

Interdisciplinární přístup pro identifikaci míst s archeologickým potenciálem v prostoru řeky Jizery

Barbora Machová – Václav Hradilek – Roman Křivánek –
David Vondrášek – Petr Bašta – Luděk Bureš

Úvod

Pod vodní hladinou se nacházejí jednotlivé předměty či celé struktury různého stáří, které lze ze souše detekovat jen velmi vzácně. Snaha o jejich identifikaci je dnes předmětem úsilí mnoha vědeckých týmů, které v rámci svých projektů využívají nejrůznější metody a přístroje (např. *Bowens 2009; Janowski et al. 2021; Missiaen – Sakellariou – Flemming 2017*). Zájem o podvodní prostředí, známý především z prostředí moří, se v posledních dekádách přesouvá čím dál častěji také do prostředí vnitrozemních vod – řek a jezer (*Gaspari 2003; Dumont – Arthuis et al. 2017; Daňová – Daňová 2021; Machová 2021; Tóth 2020; týž 2021*). Cílem předloženého článku je seznámit čtenáře s pilotním projektem zaměřeným na studium říční kulturní krajiny Jizery. Jedním z jeho úkolů je identifikace míst s archeologickým potenciálem v prostoru řeky na základě interdisciplinárního přístupu zahrnujícího metody, jako jsou batymetrie, hydrologie, geofyzikální prospekce a archeologie.

Vymezení sledované oblasti

Oblastí našeho zájmu se stala řeka Jizera a její nejbližší zázemí. Jedná se o vodohospodářsky významný tok s množstvím vybudovaných jezů, s nižší intenzitou říční regulace. Ve zkoumané části je řeka tvořena šterkopískovým dnem, s hloubkou vodního sloupce v rozmezí 0–6,5 m (nadjezí). V horním toku převládá charakteristické bystrinné proudění. Ve středním toku je již častěji patrná vyvinutá říční niva, ve které se tok v závislosti na extrémních hydrologických událostech přirozeně posouvá a mění. Střední tok řeky má kromě antropogenních míst regulace i místa, která říční nivu regulují přirozeně geomorfologicky. Na rozdíl od antropogenní říční regulace tato místa tvořená skalními stěnami stabilizují řeku na jednom místě řádově delší dobu. Ve zkoumané části středního toku řeka mimo intravilány přirozeně meandruje. V toku řeky je patrné pravidelné střídání úseků s rychlejším prouděním, které je charakteristické větším podélným sklonem, a úseků, kde má řeka prostor na zpomalení proudění, rozvolnění a následné deponování dnových sedimentů. V takových místech se vytvářejí přirozené brody. Směrem dále po proudu se údolní niva Jizery rozvolňuje a postupně splývá s rozsáhlou údolní nivou řeky Labe.

Pojizeří je velmi bohatou archeologickou oblastí (cf. např. *Křivánek 2004; týž 2006; Šída 2007; Pokorný et al. 2010; Prostředník – Šída 2010*) a řeka Jizera zde jistě hrála významnou komunikační roli. Svědčí o tom nálezy dvou monoxylů nedaleko soutoku s Labem (*Rogers 2009; týž 2010; týž 2011*) a evidované jednotlivé říční nálezy, mezi nimiž lze uvést například bronzovou jehlici či meč (*Krásný 2014*). Prostor, který jsme zvolili pro studium říční kulturní krajiny, byl definován hranicí do cca 300 m od středu říčního koryta. Námi vymezená oblast se do určité míry opírá o definici Ch. Westerdahla „Maritime Cultural Landscape“, určenou pro přímořský prostor (*Hasslöf 1949; Westerdahl 1992, 6*). Ve vnitrozemském prostředí lze oblast vnímat následovně: „*Riverine cultural landscape signifies human utilization (economy) of riverine space by boat: settlement, fishing, hunting, shipping and its attendant subcultures, such as pilotage.*“ V takto definovaném prostoru jsme se snažili zkombinovat řadu metod tak, abychom byli schopni identifikovat místa s archeologickým potenciálem v kontextu vodního toku.

Metody

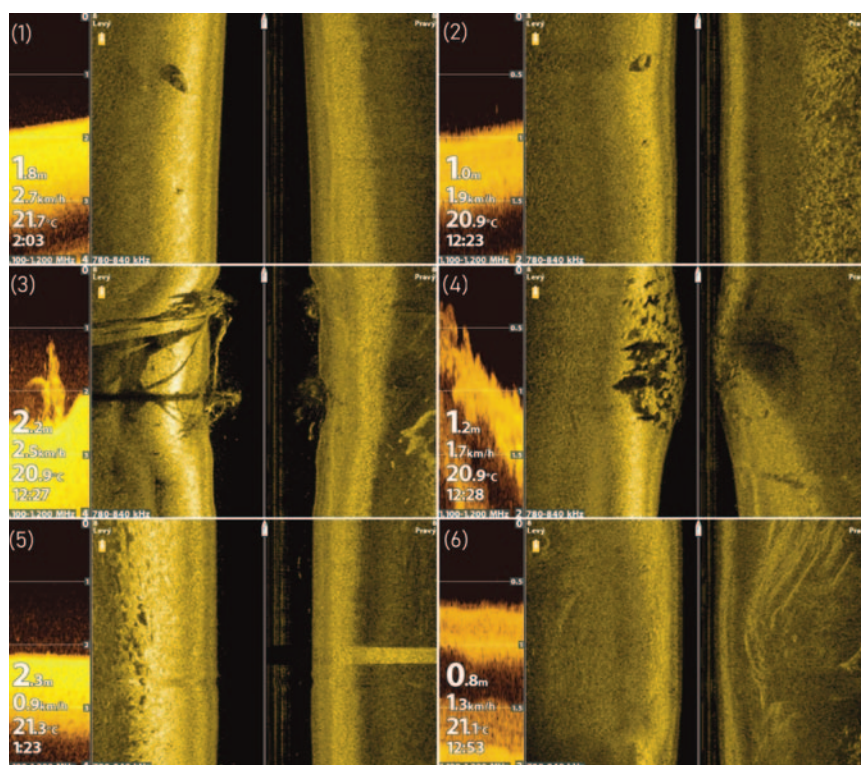
Předměty či soubory předmětů vyzvednuté z řek jsou ovlivněny mnoha faktory, které je třeba vždy zohledňovat. Jedná se zejména o přirozené meandrování řek, antropogenní úpravu říčních koryt (říční regulace, úpravy břehů, stavební činnost na řece atp.), erozní a transportní procesy (přesuny materiálu, sedimentační a akumulací procesy) nebo o geomorfologii dna. V případě řeky Jizery lze konstatovat, že řeka má mocné šterkové dno, množství jezů, transportní procesy odhadujeme na nižší desítky metrů a k vlivu pohybu meandrů v říční nivě je třeba přistupovat individuálně u každé zkoumané oblasti (viz případové studie).

