

Vývoj riečnej nivy v priestore rane stredovekého sídliska Pohansko vo vzťahu k antropogénnym vplyvom

Úvod

Ľudia od nepamäti osídľovali dná riečnych nív, pretože sa v nich nachádzal bezprostrený zdroj vody, ktorá predstavuje jednu z najzákladnejších ľudských potrieb. Okrem toho týmto priestorom viedli a stále vedú hlavné komunikačné trasy. Oblasť riečnej nivy patrí tiež k intenzívne poľnohospodársky využívaným miestam v krajine, pretože sa tu vďaka prírodným podmienkam nachádzajú jedny z najúrodnejších pôd.

Údolná niva reaguje citlivo na klimatické zmeny v povodí, na zmeny vlhkosti, zmenu rastlinného pokryvu a v neposlednom rade i na zásahy človeka. Posledných niekoľko tisíc rokov sú nivy čoraz markantnejšie ovplyvňované antropogénnou činnosťou (Kadlec *et al.*, 2009). Človek od praveku odlesňuje a obhospodaruje krajinu, stavia nové sídla, čo sa odráža v miere erózie a agradácie, ktoré vytvárajú podobu údolnej nivy. Osídlenie aluviálnych oblastí v minulosti bolo dosť premenlivé a za jeden z jeho vrcholov sa môže pokladať obdobie existencie Veľkomoravskej ríše, kedy dochádzalo k rozvoju sídelných aglomerácií priamo v nive. Jednu z týchto aglomerácií predstavuje lokalita Pohansko u Břeclavi, ktorá leží na tzv. pieskovej hrúde uprostred údolnej nivy rieky Dyje (Macháček, 2007; 2005). Predstavuje tak unikátny záznam interakcie ľudského sídlenia a nivy od praveku až po súčasnosť.

Najstaršie riečne nivy podľa doterajších poznatkov začali vznikať v poslednom glaciály, pokračujúc holocénom a sú aktívne dodnes (Opravil, 1983, Musil, 1999, Ložek, 2003). So stále častejšie sa opakujúci povodňami sa štúdium nív a aluviálnych sedimentov dostáva do popredia záujmu a s tým i súvisiaca problematika vzťahov medzi klímou, prírodnými podmienkami a koexistenciou ľudských obydli (Macháček, 2012).

Cieľom diplomovej práce je zhodnotiť 3 litologické rezy situovaná okrajom veľkomoravského hradiska Pohansko u Břeclavi vybranou metodikou, vyhodnotiť geofyzikálny prieskum v priestore hradiska a jeho blízkom okolí a v neposlednom rade vyhodnotiť holocénny vývoj riečnej nivy vo vzťahu k jeho osídleniu.

Pohansko u Břeclavi

Geomorfologické vymedzenie územia

Pohansko u Břeclavi je rozsiahle veľkomoravské hradisko rozprestierajúce sa na ploche väčšej než 50 ha. Lokalita leží na piesčitej vyvýšenine uprostred Dyjsko – moravskej údolnej nivy medzi meandrujúcimi a mŕtvymi ramenami rieky Dyje, približne 12 km severne od jej sútoku s riekou Moravou. Nachádza v prostredí lužných lesov asi 2 km juhovýchodne od mesta Břeclav v nadmorskej výške 155 - 157 m n. m. Je súčasťou Dolnomoravského úvalu (Macháček, 2004; 2005).

Geológia študovanej oblasti

Lokalita Pohansko u Břeclavi sa nachádza v údolnej nive rieky Dyje, ktorá je súčasťou geologického celku Viedenská panva. I napriek pomerne mladej sedimentárnej výplni nivy, tj. vrchný pleistocén až holocén, bol jej geologický vývoj pomerne zložitý. Striedali sa tu obdobia akumulácie a erózie s hiátmi rôznej dĺžky, ktoré postupne vytvárali dnešné morfológické tvary v krajine (Havlíček, 2001).

Viedenská panva sa rozprestiera medzi Západnými Karpatami a Východnými Alpami, pričom väčšia časť sa nachádza v oblasti Rakúska. Na našom území tvorí depresiu medzi Malými a Bielymi Karpatami na východe a Pavlovskou vrchovinou a Ždánickým lesom na západe. Viedenská panva tvorí komplikovaný systém priekop a hrastí, ktoré boli v priebehu neogénu vyplňované a erodované. Sedimentácia tu začala v spodnom miocéne (eggenburg, ottang) a pokračovala až do vrchného miocénu (pannon), kedy sa zmenou z morskej sedimentácie na brakickú a sladkovodnú začínajú ukladať jazerné, riečne a iné kontinentálne sedimenty. Plošne sa rozširujú mokradiny, v ktorých sa nakopila uholná hmota lignitových slojov. Vytvorili sa tu tiež podmienky vhodné pre akumuláciu ropy a zemného plynu, ktoré sú vo väčšine prípadov viazané na stupeň bádén (Chlupáč *et al.* 2002).

Predkvartérne podložie údolnej nivy rieky Dyje tvorí vrchnopannonské súvrstvie pieskov a ílov, tzv. gbelské súvrstvie, patriace k viedenskej panve, ktoré je v južnom okolí Břeclavi poväčšine reprezentované monotónnymi nevrstevnatými, hlavne nepiesčítymi pestrými ílmi s častými povlakmi mangánových zlúčenín. Behom kvartéru dochádzalo k zmenám klimatických podmienok, k striedaniu dôb ľadových (glaciálov) a medziľadových (interglaciálov), ktoré mali veľký vplyv na fluválne procesy a charakter riečného štýlu (Růžicková *et al.*, 2003). Kvartérne sedimenty sú v oblasti Pohanska reprezentované naplaveninami recentných tokov (hlavne štrky, piesky, íly a povodňová hlina), ktorých mocnosť (do 14 metrov) je v celej oblasti celkom vyrovnaná (Vávra & Štelcl, 2014), a eolickými sedimentami (viate piesky, spraše). Kvartérne fluválne sedimenty, hrubo opracované štrky a piesky,

najprv vyplnili tektonické zníženiiny na dne sedimentárnej panvy, neskôr vytvorili rozsiahly pokryv vtedajšieho údolného dna (Kolejka, 2004).

