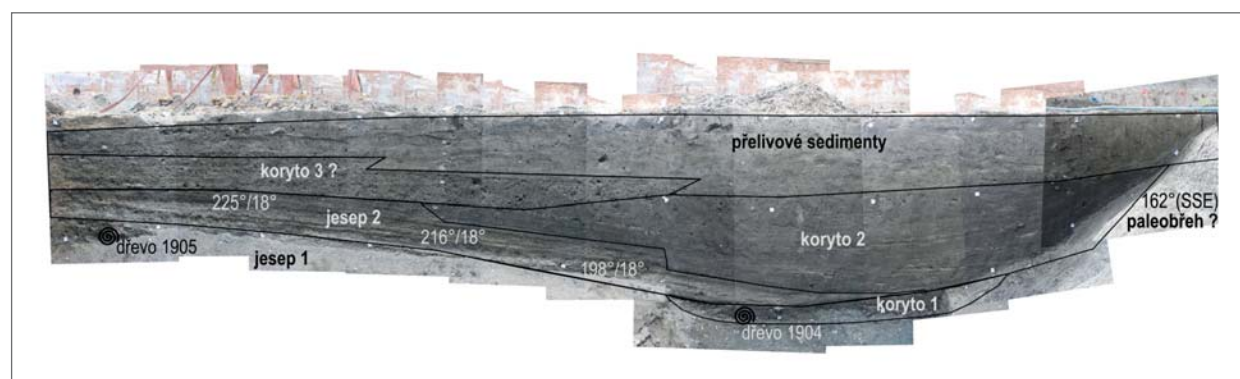
Naprostá převaha schránek velevrubů indikuje alespoň mírně protékající koryto vodního toku. Zachycené terestrické druhy ukazují na širší škálu stanovišť, od otevřených po zarostlá křovinami (páskovka). Přítomnost druhu velevruba tupého (*Unio crassus*) ve vrstvě indikuje, že voda byla čistá a jednalo se s velkou pravděpodobností o písčité jesepe. Byli zachyceni i importovaní mořští měkkýši, kteří mají pravděpodobně původ v odpadu ze středověkého města. Jelikož tato analýza zahrnuje pouze schránky měkkýšů sesbíraných během výkopových prací a nikoli z plavení, není možné na základě malakofauny přesněji určit ekologické charakteristiky okolí vodního toku.

Palynologicky analyzovaný profil výplní zaniklého koryta ukazuje jeho postupné zaplňování, a hlavně nárůst lidských aktivit v jeho bezprostředním okolí. Pyl jedle (*Abies*) je častý v období vrcholného středověku i v nížině, a pravděpodobně indikuje lesní pastvu, vůči které je jedle odolná (Kozáková et al. 2011). Jedle začíná ustupovat až v novověku, a to díky změně hospodaření

v lesích, hlavně zavedením holosečí a umělé obnovy lesa. Zajímavý je výskyt jedle (*Abies*) a buku (*Fagus*), které ukazují relativně přírodě blízké lesy. Ostatní dřeviny odpovídají lesní vegetaci vrcholného středověku, které je silně pod vlivem člověka.

Změna pylové skladby v horní části profilu (1–70 cm) poukazuje na postupující odlesňování okolí města a změnu druhového složení zbylé lesní vegetace v okolí Brna, jako je úbytek habru (*Carpinus*), lísky (*Corylus*) nebo buku (*Fagus*).

Konopí (*Cannabis sativa* typ) dokládá jeho dřívější využití jako prádné plodiny, viz četná toponyma, jako je Konopná ulice v Brně. Místo odběru vzorků, ve kterých byl nalezen vyšší podíl konopí (*Cannabis sativa*), v minulosti pravděpodobně sloužilo k jeho zpracování (např. k máčení). Pyly koukolu (*Agrostema githago*) a chrpy modráku (*Centarurea cyanus*) jsou typické pro obilná pole. Zajímavostí je, že pylu obilovin v mladších vrstvách přibývá, ale podíl pylu obilných polí se nemění. To ukazuje na odlišnou tafonomii pylového spektra, kdy je na bázi profilu zachycena vegetace včetně polí, ale



Obr. 8: Fotogram profilu R71 v sondě S11 s geomorfologickou interpretací sedimentárních těles.