Cílem propojení metod z různých oborů bylo definovat oblasti, kde se střetávaly aktivity minulých společností s vodním tokem. Typicky se jedná o přechody přes řeku (brody/mosty), ale mohou to být také různé subareály specifických aktivit (rybářství, výrobní areály, přístavy, mola a překladiště atp.), které jsou však archeologicky doložitelné jen vzácně. Zaměřili jsme se proto na archeologické lokality ležící velmi blízko vodního toku, kde jsme se snažili identifikovat potenciální přístupovou komunikaci k vodnímu toku. V rámci toku jsme se zároveň snažili definovat nejvhodnější možné místo k jeho překonání. Pokud se oba modely propojily, bylo možné uvažovat o tzv. „kontaktní zóně“. V té jsme se snažili identifikovat místa s potenciálem pro detekci archeologického materiálu přímo na dně vodního toku.

Batymetrie

Batymetrie je běžnou a efektivně využívanou metodou pro měření a modelování dna, přičemž měřicími nástroji bývají různé typy akustických přístrojů (sonarů) využívajících zvukové vlny. V našem případě byly použity dva typy sonarů: Humminbird Helix 9x a RiverSurveyor M9.

Humminbird Helix 9x: Jedná se o jedno-sondový sonar zaznamenávající dno řeky ve 2D obraze, s rozlišením až 6,35 cm. Výhodou sonaru je jeho jednoduché použití, relativně dobré zobrazovací schopnosti a rychlost měření (obr. 1). Primárním účelem použití sonaru bylo velkoplošné měření říčního dna Jizery s postupným ukládáním potenciálních anomálií zaznamenaných pod vodní hladinou. Celkem bylo za rok 2022 změřeno cca 12,5 říčních km, uloženo přes 300 záznamů a detekováno více než 30 anomálií (k budoucímu ověření) pod vodní hladinou při frekvenci 780–840 kHz. Kromě obrazu pod vodní hladinou jsme sledovali také hloubku vodního sloupce, brody a další přírodní prvky významné pro budoucí prospekce.



Obr. 1. Příklady batymetrických záznamů mezi 15. a 18. říčním kilometrem Jizery. 1 – anomálie prioritně určená k ověření pod vodou (po ověření zjištěna poničená recentní plastová kánoe); 2 – odpadní materiál (pneumatika?); 3 – přírodní materiál (stromy a větve); 4 – kumulace kamenného materiálu s výrazným snížením hloubky; 5 – chyba v měření vlivem pohybu ve člunu; 6 – sediment (vlevo), vodní rostlina – Lakušník vzplývavý (vpravo).

RiverSurveyor M9: Jedná se o devíti-sondový sonar používaný pro měření říčního průtoku, rychlostního příčného profilu proudu vody a hloubky (Novák a kol. 2017, 28). Přístroj je instalován na kajaku, který umožňuje měřit v rozsahu 0,2 m až 80 m hloubky. Výhodou je tedy možnost zaměření mělkých částí toku, které jsou charakteristické pro brody. RiverSurveyor M9 je vybaven RTK stanicí, která zprěšňuje informaci o horizontální a vertikální poloze měření. Polohová přesnost byla zvýšena montáží doplňujícího přístroje GNSS Trimble R8s. Cílem měření bylo detailně proměřit předem vybrané úseky brodů. Dále pak zaměřit příčné profily toku řeky v celé zájmové oblasti v místech patrných geomorfologických změn v průběhu toku z důvodu vytvoření hydrodynamického modelu toku. Geomorfologický profil koryta toku v kontextu znalosti průtoku následně umožňuje modelovat různé unášecí schopnosti ve vztahu k měnícím se modelovaným průtokům, které mají vliv na pohyb dnových sedimentů (předmětů).

V rámci postprocesingu byl z bodových dat vytvořen DMT dna v rozlišení 0,5m metodou *ordinary kriging* v případě míst s hustším zaměřením (brodů). V širším korytě pak byla pro potřeby 1D hydrodynamického modelování využita metoda lineární interpolace mezi zaměřenými příčnými profily respektující průběh koryta toku. Bodová vrstva byla dále doplněna o body DMR5g, které usadily koryto toku do okolního terénu.

Tyto modely dokážou identifikovat a modelovat hydro-geomorfologické prvky vodního toku v rámci zájmového areálu, které je poté možné dát do kontextu s archeologickou situací. Brody se například občas nacházejí v oblasti vzduťi příčného objektu na toku. Toto vzduťi je možné z dat odstranit a potvrdit možnou přítomnost brodu.