Na gbelské súvrstvie sa začali v období glaciálu diskordantne ukladať vrchnopleistocénne šedohnedé, stredne až hrubo zrnité fluvialne piesčité štrky (Havlíček, 2001). V suchých obdobiach glaciálu potom dochádzalo na povrchu fluvialných sedimentov k sedimentácii naviatych pieskov a vytváranie dún. Nespevnené viate piesky bývajú žltohnedej farby, jemne až stredne zrnité a v asociácii ťažkých minerálov prevažuje granát nad amfibolom. Pomerne dosť sú rozšírené v celej sútokovej oblasti Dyje s Moravou. Za hlavné obdobie vzniku dún naviateho piesku, nazývané tiež „hrudy“, sa pokladá neskorý glaciál (od 12 000 BP). Vo vlhších a teplejších dobách, tzv. interglaciáloch, ale i v kratších menej výrazných teplotných výkyvov v rámci glaciálu, kedy sa krajina postupne pokryla vegetáciou, sa na niektorých miestach tvorila subfosilná polygenetická pôda. Tá dokladá prerušenie eolickej sedimentácie pieskov. Reprezentuje obdobie kľudu, ktoré sa dá spájať so stepnými podmienkami s malou vlhkosťou v tejto oblasti (Macháček, 2007). Počet a typ subfosilných pôd závisí na konkrétnej oblasti a rieke. V údolnej nive rieky Dyje sú doložené tri takéto kľudné fázy (Havlíček, 1994). Pôvodná výška dún s pochovanými fosilnými pôdami bola 6 – 8 metrov (Havlíček, 2004). Pri následných povodniach dochádzalo v údolnej nivy k čiastočnému alebo úplnému rozplaveniu dún. Dnes neprevyšujú terén o viac ako 1 – 2 metre (Poláček *et al.*, 2005; Macháček, 2007). Najmladšie sedimenty vyplňujúce údolnú nivu sú povodňové hliny, ktoré ju zarovnali do dnešnej podoby. Na dolnom toku Moravy a Dyje začali sedimentovať asi pred 3000 – 4000 rokmi. Nižšie duny boli pod nimi pochované, no vyššie duny si udržali rolu strategických a hospodárskych vyvýšenín od praveku až po raný stredovek (Havlíček, 2001; Havlíček & Smolíková, 2002; Havlíček, 2004, Macháček, 2007).

Archeológia

Staroslovanské hradisko Pohansku u Břeclavi bolo objavené už v minulom storočí. Archeologický výskum na ňom prebieha od roku 1985 a bol vždy úzko spojený s aktivitami katedry archeológie a muzeológie Masarykovej univerzity. Spolu so svojimi dvoma predhradiami sa Pohansko rozprestiera na ploche väčšej než 50 ha, z ktorej bola preskúmaná skoro štvrtina. Stopy aktivít v jeho priestore sú doložené už z mezolitu, ďalej pokračujú behom celého praveku až do laténu, kedy sa počet nálezov zvyšuje, no napriek tomu nemáme z tohto obdobia doklady trvalejšieho osídlenia. Najväčší rozmach zažilo Pohansko v ranom stredoveku (6 – 10. stol. n.l.), kedy sa prvými stálymi obyvateľmi stali časní Slovania. Zo začiatku bolo Pohansko iba neopevnená poľnohospodárska osada so žiarovým pohrebiskom (Dostál, 1982; 1985). V druhej polovici 9. storočia si na tomto území vybudovali veľké hradisko, cca 28 ha, ktoré sa dnes radí k najväčším rane stredovekým opevneniam v rámci strednej Európy (Macháček 2004, 2005). Hradisko bolo opevnené hradbou postavenou z kameňa, dreva a zeminy, pozostatkom ktorej je dodnes viditeľný val. Táto vymedzená plocha bola intenzívne osídlená,

zastavaná špecifickými jednotkami, dvorcami či usadlosťami, v ktorých prebiehala špecializovaná remeselná a v menšej miere i poľnohospodárska činnosť. Najvýznamnejším objektom bol veľmožský dvorec s kostolom preskúmaný v severozápadnej časti hradiska. Rozprestieral sa na ploche cca 1 ha a bol chránený štvorcovou palisádou. Kamenný kostol patril k typu jednolodných stavieb a bol obkolesený rozsiahlym kostrovým pohrebiskom (Dostál, 1975).

Predhradia Pohanska boli taktiež intenzívne osídlené. Ich plochy boli skúmané systematickým, ale i záchranným výskumom. Plocha juhozápadného predhradia bola v sedemdesiatych rokoch zasiahnutá vodohospodárskymi úpravami a následný záchranný výskum odkryl množstvo sídelných objektov a hrobov. Plocha severovýchodného predhradia je v posledných rokoch archeologicky skúmaná vďaka novo objavenej veľkomoravskej architektúre. Podľa J. Macháčka (2005) bolo hlavnou funkciou vtedajšieho hradiska ochrana, kontrola a riadenie diaľkového obchodu. Vybudovať podobnú aglomeráciu mohol iba panovník – človek s najväčšou autoritou, ktorý si na Pohansku nahromadil svoje bohatstvo. Rozmach staroslovanského hradiska trval iba krátky čas. Hradisko zaniká niekedy v prvej polovici 10. storočia n.l., pádom moravských panovníkov. V 11. storočí n.l. sa Morava stala súčasťou Českého štátu a funkcia Pohanska padá na mesto Břeclav (Drozdová, 2005).