Fig. 8: Photogram of the profile R71 in excavated trench S11 with geomorphological interpretation of sedimentary bodies.



v mladších vrstvách už převažuje manipulace s obilím, které je zdrojem jeho pylu, nikoliv jeho intenzivní pěstování v urbanizovaném městě.

Jiné mokřadní nebo vodní rostliny zachyceny nejsou. Důvodem může být zástin olší (*Alnus*), které jsou vázány na zamokřená stanoviště okolo zanikajícího meandru a intenzivní lidskou činností. V důsledku toho je mokřadní vegetace silně ruderalizovaná a indikuje intenzivní sešlapávání. Převažují nitrofilní plevele jako je kopřiva (*Urtica*), která se spíše vyskytuje jako podrost olší (*Alnus*) a merlíkovité (*Chenopodiaceae*). S tím souvisí i malý podíl pylu šťovíku menšího (*Rumex acetosella*), který naopak vyžaduje na dusík a živiny chudá stanoviště. Tyto výsledky ukazují stanovištní diverzitu v zázemí města a různorodost substrátů z hlediska vlhkosti a různé míry eutrofizace. Ostatní byliny zachycené v pylovém spektru mají většinou širokou ekologickou amplitudu a ukazují druhovou bohatost. Vysoký podíl různých pylových typů čeledi hvězdicovitých ukazuje na teplomilnou vegetaci typickou pro dnešní nížinu jižní Moravy. Vodní rostliny a zelené řasy nejsou zachyceny vůbec, což ukazuje na sedimentární podmínky, kdy zanikající meandr byl alespoň periodicky průtočný, a tak nedošlo k rozvoji vodní vegetace a společenstev zelených řas potřebujících stojatou vodu.

Nepylové objekty jsou zachyceny jen ojediněle. Lokalita byla pravděpodobně bohatá na dusík, viz křivky pylu kopřivy (*Urtica*), ale nesloužila jako fekální areál pro lidi nebo domácí zvířata.

### Závěr

V prostoru ulice Křenová bylo zachyceno vedlejší koryto řeky Svitavy, které bylo aktivní od 13. století a erodovalo starší holocenní fluvialní sedimenty analogické k těm, které byly zachyceny během záchranného archeologického výzkumu na nedaleké lokalitě Vlněna (Čižmář et al. 2018). Vlhký charakter nivy v 13. století je

doložen oglejeným horizontem zachyceným v nárazovém břehu koryta, ale také palynologickou analýzou, pomocí které byla zjištěna přítomnost olší a vrb v okolí meandru. V průběhu 13. století profil odráží druhově bohatou vegetaci v bezprostředním zázemí středověkého města a postupující městskou urbanizaci. Krajina byla zcela odlesněná, lokálně se ze dřevin vyskytovala hlavně olše (*Alnus*), která byla v důsledku rozvoje města a narůstajících lidských aktivit také eliminována. Neobvyklá je vysoká druhová diverzita analyzovaného pylové spektra, a to i na středověké období.

K celkovému zaplnění koryta přelivovými sedimenty došlo až v 15. století. V historickém kontextu nebylo antropogenní znečištění na lokalitě nijak výrazné a mohlo případně pocházet z okolních jímek, jak naznačují mírně zvýšené koncentrace fosforu v sedimentu. Relativně čisté vodní prostředí dokazuje nález velevruba tupého (*Unio crassus*). Ve vrchní části profilu (odpovídající době od 16. století) převažuje pyl obilovin jako výsledek změn využívání okolí zanikajícího meandru, kdy pylový spad nepochází z volně rostoucí vegetace. Je tak spíše odrazem lidských aktivit a odpovídá více vlastnímu intravilánu středověkého města než jeho zázemí. Zajímavostí je výrazný podíl pylu konopí (*Cannabis sativa* typ) ukazující jeho význam v nedávné minulosti. V novověku pravděpodobně došlo k mírné kontaminaci zinkem a mědí, zřejmě v souvislosti s existencí barvířské dílny. Lze uvažovat o tom, že v souvislosti se změnami hydrologického režimu mohlo docházet ke změnám řečišť a Ponávka se mohla vlévat do Svitavy místo do Svratky.