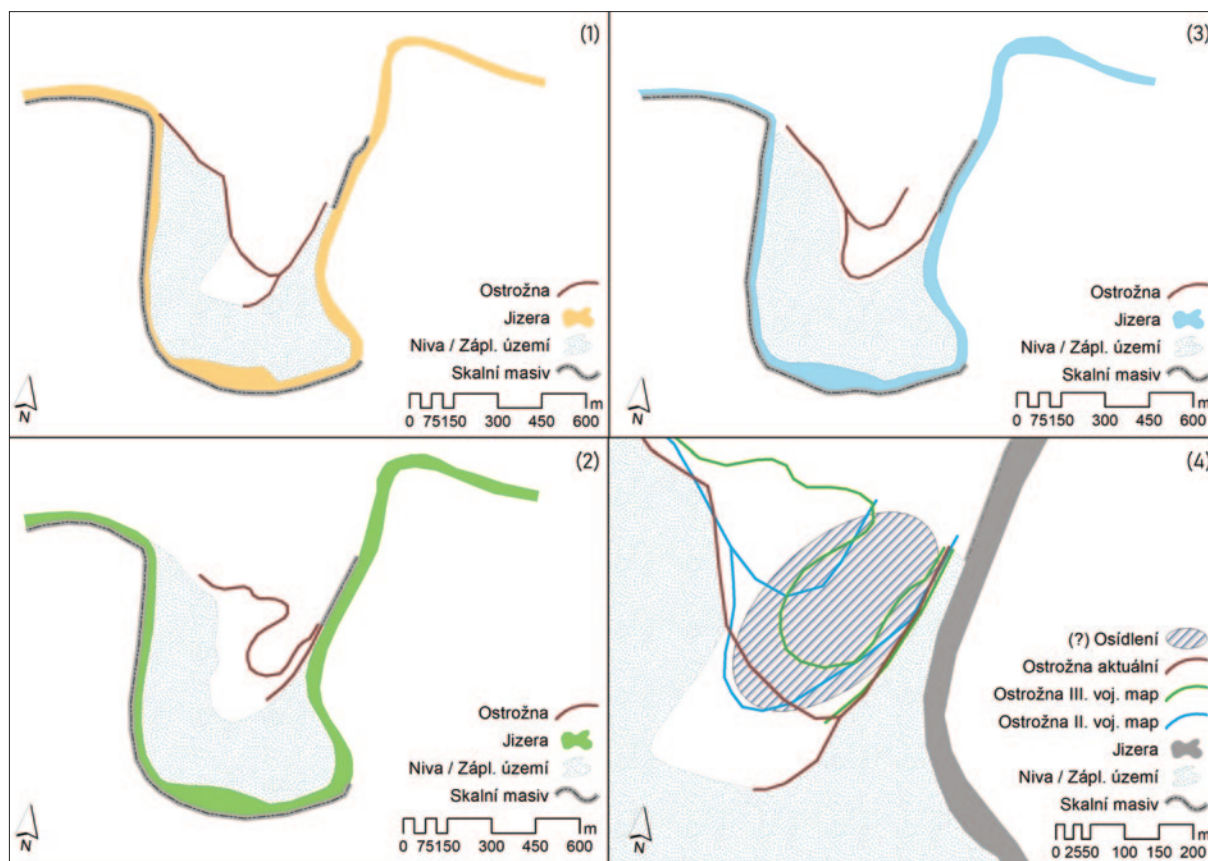
Geofyzikální prospekce

Geofyzikální metody byly v regionu Pojizeří využívány již v minulosti (viz Křivánek 2006; *týž* 2020). Při sledování různých antropogenních i přírodních projevů v rámci vybraných archeologických areálů byly v roce 2022 využívány dvě geofyzikální metody. Při plošných magnetometrických průzkumech bylo využito pětikanálového fluxgate gradiometru na dvoukolovém podvozku Magneto-arch společnosti Sensys s 5 sondami FMG650B. Běžná hustota měření byla 0,5 × 0,2 m, detailní měření pak také v síti až 0,25 × 0,1 m. Magnetometry byly ověřovány předpokládané archeologické situace se zahloubenými (popř. vypálenými) objekty, segmenty opevnění i paleomeandrů v nivě Jizery. Při dílčích průzkumech bylo využito také geoelektrické odporové měření aparaturou RM-15, Geoscan Research. Metodou symetrického odporového profilování při Wennerově uspořádání elektrod (A0,5M0,5N0,5B) byly ověřovány situace s předpokládaným podílem kamenného materiálu, jako jsou relikty opevnění nebo zaniklé komunikace, v síti 1 × 1 m.

Případové studie

Loukov (okr. Mladá Boleslav)

Mezi 65,5 a 67,5 říčním kilometrem se v katastru Loukova (okr. Mladá Boleslav), jižně od vsi, rozléhá mohutný meandr řeky Jizery s dnes již částečně setřelou ostrožnou v jeho severní, resp. severovýchodní části. Řeka je zde zakleslá do skalního masivu po celé své jižní a západní straně. Na východě masiv přechází v opačný břeh. V celé ploše pod ostrožnou nebylo možné identifikovat žádné paleomeandry, a to ani na základě ortofoto snímků z různých let, ani na základě LLS dat. Podle archivních zdrojů byl v katastru Loukova dosud evidován pouze jediný předmět – kamenná sekerka datovaná nejspíše do kultury s vypíchanou keramikou (Sklenář 2011, 175–176). R. Křivánek si nicméně všiml porostových příznaků (nejzřetelněji viditelné na ortofoto z 6. 6. 2015, ©Seznam.cz, a. s.) po obvodu a uvnitř ostrožny. Ostrožna je zakreslena na mapách II. i III. vojenského mapování, její dnešní průběh je částečně setřelý vlivem zemědělské činnosti; ve své původní podobě zůstává ostrožna zachována pouze na východní straně, kde je tvořena skalním podložím. Po vektorizaci přibližné podoby ostrožny bylo možné předběžně definovat možnou plochu osídlení (obr. 2). Na jaře 2022 zde byl proveden plošný magnetometrický průzkum primárně zaměřený na ověření průběhu předpokládaného příkopového ohrazení částečně patrného z leteckých snímků. Ve výsledcích bylo možné potvrdit několik míst zahloubených objektů (osídlení vyvýšené části ostrohu) a pouze torzovité zachování příkopového ohrazení. Výsledky měření byly negativně ovlivněny novodobými úpravami terénu pole, možnými navážkami nebo také vyústěním