Údolná niva

Riečne nivy sú neodmysliteľnou súčasťou krajiny, v rámci ktorej predstavujú jeden z najrozsiahlejších a opticky najnápadnejších prvkov (Brown, 1997). Na území Moravy nezaberajú dná riečnych údolí veľké plochy, i napriek tomu sú veľmi významné. Nachádzajú sa v nich obrovské zásoby povrchovej aj podzemnej vody, viedli nimi a stále vedú hlavné komunikačné trasy, sú intenzívne poľnohospodársky využívané a v neposlednom rade sú domovom veľkého počtu obyvateľstva. Údolné nivy predstavujú komplikovaný súbor elementov živej i neživej prírody. Vyznačujú sa veľkou dynamikou prírodných procesov, a to predovšetkým fluvialných (Křížek, 2007). Sú pravdepodobne najdynamickejším ekosystémom, ktorý sa neustále vyvíja a mení. Environmentálne zmeny v povodí, zmena humidity, zmena vegetačného krytu a s tým spojené svahové procesy či antropogénne zásahy, na to všetko reaguje niva veľmi citlivo. Všetky tieto činitele ovplyvňujú prietok a množstvo unášaného materiálu, odrazom čoho je pomer medzi eróziou a akradáciou, ktoré vplývajú jej vznik a tvar. Zároveň sú plochy údolných nív zreteľne ovplyvňované antropogénnou činnosťou, čo sa výrazne prejavuje v ich vývoji, hlavne posledné tisícročie (Kadlec *et al.*, 2009). Človek pôsobil na rieku a rieka zase naopak na ľudskú spoločnosť. V rôznych časových obdobiach bola táto interakcia rôzne intenzívna (Macháček, 2012).

Existuje niekoľko rôznych definícií z rôznych vedeckých oborov, ktoré vymedzujú riečnu nivu. Z geomorfologického hľadiska popisuje Demek (1988) údolnú nivu ako akumuláciu rovinu pozdĺž vodného toku, ktorá je tvorená nespevnenými sedimentami transportovanými a usadenými týmto vodným tokom, a ktorá je pri povodniach spravidla zaplavovaná. Obdobná definícia sa vyskytuje i u ďalších autorov (Whittow, 1984; Anherť 1996). Geologické vymedzenie nivy je často veľmi podobné alebo zhodné s tým geomorfologickým. Rozdiel je iba v tom, že sa táto definícia primárne sústreďuje na geologickú stavbu a stratigrafiu nivy, pričom genézia je druhoradá (Křížek, 2007). Stavba nivy, jej fauna i flóra je bezprostredne ovplyvňovaná činnosťou vodného toku. Tok i tvar vodnej siete závisia na reliéfe, podnebí, geologickom podloží, nadmorskej výške a veľkosti povodia (Břízová, 2000). Pri širších tokoch s vyvinutými terasovými systémami predstavuje niva územie medzi prvými terasami. Z pedologického hľadiska je niva definovaná ako územie výskytu fluvizemí, mladých pôdnych typov a doplnkovo i glejov (Zádorová *et al.*, 2007).

Nivy vznikali v období posledného (viselského) glaciálu a behom teplejšieho obdobia – holocénu. Budujú ich fluvialne sedimenty, ktoré sa v nich nahromadili prostredníctvom fluvialných procesov. Sú nositeľmi nielen informácií o vývoji v tomto priestore, ale aj o zmenách v celom povodí konkrétnej rieky. Procesy prebiehajúce v údolných nivách sa líšili od miesta k miestu. V rôznych oblastiach a v rôznych obdobiach prebiehala sedimentácia s rôznou intenzitou (Czudek, 1997). Vnútna stavba nivy, jej povrch, ale i dynamika vývoja nivy je závislá na veľkosti vodného toku, tvare a veľkosti povodia, na charaktere rastlinného pokryvu a v neposlednom rade i na klimatických

pomerach danej oblasti. Často aj susediace lokality vypovedajú o rôznom štádiu vývoja a veku riečnej nivy (Kolejka, 2007).

Sedimentárnu výplň údolného dna tvoria dve časovo rozdielne jednotky. Staršia je tvorená štrkom a pieskom nízkej terasy, ktorý bol uložený divočiaccou riekou v glaciály (posledná veľká fáza hĺbkovej erózie prebiehala v staršom období pleniglaciálu, po ktorom nasledovala v rámci jeho mladšieho obdobia akumulácia) (Vandenbergh, 1993; Vandenbergh, 2001; Ložek 2003). Bolo to obdobie kedy väčšina zrážkovej vody kvôli chudobnému rastlinnému pokryvu a bezlesnej krajine, z toho vyplývajúcej minimálnej infiltrácii a evapotranspirácii, odtekala povrchovými tokmi. Okrem toho vznikalo v dôsledku intenzívneho mechanického zvetrávania spôsobeného sezónnymi teplotnými zmenami veľké množstvo klastického materiálu. Zvýšený prietok vo vodných tokoch, znižovanie unášajúcej energia a rýchlosti vody, malo za následok usadzovanie tohto hrubozrnného materiálu – fluviálnych štrkov, prípadne pieskov (Růžičková *et al.*, 2003). Rieky sa vetvili na niekoľko menších korýt, ktoré boli pomerne plytké. Vytvárali nízke údolné terasy, ktorých povrch leží dnes približne 3 – 6 metrov nad úrovňou pravidelne zaplavovaného priestoru nivy. Vtedajšia podoba nivy sa od tej súčasnej podstatne odlišovala (Ložek, 2003).

Sedimenty mladšej jednotky sú typovo pestrejšie. Predstavujú ich uloženiny anastomozujúcich a následne potom meandrujúcich riek, ktoré odrážajú kľudný tok rieky. Režim rieky sa začal meniť približne pred 15 000 rokmi, začiatkom neskorého glaciálu, čo bolo zapríčinené oteplením v tomto období (Ložek, 2003). Zvyšoval sa rastlinný pokryv, ktorý zapríčinil zmenšenie prietoku a teda i množstvo unášaného materiálu vstupujúceho do rieky. Postupne vznikala sieť korýt, ktoré mali viac menej rovnaký prietok, avšak v krajine, respektíve v nive vytvárali akúsi sieť riečnych korýt, ktoré sa vzájomne prepojovali (Makaske, 2001). Prechodom do typu meandrujúcej rieky vzniká jedno stále hlavné koryto, ktoré sa kľukatilo a vytváralo radu zákrut, tzv. meandrov. V ňom sa ukladali piesky a štrky, kým mimo koryta na povrchu nivy sedimentovali hlavne piesčité prach, íl (Růžičková *et al.*, 2003) a bahno ukladané zo zakalených povodňových vôd alebo z výplní starých riečnych ramien (hnilokaly, až slatiny) (Ložek, 2003). Medzi mladšie sedimentárnu výplň údolného dna sa radia aj premiestnené štrkopieskové údolné terasy (Vanderbergh, 2001). Všetky spomínané sedimenty sa striedajú v horizontálnom i vertikálnom smere a to v dôsledku bočnej erózie meandrujúcich riek (Ložek, 2003). Tá spôsobuje odnos na nárazových brehoch a akumuláciu na brehoch vo vnútri meandrujúcich oblúkov.