### Poděkování

Výzkum byl podpořen projektem Technologická agentura ČR: TL03000537. Optimalizovaná archeologická predikce v procesu přípravy staveb velkého rozsahu (Archeopredikce). Autoři děkují redakci a recenzentům za konstruktivní připomínky, které přispěly k vylepšení rukopisu.

## Literatura

- Antal, R. (2019). Rezidence KRONA, nálezová zpráva. Dokument M-TX-202200240. Archaia Brno, z.ú. Dostupné z: <https://digiarchiv.aiscr.cz/id/M-TX-202200240>.
- Bábek, O., Faměra, M., Hilscherová, K., Kalvoda, J., Dobrovolný, P., Sedláček, J., Machát, J., Holoubek, I. (2011). Geochemical traces of flood layers in the fluvial sedimentary archive; implication for contamination history analyses. – *Catena*, 87, 281–290. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.06.014>
- Barbieri, M. (2016). The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination. – *Journal of Geology and Geophysics*, 5, 237. <https://doi.org/10.4172/2381-8719.1000237>
- Beug, H. J. (2004). Leitfadens der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. – Pfeil, München.
- Český úřad zeměměřičský a katastrální. Geoportál. Geoprohlížeč. – On-line: <https://ags.cuzk.cz/archiv/>, shlednuto dne 8. 11. 2022.
- Čižmář, I., Zbranek, H., Zubalík, J. (2018). Brno (k.ú. Trnitá, okr. Brno- město). Přehledy výzkumů 59–2, 227–228.
- Demek, J., Mackovič, P., Balatka, B. (2006). Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Vyd II. – AOPK ČR. Brno.
- Grygar, T., Světlík, I., Lisá, L., Koptíková, L., Bajer, A., Wray, D. S., Ettler, V., Mihaljevič, M., Nováková, T., Koubová, M., Novák, J., Máčka, Z., Smetana, M. (2010). Geochemical tools for the stratigraphic correlation of floodplain deposit of the Morava River in Stražnické Pomoraví, Czech Republic from the last millennium. – *Catena*, 80, 106–121. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.09.005>
- Horsák, M., Juříčková, L., Picka, J. (2013). Měkkýši České a Slovenské republiky. – Zlín.
- Kadlec, J., Grygar, T., Světlík, I., Ettler, V., Mihaljevič, M., Diehl, J. F., Beske-Diehl, S., Svitavská-Svobodová, H. (2009). Morava River floodplain development during the last millennium, Strážnické Pomoraví, Czech Republic. – *The Holocene*, 19, 3, 499–509. <https://doi.org/10.1177/0959683608101398>
- Kozáková, R., Šamonil, P., Kuneš, P., Novák, J., Kočár, P., Kočárová, R. (2011). Contrasting local and regional Holocene histories of *Abies alba* in the Czech Republic in relation to human impact: Evidence from forestry, pollen and anthracological data. – *The Holocene*, 21, 3, 431–444. <https://doi.org/10.1177/0959683610385721>
- Lisický, M. J. (1991). Mollusca Slovenska. – Bratislava.
- Lyman, R. L. (2008). Quantitative Paleozoology. – New York.
- Miller, J. R., Orbock Miller, S. M. (2007). Contaminated rivers: A geomorphological-geochemical approach to site assessment and remediation. – Springer. Dordrecht. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511813863>
- Moore, P. D., Webb, J. A., Collingson, M. E. (1991). Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications. – Oxford. Second edition.
- Nalepka, D., Walanusz, A. (2003). POLPAL – Program for counting pollen grains, diagram plotting and numerical analysis. – *Acta Palaeobotanica Suppl.* 2, 659–661.
- Starkel, L. (2005). Role of anthropogenic and climatic factors accelerating soil erosion and fluvial activity in Central Europe. – *Studia Quaternaria*, 22, 27–33.
- Vodohospodářský informační portal VODA. – On-line: <https://www.voda.gov.cz/?page=dilci-povodi-mapa>, vzhlednuto dne: 16. 12. 2022.