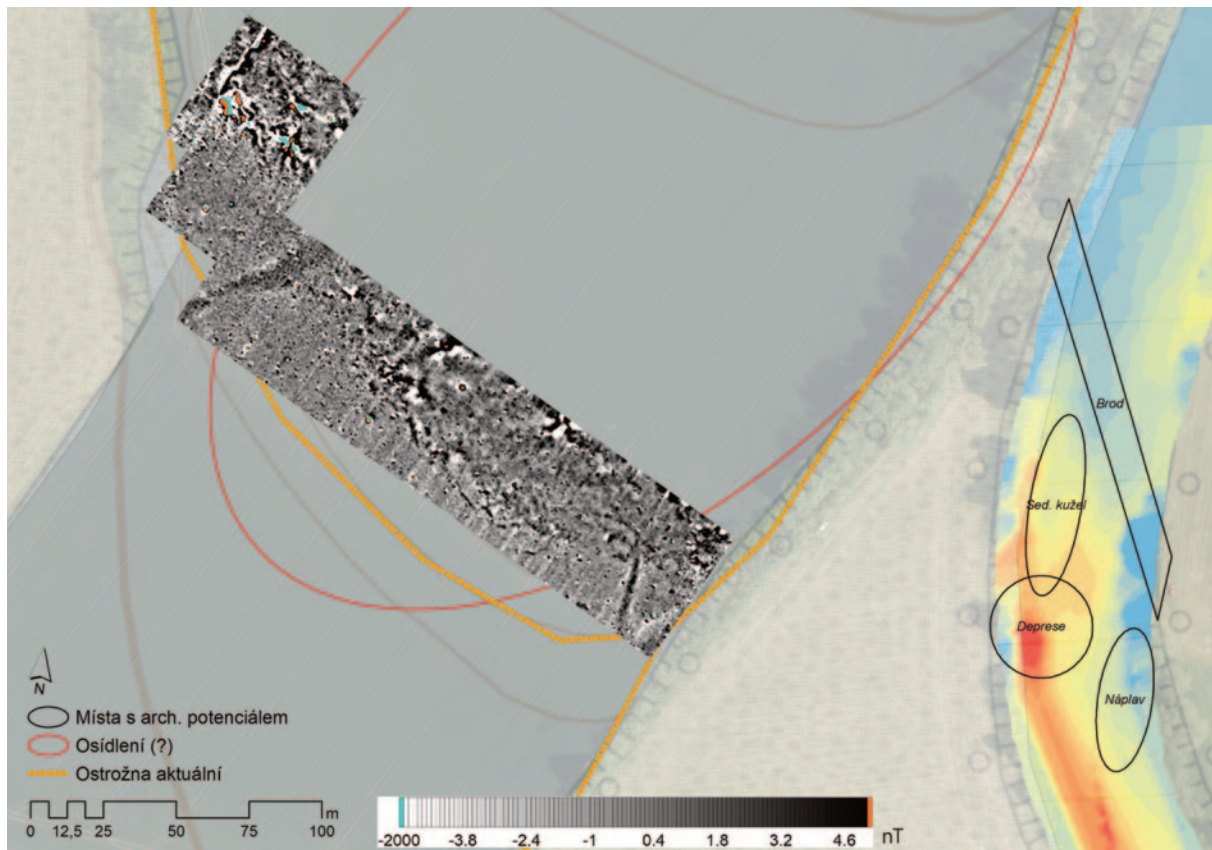
Obr. 2. Vektorizace prvků zakreslených na historických mapách. 1 – aktuální ZM 1:10000; 2 – III. vojenské mapování; 3 – II. vojenské mapování; 4 – přeložení vektorizovaných vrstev ostrožny a určení možného rozsahu ostrožny.

rozorané novodobé polní cesty. Dále byl na ploše magnetometrického průzkumu na jaře 2022 proveden povrchový sběr. Na základě keramického materiálu lze lokalitu předběžně datovat pouze rámcově do období zemědělského pravěku.

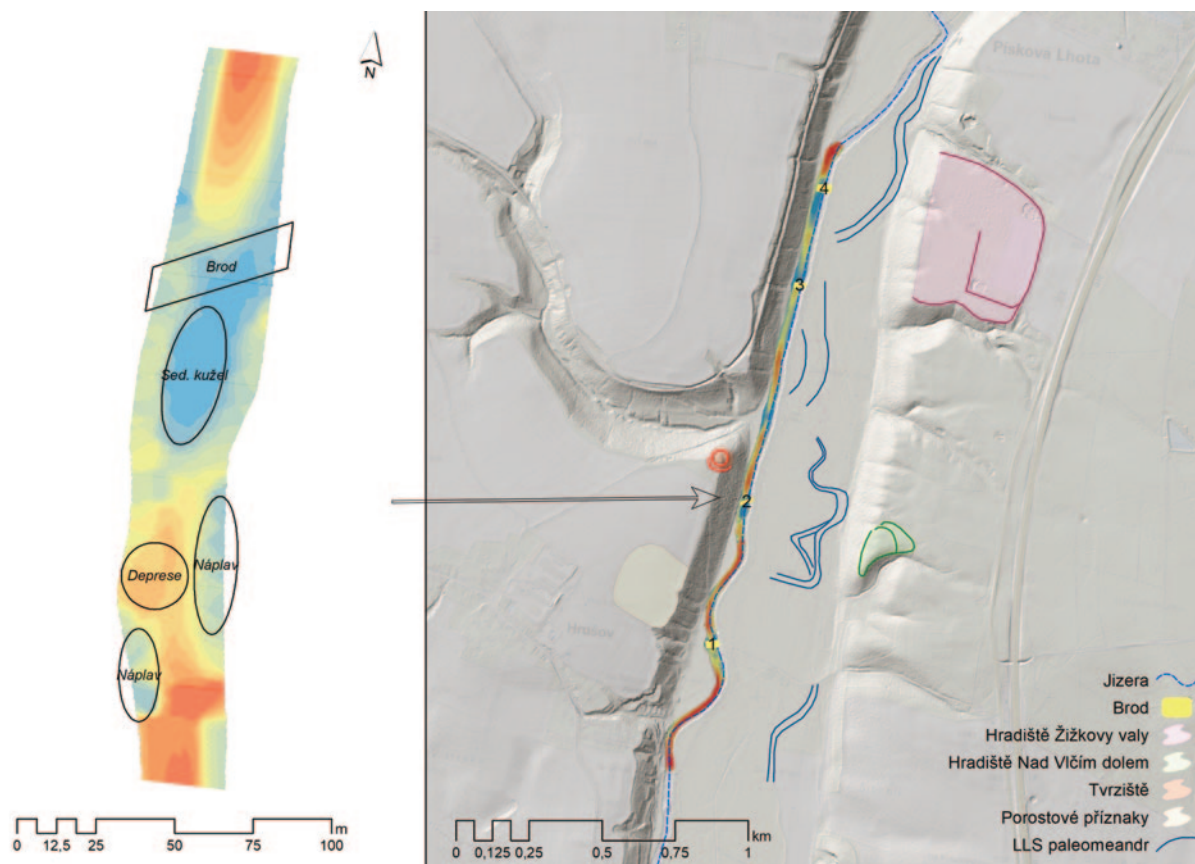
Celý meandr byl nejprve proměřen velkoplošně pomocí sonaru Humminbird Helix, který zachytil výrazné snížení hloubky v prostoru vedle ostrožny (z 2,5 m na cca 0,7–1,2 m). Na toto místo jsme se proto dále zaměřili a výsledky byly zpřesněny pomocí sonaru RiverSurveyor, který místo identifikoval jako brod. Kolem tohoto místa dnes vede výrazný úvoz směrem od vsi kolem brodu a dále pod ostrožnu, kde se vytrácí.