Fluviálne sedimenty

Fluviálne sedimenty vznikajú v režime meandrujúcich alebo divočiacych riek. Divočiace rieky sú charakteristické sústavou vetviacich a znovu sa zlievajúcich riečišť. Ich toky ukladajú v danej časti údolnej nivy abnormálne množstvo sedimentov a v našich podmienkach sú veľmi vzácne (Křížek, 2007)

Na našom území sa vyskytujú predovšetkým meandrujúce rieky. Sú to rieky tvorené jedným tokom, ktorý buď tečie priamo alebo sa kľukatí a je tvorený zákrutami, tzv. meandrami. Majú väčšiu dĺžku než je polovica obvodu kružnice nad jeho tetivou, stredový uhol oblúku je väčší než 180° (Demek, 1987). Na brehu vnútornej strany meandrov sa ukladajú sedimenty jesepev, na druhej strane oproti nim vznikajú pôsobením erózie vyduté brehy - výsepy. Tie predstavujú nárazové brehy, na ktorých dochádza k odnosu sedimentov, naopak na vnútorných brehoch - jesepech dochádza k ich akumulácii. Sedimenty sa v jesepech ukladajú šikmo v súlade s celkovým sklonom dna oblúku (Kolejka, 2004). Na povrchu výsepov sa vytvárajú asymetrické agradačné valy, ktoré sú tvorené prevažne prachopiesčitým sedimentom sedimentovaným v dôsledku poklesu rýchlosti prúdenia pri vylievaní vody z koryta rieky. Materiál je počas povodňovej sedimentácie premiestňovaný a ukladá horizontálne po celej ploche nivy, zrnitosť sa odlišuje v závislosti od unášacej schopnosti vodného prúdu (Ložek, 1973). Agradačné valy na našom území nie sú v krajine morfológicky príliš výrazné, čo je zapríčinené intenzívnou ľudskou aktivitou a poľnohospodárskou činnosťou na tomto území. Počas povodní môže dochádzať i k sedimentácii v tzv. mŕtvych či opustených ramenách. Tie vznikajú pretrhnutím meadrovej šije, najužšieho miesta. Sú tvorené prachom a ílom s vysokým obsahom humusu, tzv. hnilokaly (Ružičková *et al.*, 2003).

Fluviálne sedimenty sa obecné delia do dvoch kategórií vyčlenených na základe miesta ich uloženia. Sú to sedimenty uložené v priestore riečného koryta, respektíve na jeho báze, tzv. korytové sedimenty a sedimenty uložené mimo koryta, tzv. aluviálne sedimenty. Korytové sedimenty sú vytriedené, majú väčšinou frakciu piesku až štrku a v rámci koryta tvoria dobre identifikovateľné morfológické tvary. Miall (1985; 1996) vyčlenil sedem architektonických jednotiek sedimentov ukladánych v riečnom koryte. Sú to: výplň riečného koryta, tvorená hrubozrnným štrkom; štrkové valy a telesá charakteristické pre toky s väčším spádom; pieskové telesá ukladané na dne riečného koryta v podmienkach spodného prúdového režimu, väčšinou šikmo zvrstvené; laminované piesky vzniknuté pri silných povodiach v podmienkach vrchného prúdového režimu; telesá vzniknuté akreciou smerom po prúde – šikmo zvrstvené piesky ukladané v podmienkach spodného prúdového režimu, sediment laterálnej akrece – jesepey a výsepy.

Relikty korytových sedimentov dochované na svahoch údolí po tom, čo sa rieka zahĺbila nižšie do geologického podložia prostredníctvom pôsobenia klimatických či tektonických procesov, sa označujú ako terasy. Je obecné platné, že terasy umiestnené nižšie vo svahu sú mladšie ako terasy nachádzajúce sa vyššie vo svahu (Lisá & Bajer, 2014).

Aluviálne sedimenty, inak nazývané i povodňové alebo sedimenty inundačnej zóny, sú unášané a ukladané tokom rieky v období jej povodňovej aktivity. Nereprezentujú kontinuálny záznam riečnej aktivity, ale hlavne periodické sedimentačné udalosti súvisiace s povodňami. Sú uložené, keď ich koncentrácia vo vodnom toku prevyšuje schopnosť kvapaliny prenášať ich. Materiál sa usadzuje v zóne v blízkom okolí rieky, v údolnej nive. Podľa vzdialenosti nivy od riečného koryta vymedzujem tzv. proximálnu (blízku) a distálnu (vzdialenú) nivu. Podstatnú časť týchto uloženín tvoria jemnozrnné sedimenty, povodňové hliny, ktorých vznik úzko súvisí s antropogénnou činnosťou (Ložek, 1973; Opravil, 1983). Okrem fluviálneho materiálu sa v údolných nivách objavujú koluviálne, eolické, lakustrinné alebo glacigénne typy sedimentov (Křížek, 2007).

Morfologicky viditeľný prvok prechodu medzi korytovými a aluviálnymi sedimentami je už vyššie popísaný agradačný val, ktorý vzniká behom povodňovej aktivity. Behom vyšších záplavových stavov môže dôjsť k pretrhnutiu tohto valu a k resedimentácii jeho sedimentov do formy kuželu, ktorý je umiestnený smerom do povodňovej zóny. (Lisá & Bajer, 2014).