Na základě geofyzikální a batymetrické prospekce bylo možné určit zájmovou plochu, kde byla následně provedena prospekce pod vodní hladinou. Výsledky ze sonaru RiverSurveyor umožnily identifikovat potenciálně zájmová místa – brod, sedimentační kužel, náplav a depresi (*obr. 3*). Podvodní průzkum proběhl ve dnech 26.–27. 10. 2022 za použití podvodního detektoru kovu Minelab Excalibur II. Zároveň byla pomocí vodního ejektoru otevřena sonda o rozměrech 6 × 2 m, zasahující do hloubky cca 30 cm v místě sedimentačního kuželu. Z prostoru brodu bylo získáno větší množství recentního kovového odpadního materiálu. Z prostoru náplavu byla vyzvednuta silně zkorodovaná puška (pravděpodobně Mauser M 98) a z prostoru sedimentačního kuželu středověká/novověká výrazně zkorodovaná podkova. Podkova patří mezi předměty, které jednoznačně dokládají aktivitu při překonávání vodního toku (např. *Anders 2013*).

Obr. 4. Osídlení obou břehů řeky Jizery mezi katastry Brodce a Písková Lhota (okr. Mladá Boleslav), vektorizace paleomeandrů viditelných na datech LLS a vyznačení brodů na základě batymetrického měření s detailem na brod č. 2 včetně identifikace míst s možným archeologickým potenciálem.



Obr. 3. Plocha osídlení v Loukově (okr. Mladá Boleslav), příklad výsledku magnetometrického měření s vyznačením předpokládaného průběhu novodobě destruovaného či rušeného příkopového ohrazení a výsledky z batymetrického měření s identifikací míst s možným archeologickým potenciálem.

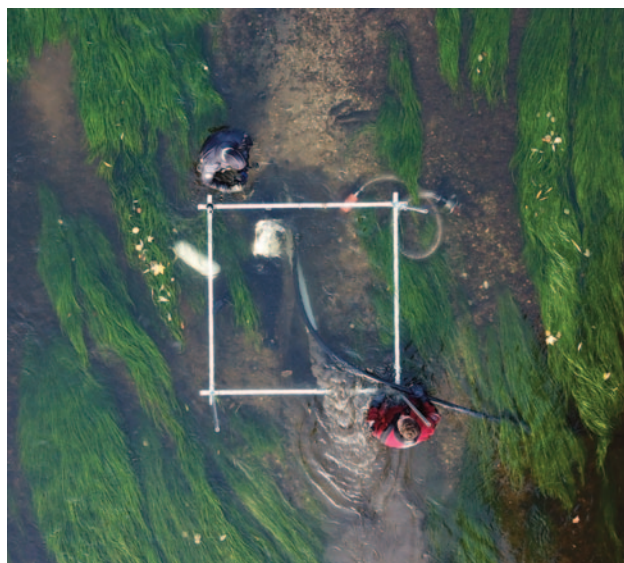


Brodce – Písková Lhota (okr. Mladá Boleslav)

Druhou případovou studií se stal mikroregion v prostoru mezi 27 a 30 říčním kilometrem, mezi obcemi Podhrušov (část obce Hrušov) a Písková Lhota. Řeka Jizera je zde zakleslá do skalního masivu svým západním břehem, teče v přirozeně napřímené poloze (není regulována), vyvinutá údolní niva řeky je zde široká pouhých cca 300 m a tvoří velmi úzké údolí. V prostoru nivy jsou relativně dobře čitelné paleomeandry (zřetelné na ortofoto i na vizualizaci dat LLS). Oba břehy řeky Jizery jsou ve sledované oblasti hustě osídleny, v řece byly detekovány čtyři brody.

Na východním břehu Jizery se na vyvýšené říční terase (převýšení 50–55 m) nad nivou nacházejí na katastrálním území Pískové Lhoty dvě hradiště. Jižně leží hradiště v poloze Nad Vlčím dolem, které je datované do závěru doby bronzové a do starší doby halštatské (Čtverák *et al.* 2003, 237–238; ID SAS: 9209). Severní hradiště, čtyřúhelníková ostrožna s místním názvem „Žižkovy valy“, pochází snad z mladší a pozdní doby bronzové, se stopami osídlení v raném středověku (Čtverák *et al.* 2003, 238; ID SAS: 9147). Ve vrcholném středověku nebo v novověku byla lokalita využita jako vojenský tábor. Na západním břehu Jizery je na skalní ostrožně, nad roklí Čertůvkou, usazené středověké tvrziště „Nad Čertůvkou“, datované do 13.–15. století (Anděl *a kol.* 1984, 162; ID SAS: 9204). Jižně od tvrziště se na poli nacházejí porostové příznaky, které mohou odkazovat na pravěké osídlení (obr. 4).

Celý sledovaný mikroregion byl, podobně jako v předchozím případě, proměřen velkoplošně sonarem Humminbird Helix. Protože jsme v létě 2022 ve druhém brodu zjistili vysokou koncentraci dřevěných prvků vyrovnaných relativně v řadě, v náklonu cca 45° k říčnímu dnu, rozhodli jsme se zaměřit na toto místo. Oblast druhého brodu

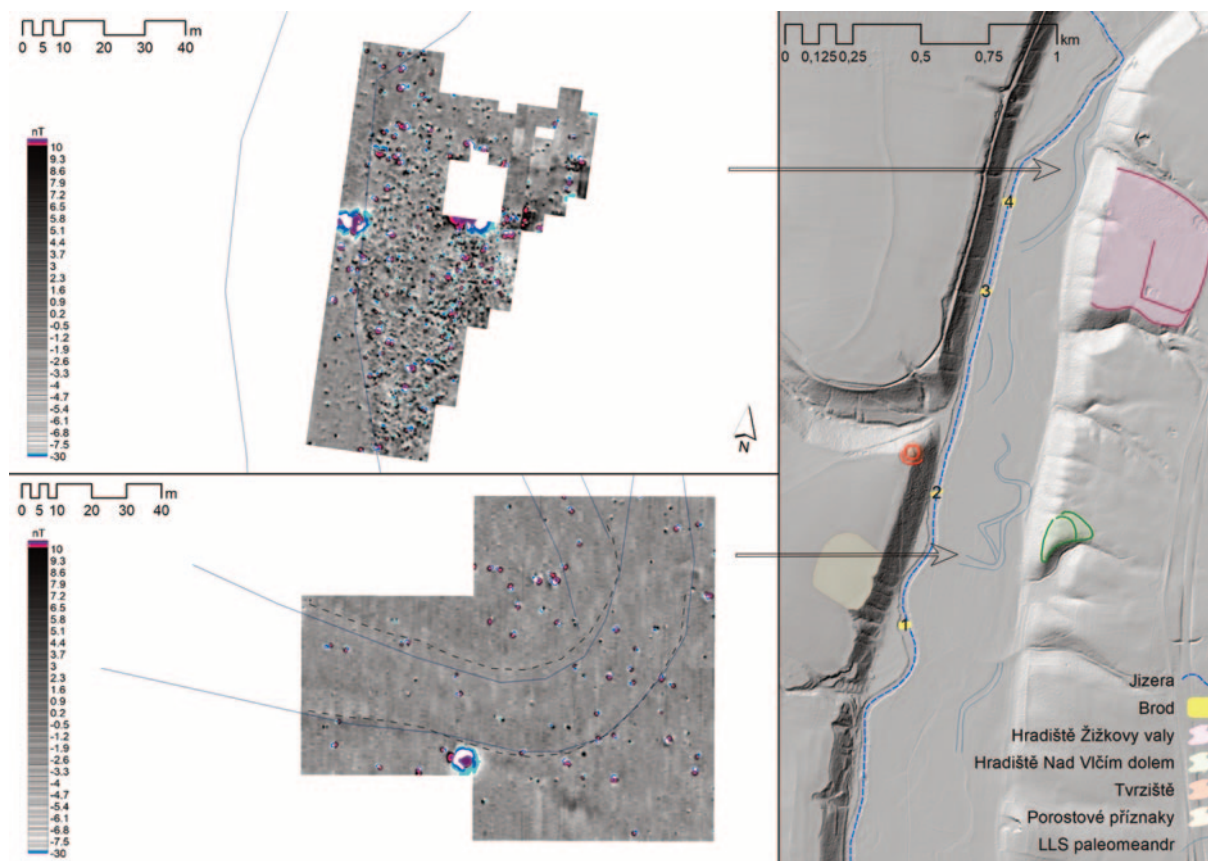


Obr. 5. Odkryv sedimentu v sondě (A) pomocí vodního ejektoru (foto: ©AKITO DIVING TEAM).

byla proto proměřena detailně pomocí sonaru RiverSurveyor a na základě výsledků byla definována potenciálně zájmová místa – brod, sedimentační kužel, deprese a dvě místa náplav. I zde byla pro ověření situace položena sonda o rozměrech 2 × 2 m a hloubce cca 100 cm (obr. 5), a to ve dvou polohách: (A) cca 10 m od východního břehu směrem do středu koryta a (B) cca 25 m od východního břehu, uprostřed koryta. Odkryv sedimentu v sondách položených ve vodním toku přinesl negativní výsledky. Koncentrace dřevěných prvků je zřejmě přírodního charakteru. Ze sondy (A) byla vyzvednuta zvířecí kost, velké množství recentního odpadního materiálu a zjištěny omluté rovné kmeny stromů. V sondě (B) byly odhaleny stejné kmeny stromů jako v předchozí sondě, odpadní materiál však téměř absentoval. V celém prostoru brodu a sedimentačního kuželu byla provedena prospekce

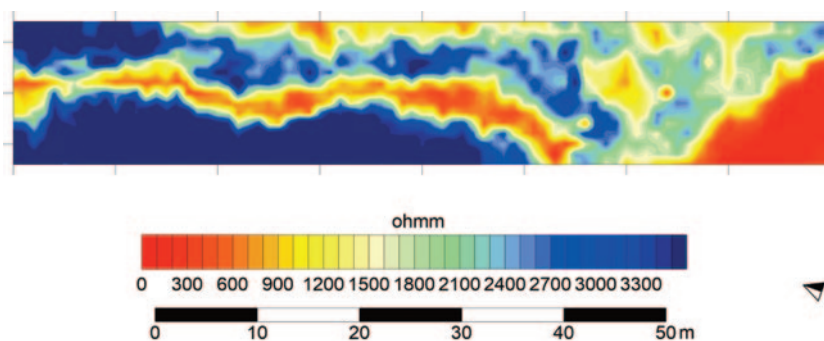
pomocí detektoru kovů Minelab Excalibur II. Po negativních zjištěních jsme se přesunuli do prostoru prvního brodu, i v této oblasti bylo však vyzvednuto pouze množství recentního odpadního materiálu.

Paralelně vedle studia prostoru pod vodní hladinou byly prováděny dílčí geofyzikální prospekce ve vnitřních i vnějších částech obou hradišť. Ty přinesly několik zajímavých výsledků. V údolní části nivy Jizery byl na dvou místech pod oběma hradišti magnetometrickým průzkumem ověřen průběh oblouků paleomeandrů díky odlišnosti výplně říčního sedimentu od okolního štěrkopískového prostředí (obr. 6). V místě severního hradiště se pak geoelektrickým odporovým průzkumem podařilo potvrdit průběh reliktní zaniklé cesty směřující od hradiště do údolní nivy s paleomeandry (obr. 7). Další předpokládaná vyústění cest u řeky budou verifikována za vhodnějších podmínek v následujících letech.