Údolná niva rieky Dyje

Dyjsko - moravská niva sa v priestore Dolnomoravského úvalu rozprestiera na území veľkom 375 km² a to konkrétne na dolnom toku rieky Dyje a dolnom toku rieky Moravy (na našom území). Vo Věstonickej bráne plynule prechádza do nivy Dyjsko – svrateckej, ktorá sa rozprestiera pozdĺž toku Svitavy, Svratky, Jihlavy a Dyje a patrí pod Dyjsko – svratecký úval. Vývoj údolného dna do dnešnej podoby začal v kvartéri. Do poklesovej oblasti Dolnomoravského úvalu vstupovali 2 hlavné toky: Pra – Dyje s prítokom Moravou zo severozápadu z územia Vyškovskej brány a Pra – Dřevnice z horkých masívov Moravsko slovenských Karpát zo severovýchodu. Pra – Dyje prinášala pestrú zmes okruhliakov pochádzajúcich z hornín Českého masíva, zatiaľ čo sedimenty Pra – Dřevnice pochádzali výhradne z karpatských flyšových hornín (Kolejka, 2004)

Vývoj riečnej nivy vo vzťahu k človeku

Riečnymi údoliami migrovali už paleolitický lovci a zberači, pre ktorých bola rieka nie len orientačným bodom v krajine, ale súčasne aj zdrojom potravy a samotnej vody. Mezolitický človek približne 8 – 6 tisíc rokmi BP (Podborský, 1997) staval najčastejšie svoje jednoduché táboriská na piesčiniach v okolí rieky, na Morave hlavne na dolných tokoch Jihlavy, Dyje a Moravy (Oliva, 2005). V tom období však zasahoval svojou činnosťou do krajiny len veľmi nepatrne (Prach *et al.*, 2003). Dopad ľudskej aktivity na údolnú nivu sa datuje od mladšej doby kamennej (na našom území trvá od cca 6 tisíc až po 3,5 tisíc rokov BP), od tzv. neolitickej revolúcie, kedy človek začal viesť usadlý spôsob života, odlesňovať krajinu, začal pestovať vlastné plodiny, domestikovať zvieratá a obhospodarovať tak oblasť v ktorej žil. Z lovca – zberača sa stal roľník a chovateľ. Za kolísku neolitickej revolúcie je považovaná oblasť Blízkeho východu, odkiaľ sa približne od 10./9. tisícročia BP šíriala smerom do Európy (Podborský, 1997). Na tomto mieste zohrali údolné nivy dôležitú rolu vo vývoji ľudskej civilizácie, pretože rieky neboli iba dopravnými tepnami, ale kvôli tunajším klimatickým podmienkam predstavovali i nositeľky úrodnosti v pustých oblastiach (Ložek 2003). Praveké osídlenie vrcholilo na území Českej republiky v dobe bronzovej (2 tisíc – 370 BP), v dôsledku čoho sa začína meniť charakter riečnych nív, ktoré sa začali miestami vyplňovať tzv. povodňovými hlinami. Tieto hliny vznikali eróziou a odnosom materiálu podmieneným odlesňovaním vtedajšej krajiny (Prach *et al.*, 2003). Stále zväčšujúca sa miera odlesňovania viedla k narušovaniu povrchovej pôdy, čo podmienilo spôsobilo plošnej a stržovej erózie a následný odnos, a to i z vyššie položených oblastí ako boli pahorkatiny či nižšie terasové stupne (Opravil, 1983). Odlesnenie, zakladanie polí a pastva, to všetko viedlo k spusteniu tejto erózie, čo sa následne odrazilo v akumulácii sedimentov údolných nivách (Rulf 1994; Petřík *et al.*, 2015) a v zmenách vegetácie (Opravil 1983; Petřík *et al.*, 2015).

Tento proces je charakteristický i pre nasledujúce obdobia, kedy prebiehal ešte intenzívnejšie, pretože odlesňovanie krajiny postupovalo stále vyššie do hôr a plošná erózia bola čím ďalej, tým viac silnejšia, čo pretrváva dodnes (Opravil, 1983). S vyššie spomínaným procesom je spojený i retrográdny vývoj pôd, pri ktorom dochádza k rozrušovaniu už plne vyvinutých pôd až na čerstvý matečný substrát, ktorý je tiež zasiahnutý odnosom, tým pádom sa čerstvý horninový materiál dostáva do nív, kde môže podstatne zmeniť aj ich pôdne pomery (Smolíková & Ložek, 1973). Sedimentáciou povodňových hlin sa začal výrazne meniť charakter údolnej nivy, rieka sa začala pravidelne vylievať zo svojich korýt, tvorili sa meandry a slepé ramená v omnoho väčšom rozsahu než predtým (Prach *et al.*, 2003).

Všetky doposiaľ spomínané zásahy človeka do krajiny mali iba nepatrný, nenápadný vplyv na riečnu nivu, označujeme ich ako nepriame zásahy či vplyvy. Patria medzi ne i splachy z väčších sídlisk, ktoré sa objavovali hlavne v čase, keď sa kanalizačné odpady bez čistenia odvážali do najbližšej vodoteče. Na mnohých lokalitách sa z tohto dôvodu vyskytla eutrofizácia už pred intenzívnym hnojením poľnohospodárskych pôd (Ložek, 2003).

Od stredoveku dochádzalo k postupným zámerným úpravám, tzv. priamym zásahom, do dynamiky nivy. Ide hlavne o stavanie mlynov a hámrov a s tým súvisiacim budovaním menších nádrží, či dokonca v niektorých prípadoch i premiestňovaním koryta potoka, a neskôr aj o výstavbu rybníkov. Väčšina z nich bola vybudovaná práve v údolnej nive. Existujúce vodné toky boli upravované tak, aby mohli napájať novo vzniknuté rybníky a za tým účelom boli budované aj nové toky. Podobne boli vodné toky usmerňované i pri ťažbe rúd (Prach *et al.*, 2003). Tieto zmeny už spôsobovali potlačenie prirodzenej dynamiky fluvialných geomorfologických procesov v rámci nivného systému. Boli pri tom pozmenené alebo úplne pretvorené odtokové podmienky, pričom bolo premodelovaných veľa riečnych koryt a údolných nív. Avšak všetky tieto zásahy boli aj kvôli v tom období obmedzenému množstvu technických prostriedkov robené viac menej v súlade s okolitou prírodou. I niektoré negatívne dopady boli neskôr vyrovnané tvorbou nových stanovísk, čo v mnohých prípadoch viedlo k zvýšeniu biodiverzity (Ložek 2003, Ložek 2003a). Prvé snahy o reguláciu toku sa datujú do 18. storočia, kedy boli menšie vodné toky upravované kvôli splavovaniu dreva. Naozaj rozsiahle regulácie a hrubé zásahy do povodia začínajú od 19. storočia, čo má spojitosť s rozvojom paroplavby a ochranou obydľí pred záplavami (Prach *et al.*, 2003). Skracovali sa a zanikali meandre, zahlbovali sa a budovali nové umelé korytá, odvodňovala sa niva a pod. Vrcholom týchto zásahov sa stalo zornenie údolných nív, ktoré prepuklo v 20. storočí a ochudobnilo nivu o jej živú zložku, a tiež budovanie veľkých priehrad, ktoré vo veľkom vznikali hlavne po 2. svetovej vojne (Ložek, 2003). U väčšiny vodných tokov na našom území bol ich prirodzený hydrologický režim narušený. Zostalo iba pár úsekov, kde sa nepodarilo potlačiť príznačný život nivy, úseky, ktoré neboli poznačené drastickou reguláciou a dodnes si zachovali širšiu nivu (Prach *et al.*, 2003).