Obr. 6. Dva příklady dílčích výsledků magnetometrie, v rámci kterých byla zachycena plocha výplně paleomeandrů.

Obr. 7. Průběh segmentu komunikace vně severního hradiště a JV části valového opevnění zachycený ve výsledku symetrického odporového profilování (SOP).



Diskuse a závěr

V případě první případové studie – Loukova – byla situace relativně dobře čitelná a na základě výsledků se lze domnívat, že sledovaná oblast má potenciál k detekci dalších předmětů archeologické povahy. Cílem prospekce pod vodní hladinou nebyl podrobný celoplošný odkryv (testovací sonda zabírala plochu pouhých 12 m²), jako spíše ověření potenciálu identifikovaných míst. V následujících obdobích se budeme zaměřovat na plochu na opačném (východním) břehu, kde bychom rádi ověřili možné pokračování průběhu komunikace navazující na brod prostřednictvím geofyzikálních průzkumů. Z pohledu památkové péče by toto místo mělo být vedeno jako území s potenciálem pro detekci nálezů archeologické povahy.

Druhá případová studie byla o poznání komplikovanější. I přes husté osídlení, které nám samo o sobě evokovalo představu vysokého potenciálu pro prospekci vodního toku, jsme předměty archeologické povahy ani žádné struktury v aktivním vodním toku spolehlivě nezachytili. Důvodů může být

více: (1) vodní tok byl v době aktivního života na hradištích situovaný v místech dnešních paleomeandrů (je třeba zjistit stáří paleomeandrů); (2) brody č. 1 a 2 jsou blíže hradišti z doby halštatské, přičemž z tohoto období (a dále z celého protohistorického období) známe z našeho území z prostoru řek jen velmi málo archeologických dokladů; (3) v prostoru 3. a 4. brodu prospekce pod vodní hladinou neproběhla a je třeba se v budoucnu zaměřit i na tato místa, protože tyto brody jsou blíže hradišti z doby bronzové, přičemž doba bronzová a raný středověk jsou obdobími, kdy koncentrace říčních nálezů na našem území kulminuje (Machová 2020). Cílem navazujících prací v dalších letech bude otevření sondy pro odběr vzorku spodní výplně jednoho z paleomeandrů pro OSL datování, dále bude provedena prospekce pomocí detektorů kovu v ploše severních brodů (č. 3 a 4) a nakonec budeme pokračovat v geofyzikální prospekci vybraných míst.

Stanovení a testování metody pro identifikaci míst s archeologickým potenciálem v prostoru řeky mělo za cíl jednak detekovat nové archeologické nálezy nebo struktury, ale také zefektivnit možnosti výzkumu pod vodní hladinou. Časový i finanční náklad potřebný pro realizaci podvodního výzkumu je mnohonásobně vyšší, než v případě archeologických výzkumů prováděných na souši. Je proto nadmíru potřebné mít před samotným podvodním výzkumem k dispozici dostatek podkladových dat. Proto bude také v dalších letech projektu pokračováno s intenzivními batymetrickými a geofyzikálními průzkumy. Ty ale nebudou směřovat jen k plošným ověření lokalit v bezprostředním okolí Jizery, ale také k prověření hypotéz možných komunikací a vazeb mezi osídlením břehů (včetně opevněných lokalit) a průběhem řeky.

Metodický postup popsáný v předloženém příspěvku budeme v následujících obdobích testovat na dalších areálech. Jeho využití může přispět k lepší památkové ochraně archeologických struktur navázaných na říční prostředí.

Příspěvek vznikl za finanční podpory Grantové agentury ČR (projekt č. GA22-05413S: Říční kulturní krajina Jizery od mezolitu do raného středověku ve světle archeologických pramenů a hydrologických dat).

Literatura

- Anders, J. 2013: Früh- und hochmittelalterliche Flussfunde in Nordostdeutschland: das Material aus Peene, Recknitz, Tollense und Trebel und seine siedlungsgeschichtliche Einbindung. Bonn.
- Anděl, R. a kol. 1984: Hradý, zámky a tvrze v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Díl 3. Severní Čechy. Praha.
- Bowens, A. 2009: Underwater archaeology: the NAS guide to principles and practice. 2nd Edition. Portsmouth, UK.
- Čtverák, V. – Lutovský, M. – Slabina, M. – Smejtek, L. 2003: Encyklopedie hradišť v Čechách. Praha.
- Daňová, M. – Daňová, K. 2021: The Danube has prepared a surprise for us. In: Pesić, M. (ed.), Submerged Heritage 11. Yearbook of the International Centre for Underwater Archaeology in Zadar. Zadar, 36–40.
- Dumont, A. – Arthuis, R. et al. 2017: La Loire et ses terroirs. Numéro Spécial géoarchéologie fluviale. De l'Ardeche à la Loire-Atlantique, les résultats des recherches en cours (ports, digues, moulins, pêcheries). Combleux.
- Gaspari, A. 2003: Archaeology of the Ljubljanica River (Slovenia): early underwater investigations and some current issues. The International Journal of Nautical Archaeology 32/1, 42–52.
- Hasslöf, O. 1949: Svenska västkustfiskarna: Studier i en yrkes-grupps näringsliv och sociala kultur. Göteborg.
- Janowski, L. – Kubacka, M. – Pydyn, A. – Popek, N. – Gajewski, L. 2021: From acoustics to underwater archaeology: Deep investigation of a shallow lake using high-resolution hydroacoustics – The case of Lake Lednica, Poland. Archaeometry 63/5, 1059–1080.
- Krásný, F. 2014: Řeka Jizera z pohledu archeologie. Boleslavan. Měsíčník statutárního města Mladá Boleslav 2014/9, 15.
- Křivánek, R. 2004: 2.3. Geophysical prospection. New perspectives for settlement studies in Bohemia. In: Gojda, M. (ed.) et al., Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archeology – Czech research project 1997–2002. Praha, 39–71.
- Křivánek, R. 2006: Magnetometric prospection of various types of large ditched enclosures in Bohemia. Archaeological prospection vol. 13/1, Wiley InterScience, Gaffney, C. – Aspinall, A. – Conyers, L. B. (eds.), 25–43.
- Křivánek, R. 2020: Přehled nedestruktivních geofyzikálních měření Archeologického ústavu v Praze na archeologických lokalitách ve správě Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy. Studia Lednickie 19, 165–218.

- Machová, B. 2020:* Archeologie řeky. Disertační práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Brno.
- Machová, B. 2021:* Říční archeologie na rozcestí. Ohlédnutí se za minulostí a úvaha nad budoucností archeologie pod vodní hladinou v České republice. *Živá archeologie* 23, 31–35.
- Missiaen, T. – Sakellariou, D. – Flemming, N. C. 2017:* Survey Strategies and Techniques in Underwater Geoarchaeological Research: An Overview with Emphasis on Prehistoric Sites. In: Bailey, G. – Harff, J. – Sakellariou, D. (eds.), *Under the Sea: Archaeology and Palaeolandscapes of the Continental Shelf*. Coastal Research Library, vol 20. Cham, 21–37.
- Novák, P. a kol. 2017:* Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží pro stanovení jejich zásobních kapacit a sledování množství a dynamiky sedimentů. Certifikovaná metodika výsledků výzkumu, vývoje a inovací. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Novák, J. – Prostrředník, J. 2010:* Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy. *Archeologické rozhledy* 62, 587–607.
- Prostrředník, J. – Šída, P. 2010:* Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří. Turnov.
- Rogers, J. 2009:* How Boats Change: Explaining Morphological Variation in European Watercraft, based on an Investigation of Logboats from Bohemia and Moravia, Czech Republic. Dissertation. University of Exeter.
- Rogers, J. 2010:* Logboats from Bohemia and Moravia, Czech Republic. *The International Journal of Nautical Archaeology* 39/2, 310–362.
- Rogers, J. 2011:* Czech Logboats: early inland watercraft from Bohemia and Moravia. *Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity M16*, 171–202.
- Sklenář, K. 2011:* Pravěké a raně středověké nálezy v Čechách do roku 1870. Pramenná základna romantického období české archeologie. *Fontes archaeologici Pragenses – Volumen 36*. Pragae.
- Šída, P. 2007:* Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3. Brno.
- Tóth, A. 2020:* Exploring, documenting and protecting the river heritage in Hungary: Experiences and challenges of climatic events and public awareness. In: Hafner, A. et al. (eds.), *Heritage Under Water at Risk: Challenges, Threats and Solutions*. Charenton-le-Pont, 89–93.
- Tóth, A. 2021:* Underwater discoveries in the city center of Budapest, Hungary. In: Pesić, M. (ed.), *Submerged Heritage 11*. Yearbook of the International Centre for Underwater Archaeology in Zadar. Zadar, 41–44.
- Westerdahl, Ch. 1992:* The maritime cultural landscape. *The International Journal of Nautical Archaeology* 21/1, 5–14.

An interdisciplinary approach to the identification of sites with archaeological potential in the Jizera River area

The aim of this article is to introduce the reader to a pilot project focused on the study of the cultural landscape around the Jizera River. One of the project's goals was to identify sites with archaeological potential in the river area based on an interdisciplinary approach involving methods such as bathymetry, hydrology, geophysical prospecting and archaeology. We have focused on archaeological sites located close to the Jizera River and tried to identify potential access routes to the river. We have also tried to define the most suitable spot to cross it. When the two models are interconnected, it is possible to speculate about a 'contact zone'. We tried to identify sites with potential for detecting archaeological material within this zone, directly in the river bed. The above methods were tested on two case studies. Prospecting (geophysical survey in the area of the promontory and bathymetry in the area of the river meander) was carried out in the cadastral area of Loukov, which documented the existence of a ford east of the promontory (*Fig. 3*). Nowadays, a distinct hollow way still leads from the top of the promontory down to the ford. A large quantity of recent material, including a rifle (probably a Mauser M 98) and a medieval/modern-era horseshoe was recovered from the area of the ford and its surroundings during underwater survey. Both banks of the Jizera River in the Brodce – Pisková Lhota microregion were intensively populated (*Fig. 4*). There are two prehistoric hillforts on the left bank. Similarly as in the previous case, the entire area of the river bed was surveyed by a sonar device and partial geophysical surveys were carried out both in the inner and outer parts of the hillforts. Distinct palaeomeanders were identified in the narrow floodplain. They were also clearly visible in data outputs from geophysical surveys (*Fig. 6*). In

the area of the northern hillfort, geoelectrical resistivity surveys managed to confirm the course of a defunct road leading from the hillfort to the valley floodplain below (*Fig. 7*). However, no objects of archaeological nature were unfortunately found during the underwater survey.

English by *Jan Machula*

Fig. 1. Examples of bathymetric records for the river section between kilometre 15 and 18.

Fig. 2. Vectorization of elements plotted on historical maps.

Fig. 3. Settlement area at Loukov (Mladá Boleslav district), example showing the results of magnetometer survey. The assumed course of a ditched enclosure which was destroyed during the modern era and the results of bathymetric surveys aiming at the identification of sites with possible archaeological potential are marked.

Fig. 4. Settlement of both banks of the Jizera River between the cadastral areas of Brodce and Písková Lhota (Mladá Boleslav district), vectorization of paleomeanders visible on lidar data and plotting of fords based on bathymetric measurements.

Fig. 5. Sediment exposure in trench A with the help of a water ejector.

Fig. 6. Two examples of partial results of magnetometer surveys in the framework of which an area containing palaeomeander fills was detected.

Fig. 7. Course of a road segment outside the northern hillfort and the SE part of the rampart as identified by symmetrical resistivity profiling.

Barbora Machová, Roman Křivánek, Archeologický ústav AVČR Praha, v. v. i., Letenská 4, 118 00 Praha 1
machova@arup.cas.cz; krivanek@arup.cas.cz

Václav Hradilek, Petr Bašta, Luděk Bureš, Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování,
Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6
hradilek@fzp.czu.cz; bastap@fzp.czu.cz; buresl@fzp.czu.cz

David Vondrášek, Katedra technických a úpolových sportů, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita
Karlova, José Martího 269/31, 162 52 Praha 6
vondrasek@ftvs.cuni.cz