Osídlenie aluviálnych oblastí bolo v minulosti dosť premenlivé. Ľudia si budovali svoje trvalé sídla väčšinou mimo vlastnej pravidelne zaplavovanej nivy, na nejakej vyvýšenine v blízkosti, príkladom môže byť pieskové hrúdy na Pohansku (Macháček, 2004), či v Mikulčiciach (Poláček, 2004), často v blízkosti brodu cez rieku. Prvé úpravy tokov boli robené hlavne kvôli snahe ľudí znížiť ohrozenie svojich sídel voči záplavám, a to už od stredoveku. Ako sa niva zanášala povodňovými hlinami, rieka začala ohrozovať i miesta kde predtým záplavy nezasahovali, takže i doposiaľ relatívne bezpečné miesta čelili povodňiam. Dnes sa trvalé sídla stavajú v nive skôr výnimočne rátajúc s nebezpečím záplav (Prach *et al.*, 2003).

Vplyv človeka na údolnú nivu rieky Dyje

Stopy prítomnosti človeka v údolnej nive rieky Dyje a Moravy sú známe už od mezolitu, kedy v tejto oblasti existovali menšie sídliská na vrcholoch pieskových dún naviatych niekedy pred 11 až 12 tisíc rokmi. Počnúc týmto obdobím sa stali pieskové duny alebo tzv. hrúdy vyhľadávané a lukratívne miesta na zakladanie nových sídlisk v oblasti nivy, pretože predstavovali bezpečné miesta, kde

nedosiahla voda ani počas povodní. Behom niektorých časových období bolo prostredie nivy človekom vyhľadávané a osídľované viac, inokedy menej. Na pieskových dunách boli často nájdené doklady osídlenia z obdobia eneolitu (cca 4500 – 2100 BP), z doby laténskej (cca 480 – 20 BP), no predovšetkým zo staršej fázy raného stredoveku (550 – 950 AP) (Macháček, 2012). Na údolnú nivu rieky Dyje, ako i na väčšinu nív, malo najväčší vplyv osídlenie v období ranného stredoveku. Lokalita Pohansko u Břeclavi bola v tom období rozsiahle a bohaté slovanské centrum. Človek ovplyvňoval správanie rieky a rieka pôsobila na ľudskú spoločnosť. Nikdy pred tým a v podstate ani nikdy potom nebolo spetie ľudí s riečnou nivou tak úzke. (Macháček, 2012).

Metodika

Magnetická susceptibilita

Magnetická susceptibilita vyjadruje schopnosť materiálu magnetizovať sa v určitom indukovanom magnetickom poli. Jej hodnota odráža magnetické správanie materiálu, ktoré je pre daný minerál alebo horninu príznačné. Podľa správania sa dajú materiály rozdeliť do troch skupín: a to na diamagnetický, ktorý má zápornú hodnotu magnetickej susceptibility; paramagnetický reagujúci iba v dobe blízkosti silného magnetického poľa; a feromagnetický, ktorý má silnú odozvu na vonkajšie magnetické pole. Hodnoty magnetickej susceptibility u pôd a sedimentov sú ovplyvnené dvoma zásadnými faktormi. Je to v prvom rade prítomnosť oxidov železa (napríklad hematit, magnetit) a tiež stupňom antropogenného vplyvu (Lisá & Bajer, 2014). Meranie magnetickej susceptibility sa uskutočňuje tak, že cievka prístroja generuje striedavé magnetické pole s nízkou frekvenciou. Materiál v blízkosti cievky zapríčini zmenu frekvencie alebo magnetickej indukcie poľa, ktorú prístroj odmeria a daný rozdiel prepočíta (Bábek, 2013). Pred tým ako sa uskutoční samotné meranie, prístroj musí byť nakalibrovaný. Ako prvé je potrebné odmerať hodnoty prázdnej nádoby s prázdny sáčkom, rovnakým v akých sú samotné vzorky, aby mohli byť následne zmerané. Potom sa jednotlivé vzorky v sáčku vložia do nádoby a prístroj ich odmeria.

Vzorky, ktoré boli merané prostredníctvom prístroja Kappabgidge KLY 2 od firmy Agico Geologického ústavu AV ČR v Prahe. Meranie prebehlo pri frekvencii 967 Hz a amplitúde striedavého poľa 200 A/m. Získané údaje zodpovedali hodnotám objemovej magnetickej susceptibility. Tým, že vzorky nemali vždy rovnaký objem a ich hmotnosť bola variabilná, bolo potrebné prepočítať hodnoty podľa konkrétnej hmotnosti na hmotnostnú magnetickú susceptibilitu ($Kf1/(hmotnosť \times 100)$). Magnetická susceptibilita je vyjadrená v jednotkách SI.

Granulometria

Granulometria alebo zrnitosť analýza je metóda, ktorá je založená na determinovaní percentuálneho podielu jednotlivých veľkostných frakcií, ktoré sú zvyčajne rozdelené na íl, prach a piesok. Existuje niekoľko spôsobov určovania zrnitosti distribúcie, ktoré závisia od veľkosti častíc daného materiálu. Jedným z nich je stanovenie zrnitosti pomocou laserového granulometra, ktorý je vhodný hlavne na veľmi jemné frakcie. Meranie prebieha vo vodnej suspenzii, do ktorej je pipetou dávkaný dispergovaná vzorka. Cez zakalenú suspenziu potom prechádzajú laserové lúče granulometra, ktoré zisťujú hustotu tejto suspenzie a určujú veľkosť jednotlivých zrn. (Lisá & Bajer, 2014).

Meranie zrnitosti prebehlo na laserovom granulometri Cilas 1190 Geologického ústavu AV ČR v Prahe, ktorý má rozsah medzi 0,04 a 2500 mikrometrov. Z analyzovaných vzoriek bolo odobrané približne 10 gramov materiálu, ktorý bol doliaty asi 20 ml zlučieniny KOH a následne povarený asi 2 – 3 minúty. Potom bol roztok KOH odstredený a nahradený destilovanou vodou. Tá bola neskôr taktiež odstredená a nahradená peroxidom vodíka (H₂O₂). To viedlo k totálne dispergencii vzoriek, ktorou boli odstránené všetky karbonátové a organické zložky sedimentu. Tie by sa totiž mohli dostať do sedimentu sekundárne a neodrážali by tak primárne sedimentačné podmienky (Lisá & Bajer, 2014). Takto pripravené vzorky boli podrobené zrnitostnej analýze. Výsledné dáta boli rozdelené podľa Wenworth (1922) do troch veľkostných kategórií: íl (< 2 µm), prach (2–63 µm) a piesok (63–2000 µm).

Mikromorfológia

Pôdna mikromorfológia je metóda umožňujúca štúdium vnútornej stavby sedimentov a pôdy. Jedná sa konkrétne o mikroskopické štúdium výbrusov. Realizácia tohoto pozorovania je závislá na správnom odbere neporušených pôdnych vzoriek (Stoops & Eswaran, 1986). Prostredníctvom pozorovania sa dajú získať informácie o zložkách pôdy, ich vzájomných vzťahoch, textúrnych prvkoch, veľkosti pórov atď. Vzorky sa „*in situ*” odoberajú do tzv. kubiena boxov, sú pomaly vysušené a následne naimpregnované prírodnou živicom vo vákuu. Po 6 týždňoch je živica vytvrdnutá a zo vzorky sa odreže doštička hrubá asi 1 cm, ktorá je následne vybrúsená do úplnej roviny. Doštička sa ďalej zalepí na matované sklíčko a je vybrúsená do plátu hrubého približne 30 mikrometrov. Takéto výbrusy sú ďalej študované pod binokulárnym a potom polarizačným mikroskopom pri zväčšení obvykle cca od 8x - 800 x (Lisá & Bajer, 2014). Optické pozorovanie je zamerané na prítomnosť (prípadne zloženie) a vzťah hrubej zložky, jemnozrnnej matrix a pórov. Podľa týchto vzťahov sa dá identifikovať typ a intenzita primárnych a postsedimentárnych procesov, prípadne environmentálna informácia (Stoops *et al.*, 2010; Lisá *et al.*, 2014).

Impregnácia a brúsenie vzoriek prebehlo na Geologickom ústave AV ČR v Prahe. Výbrusy boli pozorované na optickom mikroskope na Ústave geologických vied v Brne.

Röntgenová fluorescencia - XRF

Obsah chemických prvkov bol zisťovaný prostredníctvom metódy Röntgenovej fluorescencie XRF. Metóda XRF je založená na princípe ožarovania vzoriek röntgenovým žiarením. To spôsobuje, že ožarovaná vzorka produkuje sekundárne rtg-žiarenie, ktoré má pre atómy každého prvku charakteristickú energiu. Prvok je identifikovaný podľa charakteristickej energie svojho žiarenia a jeho kvantitatívne zastúpenie je úmerné registrovanej intenzite žiarenia, ktorá sa

porovnáva s intenzitou žiarenia zhodného prvku vo vzorke s jeho známou koncentráciou. Prostredníctvom tejto metódy sa dá ľahko zistiť chemický obsah jednotlivých vzoriek, bez toho aby boli akokoľvek poškodené. Je to rýchla a efektívna metóda, pričom jej najväčším prínosom je práve jej nedeštruktívnosť.

Meranie prebehlo na Ústave geologických vied Masarykovej univerzity v Brne. Chemické zloženie jednotlivých vzoriek bolo merané prostredníctvom prenosného prístroja XRF Innov-X Delta od firmy BAS Rudice, spol. s r. o, s 4 W Rh anodou a 25 mm² silikónovým drift detektorom (SSD). Všetky vzorky boli ručne podrvené a homogenizované v mažiari. Následne boli prístrojom analyzované po dobu 2 x 60 sekúnd v móde Geochem.

Strata žihání – LOI (Loss on Ignition)

Metódou LOI sa stanovuje obsah organickej hmoty v sedimente. Je vhodná hlavne pri štúdiu sedimentov bohatých na túto organickú hmotu, a to napríklad sedimenty zaniknutých riečnych ramien, jazerných sedimentov alebo sedimenty bohaté na antropogénnu organiku (Lisá & Bajer, 2014). Postupuje sa tak, že sa vzorky vysušia na 200 °C, kedy stratia kapilárnu vlhkosť. Takto pripravené vzorky sa odvážia a vložia naspäť do pece, aby mohli byť pálené pri teplote 550 °C po dobu 3 hodín (modifikovaná metodika Heiri *et al.*, 2001). Po vybratí z pece sa vzorky vložia do exikátora, aby sa pohltila prípadná zvyšková vlhkosť. Následne sú odvážené. Rozdiel medzi prvotnou a konečnou váhou predstavuje množstvo úbytku organickej hmoty danej vzorky.

Použitá literatura

- Ahnert, F. (1996): Introduction to geomorphology. — Arnold. London.
- Brown, A. G. (1997): Alluvial geoarchaeology. Floodplain archaeology and environmental change. — Cambridge university press. Cambridge.
- Czudek, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska. — Sursum. Tišnov.
- Demek, J. (1988): Obecná geomorfologie. — Academia. Praha.
- Doláková, N. – Roszková, A. & Přichystal, A. (2010): Palynology and natural environment in the Pannonian to Holocene sediments of the Early Medieval centre Pohansko near Břeclav (Czech Republic). — Journal of Archaeological Science, **37** (10), 2538 – 2550. Amsterdam.
- Dostál, B. (1975): Břeclav – Pohansko IV. Velkomoravský velmožský dvorec. — Univerzita J. E. Purkyně. Brno.
- Dostál, B. (1985): Břeclav – Pohansko III. Časně slovanské osídlení. — Univerzita J. E. Purkyně. Brno.
- Drozdová, E. (2005): Břeclav – Pohansko. Slovanští obyvatelé Velkomoravského hradiska Pohansko u Břeclavi VI. — Masarykova univerzita. Brno.
- Havlíček, P. (1994): State of research of the Moravian rivers in Holocene time. — *In*: Růžičková E. & Zeman, A. (eds.): Holocene flood plain of the Labe River, 98 – 99. Praha.
- Havlíček, P. (2001): Geologická stavba velkomoravského mocenského centra Břeclav – Pohansko a jeho okolí. — Zprávy o geologických výzkumech v roce 2000, 71 – 73. Praha.
- Havlíček, P. (2004): Geologie soutokové oblasti Dyje s Moravou. — *In*: Hrib, M. & Kordiovský, E. (eds.): Lužní les v Dyjsko-moravské nivě, 11 - 19. Břeclav.
- Chlupáč, I. – Brzobohatý, R. – Kovanda, J. & Stráník, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. — Academia. Praha.
- Kadlec, J. - Grygar, T. - Světlík, I. - Ettler, V. – Mihaljevic, M. - Diehl, J.F. - Beske-Diehl, S. & H. Svitavská-Svobodová (2009): Morava River floodplain development during the last millennium, Strážnické Pomoraví, Czech Republic. — The Holocene, 19 (3), 499 – 509.
- Kolejka, J. (2004): Geomorforfologický vývoj jihomoravských údolních nív. — *In*: Hrib, M. & Kordiovský, E. (eds.): Lužní les v Dyjsko-moravské nivě, 479 – 496. Břeclav.
- Křížek, M. (2007): Údolní niva jako geomorfologický fenomén. — *In*: Langhammer, J. (eds): Povodně a změny v krajině. 169 - 186. Praha.

- Ložek, V. (1973): Příroda ve čtvrtohorách. — Academia. Praha.
- Ložek, V. (2003a) : Naše nivy v proměnách času II. — Ochrana přírody, **58** (5), 131 – 136. Praha.
- Macháček, J. (2004): Velkomoravské hradisko Pohansko a jeho zázemí. — *In*: Hrib, M. & Kordiovský, E. (eds.): Lužní les v Dyjsko-moravské nivě, 515 – 525. Brěclav.
- Macháček, J. (2005): Raně středověké centrum na Pohansku u Břeclavi: munitio, palatium, nebo emporium moravských panovníků? — Archeologické rozhledy, **57**, 100 – 138. Praha.
- Macháček, J. (2012): Archeologie údolní nivy aneb Proč možná zanikla Velká Morava. — *Vesmír*, **91** (10), 566 – 569. Praha.
- Macháček, J. – Doláková, N. – Dresler, P. – Havlíček, P. – Hladilová, Š. – Přichystal, A. – Roszková, A. & Smolíková, L. (2007): Raně středověké centrum na Pohansku u Břeclavi a jeho přírodní prostředí. — Archeologické rozhledy, **59**, 278 – 314. Praha.
- Makaske, B. (2001): Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. — *Earth-Science Reviews*, **53** (2001), 149 – 196. Amsterdam.
- Musil, R. (1999): Sedimenty v údolích a jejich význam pro řešení současných záplav. — *In*: Niva z multidisciplinárního pohledu III., 10 – 11. Brno
- Oliva, M. (2005): Civilizace moravského paleolitu a mezolitu. — Moravské zemské muzeum. Brno.
- Opravil, E. (1983): Údolní niva v době hradištní: (ČSSR – povodí Moravy a Poodří). — Academia. Praha.
- Petrík, J - Libor, P. - Šabatová, K. - Doláková, N. - Lukšíková, H. - Dohnalová, A. - Chadimová, L. - Blaško, D & Milo, P. (2015): Reflections of Prehistoric and Medieval human activities in floodplain deposits of the Únanovka Stream, South Moravia, Czech Republic. — *Zeitschrift fur Geomorphology*, **59** (3), 393 – 412. Berlin.
- Podborský, V (1997): Dějiny pravěku a rané doby dějinné. — Masarykova univerzita. Brno.
- Poláček, L (2004): Hradiště „Valy“ u Mikulčic a osídlení údolní nivy řeky Moravy v pravěku a raném středověku. — *In*: Hrib, M. & Kordiovský, E. (eds.): Lužní les v Dyjsko-moravské nivě, 479 – 496. Brěclav.
- Prach, K. – Pithart, D. & Francírková, T. (2003): Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách. — Botanický ústav AV ČR. Třeboň.
- Rulf, J. (1994): The flood plain archaeology. — *In*: Růžičková, E. & Zeman, A. (eds): Holocene flood plain of the Labe river, 77 - 83. Praha.

Růžičková, E. - Růžička, M. - Zeman, A. & Kadlec, J. (2003): Kvartérní klastické sedimenty České republiky. — Česká geologická služba. Praha.

Smolíková, L. & Ložek, V. (1973): Der Bodenkomplex von Velký Hubenov als Biespiel einer retrograden Bodenentwicklung im Laufe der Nacheiszeit. — *Časopis pro mineralogii a geologii*, **18** (4), 365 – 377. Praha.

Vandenberghe, J. (1993): Changing fluvial processes under changing periglacial conditions. — *Z. Geomorphol. N. F.*, **88**, 17 – 28. Berlin.

Vandenberghe, J. (2001): A typology of Pleistocene cold-based rivers. — *Quaternary International*, **79**, 111 – 121.

Vávra, V. & Štelcl, J. (2014): Významné geologické lokality Moravy a Slezska. — Masarykova univerzita. Brno.

Whittow, J. (1984): Dictionary of physical geography. — The Penguin. Oxford.

Zádorová, T. – Šefma, L. & Chuman, T. (2007): Niva ako součást topografické půdňí katény. — *In: Langhammer, J. (eds.): Změny v krajině a povodňňové riziko. Sborník příspěvků semináře Povodňňě a změny v krajině*, 203 – 208. Praha.